



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE**  
**ALIMENTOS**

**KELIANE LIMA SANTIAGO**

**BARRAS ESTRUTURADAS MISTAS DE MANGA E CAJÁ ADICIONADAS DE**  
**EXTRATO BIOATIVO DE CAJU: ASPECTOS TECNOLÓGICOS E**  
**CAPACIDADE ANTIOXIDANTE**

**FORTALEZA**

**2021**

KELIANE LIMA SANTIAGO

BARRAS ESTRUTURADAS MISTAS DE MANGA E CAJÁ ADICIONADAS DE  
EXTRATO BIOATIVO DE CAJU: ASPECTOS TECNOLÓGICOS E CAPACIDADE  
ANTIOXIDANTE

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Área de concentração: Processamento de Alimentos de Origem Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Wilane de Figueiredo.

Co-orientadora: Profa. Dra. Larissa Morais Ribeiro da Silva.

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

S226b Santiago, Keliane Lima.

Barras estruturadas mistas de manga e cajá adicionadas de extrato bioativo de caju: aspectos tecnológicos e capacidade antioxidante / Keliane Lima Santiago. – 2021.  
91 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2021.

Orientação: Prof. Dr. Raimundo Wilane de Figueiredo.

Coorientação: Profa. Dra. Larissa Morais Ribeiro da Silva.

1. Frutas estruturadas. 2. Hidrocolóides. 3. Compostos bioativos. 4. Atividade antioxidante. 5. Avaliação sensorial. I. Título.

CDD 664

---

KELIANE LIMA SANTIAGO

BARRAS ESTRUTURADAS MISTAS DE MANGA E CAJÁ ADICIONADAS DE  
EXTRATO BIOATIVO DE CAJU: ASPECTOS TECNOLÓGICOS E CAPACIDADE  
ANTIOXIDANTE

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Área de concentração: Processamento de Alimentos de Origem Vegetal.

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Raimundo Wilane de Figueiredo (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Profa. Dra. Luciana de Siqueira Oliveira  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Dra. Giovana Matias do Prado  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

**A Deus.**

**Ao meu esposo, Francisco Lopes.**

**Aos meus pais, Bia e Ercílio.**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida, saúde e por me manter firme, dando-me força, coragem, perseverança e fé para cumprir este propósito. Visto que sem Ele, eu não teria chegado até aqui. Portanto, obrigada Deus por Tua infinita misericórdia!

À Universidade Federal do Ceará e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, que me concederam a oportunidade de realizar este sonho de cursar este mestrado nesta conceituada instituição.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida.

Ao meu orientador, o professor Dr. Raimundo Wilane de Figueiredo, pela orientação, apoio e confiança nesse trabalho, bem como pelo excelente tratamento que me prestou, tratando-me como filha, sempre solícito às minhas necessidades estudantis.

À minha co-orientadora, a professora Dra. Larissa Morais Ribeiro da Silva, pela orientação, apoio, paciência, dedicação, incentivo e amizade que foram imprescindíveis para o meu êxito e realização deste mestrado. Lhe serei eternamente grata!

Ao professor Dr. Paulo Henrique Machado, por todo o seu tempo dedicado a este trabalho, bem como por sua parceria, apoio e riquíssimas sugestões que tornaram possíveis a conclusão deste trabalho.

À Giovana Matias do Prado, pelo convite para participar, dando-me a possibilidade de fazer parte deste distinto projeto, além de todo o apoio prestado.

Aos membros da banca por todas as sugestões que agregam tanto valor a este trabalho.

À EMBRAPA, por me receber e ceder sua estrutura, possibilitando a elaboração do extrato, tão importante para o desenvolvimento deste trabalho, e em especial à pesquisadora Leônia, pela solicitude e parceria.

Ao meu esposo, melhor amigo e meu grande amor, Francisco Lopes, pela parceria, apoio e paciência, sendo sempre um ponto de apoio nos momentos difíceis e grande incentivador dos meus sonhos.

Aos meus pais, Bia e Ercílio, por todo o amor, carinho e apoio incondicional, e por serem sólidos pilares na minha vida, sempre me motivando a seguir meus sonhos, e que por

muitas vezes abriram mão dos seus, para que eu realizasse os meus. A vocês, minha eterna gratidão.

Aos meus irmãos, Ana Vitória, Isael e Edilberg e aos primos, Carla Soraya, Jeane, Niária, Laila e Ismael pelo apoio e parceria de sempre.

À minha madrinha, Socorro, e à minha tia Lucimar, a quem considero como mães, por todo amor, carinho e orações a mim direcionadas.

À minha grande amiga e irmã do coração, Thays Fama, pela amizade, parceria e por ser uma grande incentivadora, me auxiliando e aconselhando.

Às minhas grandes amigas, Silvanete, Natiane, Fátima e Daiane por todo o apoio e torcida pelos meus sonhos, pelas palavras de apoio e incentivo e também por compreenderem a minha ausência nesse período.

À Prefeitura Municipal de Quixeramobim, que me liberou das minhas responsabilidades para que eu pudesse realizar este sonho, e também aos meus colegas de trabalho e grandes incentivadores do meu trabalho, Fátima, Magna, Neliane, Jaqueline, Francisco das Chagas, Marjara e Francisca.

A todos os funcionários do Laboratório de Frutas e Hortaliças, em especial à Liana, Fernando, Seu Omar e dona Francisca por todo o apoio, solicitude e amizade prestados o decorrer da pesquisa.

Ao todos os meus colegas de mestrado, em especial à Thallyne Alves, Kamila dos Santos e Tatiana de Freitas pela amizade, apoio, sugestões, conselhos e palavras de incentivo que me deram força nos momentos mais desafiadores.

Às minhas colegas de pesquisa, Michelle, Lerrena e Ana Letícia por todo o apoio, amizade e paciência durante a execução deste projeto.

Aos colegas, Jaiana, Carlota, Flayanna, Camyla, Augusto, Fernando Eugênio, Eliandra, Eurilany e Elvino, pelas sugestões e também pelo auxílio nas atividades no laboratório.

Enfim, agradeço a todos por tudo, inclusive aos que não foram citados aqui, e que direta ou indiretamente fizeram parte da realização deste sonho.

**“A persistência é o menor caminho para o  
êxito”**

**(Charles Chaplin)**

## RESUMO

O presente trabalho objetivou desenvolver e caracterizar estruturados mistos com polpas de cajá e manga adicionados de extrato bioativo de coproduto do pedúnculo do caju, bem como avaliar sua aceitação sensorial. Primeiramente, foram desenvolvidas quatro formulações que variaram em teor de polpa de manga (M) e cajá (C), e também de açúcar (A): M50/C50/A5, M50/C50/A0, M75/C25/A0 e M75/C25/A5, que foram preparadas sem adição do extrato e submetidas a testes afetivos e descritivos como o CATA e o RATA (Avaliação Sensorial I). A partir desses resultados novas formulações foram desenvolvidas, sendo adicionadas do extrato bioativo (E): E25/A0, E25/A5, E15/A0, E15/A5. Uma formulação controle (E0/A0), sem adição do extrato e de açúcar também foi elaborada. Essas amostras foram submetidas a um teste de ordenação-preferência. As barras estruturadas de manga e de cajá e o extrato foram caracterizados quanto aos parâmetros físico-químicos (pH e sólidos solúveis), físico (atividade de água, umidade e cor), compostos antioxidantes (vitamina C, fenólicos totais) e atividade antioxidante total (método FRAP e ABTS). Tanto o extrato quanto as barras mostraram um alto nível de umidade e de atividade de água e reduzida acidez e conteúdo de sólidos solúveis. Quantidades consideráveis de ácido ascórbico foram encontradas no extrato (25,78 mg AA/100 g). Além disso, o extrato apresentou elevado teor de compostos fenólicos totais (283,52 mg GAE/100 g) e valores significativos também foram encontrados para a capacidade antioxidante que foi determinada pelas metodologias FRAP (55,3  $\mu\text{M Fe}_2\text{SO}_4/\text{g}$ ) e ABTS (21,79  $\mu\text{M Trolox/g}$ ) mesmo se tratando de um coproduto remanescente de processamento. Por sua vez, as barras estruturadas de manga e cajá adicionadas do extrato apresentaram valores elevados de ácido ascórbico (variando de 32,13 a 49,97 mg AA/100 g) e compostos fenólicos totais (variando de 59,04 a 88,05 mg GAE/100 g). Por fim, após aplicação do teste de ordenação/preferência, os provadores demonstraram preferência pela formulação composta por 25% do extrato e 5% de açúcar, evidenciando a viabilidade da adição do extrato desenvolvido aos estruturados mistos, como alternativa de enriquecimento deste produto, bem como do aproveitamento deste coproduto industrial, implicando no aumento de valor agregado a esses produtos, além de permitir a abertura para novas possibilidades de industrialização de frutas em grande escala, além de potencializar a abertura de novos mercados consumidores.

**Palavras-chave:** Frutas estruturadas. Hidrocolóides. Compostos bioativos. Atividade antioxidante. Avaliação sensorial.

## ABSTRACT

This work has the objective of developing and characterize mixed structured bars from cajá and mango with the addition of a cashew co-product extract as well to assess your sensory acceptance. First, four formulations were developed that varied in the content of mango pulp (M) and cajá (C), as well as sugar (A), namely M50/C50/A5, M50/C50/A0, M75/C25/A0 e M75/C25/A5 that were prepared without the addition of the extract and subjected to affective and descriptive sensory tests such as CATA and RATA (Sensory Evaluation I). From these results, news formulations were developed with the adiction of bioactiv extract (E) E25/A0, E25/A5, E15/A0, E15/A5. A control formulation (E0/A0), no added extract and sugar was also elaborated. This samples were subject to an ordering-preference test. The structured bars of mango and cajá and the extract were characterized according to the physical-chemical parameters (pH and soluble solids), physical (water activity, humidity and color), antioxidant compounds (vitamin C, total phenolics) and total antioxidant activity (FRAP and ABTS method). The extract and the bars presented a high humidity and water activity, low acidity, and soluble solids content. Considerable amounts of ascorbic acid were found in the extract (25,78 mg AA/100 g), which showed higher values than fruits like mango and soursop. Moreover, the extract showed high values of total phenolic compounds (283,52 mg GAE/100 g) and significant values were also found for the antioxidant capacity that was determined by the FRAP (55,3  $\mu\text{M Fe}_2\text{SO}_4/\text{g}$ ) and ABTS (21,79  $\mu\text{M Trolox/g}$ ) methodologies, even though it is a by-product of processing. In turn, the structured mango and cajá bars added to the extract showed high values of ascorbic acid (ranging from 32,13 a 49,97 mg AA/100 g) and total phenolic compounds (ranging from 59,04 a 88,05 mg GAE/100 g). Finaly, afer the applying the preference ordering test, the tasters showed preference for the formulation composed of 25% of the extract and 5% of sugar, showing the feasibility of adding the developed extract to the mixed structured bars, as an alternative to enrich this product, as well as the use of this industrial co-product, implying an increase in the added value of these products, to allowing the opening to new possibilities for large-scale fruit industrialization, as well as boosting the opening of new consumer markets.

**Keywords:** Structured fruits. Hydrocolloids. Bioactive compounds. Antioxidant activity. Sensory evaluation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Ilustração da manga ( <i>Mangifera indica</i> L.). .....	21
Figura 2 -	Ilustração do cajá ( <i>Spondias mombin</i> L.).....	23
Figura 3 -	Estrutura química da goma gelana de baixa acilação - <i>low acyl</i> e goma gelana de alta acilação - <i>high acyl</i> .....	31
Figura 4 -	Processo de obtenção do extrato de coproduto de caju.....	33
Figura 5 -	Elaboração dos estruturados mistos de cajá e manga para avaliação sensorial I.....	39
Figura 6 -	Barra estruturada mista após maturação refrigerada.....	40
Figura 7 -	Novas formulações das barras estruturadas de cajá e manga adicionadas de extrato de coproduto de caju.....	44
Figura 8 -	Gráficos das médias dos termos descritores das barras estruturadas de manga e cajá.....	61
Figura 9 -	Diferentes formulações de barra estruturada de cajá e manga adicionadas de extrato de coproduto de caju.....	63

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Formulações de estruturados mistos com diferentes concentrações de manga, cajá e açúcar adicionados de 1% do hidrocolóide goma gelana.....	38
Tabela 2 - Lista de atributos aplicados para a técnica RATA e parâmetros numéricos para determinação da intensidade de acordo com a técnica CATA.....	42
Tabela 3 - Formulações de estruturados com diferentes concentrações de açúcar e de extrato de coproduto de caju.....	43
Tabela 4 - Médias das análises físico-química e resultados das coordenadas de cor do extrato.....	48
Tabela 5 - Conteúdo de ácido ascórbico, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante do extrato do coproduto de caju.....	50
Tabela 6 - Atividade locomotora de zebrafish ( <i>Danio rerio</i> ) adulto no Teste de Campo Aberto do extrato de coproduto de caju.....	54
Tabela 7 - Resultados dos testes de toxicidade aguda do extrato de coproduto de caju frente ao zebrafish adulto.....	55
Tabela 8 - Médias para o teste de aceitação das barras estruturadas de manga e cajá (sem extrato) para os parâmetros de avaliação global, aparência e sabor aplicado aos provadores.....	56
Tabela 9 - Frequência dos termos sensoriais e teste de Cochran aplicado às barras estruturadas de cajá e manga elaboradas em diferentes formulações.....	57
Tabela 10 - Média das intensidades dos termos da análise de RATA aplicado às barras estruturadas de cajá e manga elaboradas em diferentes formulações.....	60
Tabela 11 - Somatória dos valores obtidos pelo teste de ordenação-preferência das diferentes formulações das barras estruturadas com diferentes proporções de açúcar e extrato de coproduto de caju.....	63
Tabela 12 - Médias das análises físico-químicas dos estruturados mistos de cajá e manga adicionados do extrato de coproduto de caju.....	65

Tabela 13 - Resultado das coordenadas de cor dos estruturados mistos de cajá e manga adicionados do extrato de coproduto de caju.....	67
Tabela 14 - Médias do conteúdo de ácido ascórbico e compostos fenólicos totais dos estruturados mistos de cajá e manga adicionados do extrato de coproduto de caju.....	68
Tabela 15 - Médias da atividade antioxidante dos estruturados mistos de cajá e manga adicionados do extrato de coproduto de caju pelos métodos ABTS e FRAP.....	71

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA	Ácido Ascórbico
ABTS	2,2- azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)
AGE	Ácido Gálico Equivalente
ANOVA	Análise de Variância
AT	Acidez Total Titulável
AOAC	Association of Official Analytical Chemistry
Aa	Atividade de água
C*	Croma
C1	Concentração 100%
C2	Concentração 50%
CATA	Check All That Apply
CN	Grupo Controle Negativo
DFI	2,6 diclorofenol-indofenol
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FRAP	Ferric Antioxidant Reduction Power
h	Ângulo Hue
HA	High Acid
IAL	Instituto Adolf Lutz
IN	Instrução Normativa
IV	Controle de Confiança
LA	Low Acid
PET	Polietileno Tereftalato
pH	Potencial Hidrogeniônico
PE	Polietileno
RATA	Rate All That Apply
SS	Sólidos Solúveis
TACO	Tabela Brasileira de Composição de Alimentos
Trolox	6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid
UV/VIS	Ultravioleta Visível
AL	Atividade Locomotora

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	17
2	<b>OBJETIVOS</b> .....	20
2.1	<b>Objetivo Geral</b> .....	20
2.2	<b>Objetivos Específicos</b> .....	20
3	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	21
3.1	<b>Produção e consumo de frutas no Brasil</b> .....	21
3.2	<b>Manga</b> .....	21
3.3	<b>Cajá</b> .....	22
3.4	<b>Caju</b> .....	24
3.5	<b>Tratamento por ultrassom</b> .....	25
3.6	<b>Frutas estruturadas</b> .....	26
3.7	<b>Hidrocolóides</b> .....	29
3.7.1	<i>Goma gelana</i> .....	30
4	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	33
4.1	<b>Materiais</b> .....	33
4.2	<b>Obtenção extrato bioativo de de coproduto de caju</b> .....	33
4.3	<b>Caracterização do extrato</b> .....	34
4.3.1	<i>Umidade</i> .....	34
4.3.2	<i>pH</i> .....	34
4.3.3	<i>Sólidos solúveis</i> .....	34
4.3.4	<i>Acidez total titulável</i> .....	35
4.3.5	<i>Determinação da coloração</i> .....	35
4.3.6	<i>Determinação de Ácido ascórbico</i> .....	35
4.3.7	<i>Determinação de Compostos Fenólicos Totais</i> .....	35
4.3.8	<i>Determinação de Atividade Antioxidante Total através do método ABTS</i> .....	36
4.3.9	<i>Determinação de Atividade Antioxidante através do método FRAP</i> .....	36
4.4	<b>Toxicidade do extrato de coproduto de caju utilizando zebrafish (Danio reio) como modelo de estudo <i>in vivo</i></b> .....	37
4.5	<b>Elaboração dos estruturados mistos de cajá e manga para aplicação do teste de aceitação e testes CATA e RATA (Avaliação sensorial I)</b> .....	38

4.6	<b>Elaboração dos estruturados mistos de cajá e manga adicionados de extrato para aplicação do teste Ordenação-preferência (Avaliação sensorial II)</b> .....	42
4.7	<b>Caracterização dos estruturados mistos de frutas</b> .....	45
4.7.1	<i>Umidade</i> .....	45
4.7.2	<i>pH</i> .....	45
4.7.3	<i>Sólidos solúveis</i> .....	45
4.7.4	<i>Acidez Total Titulável</i> .....	45
4.7.5	<i>Atividade de água</i> .....	45
4.7.6	<i>Determinação da coloração</i> .....	45
4.7.7	<i>Determinação de Ácido ascórbico</i> .....	45
4.7.8	<i>Determinação de Compostos Fenólicos Totais</i> .....	45
4.7.9	<i>Determinação de Atividade Antioxidante Total através do método ABTS</i> .....	46
4.7.10	<i>Determinação de Atividade Antioxidante através do método FRAP</i> .....	46
4.8	<b>Análise Estatística dos Dados</b> .....	46
5	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	48
5.1	<b>Caracterização do extrato do coproduto de caju</b> .....	48
5.1.1	<i>Caracterização físico-química do extrato</i> .....	48
5.1.2	<i>Determinação de Ácido Ascórbico, Compostos Fenólicos Totais e Atividade Antioxidante no extrato</i> .....	50
5.2	<b>Toxicidade do extrato de coproduto de caju utilizando zebrafish (Danio rerio) como modelo de estudo in vivo</b> .....	54
5.3	<b>Avaliação sensorial I</b> .....	56
5.3.1	<i>Teste de Aceitação</i> .....	56
5.3.2	<i>Check All That Apply (CATA)</i> .....	57
5.3.3	<i>Rate All That Apply (RATA)</i> .....	60
5.4	<b>Avaliação sensorial II</b> .....	62
5.4.1	<i>Teste de Ordenação-preferência</i> .....	62
5.5	<b>Caracterização das estruturados mistos de frutas tropicais adicionadas de extrato de coproduto de caju</b> .....	64
5.5.1	<i>Caracterização físico-química dos estruturados mistos</i> .....	64
5.5.2	<i>Determinação de Ácido Ascórbico e Compostos Fenólicos Totais dos estruturados mistos com adição de extrato de coproduto de caju</i> .....	68

5.5.3	<i>Determinação de Atividade Antioxidante Total através dos métodos ABTS e FRAP</i> .....	71
6	<b>CONCLUSÕES</b> .....	74
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	75
	<b>APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO E FICHA PARA RECRUTAMENTO DE PROVADORES</b> .....	86
	<b>APÊNDICE B – FICHA DE ACEITAÇÃO E INTENÇÃO DE COMPRA</b> .....	87
	<b>APÊNDICE C – FICHA DE ESCALA DO IDEAL</b> .....	88
	<b>ANEXO A – FICHA DE ESCALA DO IDEAL</b> .....	89

## 1 INTRODUÇÃO

A alimentação inadequada pode ser considerada um dos principais fatores de risco relacionado à carga global de doenças no mundo, deste modo, ressalta-se a importância de promover uma alimentação saudável e adequada, bem como o uso sustentável do ambiente (BORTOLINE *et al.*, 2020). Com base nisso, muitos estudos com foco em alimentos naturais vêm sendo desenvolvidos com base em suas propriedades funcionais, objetivando melhoria da qualidade de vida e saúde dos consumidores (SILVA; BARBOSA JUNIOR; BARBOSA, 2015; VASCONCELOS *et al.*, 2013; AMARAL, 2016). Destaca-se também uma busca por produtos que ofereçam praticidade e rapidez no consumo, por conta do ritmo de vida agitado que se tem (MISSAGIA; REZENDE, 2011).

As frutas e hortaliças têm atraído o interesse de consumidores por possuírem compostos com ação antioxidante, capazes de neutralizar radicais livres responsáveis por inúmeras doenças e por promover o envelhecimento celular. (VERRUCK; PRUDÊNCIO E SILVEIRA, 2018). Neste aspecto, podem-se destacar as frutas tropicais, que além de sua ampla diversidade de sabores, possuem teores importantes de componentes com propriedades funcionais, como carotenóides, antocianinas, vitaminas, compostos fenólicos, bem como níveis consideráveis de atividade antioxidante, podendo, portanto, proporcionar benefícios à saúde dos consumidores, lançando, dessa forma, perspectivas promissoras para o uso dessas frutas (ALMEIDA *et al.*, 2011). Além disso, as frutas são consideradas como complementos dos alimentos básicos, contribuindo para o aporte de energia, minerais, vitaminas e fibras (LINS *et al.* 2014).

Neste sentido, as frutas tropicais apresentam importância nutricional e econômica, como é o caso da manga (*Mangifera indica* L.), uma fruta fresca presente em quase todos os Estados do Brasil, apresenta altíssima produtividade, de modo que o Nordeste brasileiro figura entre os mais tradicionais no setor, apresentando altos volumes de produção, como por exemplo, 45.142 hectares colhidos em 2015 chegando a embarcar 156.337 toneladas no mesmo ano e 154.211 toneladas em 2016, com negócios na ordem de milhões de dólares, sendo a fruta fresca mais exportada pelo Brasil em 2016 e 2017 (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2017; 2018). O cajá (*Spondias mombin* L.), por sua vez, é fruto da cajazeira, planta encontrada principalmente nos Estados do Norte e Nordeste, porém ainda não cultivada em escala comercial, sendo considerada planta em domesticação e de exploração extrativa (BRASIL, 2015). Porém, mesmo não apresentando plantio organizado, é a espécie economicamente mais importante dentro de seu gênero (JANICK e PAULL, 2008).

As frutas de modo geral, devido a sua alta perecibilidade requerem a aplicação de técnicas de prolongamento de sua vida útil (NETO, 2019). Neste sentido, a manga e o cajá mostram-se frutas altamente perecíveis por serem climatéricas e estarem submetidas naturalmente às altas temperaturas e umidade características das regiões tropicais (SANTOS, 2003). Isso resulta nas perdas pós-colheita, que podem ocorrer em grande número e representam além da perda econômica associada ao descarte das frutas, desperdício de valiosos e escassos recursos utilizados na produção, como água e energia (FAO, 2011). Além disso, produzir alimentos que não são consumidos leva a emissões desnecessárias de dióxido de carbono, além de perda do valor econômico dos alimentos produzidos, com isso, é necessário o uso de tecnologias e processamentos capazes de aumentar a vida útil desses frutos, permitindo sua melhor distribuição (BUAINAIN; BATALHA, 2007).

Com a necessidade do desenvolvimento de métodos adequados de armazenamento e processamento a fim de permitir uma maior vida pós-colheita e o desenvolvendo de novos produtos (NETO, 2019), principalmente por se tratar de uma fruta sazonal, com volume de produção no verão (VIEIRA, 2017), e nesse sentido, a estruturação de polpa de frutas com agentes gelificantes é uma técnica de processamento atrativa e com resultados promissores, sendo uma alternativa para a redução do desperdício de frutas, proporcionando o aumento da vida útil desses alimentos e mantendo sua qualidade sensorial, nutricional e microbiológica por um período de tempo maior (CARVALHO, 2007). Além disso, o produto processado possui boa aceitação sensorial (sabor, cor e textura) pelo consumidor e a tecnologia empregada é simples, de baixo custo e facilmente adaptável a diferentes escalas industriais (BUAINAIN; BATALHA, 2007).

Com cadeia produtiva considerada uma das mais relevantes para a economia do Ceará, a cajucultura é uma das poucas atividades da agricultura de sequeiro (técnicas agrícolas utilizadas em terrenos com diminuta pluviosidade) e conta com extensa área vocacionada a esta atividade. O Ceará, especializado no cultivo desta fruta, apresentou produção de 79.765 toneladas em 2016 (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2018; CRISÓSTOMO; NAUMOV, 2009).

Decorrido o processamento, com a remoção da castanha e extração do suco do pedúnculo, é obtido o coproduto de caju, rico em nutrientes e compostos fenólicos. (CRISÓSTOMO; NAUMOV, 2009; GORDON *et al.*, 2012). Apresentando atividade antioxidante, o coproduto de caju abre perspectivas para melhor aproveitamento dos resíduos resultantes do processamento do pedúnculo de caju (BROINZI, 2007). Os elevados teores de vitamina C presentes no coproduto de caju apresentam-se como alternativa no enriquecimento

de outros alimentos que não apresentam este composto bioativo, ou que contém vitamina C em menores proporções, como é o caso do cajá e da manga.

Tendo em vista a necessidade da redução do desperdício de alimentos e a atual demanda por produtos alimentares que permitam uma maior praticidade no consumo e que sejam saudáveis, preservando as características nutricionais e funcionais dos alimentos *in natura*, o desenvolvimento de frutas estruturadas encaixa-se perfeitamente nessas demandas, sendo uma alternativa saudável, possibilitando o desenvolvimento de estruturados mistos e a aplicação do extrato bioativo nos estruturados mistos de cajá e manga visando aumentar os teores de compostos

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

- Desenvolver estruturados mistos de manga e cajá com hidrocolóide goma gelana adicionadas de extrato bioativo de coproduto de pedúnculo de caju visando o aumento dos compostos bioativos no produto.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Estudar as proporções de polpa de fruta/hidrocolóide;
- Obter e caracterizar extrato contendo bioativos a partir do coproduto de pedúnculo de caju;
- Aplicar avaliação sensorial inicial a fim de definir as formulações otimizadas que serão adicionadas de extrato.
- Desenvolver estruturados mistos com polpas de cajá e manga enriquecida de extrato bioativo do coproduto do pedúnculo do caju
- Caracterizar os estruturados mistos através de parâmetros físicos, químicos e sensoriais;
- Verificar a aceitação do produto através de métodos sensoriais afetivos com provadores não treinados.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Produção e consumo de frutas no Brasil

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas e o 23º maior exportador (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2018). O país, com suas dimensões continentais, apresenta grande diversidade de climas, permitindo o crescimento de diversas plantas, e deste modo, possibilita a produção extensa de variedades frutíferas (POMMER, 2009).

A nível estadual, o Ceará, contribui com 107,9 mil toneladas de frutas produzidas, sendo o 4º maior exportador de frutas do Nordeste (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2018).

Mesmo diante da elevada produtividade, de acordo com o Anuário Brasileiro de Fruticultura (2017), o mercado interno consome em torno de 97% do total de frutas frescas produzidas no país. O consumo médio *per capita* é de 57 quilos, no entanto, o agronegócio brasileiro das frutas tem optado pela agroindustrialização para exportar derivados de frutas, gerando maior valor agregado ao longo das cadeias.

O consumo regular de frutas e hortaliças aumentou no país nos últimos anos, passando de 33% em 2008 para 35,2% em 2016 (LABOISSIÈRE, 2017).

#### 3.2 Manga

A manga (*Mangifera indica* L.) tem sua origem no continente asiático, mais especificamente na Índia, e é uma das principais frutas tropicais produzidas no mundo (ALBUQUERQUE; SILVA, 2008). A mangueira, por ser excelentemente bem adaptada no Brasil, se encontra cultivada em quase todo o território nacional, utilizando-se inclusive técnicas mais modernas para aprimorar a produção, tornando seu cultivo altamente rentável (RIBEIRO, 2010).

**Figura 1** - Ilustração da manga (*Mangifera indica* L.).



Fonte: Cursos CPT, 2021.

Em 2017, dados da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (FAO), revelaram que o país se encontrava em sétimo lugar no ranking dos grandes produtores de manga cultivada no mundo (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2017).

A região do Vale do Rio São Francisco, como maior responsável pelas exportações da fruta, apresentou boas condições de tecnologia e bom desempenho no ano de 2017, mostrando crescimento de 5,5% da área produtiva cultivada (BUAINAIN; BATALHA, 2007; ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2018).

Em 2015, de acordo com levantamento consolidado do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), foram cultivados 64.305 hectares no território nacional, com colheita de 976.815 toneladas e produtividade média de 15.190 quilos por hectare cultivada (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2017). Por sua vez, os últimos dados oficiais, consolidados em 2016 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), apresentaram valores de 61.842 hectares de área colhida e produção de 1 milhão de toneladas, chegando a 16,2 toneladas por hectare, com valor de produção estimado em R\$ 788,351 milhões (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2018).

No que concerne à composição química da manga, esta varia de acordo com a cultura, variedade, estágio de maturação, dentre outros fatores. De modo que o fruto é constituído, principalmente, por água, carboidratos, ácidos orgânicos, sais minerais, proteínas, vitaminas, açúcares, fibras e pigmentos (MARQUES *et al.*, 2010; STORCK *et al.*, 2013; SOGI *et al.*, 2012).

Costa, M. *et al.* (2020) ao estudar a composição química da manga, reportou valores de 125,62 mg/100 g, 37,47 µg/g e 14,18 µg/g para vitamina C, carotenoides e antocianinas, respectivamente. Por sua vez, Silva *et al.* (2014) classificaram a manga como contendo médio conteúdo de compostos fenólicos, sendo uma boa fonte destes na dieta. Zhao *et al.* (2014) encontraram valores semelhantes de vitamina C, 12,07 mg/100 g em amostras frescas de manga.

### 3.3 Cajá

O cajá (*Spondias mombin* L), fruta exótica originária das Ilhas da Polinésia, é cultivado em pomares domésticos, principalmente no Norte e Nordeste brasileiro. No Nordeste, seus frutos têm participação crescente no agronegócio da região, principalmente pela comercialização para consumo como fruta fresca e processamento de polpa como matéria-prima no preparo de sucos, picolés, sorvetes, néctares e geleias (SOARES *et al.*, 2006; BRASIL,

2015). A vida pós-colheita do cajá é limitada, havendo necessidade de aumentar sua vida útil, reduzir os danos e perdas pós-colheita.

O cajá (*Spondias mombin* L.) é, no Brasil, a espécie economicamente mais significativa dentro do gênero *Spondias*. Contudo, de acordo com autores como Janick e Paull (2008), no país não há plantio organizado, sendo os frutos coletados a partir de plantas silvestres. Neste sentido, o Anuário Brasileiro de Agricultura (2017) destaca que a pesquisa Produção Agrícola Municipal (PAM) 2015 do IBGE não incluiu os volumes obtidos do extrativismo de algumas espécies nativas, como o cajá.

**Figura 2** - Ilustração do cajá (*Spondias mombin* L.).



Fonte: CUNHA, 2018.

A cajazeira é a árvore mais alta do gênero *Spondias*, podendo alcançar até 30 m de altura. O fruto é uma drupa de 3 a 6 cm de comprimento, de formato ovóide ou oblongo, achatado na base, a cor, tanto da casca como da polpa, varia do amarelo ao alaranjado, apresentando casca fina e lisa. Sua polpa é succulenta e de sabor ácido-adocicado e fortemente aromática, sendo muito apreciado *in natura* (LORENZI *et al.*, 2006; JANICK; PAULL, 2008; ALBUQUERQUE; SILVA, 2008).

Os frutos possuem excelente sabor e aroma, e seu rendimento está acima de 60% em polpa sendo, por isso, amplamente utilizados na elaboração de suco, néctar, sorvetes, geleias, vinhos, licores etc. Além disso, a fruta possui características nutricionais importantes. Contudo, a polpa congelada é uma das mais apreciadas nos mercados brasileiros. É extraída, congelada e vendida para o preparo de suco, sendo utilizado também para a preparação de sorvetes e compotas (JANICK; PAULL, 2008; BRASIL, 2015).

Moreira *et al.* (2012), ao determinar os compostos bioativos do fruto, recomenda a inserção do cajá em nossa dieta, devido à sua ação antioxidante decorrente principalmente dos polifenóis presentes, proporcionando efeitos benéficos ao organismo. A fruta possui uma boa oferta de ácido ascórbico, apresentando 25,37mg/100 g de ácido ascórbico e 1498,57 µg/100 g de carotenóides (SILVINO, SILVA E SANTOS, 2017).

Vieira *et al.* (2011) classificaram a polpa de cajá como tendo moderada capacidade antioxidante apesar de possuir quantidades baixas de fenólicos totais (70,92 mg ácido gálico/100 g em extrato aquoso). Entretanto, Rufino *et al.* (2010) encontraram valor similar, (70,02 mg ácido gálico/100 g em extrato aquoso) e incluíram o cajá no grupo de frutas com níveis baixos de inibição da oxidação.

Silva *et al.* (2014) classificaram a polpa de cajá como possuindo um conteúdo médio de compostos fenólicos (925,84 mg AGE/100 g em base seca), e conseqüentemente, como sendo uma boa fonte desses componentes. Contudo, Rufino *et al.* (2010) classificaram o cajá como possuindo baixo conteúdo de polifenóis, tendo encontrado o valor de 72,0 mg AGE/100 g em matéria fresca.

Silva *et al.* (2014), quantificaram ainda outros compostos bioativos, como antocianinas e flavonoides amarelos, encontrando valores de 7,32 (mg/100 g base seca) e 54,22 (mg/100 g base seca), respectivamente.

Destarte, conforme evidenciado, o cajá mostra-se uma importante fruta, tanto do ponto de vista econômico, quanto nutricional, devendo-se avaliar a possibilidade de novas aplicações, além do consumo *in natura* e do suco proveniente da polpa.

### 3.4 Caju

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma planta originária do Brasil (CRISÓSTOMO; NAUMOV, 2009) e possui fruto atípico, a castanha, que é o fruto verdadeiro, e um falso fruto, conhecido por caju ou pedúnculo, sendo o Brasil o país que mais aproveita esse componente (ALBUQUERQUE; SILVA, 2008).

O peso do caju é composto em maior proporção pelo pedúnculo (90%) e em menor pela castanha (10%), representando o primeiro a menor fração de industrialização (PAIVA; GARRUTI; SILVA NETO, 2000).

Em 2015, a castanha de caju foi o fruto que ocupou a 2ª maior área plantada, com 586.523 hectares, perdendo apenas para a laranja, com 665.174 hectares (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2017). Em 2016, a área total ocupada pelos cajueiros foi de 567,547 mil hectares, e de 439.961 hectares em 2018 (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2017; IBGE, 2018).

O pedúnculo é carnoso e suculento, de cor e tamanho variáveis. Porém, o aproveitamento deste é inferior a 20% do total produzido. Há grande desperdício do pedúnculo devido ao seu curto período pós-colheita, à pequena absorção da indústria, reduzido período de safra, além da escassez de métodos econômicos para sua preservação, sendo o seu consumo *in*

*natura* muito limitado devido a sua alta perecibilidade (CRISÓSTOMO; NAUMOV, 2009; PAIVA; GARRUTI; SILVA NETO, 2000). O coproduto de caju é o produto obtido após remoção da castanha (fruto) e extração por prensagem do suco do pedúnculo, sendo o coproduto constituído pela película e polpa do pedúnculo remanescente (CRISÓSTOMO; NAUMOV, 2009). De modo que os principais derivados da fração líquida do pedúnculo são suco integral, néctar, cajuína, bebidas fermentadas e destiladas. E os principais produtos obtidos da fração fibrosa do caju são a polpa congelada e os doces (PAIVA; GARRUTI; SILVA NETO, 2000).

O pedúnculo possui elevados teores de açúcares, minerais como cálcio, ferro e fósforo e fibras, além de elevada composição de vitamina C, sendo uma excelente fonte desse nutriente, e compostos fenólicos, componentes esses que contribuem para sua atividade antioxidante (CRISÓSTOMO; NAUMOV, 2009; GORDON *et al.*, 2012). Vissoto *et al.* (2013) relacionaram a alta capacidade sequestrante de radical H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (peróxido de hidrogênio) da polpa de caju ao seu alto conteúdo de vitamina C. Além disso, esta fruta também possui carotenóides em menores quantidades.

Segundo Queiroz *et al.* (2011) o caju possui elevada capacidade antioxidante. Entretanto, Vieira *et al.* (2011) e Rufino *et al.* (2010) encontraram 201,61 (mg ácido gálico/100 g e 118 (mg ácido gálico/100 g), respectivamente e classificaram a polpa de caju como possuindo moderada capacidade de sequestro de radicais livres. Rufino *et al.* (2010), em seu estudo sobre compostos bioativos e capacidade antioxidante de 18 frutas tropicais do Brasil, relataram 7142 EC<sub>50</sub> em g/g DPPH<sup>-</sup> e Vieira *et al.* (2011) 154,95 EC<sub>50</sub> em µg/mL DPPH<sup>-</sup>.

Diante dos resultados apresentados em estudos anteriores, fica evidenciada a importância da cajucultura e do subsequente reaproveitamento dos coprodutos resultantes do processamento dessa matéria-prima para obtenção de outros insumos alimentares.

### **3.5 Tratamento por ultrassom**

O ultrassom é um conjunto de ondas sonoras capazes de reproduzir vibrações mecânicas de alta frequência, que devido ao efeito cavitacional melhoram a transferência de calor e de massa através da parede celular, tendo sido amplamente utilizado na indústria de alimentos, seja como um processo autônomo seja como parte do procedimento para a extração de compostos (CHU; WEI; ZHU, 2015; BERNARDO; ASCHERI; CARVALHO, 2016; ROSELLÓ-SOTO *et al.*, 2015).

O tratamento por ultrassom promove uma maior penetração do solvente no material celular, reduz o consumo do solvente no processo, bem como o tempo de contato de permanência deste com o material a ser tratado, resultando em maior rendimento e

reprodutibilidade quando comparado a outras tecnologias, além de facilitar a extração de componentes termolábeis, e inferir em uma economia significativa em manutenção, barateando o processamento, sendo ainda considerado uma tecnologia verde de extração (BARBA *et al.*, 2015; ROSELLÓ-SOTO *et al.*, 2015).

De acordo com Wei *et al.* (2015), a extração verde pode ser definida como uma tecnologia que visa redução nas quantidades do solvente, energia, resíduos e poluição ambiental gerada, enquanto é alcançado um maior rendimento na extração. Destaca ainda que a tecnologia de extração verde deve ser o resultado de uma competição industrial mais ecológica, econômica e inovadora. Dessa forma, diversas pesquisas tem abordado o uso do ultrassom em alimentos.

Corrales *et al.* (2008), ao avaliarem o efeito do tratamento por ultrassom combinado com o tratamento térmico a 70 °C, observaram um aumento significativo nos compostos fenólicos totais de extrato de coprodutos de uva, quando comparado à extração convencional com água. Assim como Lima (2019), que ao avaliar o mesmo efeito, reporta resultados positivos na extração de coproduto de caju utilizando a sonicação. Denota-se então a importância econômica e tecnológica da utilização do processo de ultrassom na obtenção do extrato de coproduto de caju.

### **3.6 Frutas estruturadas**

As frutas desenvolvidas em regiões de clima tropical apresentam problemas específicos na pós-colheita, de modo que Sousa *et al.*, (2018) associam grande parte desses problemas a danos mecânicos, desordens fisiológicas, e injúrias fitopatológicas. Neste sentido Silva *et al.* (2018) elucidam que muitas perdas estão relacionadas à problemas no manuseio, transporte e comercialização. Santos (2003) enfatiza que as temperaturas elevadas e a umidade comum dessas regiões agravam a deterioração desses alimentos, mas que por outro lado, transporte dessas frutas em baixas temperaturas frequentemente não é possível, e mesmo que fosse não seria viável para certas frutas tropicais, uma vez que algumas destas são sensíveis a injúrias causados pelo frio.

Com essa grande perda de alimentos *in natura* surge a necessidade do uso de novos processos capazes de aumentar a vida útil desses produtos, mantendo a sua qualidade sensorial, nutricional e microbiológica por mais tempo (CARVALHO; MATTIETTO; VASCONCELOS, 2008).

Uma boa opção para o processamento de frutas é a estruturação destas, uma vez que o produto resultante mantém características muito semelhantes à fruta *in natura*. Os estruturados

mistos de fruta são resultantes da concentração da polpa de frutas e adição de algum agente texturizante (hidrocolóides), resultando em um produto com textura (LINS *et al.* 2014). Dessa forma, há agregação de valor à fruta, diversificação das formas de consumo e de consumidores (CAVALCANTI, 2012).

A estruturação de frutas é um exemplo de industrialização de matérias-primas de baixo custo, uma vez que podem ser utilizados excedentes de produção durante o período de safra e frutas fora da classificação para a comercialização *in natura* (CARVALHO; MATTIETTO; VASCONCELOS, 2008).

As frutas estruturadas podem ser consideradas produtos de boa qualidade nutricional pelo significativo conteúdo de compostos bioativos, pela atividade antioxidante que apresentam e por possuírem valores nutricionais próximos às frutas *in natura*, contribuindo para o fornecimento de nutrientes importantes para a saúde e bem-estar dos consumidores. E, por serem produtos de fácil e prático consumo, podem ser consumidas como barras de frutas ou cereais, substituindo guloseimas e outros produtos não nutritivos, sendo uma forma mais fácil e rápida de se consumir os nutrientes necessários a uma boa alimentação (CAVALCANTI, 2012).

Leal *et al.*, (2021) quantificou 22,42 mg AA/100 g em barras de cajá e manga, por sua vez, Oliveira J. *et al.* (2010) ao elaborar barras estruturadas de cupuaçu, reportaram 24,09 mg AA/100 g, valores ainda maiores do que a própria polpa de cupuaçu (19,23 mg AA/100 g). Os valores encontrados são considerados bastante significativos quando comparado aos teores observados em outras frutas *in natura*, como manga haden (17,4 mg 100 g<sup>-1</sup>), maracujá (19,8 mg 100 g<sup>-1</sup>), mexerica murcote (21,8 mg 100 g<sup>-1</sup>) e uva Itália (3,3 mg 100 g<sup>-1</sup>) (NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO, 2011). Além da vitamina C, observou-se importante conteúdo de fibras (3,43 a 3,59%) (OLIVEIRA, J., *et al.*, 2010).

Vários estudos têm comprovado a boa aceitação desse produto pelos potenciais consumidores. Leal *et al.*, (2021) obtiveram ótimos resultados na análise sensorial ao elaboraram um estruturado misto de manga com cajá, reportaram boa aceitação pelo produto. Oliveira *et al.* (2012) também encontraram bons resultados quanto à intenção de compra, onde 85,40% dos potenciais consumidores responderam que certamente comprariam o estruturado de abacaxi. Carvalho *et al.* (2014) também obtiveram boa aceitação sensorial dos provadores para estruturados mistos de umbu com maracujá do mato. Por sua vez, Costa, J. (2020) reportou valores intermediários para a aceitação de estruturados de goiaba.

Alguns fatores importantes interferem nas características tecnológicas dos estruturados mistos de frutas, como os hidrocolóides utilizados e as concentrações destes, além de fatores

como a fruta escolhida, o pH do meio, bem como a presença, ausência e concentração de sacarose e glicerol adicionados, assim como o tempo e a temperatura de secagem, quando utilizada.

Carvalho (2007) ao investigar os parâmetros para a estruturação de polpa de açaí e de um “mix” de mamão com taperebá, avaliou o efeito de diferentes hidrocolóides nas características do gel de fruta. Os resultados do planejamento experimental indicaram que para o estruturado de açaí, o aumento da concentração dos hidrocolóides (alginato, pectina e gelatina) resultou em uma maior firmeza. Já para o estruturado “mix” de mamão e taperebá somente o aumento da concentração de gelatina afetou esse parâmetro.

O pH, também, é um parâmetro importante no processo de estruturação da polpa de fruta. Uma variação no pH da polpa de mamão concentrada de 4,0 para 4,5 promoveu alteração na firmeza do produto (GRIZOTTO *et al.*, 2005).

Zhang *et al.* (2015) adicionaram sacarose à goma gelana no intuito de fortalecer o gel para evitar a perda de água, e observou que o aumento da concentração de sacarose implicou na maior capacidade de retenção de água. O mesmo foi reportado por Moreira *et al.* (2011) que apontam que a redução da umidade e da atividade de água, contribuem positivamente para a maior estabilidade da polpa de cupuaçu, durante o armazenamento e conseqüentemente maior vida de prateleira.

Azeredo *et al.* (2006) elaboraram estruturado de manga sem adição de conservantes e açúcar e concluíram que o tempo mínimo de secagem para o estruturado de manga foi de 120 minutos a 80° C, levando-se em consideração a aceitação e estabilidade no armazenamento. O estruturado foi bem aceito, especialmente em termos de *flavour*, porém, a maioria dos provadores considerou o produto duro demais. Entretanto, a combinação da baixa  $A_w$  (0,62) e baixo pH (3,8) demonstrou que o produto é estável por até 6 meses, sem conservantes químicos.

Os estruturados mistos apresentam-se, portanto, como uma alternativa para o aproveitamento do potencial agroindustrial e nutricional dos frutos, possibilitando o aumento a vida pós-colheita sem comprometer a qualidade bem como a popularização dos sabores e benefícios à saúde dessas matérias-primas regionais (FERREIRA e PINTO, 2017), de modo que a aplicação do extrato bioativo nos estruturados desenvolvidos possibilitará o aumento dos teores de compostos bioativos no produto.

### 3.7 Hidrocolóides

Os hidrocolóides são agentes gelificantes utilizados em uma grande variedade de produtos alimentícios, e o consumo destes para esse propósito está se intensificando rapidamente com o aumento da demanda de alimentos saudáveis e convenientes (CUI, 2005).

A palavra hidrocolóide é derivada do grego hydro (água) e kolla (cola). Os hidrocolóides são substâncias coloidais que possuem uma afinidade para a água. E, do ponto de vista químico, são substâncias macromoleculares hidrofílicas. Alguns deles são solúveis em água e são capazes de formar soluções coloidais, outros, na presença de água, apenas incham e podem ser dispersos por meio de forças de cisalhamento, sendo capazes de produzir soluções viscosas, (WUSTENBERG, 2015).

Essas substâncias são encontradas em exsudados de árvores ou arbustos, extratos de plantas ou algas, farinhas de sementes ou grãos, produtos de fermentação, e muitos outros produtos naturais. A presença de muitos grupos hidroxila aumenta a sua afinidade de ligação por moléculas de água, o que os torna compostos hidrofílicos (MILANI; MALEKI, 2012).

Os hidrocolóides possuem capacidade para modificar a reologia de sistemas alimentares. Isto inclui duas propriedades básicas, comportamento de um fluido (viscosidade) e propriedade sólido-mecânica (textura). Dessa forma, a capacidade de modificação da textura e/ou viscosidade ajuda a modificar, também, as propriedades sensoriais dos alimentos, sendo usados como aditivos alimentares para determinados fins (MILANI; MALEKI, 2012).

Além da modificação de viscosidade e/ou textura com capacidade de formar géis, os hidrocolóides podem ainda formar e estabilizar emulsões e espumas, melhorar a textura, prevenir a cristalização dos açúcares, melhorar a absorção de água, favorecer a adesão entre partículas e fixar aromas em ampla gama de alimentos, como produtos cárneos (salsichas), lácteos (queijos, sorvetes, refrescos), de confeitaria e de panificação, bebidas, molhos e ainda produtos de preparo instantâneo (PEREDA, 2005).

São muito utilizados em alimentos processados, pois nenhum outro grupo de ingredientes contribui mais para viscosidade, textura e corpo do que os hidrocolóides (WUSTENBERG, 2015).

Os géis de polissacarídeos podem ser muito fortes, mesmo que não contenham mais que 1% de polímero e até 99% de água. Exemplos de aplicação desses géis em alimentos são mousses gelatinosas, sobremesas gelificadas, pedaços moldados de frutas, anéis de cebola moldados, gelatinas, geleias e confeitos em forma de gotas de goma (DAMODARAM; PARKIN; FENNEMA, 2010).

Várias formulações alimentares, tais como sopas, molhos, molhos para saladas e coberturas utilizam hidrocolóides como aditivos para alcançar a viscosidade desejada. São também utilizados em gelados, compotas, geleias, sobremesas gelificadas, bolos e doces, para proporcionar a textura desejada (MILANI; MALEKI, 2012).

O gel formado é uma rede, contínua e de três dimensões, de moléculas ou partículas conectadas (cristais, gotículas de emulsões ou agregados moleculares/fibrilas) que atuam de forma semelhante a uma esponja, retendo um grande volume de uma fase líquida contínua. Em outras palavras, ele é uma fase intermediária entre o sólido e o líquido, sendo formado por polímeros em ligação cruzada através de ligações covalentes ou não covalentes para a formação de uma rede capaz de aprisionar a água e outras substâncias de baixo peso molecular (DAMODARAM; PARKIN; FENNEMA, 2010).

Para induzir a gelificação, o polissacarídeo precisa, primeiramente, ser dissolvido ou disperso em uma solução, a fim de interromper a maioria das ligações de hidrogênio no estado sólido. A subsequente transformação dos sólidos para géis é conseguida por tratamentos tais como mudança de temperatura, adição de cátions ou co-solutos, alterações de pH, etc. O objetivo destes tratamentos é diminuir as interações intra-moleculares e aumentar as interações intermoleculares (CUI, 2005).

### **3.7.1 Goma gelana**

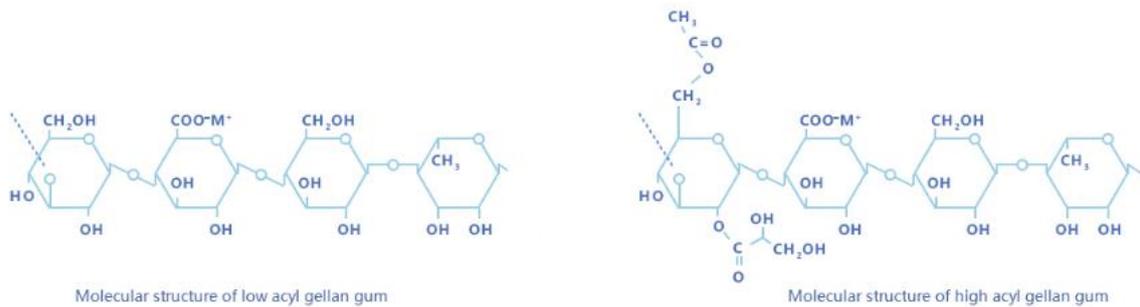
A goma gelana é produto da fermentação do microrganismo *Sphingomonas elodea* (WUSTENBERG, 2015; MILANI; MALEKI, 2012). É aprovada para utilização em alimentos em países como Canadá, Estados Unidos, Japão, Coreia do Sul, Chile, México, Filipinas, Austrália, dentre outros (MILANI; MALEKI, 2012; CUI, 2005).

No Brasil, a goma gelana (INS 418) pode ser utilizada como aditivo alimentar nas classes funcionais espessante, estabilizante e gelificante. É aprovada para uso segundo as Boas Práticas de Fabricação (BPF), ou seja, sua Ingestão Diária Aceitável (IDA) não é especificada ou não é limitada, sendo permitido seu uso em quantidade suficiente para obtenção do efeito tecnológico desejado no produto (*quantum satis* – q.s.) desde que não altere a identidade e genuinidade do alimento (BRASIL, 2010).

A goma gelana de alta acilação (também chamada de goma gelana nativa) é composta por repetidas unidades de tetrassacarídeos: 1,3-β-D-glicose, 1,4-β-D-ácido glicorônico, 1,4-β-D-glicose e 1,4-α-ramnose. O polímero contém aproximadamente 1,5 substituintes acila conforme cada repetição de tetrassacarídeo (um grupo glicerato por cada unidade

terassacarídica repetida e um grupo acetato para cada duas unidades repetidas) (Figura 3) (KUO; MORT; DELL, 1986). Os grupos acila não estão presentes na goma gelana de baixa acilação (IMESON, 2010).

**Figura 3** - Estrutura química da goma gelana de baixa acilação - *low acyl* e goma gelana de alta acilação - *high acyl*.



Fonte: GELLAN, 2018

O gel de goma gelana assume estrutura de dupla hélice após o aquecimento e resfriamento (IMESON, 2010). Porém, a presença ou ausência de grupamentos acila afeta radicalmente as propriedades físicas, químicas e funcionais do gel (WUSTENBERG, 2015). Estes grupos ajudam a estabilizar a dupla hélice, mas interferem na agregação destas, originando géis macios e elásticos, resultantes da goma de alta acilação. Já a gelana de baixa acilação, como não possui os grupos acila, forma géis muito firmes e quebradiços (IMESON, 2010). Além disso, a presença de contra-íons, também, interfere nas características dos géis (CUI, 2005).

A goma gelana de alta acilação (HA) origina géis frágeis, elásticos, transparentes e flexíveis, formados em concentrações de goma superiores a 0,2%. A goma é hidratada a temperaturas de, aproximadamente, 70 a 80°C (CUI, 2005).

A baixos valores de pH (inferiores a 4) a gelificação da goma gelana de alta acilação tende a ser prejudicada, uma vez que esta perde continuamente a capacidade de formação do gel à medida que o pH decresce. Altos teores de sólidos solúveis (maiores que 25%), também, podem prejudicar esse processo. Entretanto, a gelificação não sofre influência pela presença de íons e sequestrantes. Além disso, os géis da goma gelana de alta acilação apresentam pouca histerese térmica (IMESON, 2010).

A goma gelana de baixa acilação (LA) pode formar géis duros, frágeis e não elásticos e que exibem bastante histerese térmica (CUI, 2005). O gel pode ser fortalecido pela presença de açúcar e o processo de gelificação pode ser induzido pela adição de ácido ou de cálcio

(IMESON, 2010). O pH ideal para a dissolução da goma é cerca de 3,6, e a valores inferiores a goma irá assumir uma forma pouco solúvel (WUSTENBERG, 2015).

A hidratação é possível com até 25% de açúcar dissolvido. E pode ser facilitada com a adição de sequestrantes ou quelantes, como citratos e fosfatos, aplicação de calor ou combinação de ambos para controlar os íons divalentes presentes na própria goma ou no meio. Sem sequestrantes, a goma gelana de baixa acilação requer uma temperatura superior a 75°C para hidratar completamente em água mole (WUSTENBERG, 2015).

A goma gelana pode ser utilizada em uma ampla gama de alimentos, como géis de sobremesa, bebidas viscosas, comida asiática, produtos de padaria (misturas de panificação, recheios, revestimentos, glacês e coberturas), leites fermentados, bebidas (achocolatados, bebidas lácteas, sucos, chás, café), confeitos, produtos com frutas (geleias e iogurte com frutas) (IMESON, 2010).

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

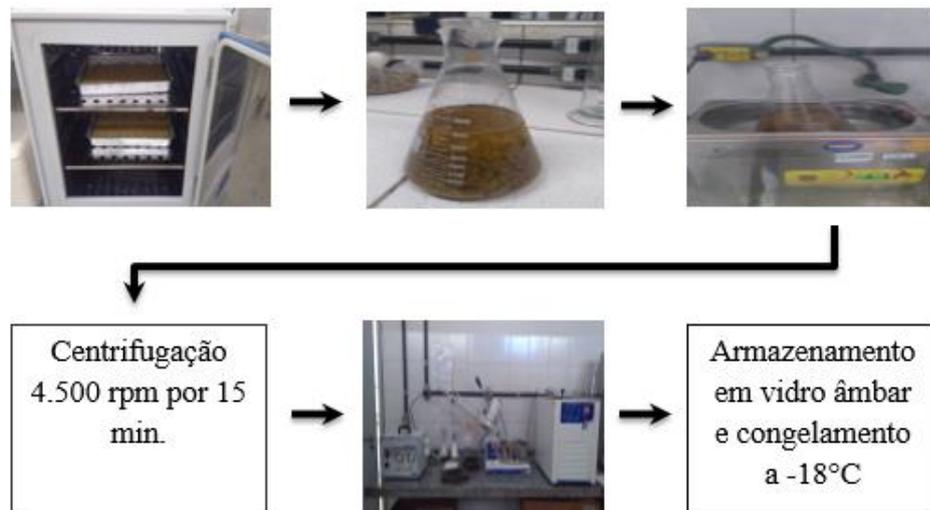
### 4.1 Materiais

As polpas de manga (*Mangifera indica* L.) e cajá (*Spondias mombin* L.) foram compradas no comércio local, e o coproduto do processamento de polpa de caju (*Anacardium occidentale* L.) cedido por uma indústria local. Os hidrocolóides gelano alto (HA) e baixo acilo (LA) foram fornecidos pela CP Kelco® Corporação Wilmington, EUA. As barras estruturadas foram elaboradas no Laboratório de Processamento de Frutos e Hortaliças, do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará.

### 4.2 Obtenção do extrato bioativo de coproduto de caju

O extrato de coproduto de pedúnculo de caju foi obtido de acordo com a metodologia descrita por Lima (2019), com adaptações, conforme a Figura 4. O coproduto foi submetido ao processo de secagem a 40°C por 48 horas, em estufa com circulação e renovação de ar, modelo TE-394/2, da marca Tecnal, a 40 °C por 48 horas. Em seguida foram pesados 60 g de coproduto de caju seco e adicionados 600 mL de solução hidroalcoólica (42 EtOH: 58 H<sub>2</sub>O). Essa mistura foi submetida ao banho ultrassônico, em cuba ultrassônica digital da marca Cristófoli, por 37 minutos à aproximadamente 29°C. Após o banho, a mistura foi centrifugada em equipamento da marca Hettich Zentrifugen, modelo Rotina 380 R a 4500 rpm por 15 minutos e filtrado em papel de filtro Whatman nº 1 e o filtrado foi concentrado em evaporador rotativo modelo TE 211, da marca Tecnal, objetivando a total remoção do etanol. O extrato obtido foi então transferido para um balão volumétrico de 250 mL que foi aferido com água destilada e posteriormente foi armazenado em vidro âmbar, congelado em freezer vertical a -18°C para análises posteriores.

**Figura 4** - Processo de obtenção do extrato de coproduto de caju.



Fonte: própria autora (2021).

### 4.3 Caracterização do extrato

#### 4.3.1 Umidade

Conforme a metodologia do IAL (2005) foi pesado 1 g de extrato de coproduto de caju em cápsulas de porcelana, previamente taradas, sendo submetidas ao aquecimento em estufa a 105 °C durante 3 horas. Após esse período, as cápsulas foram transferidas para o dessecador até atingirem a temperatura ambiente, e posteriormente, foram pesadas. Esse procedimento de aquecimento e resfriamento foi repetido até obtenção de peso constante. Esta análise, assim como as demais, foi realizada em triplicata.

#### 4.3.2 pH

O potencial hidrogeniônico foi determinado por leitura direta em potenciômetro modelo 3505, da marca Jenway, devidamente calibrado, onde a amostra foi diluída em água destilada na proporção de 1:10, de acordo com as recomendações da *Association of Official Analytical Chemistry* (2005).

#### 4.3.3 Sólidos solúveis

As amostras foram filtradas e algumas gotas dispostas em refratômetro digital modelo Pal 1 Atago, de acordo com a metodologia IAL (2008). O conteúdo de sólidos solúveis foi expresso em ° Brix.

#### **4.3.4 Acidez total titulável**

Foi utilizado o indicador fenolftaleína e as amostras foram tituladas com solução de NaOH 0,1 M, e os resultados expressos em porcentagem de ácido cítrico de acordo com metodologia descrita pela *Association of Official Analytical Chemistry* (AOAC, 2005).

#### **4.3.5 Determinação da coloração**

O extrato foi avaliado quanto à cor utilizando-se colorímetro Color Quest XE Hunter Lab, que foi calibrado com um padrão branco antes de ser utilizado. A leitura dos resultados foi feita de acordo com metodologia descrita pela AOAC (2005), através da emissão do feixe de luz do colorímetro, medido por reflectância. Os resultados foram expressos de acordo com as coordenadas do sistema CIELAB, que inclui as variáveis: luminosidade ( $L^*$ ), mudança da cor verde para vermelha ( $a^*$ ), mudança da cor azul para amarela ( $b^*$ ), Cromo ( $C^*$ ) e ângulo Hue (h).

#### **4.3.6 Determinação de Ácido Ascórbico**

O conteúdo de ácido ascórbico foi quantificado conforme a metodologia determinada por Strohecker e Henning (1967), onde 5 mL da amostra foram homogeneizadas em 50 mL de solução de ácido oxálico 0,5%, e titulada com solução de DFI (2,6 diclorofenol-indofenol) 0,02% até obtenção da coloração rósea claro permanente, que é o ponto de viragem detectado visualmente.

#### **4.3.7 Determinação de Compostos Fenólicos Totais.**

Os compostos fenólicos totais foram determinados por meio do reagente de Folin-Ciocalteu, utilizando uma curva padrão de ácido gálico como referência, conforme metodologia descrita por Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto (1997), onde 30  $\mu$ L do extrato de resíduo de caju foram adicionados de 470  $\mu$ L de água destilada, compondo assim os 0,5 ml de extrato necessários para a análise. O extrato obtido foi misturado a 0,5 ml de Folin-Ciocalteu, 1 ml de carbonato de sódio anidro ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) a 20%, e 1 ml de água destilada. Essa mistura foi homogeneizada e após 30 minutos, foi realizada a leitura da absorbância em espectrofotômetro Shimadzu Corporation, UV-1800, Japan a 700 nm. A concentração de compostos fenólicos foi calculada tomando como base a curva de ácido gálico anteriormente preparada. Os resultados foram expressos em mg ácido gálico equivalente (AGE)/100 g de resíduo e (AGE)/L de extrato.

#### **4.3.8 Determinação de Atividade Antioxidante Total através do método ABTS**

A atividade antioxidante baseada no sequestro do radical ABTS foi estimada de acordo com o procedimento proposto por Rufino *et al.* (2007) com modificações. A absorbância foi medida a 734 nm, utilizando um espectrofotômetro (Shimadzu Corporation, UV-1800, Japan). O radical ABTS<sup>•+</sup> (2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolína-6-ácido sulfônico) foi gerado através da reação de 88 µL da solução de persulfato de potássio com 5 ml da solução estoque de ABTS, mantida ao abrigo da luz por 16 h. Em seguida, a solução de ABTS obtida foi diluída com etanol até que a mesma obtivesse uma absorbância de  $0,70 \pm 0,05$  a 734 nm.

Para determinação da atividade antioxidante do extrato de coproduto de caju foram preparadas três diluições do extrato de forma que demonstrasse uma absorbância dentro da curva padrão feita antes da análise. Então, 10, 20 e 30 µL do extrato foram misturados a 3,0 mL do radical ABTS em tubos de ensaio. As análises foram realizadas em triplicata e após 6 min de reação, a leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro a 734 nm. A atividade antioxidante foi calculada utilizando uma curva padrão preparada de Trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid) variando de 100 a 2000 µM e o resultado expresso em µM Trolox equivalente (TE) / g de massa fresca.

#### **4.3.9 Determinação de Atividade Antioxidante através do método FRAP**

A atividade antioxidante do coproduto de caju também foi determinada através do método de redução do ferro (FRAP), conforme metodologia descrita por Pantedelis *et al.*, (2007), onde uma amostra contendo 3 mL de solução FRAP recentemente preparada (composta de tampão acetato a 0,3M (a pH 3,6) contendo 10 mM 2,4,6-tripiridil-s-triazina (TPTZ) e 40 nM FeCl<sub>3</sub>-6H<sub>2</sub>O) e 100 µL de extrato preparado para determinação de fenol, foram incubados a 37°C por 4 minutos. Foi preparada uma solução padrão de 1mM de ácido L-ascórbico em água destilada. A mudança de absorbância foi convertida em um valor FRAP. A erradicação do radical OH não específico foi determinada de acordo com o método de desoxirribose na presença de 100 µM EDTA. A solução de FeCl<sub>3</sub>-6H<sub>2</sub>O e ácido ascórbico foram preparadas com água desgaseificada. O tubo de reação continha 1.5 mM desoxiirribose, 1.5mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 450µM de L-ácido ascórbico, 50 µM de FeCl<sub>3</sub>-6H<sub>2</sub>O em 10mM tampão fosfato (pH 7,4), com volume total de 1,0mL. Em seguida, foi submetido à incubação a 38°C por 30 minutos, 100µM EDTA 100mM, 1.0 mL ácido tiobarbitúrico 1.0% + 0.02% de hidroxianisol butilado em NaOH a 0.05M e 1.0 mL de ácido tricloroacético a 2,8% foram adicionados na mistura reacional, que foi então aquecida em água fervente por 15 minutos. Em seguida as amostras foram resfriadas

e as absorvâncias mensuradas a 532nm utilizando um espectrofotômetro (UV SHIMATZU 1800). A atividade antioxidante foi calculada a partir de curva padrão preparada de soluções de sulfato ferroso (500  $\mu\text{M}$  – 1500  $\mu\text{M}$ ) e o resultado foi expresso em  $\mu\text{M}$  de sulfato ferroso / g massa fresca ou massa seca.

#### **4.4 Toxicidade do extrato de coproduto de caju utilizando zebrafish (*Danio reio*) como modelo de estudo *in vivo***

A toxicidade do extrato de coproduto de caju foi avaliada conforme a metodologia descrita por Magalhães *et al.* (2017), por meio da utilização de zebrafish (*Danio reio*) como modelo de estudo *in vivo*. Foram obtidos da Agroquímica: Comércio de Produtos Veterinários LTDA, um fornecedor em Fortaleza (Ceará, Brasil) animais de ambos os sexos com idade de 60-90 dias, tamanhos de  $3.5 \pm 0.5$  cm e peso  $0.4 \pm 0.1$  g. Grupos de 50 peixes foram aclimatados por 24 h em aquários de vidro (40 x 20 x 25 cm), contendo água desclorada (anticloro ProtecPlus®) e bombas de ar com filtros submersos, a 25 °C e pH 7.0, com ciclo cicardiano de 14:10 h de claro/escuro. Os peixes receberam ração (Spirulina®) *ad libitum* 24 h antes dos experimentos. No dia dos experimentos, os peixes foram selecionados randomicamente, transferidos para uma esponja úmida, tratados com as amostras testes ou controle, via oral (*v.o.*) (COLLYMORE, RASMUSSEN e TOLWANI, 2013). Em seguida, os animais foram acondicionados individualmente em copos de (250 mL) contendo 150 mL de água do aquário para repouso. Para os tratamentos via oral foi usada pipeta automática variável de 20  $\mu\text{L}$  com ponteiros estéreis.

Foi realizado o teste de campo aberto (AHMAD, RICHARDSON, 2013) para avaliar alteração ou não da coordenação motora dos animais, seja por sedação e/ou relaxamento muscular. Inicialmente, os animais (n=6/grupo) foram tratados com 20  $\mu\text{L}$ , via oral, de extrato de coproduto de caju (1:1), e o veículo (água destilada estéril; 20  $\mu\text{L}$  *v.o.*). Um grupo de animais sem tratamentos foi incluído (Naive). Após 1 hora dos tratamentos, os animais foram adicionados em placas de Petri de vidro (10 x 15 cm), contendo a mesma água do aquário, marcadas com quatro quadrantes e analisada a atividade locomotora através da contagem do número de cruzamento de linhas (CL). O valor de CL do grupo Naive foi usado como linha de base (100%) para calcular a porcentagem de atividade locomotora (AL%) individualmente durante 0-5 minutos.

O estudo da toxicidade aguda foi realizado também frente ao zebrafish (*D. rerio*) adulto conforme metodologias propostas pela OECD (OECD, 1992) e Huang *et al.* (2014). Os animais (n=6) foram tratados com 20  $\mu\text{L}$ , via oral, de extrato de coproduto de caju puro, do

extrato diluído de 1:1 (uma parte de extrato para uma parte de água) e deixados em repouso para analisar a taxa de mortalidade. O grupo veículo (água destilada estéril) foi utilizado como controle. Após 96 horas dos tratamentos, foi anotado o número de peixes mortos em cada grupo e determinado se a concentração 1:1 seria letal, ou seja, capaz de matar 50% dos animais (CL50) através do método matemático Trimmed Spearman-Kärber com intervalo de confiança de 95% (ARELLANO-AGUILAR *et al.*, 2015).

Após os experimentos, os animais foram sacrificados por imersão em água gelada (2-4 °C), por 10 minutos, até a perda de movimentos operculares (CONCEA, 2018). Todos os procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comitê de Ética do Uso de Animais da Universidade Estadual do Ceará (CEUA-UECE), sob protocolo nº 3344801/2017 (Anexo A).

Os resultados foram expressos como valores da média  $\pm$  erro padrão da média para cada grupo de 6 animais. Depois de confirmar a normalidade de distribuição e homogeneidade dos dados, as diferenças entre os grupos foram submetidas à análise de variância (ANOVA unidirecional), seguido do teste de Tukey. Todas as análises foram realizadas com o software GraphPad Prism v. 5.01. O nível de significância estatística foi estabelecido em 5% ( $p < 0,05$ ).

#### 4.5 Elaboração dos estruturados mistos de cajá e manga para aplicação do teste de aceitação e testes CATA e RATA (Avaliação sensorial I).

Inicialmente, foram desenvolvidos géis estruturados utilizando hidrocolóide goma gelana e polpas mistas de frutas tropicais em quatro formulações em concentrações diferentes de manga, cajá e açúcar, como descrito na tabela 1.

**Tabela 1** – Formulações de estruturados mistos adicionados de 1% do hidrocolóide goma gelana com diferentes concentrações de polpas de manga, de cajá e de açúcar.

Formulação	Concentração de manga	Concentração de cajá	Gelano L. A.	Concentração de açúcar
<b>M75/C25/A0</b>	75%	25%	1%	-
<b>M75/C25/A5</b>	75%	25%	1%	5%
<b>M50/C50/A0</b>	50%	50%	1%	-
<b>M50/C50/A5</b>	50%	50%	1%	5%

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

M75/C25/A0: 75% manga/25% cajá sem açúcar; M75/C25/A5: 75% manga/25% cajá 5% açúcar; M50/C50/A0: 50% manga/50% cajá sem açúcar; M50/C50/A5: 50% manga/50% cajá 5% açúcar; L.A.: Gelano baixa acilação.

A formulação 1 (um) contendo 75% de manga e 25% de cajá, não apresentando em sua formulação a presença de açúcar. A formulação 2 (dois) contendo 75% de manga e 25% de cajá, apresentando 5% de açúcar. A formulação 3 (três), por sua vez, apresentando o mesmo teor de manga e cajá, ou seja, 50% de cada polpa, não sendo adicionada de açúcar. A formulação

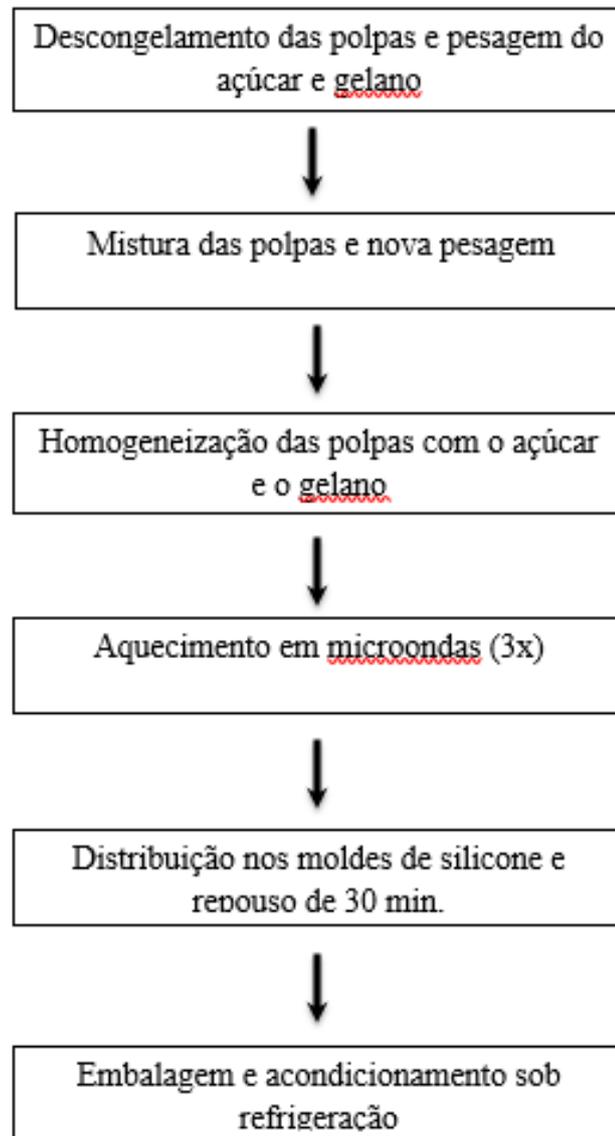
4 (quatro) contendo 50% de manga e 50% de cajá, sendo a esta adicionada de 5% de açúcar. Todas as formulações foram adicionadas de 1% do hidrocolóide goma gelana, uma vez que após vários testes de bancada, esta foi a proporção de hidrocolóide que apresentou melhor formação de gel.

Inicialmente, as polpas foram parcialmente descongeladas, enquanto os demais ingredientes (açúcar e gelano) eram pesados separadamente. Estes foram adicionados às polpas, nas concentrações descritas na Tabela 1.

A preparação da barra de fruta foi realizada em aparelho termomixer com um aumento gradual da velocidade de rotação de até 2000 rpm. A mistura foi então submetida a um breve aquecimento em microondas até levantar fervura, por três vezes consecutivas, no intuito de ativar a capacidade gelificante do hidrocolóide e facilitar a dissolução deste. Isto permitiu obter uma boa dispersão e hidratação do pó de gel.

Em seguida, a mistura foi então colocada em moldes de silicone retangulares, e deixadas repousar à temperatura ambiente, durante 30 minutos. Decorrido esse tempo, as barras estruturadas obtidas foram acondicionadas em embalagens multicamadas compostas por alumínio, (polietileno tereftalato) (PET) e polietileno (PE), com as dimensões de 12 cm de comprimento x 8 cm de largura, seladas a quente, sendo posteriormente refrigeradas a 8 °C (Figura 5). As barras foram processadas em três repetições distintas buscando simular o processamento industrial.

**Figura 5** - Elaboração dos estruturados mistos de cajá e manga para avaliação sensorial I.



Fonte: própria autora (2021).

Na Figura 6, a imagem da barra estruturada pronta, após a maturação refrigerada de 24 horas a 8 °C.

**Figura 6** - Barra estruturada mista de polpas de cajá e manga após 24 horas de maturação refrigerada a 8 °C.



Fonte: própria autora (2021).

As quatro formulações da barra estruturada de cajá e manga, ainda sem adição do extrato foram elaboradas de acordo com as etapas descritas na Figura 6 e submetidas à análise sensorial para determinação da melhor formulação para ser adicionada do extrato desenvolvido.

A avaliação sensorial foi realizada por 120 provadores, voluntários e não treinados no Laboratório de Análise Sensorial do Instituto de Cultura e Arte da Universidade Federal do Ceará (UFC). As amostras de estruturados mistos foram servidos aos provadores, em mesas individuais, iluminadas com luz branca, à temperatura convencional de apresentação em bandejas, onde os copos foram codificados com números de três dígitos. Esses recipientes foram entregues juntamente com um copo de água mineral, para eliminação do sabor residual na boca. As amostras foram apresentadas utilizando o delineamento de blocos completos balanceados (STONE; SIDEL, 2004).

Foram então aplicados testes de aceitação, onde foram avaliados os seguintes parâmetros: aparência, sabor, avaliação global, por utilização de escala hedônica de 9 pontos, que varia de 1 (desgostei extremamente) a 9 (gostei extremamente), e ainda, o atributo de intenção de consumo, que foi mensurado por utilização de escala de 5 pontos, variando de 1 (nunca comeria) a 5 (comeria sempre), conforme Apêndice B.

Foram realizados na mesma sessão os testes CATA (*Check all that apply*) onde os provadores utilizam termos para informar a percepção dos atributos do produto e o RATA (*Rate all that apply*) onde eles determinam uma intensidade a esses atributos que foram percebidos, conforme na Tabela 2, sendo essas modalidades baseadas nas respostas dos consumidores a uma pergunta para descrever as amostras, como extensão da abordagem sugerida por Plaehn (2012).

Os provadores marcaram em uma lista alguns descritores sensoriais com objetivo de caracterizar os estruturados mistos, levando em consideração aparência, aroma, sabor e textura.

A relevância de cada termo foi determinada calculando a sua frequência de utilização.

**Tabela 2** - Lista de atributos aplicados para a técnica RATA e parâmetros numéricos para determinação da intensidade de acordo com a técnica CATA.

<b>Atributos e parâmetros numéricos para determinação da intensidade</b>					
<b>Termos</b>	<b>Pouco</b>				<b>Muito</b>
( ) Cor pálida	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )
( ) Cor amarelada	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )
( ) Brilhante	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )
( ) Presença de líquido	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )
( ) Aroma doce	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )
( ) Aroma ácido	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )
( ) Aroma frutado	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )
( ) Aroma de manga	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )
( ) Aroma de cajá	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )
( ) Aroma de caju	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )
( ) Quebradiço	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )
( ) Suculento	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )
( ) Homogêneo	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )
( ) Heterogêneo	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )
( ) Gosto doce	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )
( ) Gosto ácido	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )
( ) Gosto adstringente	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )
( ) Sabor de manga	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )
( ) Sabor de cajá	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )
( ) Sabor de caju	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )
( ) Sabor frutado	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Modelo de ficha sensorial apresentada aos provadores no teste de aceitação. RATA - Rate All That Apply; CATA - Check All That Apply.

Após avaliação dos resultados e identificação das formulações que apresentaram melhor aceitação sensorial por parte dos provadores não treinados, foram elaboradas novas barras estruturadas e a estas adicionadas o extrato bioativo de coproduto de caju e estas, avaliadas em uma nova análise sensorial (Avaliação sensorial II).

#### **4.6 Elaboração dos estruturados mistos de cajá e manga adicionados de extrato para aplicação do teste Ordenação-preferência (Avaliação sensorial II).**

Com base nos resultados da avaliação sensorial I foram desenvolvidos géis estruturados utilizando hidrocolóide goma gelana (baixa e alta acilação), polpas de cajá e manga, água, açúcar e extrato de coproduto de caju (na forma líquida), alterando a concentração de açúcar e de extrato, como descrito na tabela 3. É válido ressaltar que houve a necessidade de utilizar dois tipos de gelano porque ao utilizar 50% de cada polpa, notou-se uma debilidade na formação do gel, fazendo-se o uso de 0,75% de gelano de baixa acilação e 0,25% de gelano de alta acilação.

**Tabela 3** - Formulações de estruturados com diferentes concentrações de açúcar e de extrato de coproduto de caju.

<b>Formulação</b>	<b>Polpa de manga</b>	<b>Polpa de cajá</b>	<b>Gelano L. A.</b>	<b>Gelano H.A</b>	<b>Extrato</b>	<b>Açúcar</b>	<b>Água</b>
<b>E25/A0</b>	25%	25%	0,75%	0,25%	25%	-	24%
<b>E25/A5</b>	25%	25%	0,75%	0,25%	25%	5%	19%
<b>E15/A0</b>	25%	25%	0,75%	0,25%	15%	-	34%
<b>E15/A5</b>	25%	25%	0,75%	0,25%	15%	5%	29%
<b>E0/A0</b>	25%	25%	0,75%	0,25%	-	-	49%

Fonte: Elaborada pela autora (2021).

E25/A0 (Formulação contendo 25% de extrato, sem açúcar). E25/A5 (Formulação contendo 25% extrato e 5% de açúcar). E15/A0 (Formulação contendo 15% extrato, sem açúcar). E15/A5 (15% extrato, 5% de açúcar). E0/A0 (Formulação controle, sem adição de extrato ou de açúcar). L.A.: Gelano baixa acilação; H.A.: Gelano alta acilação.

A formulação E25/A0 contendo 25% de manga, 25% de cajá e 25% de extrato, não apresentando a presença de açúcar. A formulação E25/A5 contendo 25% de manga, 25% de cajá e 25% de extrato, apresentando 5% de açúcar. A formulação E15/A0, por sua vez, apresentando o mesmo teor de manga e cajá, ou seja, 25% de cada polpa e adição de 15% de extrato, não sendo adicionada de açúcar. A formulação E15/A5 contendo 25% de manga e 25% de cajá, sendo a esta adicionada de 5% de açúcar. De modo que todas as formulações foram adicionadas de 0,25% do hidrocolóide goma gelana de alta acilação e 0,75% de goma gelana de baixa acilação.

A título de controle, uma quinta formulação também foi preparada, intitulada E0/A0, constando todos os demais ingredientes adicionados à formulação selecionada, com exceção do extrato bioativo de caju e do açúcar, que não foram adicionados.

Inicialmente, as polpas foram descongeladas, enquanto os demais ingredientes eram pesados separadamente. Estes foram adicionados às polpas, nas concentrações descritas na Tabela 1.

A preparação das barras de fruta foi realizada de acordo com o descrito no item 4.5. A única diferença é que na etapa de homogeneização, além do açúcar e do gelano, foram adicionados a água e o extrato nas proporções descritas na Tabela 1.

As barras com as novas formulações também foram processadas em três repetições, tanto para a avaliação sensorial, quanto para as demais análises, de modo simular um processamento industrial.

Na figura 6, a imagem dos estruturados mistos de cajá e manga adicionados de extrato, após maturação refrigerada.

**Figura 7** - Novas formulações das barras estruturadas de cajá e manga adicionadas de extrato de coproduto de caju.



Fonte: Elaborada pela autora (2021).

E25/A0 (Formulação contendo 25% de extrato, sem açúcar). E25/A5 (Formulação contendo 25% extrato e 5% de açúcar). E15/A0 (Formulação contendo 15% extrato, sem açúcar). E15/A5 (15% extrato, 5% de açúcar). E0/A0 (Formulação controle, sem adição de extrato ou de açúcar).

Na Figura 7, a imagem das barras estruturadas prontas, após a maturação refrigerada de 24horas a 8 °C.

Para iniciar a avaliação sensorial, as amostras de estruturados mistos foram servidos aos provadores, em mesas individuais, iluminadas com luz branca, à temperatura convencional de apresentação em bandejas, onde os copos foram codificados com números de três dígitos. Esses recipientes foram entregues juntamente com um copo de água mineral, para eliminação do sabor residual na boca. As amostras foram apresentadas utilizando o delineamento de blocos completos balanceados (STONE; SIDEL, 2004).

Para avaliar a preferência dos provadores foi utilizado o teste de ordenação por preferência, onde 54 provadores, entre homens e mulheres, receberam as cinco amostras e as ordenaram em uma ficha de avaliação de acordo com a sua preferência pessoal, onde a primeira posição representava a amostra “mais preferida” e a última posição a “menos preferida”. Os resultados foram organizados de acordo com a metodologia de Kramer (MININ, 2013), que define o valor das diferenças críticas entre os totais de ordenação, por meio da somatória dos valores obtidos pelo teste de ordenação-preferência das diferentes formulações das barras estruturadas, ao nível de 5% de probabilidade. Atribuiu-se valor 1 para a amostra apontada como mais preferida (posição 1) e valor 5 para a menos preferida (posição 5), em consonância

com a ordenação de cada provador e posteriormente foi realizada a somatória dos valores obtidos pelo teste de ordenação-preferência de cada uma das cinco formulações.

Estas foram submetidas à avaliação sensorial para determinar a aceitação de cada uma, delas, e então, todas as quatro formulações (E25/A0, E25/A, E15/A05,) e o controle (E0/A0) foram então submetidas às análises físico-químicas.

## **4.7 Caracterização dos estruturados mistos de frutas tropicais**

### ***4.7.1 Umidade***

A análise supracitada foi desenvolvida de acordo com o descrito na seção 4.3.1

### ***4.7.2 pH***

A análise supracitada foi desenvolvida de acordo com o descrito na seção 4.3.2

### ***4.7.3 Sólidos solúveis***

A análise supracitada foi desenvolvida de acordo com o descrito na seção 4.3.3

### ***4.7.4 Acidez total titulável***

A análise supracitada foi desenvolvida de acordo com o descrito na seção 4.3.4

### ***4.7.5. Atividade de água***

Para essa determinação, foi utilizado um aparelho analisador de atividade de água (marca Aqua-lab, modelo 4TE) a 25°C.

### ***4.7.6 Determinação da coloração***

A análise supracitada foi desenvolvida de acordo com o descrito na seção 4.3.5

### ***4.7.7 Determinação de Ácido Ascórbico***

A análise supracitada foi desenvolvida de acordo com o descrito na seção 4.3.6

### ***4.7.8 Determinação de Compostos Fenólicos Totais.***

Para determinação dos compostos fenólicos, e antioxidantes presentes nas barras estruturadas, foi necessário obter extratos específicos, conforme a metodologia descrita por Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto (1997). Seguindo a metodologia, foram pesados 12 g de cada amostra em triplicata, e a essas amostras foram adicionados 20 mL de etanol a 50% e a solução permaneceu em repouso por 1 hora, e decorrido esse tempo, foi centrifugada por 15 minutos a

15.000 rpm em centrífuga da marca Hettich Zentrifugen, modelo Rotina 380 R, e o sobrenadante 1 foi transferido para um balão de 50 mL. A partir do resíduo da primeira extração, adicionou-se a este 20 mL de acetona 70%, homogeneizou-se e a mistura permaneceu em repouso por mais 1 hora a temperatura ambiente e decorrido esse tempo submetido à nova centrifugação. O sobrenadante 2 foi transferido para o mesmo balão de 50 mL onde estava o sobrenadante 1 e o balão foi completado até o menisco com água destilada.

Os compostos fenólicos totais foram determinados por meio do reagente de Folin-Ciocalteu, utilizando uma curva padrão de ácido gálico como referência, conforme metodologia descrita por Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto (1997), onde 90 µL do extrato de resíduo de caju foram adicionados de 410 µL de água destilada, compondo assim os 0,5 mL de extrato necessários para a análise. O extrato obtido foi misturado a 0,5 mL de Folin-Ciocalteu, 1 mL de carbonato de sódio anidro ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) a 20%, e 1 mL de água destilada. Essa mistura foi homogeneizada e após 30 minutos, foi realizada a leitura da absorvância em espectrofotômetro Shimadzu Corporation, UV-1800, Japan a 700 nm. A concentração de compostos fenólicos foi calculada tomando como base a curva de ácido gálico anteriormente preparada. Os resultados foram expressos em mg ácido gálico equivalente (AGE)/100 g de resíduo e (AGE)/L de extrato.

#### ***4.7.9 Atividade Antioxidante Total através do método ABTS***

O extrato utilizado para esta análise foi obtido conforme metodologia descrita na seção anterior e o desenvolvimento desta análise deu-se de acordo com o procedimento proposto por Rufino *et al.* (2007) com modificações, conforme descrito na sessão 4.3.8.

#### ***4.7.10 Determinação de Atividade Antioxidante através do método FRAP***

O extrato utilizado para esta análise foi obtido conforme metodologia descrita na seção 4.7.8 e a atividade antioxidante dos estruturados mistos de manga e cajá pelo método de redução do ferro (FRAP), foi realizada conforme metodologia descrita por Pantedelis *et al.*, (2007), já descrita na seção 4.3.9.

### **4.8 Análise Estatística Dos Dados**

Os dados obtidos nas análises químicas, físico-químicas e físicas foram submetidos à análise de interação entre formulações, e quando conveniente, foi realizado teste de Tukey para comparação de médias, ao nível de 5% de probabilidade.

Os dados sensoriais foram avaliados através de análise de correspondência (CA) usada para obter uma representação bi-dimensional das amostras e a relação entre as amostras e os termos do CATA, e os valores hedônicos também foram tratados através de análise de variância e Mapa de Preferência Interno.

As análises estatísticas foram realizadas pelo programa XLSTAT software para Windows versão 2017.1 (Adinsoft, Paris, França) e pelo programa STASOFT software para Windows versão 2007.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Caracterização do extrato do coproduto de caju

#### 5.1.1 Caracterização físico-química do extrato

O extrato do coproduto do caju foi analisado quanto à sua composição físico-química e os resultados estão dispostos na Tabela 4, onde fica evidente que este é composto basicamente por água (98,96%), de modo que a umidade representa grande parte da composição deste, estando de acordo com o estabelecido por Lima (2019), que reportou umidade de 95,9%, sendo composto ainda por uma pequena fração de sólidos solúveis (Tabela 4).

**Tabela 4** – Caracterização físico-química e resultados das coordenadas de cor do extrato.

Análises	Extrato
Umidade (%)	98,96 ± 0,38
pH	4,7 ± 0,05
SS (%)	2 ± 0,57
AT (%)	0,39 ± 0,02
L*	14,14 ± 0,10
a*	0,81 ± 0,08
b*	13,51 ± 0,30
C*	13,53 ± 0,29
Hue	86,53 ± 0,46

Elaborada pela autora (2021).

pH: potencial hidrogeniônico. SS: em °Brix. AT: acidez total titulável. Aw: Atividade de água. a\* – intensidade de verde (-) e vermelho (+). b\* – intensidade de azul (-) e amarelo (+). L\* – luminosidade (branco puro ao preto puro). C\* – cromaticidade. Hue – ângulo de tonalidade.

Com relação ao potencial hidrogeniônico, foi encontrado pH de  $4,7 \pm 0,05$  e acidez total titulável de  $0,39 \pm 0,02$ , ambos os valores bem aproximados aos estabelecidos no regulamento técnico para os padrões de identidade e qualidade definidos para a polpa de caju que determina que a polpa de caju deve apresentar pH em torno de 4,6 e acidez mínima de 0,3 (BRASIL, 2000). Lima (2019), por sua vez, reportou resultado aproximado para o pH, algo em torno de 3,9. Segundo Queiroz (2011) a estabilidade do ácido ascórbico está diretamente relacionada ao pH, podendo o teor deste ser alterado, de modo que quanto menor o pH de uma fruta, por exemplo, maior a proteção deste composto à oxidação, deste modo resta evidenciada a importância do pH do extrato do coproduto de caju, uma vez que a capacidade antioxidante está diretamente relacionada com a estabilidade do ácido ascórbico.

O conteúdo de sólidos solúveis encontrado foi de  $2 \pm 0,57$ , bastante inferior aos 10 °Brix estabelecidos no regulamento técnico para os padrões de identidade e qualidade definidos para

a polpa de caju, contudo, como se trata de um coproduto industrial e não da própria polpa, é justificável este valor, uma vez que boa parte desses compostos podem ter sido extraídos do resíduo no momento da extração da polpa.

Em relação à análise de cor, para o parâmetro  $L^*$  (luminosidade) que é um indicador de escurecimento, no qual expressa a luminosidade ou claridade da amostra, sendo observado que o seu valor é inversamente proporcional à sua coloração, ou seja, quanto mais escuro o produto, mais baixo será o valor encontrado para  $L^*$  verificou-se valor de 14,14, que corresponde à intensidade de brilho e de acordo com a escala Hunter varia de 0 (preto puro) a 100 (branco puro). Deste modo, a leitura colorimétrica evidencia que o extrato se apresenta mais opaco do que, brilhante (luminoso), uma vez que o valor encontrado se encontra mais próximo de 0, diferente dos valores elevados reportado por Costa, J. (2020) que associa a alta luminosidade ao aquecimento, o que não ocorreu com o extrato.

O chroma, por sua vez representa a saturação da cor, ou seja, é a qualidade que caracteriza quantidade da cor, indicando a proporção em que ela está misturada com o branco, preto ou cinza. Assim sendo, quanto maior o valor de chroma, maior é a quantidade de pigmentos. Para  $C^*$  foi obtido 13,53 (cromo) que representa a pureza ou saturação da cor, e este baixo valor encontrado evidencia a baixa saturação da cor do extrato, uma vez que cores neutras possuem baixa saturação enquanto cores puras possuem alta saturação, se apresentando mais brilhantes na percepção humana (PATHARE; OPARA; AL-SAID, 2013; SHEWFELT; THAI; DAVIS, 1988). Neste sentido, o resultado encontrado para o chroma reafirma inclusive o da luminosidade, porquanto o extrato se apresenta mais opaco, ou seja, menos brilhante, e assim, com menor saturação da cor.

Para o parâmetro  $b^*$  encontrou-se o valor 13,51, sendo possível atribuir a cor amarelada do extrato à presença de pigmentos carotenoides, como o  $\beta$ -caroteno e as xantofilas, provenientes do pedúnculo do caju (RODRIGUEZ-AMAYA, 2016). Os parâmetros acima citados encontram-se bem equilibrados entre si, diferente do que ocorre com ( $a^*$ ) representando uma tendência menor de intensidade na variação de verde a vermelho. Contudo, o mesmo resultado foi relatado por Lima (2019), algo em torno de 3 a 5 para este parâmetro. Por sua vez o ângulo Hue ( $h^*$ ) encontra-se próximo ao ângulo de  $90^\circ$ , que vai de encontro ao reportado por Lima (2019), corroborando a tonalidade amarela no extrato de coproduto de caju. Portanto, a cor amarelada visivelmente perceptível no extrato, é confirmada na análise colorimétrica.

Nesta visão, de acordo com a análise colorimétrica a cor encontrada no extrato mostra-se de grande importância para aplicação em alimentos, tanto porque a cor amarela encontrada pode estar associada à presença de antioxidantes como o beta-caroteno, e ainda a outros

compostos com ação antioxidantes, naturalmente presentes e geralmente associados às cores amarelo e laranja quanto pelo fato de que a cor amarelada é atrativa visualmente, sendo inclusive, semelhante às barras de cajá e manga ao qual o mesmo foi adicionado.

### 5.1.2 Determinação de Ácido Ascórbico, Compostos Fenólicos Totais e Atividade Antioxidante no extrato

O conteúdo de ácido ascórbico encontrado no extrato de coproduto de caju foi de  $25,78 \pm 4,63$  mg AA/100 g (Tabela 5). Queiroz *et al.* (2011), ao avaliarem os compostos bioativos e a atividade antioxidante no caju fresco, ressaltam que o ácido ascórbico presente no caju é um composto muito sensível ao oxigênio, o que de fato pode ser observado no presente trabalho, visto que o coproduto é um material advindo do processamento, e no decorrer desse processo e durante o período de armazenamento é provável que o mesmo tenha sido exposto ao oxigênio, o que acarreta a degradação por oxidação e redução deste conteúdo. Contudo, por tratar-se de um coproduto, o conteúdo encontrado é elevado e superior ao encontrado em algumas frutas *in natura*, como na manga fresca, em que Zhao (2014) e Oliveira *et al.*, (2010), relatam valores de 12,7 e 17,5 mg AA/100 g respectivamente, e a graviola com 21,83, de acordo com Souza (2012).

**Tabela 5** - Conteúdo de ácido ascórbico, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante do extrato do coproduto de caju.

Amostra	Ácido Ascórbico	Compostos Fenólicos	ABTS	FRAP
	(mg AA /100 g)	(mg AGE*/ 100 g)	( $\mu$ M Trolox/ g)	( $\mu$ M Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / g)
Extrato do coproduto de caju	$25,78 \pm 4,63$	$283,52 \pm 11,2$	$21,79 \pm 2,19$	$55,38 \pm 3,51$

Fonte: Elaborada pela autora (2021).

AA: Ácido ascórbico; AGE: Ácido Gálico Equivalente; ABTS: 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico); FRAP: Poder antioxidante de redução do ferro.

Vieira *et al.* (2011) e Rufino *et al.* (2010) encontraram 201,61 e 118 mg ácido gálico/100 g, respectivamente, e classificaram a polpa de caju como possuindo moderada capacidade de sequestro de radicais livres, que está diretamente associada ao conteúdo de ácido ascórbico e compostos fenólicos presentes, e neste sentido, o conteúdo de compostos fenólicos encontrado no extrato de coproduto de caju foi de 283,52 mg AGE/100 g de resíduo, valor um pouco inferior ao encontrado por Pontes (2019), que fez processo de extração similar ao utilizado no presente estudo e encontrou 437,15 mg AGE/100 g de extrato de coproduto de caju. Por sua

vez, Lima (2019), ao fazer uso de metodologia de extração similar, quantificou 376,2 mg AGE/100 g em base seca para o extrato de coproduto de caju, classificando-o como possuindo relevante quantidade de compostos fenólicos. Tais achados podem estar relacionados à composição do solvente utilizado, onde estudos evidenciam a influência do solvente no processo de extração. Tal influência foi investigada por Vizzoto e Pereira (2011), que ao compararem diversos tipos de solventes isolados e combinados entre si, observaram que solventes muito polares como a água ou pouco polares como o hexano, podem não funcionar na extração de fenólicos, e que até a combinação de outros, normalmente muito eficientes, podem apresentar baixos rendimentos na extração, sugerindo ainda, um processo de acidificação do solvente para melhorar sua eficiência.

Lima (2019) comparou coprodutos submetidos ao processo de sonicação com coprodutos que não foram submetidos a este processo e ao avaliar os resultados de atividade antioxidante, reporta efeitos significativamente positivos em relação à aplicação de ultrassom para extração de compostos fenólicos em coprodutos industriais.

Um possível interferente que é válido salientar, é que nas análises onde se utiliza o método Folin-Ciocalteu, o resultado é expresso com base nas reações que ocorrem entre os compostos redutores presentes na amostra, como por exemplo, o ácido ascórbico, e os reagentes que compõem a análises. Contudo, Huang, Ou e Prior (2005) destacam que esses mesmos compostos redutores podem reagir com o ácido fosfotungstico-fosfomolibdico, acarretando a formação do complexo azul de molibdênio e dessa forma, é possível que o resultado encontrado não represente com exatidão o conteúdo de compostos fenólicos, sendo assim uma possível explicação para o resultado encontrado.

Outro possível interferente é a influência da temperatura utilizada no processo de extração. Schafranski *et al.*, (2019) ao obter extrato fenólico de folhas de amoreira, evidenciam que a temperatura em torno de 96°C aliada ao tempo de contato entre 10 e 30 minutos, entre o solvente e as folhas, resultou em maiores conteúdos de compostos fenólicos. Neste sentido, a temperatura ambiente utilizada no presente estudo, pode ter sido um interferente, de modo que o equipamento utilizado para sonicação não possibilitava a elevação ou o controle da temperatura. Sartori (2013), em sua pesquisa, elenca que além da temperatura, e do solvente, o pH demonstra ser um possível interferente na extração desses compostos, sendo o pH entre 7 e 8 o mais viável para o processo de extração, e este é um parâmetro que não foi mensurado no momento da extração, de modo que os resultados encontrados podem ser ainda mais satisfatórios na possibilidade de elevar o pH de 4,7 para 7.

As discrepâncias entre os resultados encontrados por outros autores e os encontrados neste estudo, além da composição do solvente e influência da temperatura, podem ainda estar relacionadas a outros fatores, como por exemplo, a época do ano, o manejo do cultivo e a procedência da matéria-prima (NACZK e SHAHIDI, 2006), visto que os processos industriais de obtenção de polpa podem divergir de uma indústria para outra. Indústrias que submetem os frutos a uma prensagem menos efetiva, acabam por descartar coprodutos com maior o percentual residual de polpa, de modo que o oposto também ocorre, o que afeta diretamente a qualidade do resíduo e conseqüentemente, do extrato obtido. Contudo, é válido ressaltar que os valores encontrados, denotam grande importância econômica, por se tratar de um coproduto remanescente de um processamento e ainda assim apresentar valores consideráveis de compostos fenólicos e antioxidantes.

Ciente do conteúdo de compostos fenólicos presentes no resíduo, fez-se necessário calcular o conteúdo destes compostos por litro de extrato, uma vez que o mesmo viria a ser adicionado às barras estruturadas na sua forma líquida. Deste modo, o conteúdo de compostos fenólicos por litro de extrato foi de 681,95 mg AGE e é baseado neste valor que foram definidas as quantidades de extrato a serem adicionados nos estruturados mistos, como evidenciado na tabela 5.

Para a atividade antioxidante por captura do radical ABTS obteve-se o valor de 21,79  $\mu\text{M}$  trolox/g de extrato, evidenciando que a atividade antioxidante apresenta uma relação direta com o conteúdo de compostos fenólicos presentes, visto que à medida que os níveis de compostos fenólicos foram menores, também nota-se uma redução na capacidade antioxidante da amostra, onde foi obtido valor superior ao reportado por Barreto (2015) e aproximado ao encontrado por Lima (2018), que quantificaram 4,3 e 22,95  $\mu\text{M}$  Trolox/g em extratos de coproduto de caju e de acerola, respectivamente.

Ao desenvolver o mesmo extrato de coproduto de caju, Lima (2019) encontrou o valor de 70,3  $\mu\text{M}$  trolox/g, enquanto Rufino *et al.* (2010), ao quantificar a capacidade antioxidante no caju, relatou 79,4  $\mu\text{M}$  trolox/g, ambos os resultados em massa seca.

Pontes (2019) fazendo uso de metodologia similar para extração em resíduo de caju quantificou 57,37  $\mu\text{M}$  Trolox/g em matéria fresca.

As variações de valores encontrados em diferentes trabalhos e os alcançados nesta pesquisa corroboram o fato de que existem muitos interferentes que podem influenciar negativa ou positivamente na ação antioxidante quantificada em coprodutos industriais. Seguindo essa perspectiva, Figueiredo (2017) evidencia que dificilmente haverá um único método capaz de representar de forma segura e precisa a verdadeira atividade antioxidante de uma substância,

sugerindo ainda a correlação entre dois ou mais métodos. Neste caso em específico, por utilização do método de ABTS, é possível afirmar que os fatores que mais afetaram o conteúdo de antioxidantes foram a qualidade do coproduto utilizado para extração, conforme elucidado por Lima (2018), ao justificar os resultados encontrados em sua pesquisa, bem como a temperatura utilizada na sonicação, que de acordo com Schafranski *et al.*, (2019), o aquecimento moderado, em torno de 96°C pode resultar em extrações mais eficientes de compostos fenólicos, que por sua vez, influenciam diretamente na capacidade antioxidante. Diversos estudos aplicaram o ensaio de fenólicos concomitante à análise de atividade antioxidante e frequentemente encontraram excelentes correlações entre o perfil fenólico e a capacidade antioxidante de uma mesma amostra (HUANG; OU; PRIOR, 2005).

A atividade antioxidante denota importância por sua capacidade de combater o estresse oxidativo causado pelos radicais livres presentes na célula. Esses radicais, decorrentes do desequilíbrio celular, causam danos e podem levar à morte celular, sendo responsáveis por diversas doenças, ao passo que as substâncias antioxidantes são capazes de reagir com esses radicais, formando moléculas menos reativas e conseqüentemente menos danosas ao corpo humano (MACCORD, 2000; MORAIS, 2018) e dada a sua importância, os resultados encontrados neste estudo mostram-se relevantes por ser o extrato em questão obtido a partir de um coproduto industrial.

Foi aplicada também a análise de antioxidantes por meio da redução do ferro (FRAP), onde foi obtido o valor de 55,38  $\mu\text{M Fe}_2\text{SO}_4/\text{g}$  de extrato, conforme exposto na Tabela 5. Por ser o caju rico em ferro, mostrou-se interessante mensurar a atividade antioxidante do extrato de coproduto de caju também por esta metodologia, e de fato, a atividade antioxidante encontrada foi maior que por ABTS, e embora seja menor que a encontrada por outros autores como Pontes (2019), que relata 212,45  $\mu\text{M}$  sulfato ferroso em matéria fresca em seu extrato, e Lima (2019), que reportou 187  $\mu\text{M}$  sulfato ferroso em matéria seca também no extrato de caju. Ainda assim, os valores encontrados na presente pesquisa são importantes, considerando que trata-se de um resíduo de processamento industrial, que tem como principal destino a utilização para alimentação animal.

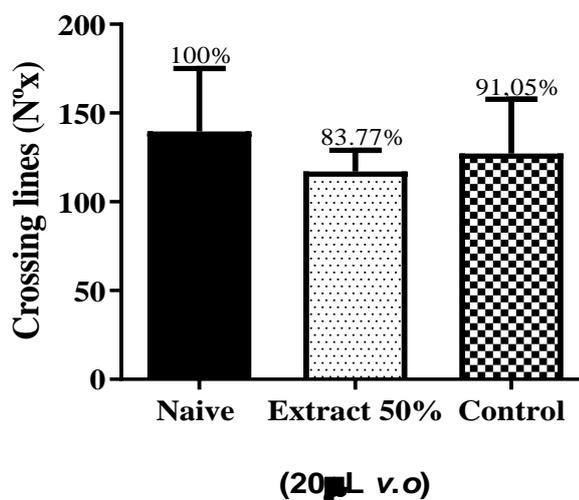
Queiroz (2011), por sua vez, ao utilizar o teste FRAP, observou uma redução da atividade antioxidante à medida que se aumentou a temperatura, relacionando este fato à crescente oxidação do ácido ascórbico em temperaturas mais elevadas, portanto, é possível inferir que a atividade antioxidante encontrada no presente estudo poderia ser ainda maior se após a extração do suco, o coproduto fosse armazenado em ambiente refrigerado, o que acarretaria no aumento da qualidade deste, o que exerceria um influência positiva em

basicamente todos os parâmetros supracitados, incluindo a atividade antioxidante, possibilitando ainda mais perspectivas de aproveitamento, além das já mencionadas, evidenciando, portanto, a importância econômica do coproduto de caju e os benefícios que o aproveitamento deste pode gerar para a indústria.

## 5.2 Toxicidade do extrato de coproduto de caju utilizando zebrafish (*Danio rerio*) como modelo de estudo *in vivo*

No que tange a influência do extrato do coproduto de caju no sistema locomotor, a Tabela 6 está relacionada à locomoção dos peixes zebrafish, tomando como base o controle naive que equivale a 100% da locomoção. E, conforme evidenciado, o extrato administrado não ocasionou nenhum comprometimento locomotor, uma vez que os animais apresentaram atividade locomotora semelhante ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos com diferentes concentrações e ainda, em relação aos controles, naive (100%) que se trata dos animais que não receberam nenhum tipo de tratamento e o controle (91,05%), que se trata dos animais que foram tratados com água destilada estéril.

**Tabela 6** - Atividade locomotora de zebrafish (*Danio rerio*) adulto no Teste de Campo Aberto do extrato de coproduto de caju.



Fonte: Elaborada pela autora (2021).

Naive - animais não tratados; v.o. – administração via oral do extrato de coproduto de caju. Controle – água destilada estéril (20 µL; v.o.). Os valores representam a média  $\pm$  desvio padrão da média (E.P.M.) para 6 animais/grupo. Os números acima de cada coluna indicam porcentagem de atividade locomotora (%AL).

A análise de toxicidade *in vivo* foi realizada através do modelo animal Zebrafish (*Danio rerio*), que é um pequeno peixe tropical de água doce, nativo do sul da Ásia, com tamanho que varia de 2 a 4 centímetros (DAMMSKI, 2011), e que segundo Howe *et al.*, (2013), essa espécie possui alta semelhança genética com os humanos, apresentando compatibilidade genética de 70%. Em comparação com vertebrados superiores, os órgãos do zebrafish são como uma versão em miniatura, utilizando muito menos células para cumprir uma função equivalente no organismo (DAMMSKI, 2011). Seu pequeno tamanho na fase adulta requer diminuição da quantidade das substâncias a serem testadas e dosadas, bem como as quantidades de reagentes e materiais utilizados no tratamento e manutenção dos animais (HILL, 2005), características que viabilizam estudos com este modelo animal.

No que concerne à aplicação da análise de toxicidade aguda, constou-se que o extrato de coproduto de caju mostrou-se seguro na concentração testada, pois não causou alterações no sistema locomotor e não apresentou toxicidade frente ao zebrafish adulto em até 96 h de análise, conforme apresentado na Tabela 7.

**Tabela 7** - Resultados dos testes de toxicidade aguda do extrato de coproduto de caju frente ao zebrafish adulto.

Amostra	Mortalidades do Zebrafish Adulto		96h CL <sub>50</sub> (mg/mL) / IV
	CN	C1	
Extrato	0	0	-

Fonte: própria autora; CN – Grupo controle negativo: água destilada estéril; C1 – concentração 50%; CL<sub>50</sub> – concentração letal para matar 50% dos Zebrafish adulto IV – intervalo de confiança; Extrato: extrato do coproduto de caju.

Tais achados podem ser explicados pelo fato de que o extrato em questão ser obtido a partir de matéria-prima vegetal natural, tendo esta, passado apenas pelo processo de prensagem para obtenção do suco do caju e o processo de extração dar-se com solvente hidroalcoólico. Neste sentido, o solvente utilizado na elaboração do extrato apresenta relação com o resultado encontrado neste estudo, e é corroborado pelos resultados reportados por Maciel (2019), que ao avaliar a toxicidade de extratos de ata (*Annona squamosa* L.) relaciona a toxicidade à polaridade do solvente utilizado e enfatiza que extratos elaborados com hexano (apolar) apresentam-se mais tóxicos que extratos elaborados com etanol (polaridade intermediária).

Propõe-se que a escolha do solvente hidroalcoólico (água e etanol) contribuiu positivamente para atoxicidade apresentada pelo extrato na concentração testada, e que este fato, aliado à origem da matéria-prima, possibilitou a obtenção de um extrato atóxico frente ao zebrafish nessas condições.

### 5.3 Avaliação sensorial I

#### 5.3.1 Teste de Aceitação

Os resultados para os testes de aceitação e intenção de consumo da avaliação sensorial I, das barras estruturadas de cajá e manga, ainda sem a adição do extrato estão dispostos na Tabela 8.

**Tabela 8** - Médias para o teste de aceitação das barras estruturadas de manga e cajá (sem extrato) para os parâmetros de avaliação global, aparência e sabor aplicado aos provadores.

ATRIBUTOS	FORMULAÇÕES			
	M50/C50/A5	M50/C50/A0	M75/C25/A0	M75/C25/A5
<b>Aparência</b>	6,2 <sup>b</sup>	6,4 <sup>b</sup>	7,24 <sup>a</sup>	7,4 <sup>a</sup>
<b>Sabor</b>	5,9 <sup>b</sup>	4,6 <sup>c</sup>	5,7 <sup>b</sup>	6,9 <sup>a</sup>
<b>Avaliação Global</b>	6, <sup>b</sup>	5,1 <sup>c</sup>	6,1 <sup>b</sup>	6,9 <sup>a</sup>
<b>Intenção de consumo</b>	2,8 <sup>b</sup>	2,2 <sup>c</sup>	2,6 <sup>b</sup>	3,3 <sup>a</sup>

Fonte: Elaborada pela autora (2021).

M50/C50/A5: 50% manga/50% cajá 5% açúcar; M75/C25/A0: 75% manga/25% cajá sem açúcar; M50/C50/A0: 50% manga/50% cajá sem açúcar; M75/C25/A0: 75% manga/25% cajá 5% açúcar; <sup>a, b, c</sup>: Médias com letras iguais, em mesma linha, não diferem entre si ao nível de 5% de significância para o teste Cochran Q.

Ao observar a Tabela 08, é possível observar que as amostras diferiram somente quanto à proporção de polpa, ou seja, as amostras com 50% de cada polpa, independente do conteúdo de açúcar adicionado, situaram-se na escala hedônica entre os termos gostei ligeiramente e gostei moderadamente e são iguais entre si. Contudo, as amostras com 50% de cada polpa diferiram das amostras elaboradas com 75% de manga e 25% de cajá, que se situaram entre gostei moderadamente e gostei muito, e que por sua vez também possuem aparências iguais estatisticamente ao nível de 95% de confiança.

As amostras M50/C50/A5 e M75/C25/A0 não diferem estatisticamente ( $P > 0,05$ ) entre si para os parâmetros sabor, avaliação global e intenção de consumo, onde para o sabor receberam notas entre 5 (não gostei, nem desgostei) e 6 (gostei ligeiramente), avaliação global apresentou média 6 (gostei ligeiramente), e para intenção de consumo, ambas receberam termos variando entre 2 (comeria raramente) e 3 (comeria ocasionalmente).

A formulação M50/C50/A0 recebeu as menores médias para sabor e avaliação global, onde cada uma delas recebeu os termos situados entre 4 (desgostei ligeiramente) a 5 (não gostei,

nem desgostei), 5 (não gostei, nem desgostei) e 6 (gostei ligeiramente), para sabor e avaliação global, respectivamente, e ainda para a intenção de consumo apresentando médias entre 2 (comeria raramente) e 3 (comeria ocasionalmente). Esses resultados podem ser explicados pela não adição de açúcar na amostra. LEAL *et al.* (2021) ao avaliar diferentes hidrocolóides nos estruturados mistos de cajá e manga, assim como Brunelli e Venturini Filho (2012), que ao conduzir um estudo com bebidas mistas de uva e soja afirmam a interferência do açúcar na aceitação, de modo que as formulações com maior concentração de açúcar denotam maior preferência por parte dos consumidores. Por sua vez, a formulação M75/C25/A5 obteve as melhores médias nesses mesmos atributos, tendo recebido 7 (gostei moderadamente) e 8 (gostei muito) para aparência, 6 (gostei ligeiramente) e 7 (gostei moderadamente) para avaliação global e sabor. Este resultado provavelmente se deve ao fato de que o sabor das polpas fique mais agradável nesta proporção, já que essas formulações não foram adicionadas de água, e ao fato de que a polpa de manga apresenta-se mais suave e menos adstringente que a de cajá, além, é claro, da adição do açúcar, uma vez que os provadores fizeram muitos comentários neste sentido, principalmente nas formulações que não foram adoçadas.

### 5.3.2 Check All That Apply (CATA)

A frequência de utilização de cada termo foi determinada através de contagem do número de vezes que cada termo foi utilizado, e os dados foram analisados através de teste de Cochran, ao nível de 5% de significância.

**Tabela 9** - Frequência dos termos sensoriais e teste de Cochran aplicado às barras estruturadas de cajá e manga elaboradas em diferentes formulações.

Atributos	M50/C50/A5	M50/C50/A0	M75 /C25/A0	M75 /C25/A5
<b>Cor pálida</b>	0.382 <sup>a</sup>	0.327 <sup>a</sup>	0.364 <sup>a</sup>	0.309 <sup>a</sup>
<b>Cor amarelada</b>	0.964 <sup>a</sup>	0.936 <sup>a</sup>	0.927 <sup>a</sup>	0.936 <sup>a</sup>
<b>Brilhante</b>	0.773 <sup>a</sup>	0.755 <sup>a</sup>	0.864 <sup>a</sup>	0.873 <sup>a</sup>
<b>Presença de líquido</b>	0.600 <sup>b</sup>	0.464 <sup>ab</sup>	0.400 <sup>a</sup>	0.445 <sup>a</sup>
<b>Aroma doce</b>	0.591 <sup>a</sup>	0.600 <sup>a</sup>	0.655 <sup>a</sup>	0.718 <sup>a</sup>
<b>Aroma ácido</b>	0.555 <sup>a</sup>	0.591 <sup>a</sup>	0.473 <sup>a</sup>	0.464 <sup>a</sup>
<b>Aroma frutado</b>	0.609 <sup>a</sup>	0.591 <sup>a</sup>	0.645 <sup>a</sup>	0.664 <sup>a</sup>
<b>Aroma de manga</b>	0.600 <sup>a</sup>	0.573 <sup>a</sup>	0.673 <sup>ab</sup>	0.755 <sup>b</sup>
<b>Aroma de cajá</b>	0.736 <sup>b</sup>	0.727 <sup>b</sup>	0.600 <sup>ab</sup>	0.591 <sup>a</sup>
<b>Quebradiço</b>	0.455 <sup>a</sup>	0.518 <sup>a</sup>	0.464 <sup>a</sup>	0.473 <sup>a</sup>
<b>Suculento</b>	0.627 <sup>ab</sup>	0.555 <sup>ab</sup>	0.509 <sup>a</sup>	0.682 <sup>b</sup>
<b>Homogêneo</b>	0.636 <sup>a</sup>	0.627 <sup>a</sup>	0.682 <sup>a</sup>	0.673 <sup>a</sup>
<b>Heterogêneo</b>	0.318 <sup>a</sup>	0.309 <sup>a</sup>	0.327 <sup>a</sup>	0.300 <sup>a</sup>

<b>Gosto doce</b>	0.655 <sup>b</sup>	0.500 <sup>a</sup>	0.618 <sup>ab</sup>	0.845 <sup>c</sup>
<b>Gosto ácido</b>	0.282 <sup>a</sup>	0.264 <sup>a</sup>	0.282 <sup>a</sup>	0.264 <sup>a</sup>
<b>Gosto adstringente</b>	0.373 <sup>a</sup>	0.418 <sup>a</sup>	0.382 <sup>a</sup>	0.345 <sup>a</sup>
<b>Sabor de manga</b>	0.664 <sup>ab</sup>	0.527 <sup>a</sup>	0.700 <sup>b</sup>	0.800 <sup>b</sup>
<b>Sabor de cajá</b>	0.800 <sup>a</sup>	0.773 <sup>a</sup>	0.682 <sup>a</sup>	0.700 <sup>a</sup>
<b>Sabor frutado</b>	0.609 <sup>a</sup>	0.627 <sup>a</sup>	0.664 <sup>a</sup>	0.709 <sup>a</sup>

Fonte: Elaborada pela autora (2021).

M50/C50/A5: 50% manga/50% cajá 5% açúcar; M75/C25/A0: 75% manga/25% cajá sem açúcar; M50/C50/A0: 50% manga/50% cajá sem açúcar; M75/C25/A0: 75% manga/25% cajá 5% açúcar; <sup>a, b, c</sup>: Médias com letras iguais, em mesma linha, não diferem entre si ao nível de 5% de significância para o teste Cochran Q.

Dos 19 termos avaliados no teste CATA, apenas seis diferiram significativamente entre si, ao nível de 5% de significância, sendo eles: “presença de líquido”, “aroma de manga”, “aroma de cajá”, “suculento”, “gosto doce”, e “sabor de manga”, resultado bem próximo ao reportado por LEAL *et al.* (2021), que ao avaliar diferentes formulações de estruturados de cajá e manga, obteve diferença significativa em apenas nove dos 28 termos utilizados e associou este resultado à semelhança nas formulações desenvolvidas e nos termos empregados no teste CATA. Não foram encontradas diferenças significativas para os demais, quais sejam: cor pálida, cor amarelada, brilhante, aroma doce, aroma frutado, aroma ácido, quebradiço, homogêneo, heterogêneo, gosto ácido, gosto adstringente, sabor de cajá e sabor frutado.

Os atributos utilizados com maior frequência foram: “cor amarelada”, “brilhante”, “sabor de cajá”, “sabor de manga”, e “aroma de cajá”, apresentando-se como atributos importantes a serem considerados na elaboração das barras, visto que são os mais perceptíveis e os que melhor as descrevem, segundo os provadores. Contudo, é importante ressaltar que apesar de serem mencionados com frequência, e da diferença na proporção das polpas de frutas, o termo “sabor de cajá” não apresentou diferença estatística, independente da formulação ser composta por 50 ou por 25% desta polpa, diferente do que ocorre com o termo “sabor de manga”, em que as formulações compostas por 50% desta polpa apresentam diferença estatística das que receberam apenas 25%, possibilitando a redução do teor da polpa de cajá sem que haja perda da qualidade sensorial do produto.

O termo “presença de líquido” e “quebradiço” foram bastante utilizados, e provavelmente estão associados à utilização da goma gelana de baixa acilação empregada nas formulações, que de acordo com Cui (2005), é responsável pela formação de géis duros, frágeis e não elásticos. Danalache *et al.* (2015) reportaram o mesmo comportamento ao avaliar a textura de estruturados de manga, onde as amostras que receberam maior proporção de gelano alta acilação se apresentavam com valores de dureza inferior quando comparadas as amostras elaboradas com proporção maior de gelano baixa acilação, evidenciando a viabilidade de fazer

uso de um mix do gelano de alta e baixa acilação a fim de encontrar uma proporção ideal entre estes que confira textura mais atrativa às barras estruturadas. Com esse objetivo, Costa, J. (2020), ao desenvolver estruturados de goiaba fez uso de proporções iguais entre a goma gelana alta e baixa acilação e reportou maior presença de líquido e aspecto quebradiço nos géis formados. Válido portanto, avaliar uma proporção em que a quantidade de goma gelana de baixa acilação seja superior, porém, uma quantidade menor de a goma gelana alta acilação deve ser adicionada, conforme os estudos de LEAL *et al.* (2021), que ao desenvolver estruturados de manga, reportou resultados satisfatórios ao fazer uso da proporção 75/25 de gelano baixa e alta acilação, respectivamente.

As amostras M50/C50/A5 e M50/C50/A0 apresentam-se estatisticamente iguais em todos os termos, enquanto as amostras M50/C50/A0 e M75/C25/A0 apresentaram diferença entre si apenas no termo “sabor de manga”, o que era esperado uma vez que a primeira tem 25% a menos de polpa de manga em relação à segunda. O mesmo foi percebido entre as amostras M75/C25/A0 e M75/C25/A5, em que apenas o termo “gosto doce” diferiu entre estas, exatamente pela diferença no teor de açúcar, onde a primeira não recebeu açúcar e a segunda foi adicionada de 5% deste componente. Por sua vez as formulações M50/C50/A5 e M75/C25/A5 diferiram estatisticamente em apenas quatro dos dezenove termos, quais sejam: “presença de líquido”, “aroma de manga”, “aroma de cajá” e “gosto doce”, e apesar da diferença na proporção de polpas, apresentam-se bem parecidas na percepção dos provadores, pelo menos no que diz respeito à avaliação dos termos separadamente.

O termo “gosto doce” foi o que apresentou maior diferença estatística entre as amostras e é provável que esta característica tenha exercido influência no teste de aceitação (escala hedônica) para o atributo sabor, onde as amostras adoçadas receberam avaliação superior quando comparadas àquelas que não receberam açúcar.

Diante dos resultados da avaliação sensorial, houve algumas alterações nas formulações iniciais elaboradas na avaliação sensorial I. Após análise dos resultados da avaliação sensorial inicial, estudou-se a possibilidade de adicionar água ao produto, uma vez que a adição desse composto pode ser visto como uma forma de redução de custo, sendo este um fator crucial para a indústria. Contudo, para que o produto estivesse apto a essa diluição com água sem que perdesse a qualidade sensorial alcançada na sensorial I, optou-se por utilizar como base a segunda formulação melhor aceita na primeira sensorial, que conta com 50% de cada polpa, e a partir daí variar as proporções de açúcar e de extrato. A hidrocolóide utilizado também sofreu alteração e passou a ser composto por um mix de 0,75% e 0,25% de goma gelana baixa e alta acilação, respectivamente. De modo que alteração do hidrocolóide deu-se

pelo fato de que as formulações com 50% de cada polpa mostraram maior dificuldade de gelificação, com a formação de géis muito débeis, evidenciando a necessidade da adição do gelano de alta acilação.

### 5.3.3 Rate All That Apply (RATA)

A média das avaliações do RATA estão apresentadas na Tabela 10.

**Tabela 10** - Média das intensidades dos termos da análise de RATA aplicado às barras estruturadas de cajá e manga elaboradas em diferentes formulações.

Amostras-	Cor pálida	Cor Amarelada	Brilhante	Presença de líquido	Aroma doce	Aroma ácido	Aroma frutado	Aroma de manga	Aroma de cajá	Quebradiço
<b>M50/C50/A5</b>	0,755 a	4,064 a	2,573 b	1,427 a	1,873 a	1,391 ab	2,255 a	1,845 b	2,400 a	1,200 a
<b>M50/C50/A0</b>	0,618 a	4,009 a	2,609 b	1,127 ab	1,809 a	1,609 a	2,218 a	1,627 b	2,427 a	1,427 a
<b>M75 /C25/A0</b>	0,636 a	3,964 a	2,973 ab	0,855 b	1,964 a	1,136 ab	2,309 a	2,009 b	1,664 b	1,018 a
<b>M75 /C25/A5</b>	0,505 a	4,183 a	3,303 a	0,908 b	2,321 a	1,009 b	2,376 a	2,661 a	1,761 b	1,138 a
Pr > F(Modelo)	0,402	0,617	0,004	0,012	0,145	0,015	0,942	0,000	0,001	0,271
Significativo	Não	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Não

**Continuação Tabela 10** - Média das intensidades dos termos da análise de RATA aplicado às barras estruturadas de cajá e manga elaboradas em diferentes formulações.

Amostras	Suculento	Homogêneo	Heterogêneo	Gosto doce	Gosto ácido	Gosto adstringente	Sabor de manga	Sabor de cajá	Sabor frutado
<b>M50/C50/A5</b>	2,036 ab	2,300 a	0,809 a	1,773 b	0,345 a	0,909 ab	1,927 bc	2,927 a	2,409 a
<b>M50/C50/A0</b>	1,600 b	2,173 a	0,773 a	0,936 c	0,445 a	1,345 a	1,455 c	2,745 a	2,282 a
<b>M75 /C25/A0</b>	1,518 b	2,555 a	0,745 a	1,564 b	0,391 a	0,936 ab	2,082 b	1,945 b	2,345 a
<b>M75 /C25/A5</b>	2,367 a	2,541 a	0,670 a	2,752 a	0,294 a	0,725 b	2,963 a	2,046 b	2,807 b
Pr > F(Modelo)	0,001	0,393	0,884	< 0,0001	0,422	0,016	< 0,0001	< 0,0001	0,221
Significativo	Sim	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não

Fonte: Elaborada pela autora (2021).

M50/C50/A5: 50% manga/50% cajá 5% açúcar; M75/C25/A0: 75% manga/25% cajá sem açúcar;

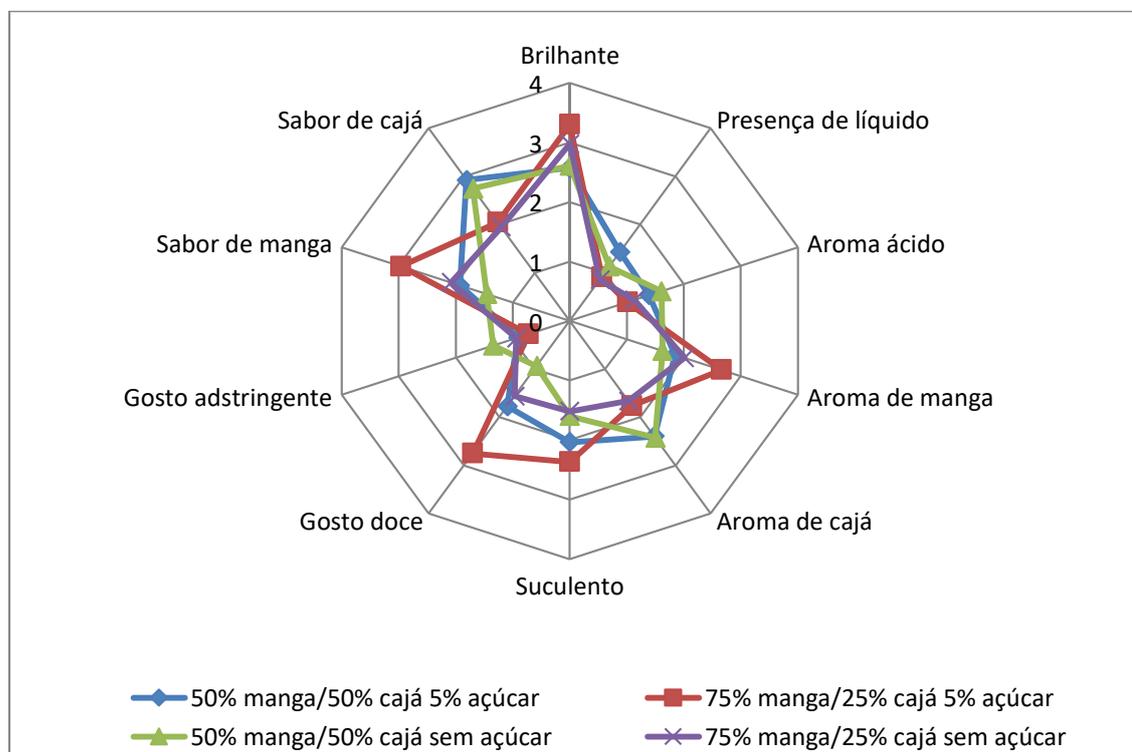
M50/C50/A0: 50% manga/50% cajá sem açúcar; M75/C25/A0: 75% manga/25% cajá 5% açúcar; <sup>a, b, c</sup>: Médias com letras iguais, em mesma linha, não diferem entre si ao nível de 5% de significância.

Os termos cor pálida, cor amarelada, aroma doce, aroma frutado, quebradiço, homogêneo, heterogêneo, gosto ácido e sabor frutado não diferiram entre o número de citações entre as amostras avaliadas. O mesmo fato foi evidenciado por Voorpostel (2014), que ao avaliar sensorialmente néctares de uva, e relatar algumas diferenças não significativas, atribuiu esse resultado à semelhança entre as formulações, e destacou ainda, que valores superiores a 0,50 não indicam falta de habilidade do provador em discriminá-las, mas sim, que a semelhança entre elas é tanta, que não foi possível distingui-las ao avaliar tais atributos.

No tocante aos demais termos: brilhante, presença de líquidos, aroma ácido, aroma de manga, aroma de cajá, suculenta, gosto doce, gosto adstringente, sabor de manga e sabor de cajá apresentaram diferença entre as amostras ao nível de 5% de significância pelo teste de Cochran para o número de citações.

O maior teor de uma das frutas aumenta a sua percepção, assim como a adição de açúcar também favorece essa percepção, conforme percebido para os parâmetros aroma de manga, aroma de cajá, suculento, gosto doce, sabor de manga e sabor de cajá. Ao analisar o termo sabor de manga, por exemplo, as formulações 75/25, onde uma recebeu adição de 5% açúcar e a outra não, se apresentam diferentes estatisticamente, mesmo possuindo a mesma quantidade de polpa de manga, evidenciando assim, que a adição do açúcar provoca uma alteração na percepção do sabor.

**Figura 8** - Gráficos das médias dos termos descritores das barras estruturadas de manga e cajá.



Fonte: Elaborada pela autora (2021).

M50/C50/A5: 50% manga/50% cajá 5% açúcar; M75/C25/A0: 75% manga/25% cajá sem açúcar;

M50/C50/A0: 50% manga/50% cajá sem açúcar; M75/C25/A5: 75% manga/25% cajá 5% açúcar;.

A figura 8 evidencia a falta de similaridade entre as amostras de modo geral, com exceção dos atributos “presença de líquido” e “aroma ácido” que foram as características que os provadores mostraram percepção mais aproximada entre as quatro formulações. O resultado

inferior (de 1,5, em média) encontrado para o termo descritivo “presença de líquido” também foi elucidado por Costa (2020) ao comparar estruturados de goiaba com diversos hidrocolóides e em diferentes concentrações, onde reporta que as amostras preparadas somente com gelano baixa acilação (LA), como é o caso do presente trabalho, apresentaram menores médias justamente por não serem tão propensas à perda de líquido, e tendem a formar estruturados mais firmes.

A formulação 75% manga/25% cajá/5% açúcar obteve as maiores médias para os termos “sabor de manga”, “gosto doce” e “aroma de manga” e apresentou similaridade com a formulação 50% manga/50% cajá/5% açúcar nos atributos “brilhante”, e “suculenta” tendo apresentado as maiores pontuações (em torno de 3) para esses termos, bem como as menores pontuações (em torno de 1) para “gosto adstringente”. A similaridade entre estas formulações pode estar associada à adição de 5% de açúcar em ambas, de modo que o ingrediente em questão pode ter mascarado a adstringência das barras, bem como, atuado positivamente na percepção do sabor e do aroma de manga e ainda na percepção da doçura das barras estruturadas de manga e cajá. Ainda neste sentido, o termo “gosto doce” foi o que apresentou maior discrepância entre as quatro formulações avaliadas, com variações de 1 (50% manga/50% cajá/ 5% açúcar) a 3 (75% manga/ 25% cajá/ 5% açúcar), de acordo com o gráfico. Tal achado vai de encontro ao reportado por LEAL *et al.* (2021) e Brunelli e Venturini Filho (2012), que em suas pesquisas ressaltam a percepção do açúcar por parte dos provadores, o que resta evidenciado também pelo teste de aceitação, de modo que as amostras que foram consideradas com maior intensidade de “gosto doce” foram as mais bem aceitas.

A formulação 50% manga/50% cajá/ 0% açúcar apresenta a maior média no que concerne a “gosto adstringente” evidenciando que o aumento no teor de polpa de cajá sem adição de açúcar afeta negativamente a percepção dos provadores, o que é confirmado ao notar a similaridade entre essas amostras nos atributos “sabor de cajá”, “aroma de cajá”.

## **5.4 Avaliação sensorial II**

### **5.4.1 Teste de Ordenação-preferência**

Após a avaliação dos resultados da avaliação sensorial I e determinação das formulações otimizadas a serem adicionadas do extrato, chegou-se às seguintes composições elencadas na figura 9.

**Figura 9** - Diferentes formulações de barra estruturada de cajá e manga adicionadas de extrato de coproduto de caju.



Fonte: Elaborada pela autora (2021).

E25/A0 (Formulação contendo 25% de extrato, sem açúcar). E25/A5 (Formulação contendo 25% extrato e 5% de açúcar). E15/A0 (Formulação contendo 15% extrato, sem açúcar). E15/A5 (15% extrato, 5% de açúcar). E0/A0 (Formulação controle, sem adição de extrato ou de açúcar).

As formulações indicadas na figura acima foram submetidas ao teste de ordenação preferênciã para avaliação sensorial, a fim de evidenciar a preferênciã dos provadores por uma formulação específica em detrimento de outras e a somatória dos valores obtidos pelo teste de ordenação-preferênciã das cinco formulações dos estruturados mistos de manga e cajá adicionados de extrato de coproduto de caju está disposta a tabela abaixo (Tabela 11).

**Tabela 11** - Somatória dos valores obtidos pelo teste de ordenação-preferênciã das diferentes formulações das barras estruturadas com diferentes proporções de açúcar e extrato de coproduto de caju.

Formulações	Somatória dos valores
<b>E25/A0</b>	187 <sup>a</sup>
<b>E25/A5</b>	91 <sup>c</sup>
<b>E15/A0</b>	184 <sup>a</sup>
<b>E15/A5</b>	137 <sup>b</sup>
<b>E0/A0</b>	211 <sup>a</sup>

Fonte: Elaborada pela autora (2021).

E25/A0 (Formulação contendo 25% de extrato, sem açúcar). E25/A5 (Formulação contendo 25% extrato e 5% de açúcar). E15/A0 (Formulação contendo 15% extrato, sem açúcar). E15/A5 (15% extrato, 5% de açúcar). E0/A0 (Formulação controle, sem adição de extrato ou de açúcar); <sup>a, b, c</sup>: Médias com letras iguais, em mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de significância para o teste de Tukey.

A somatória dos valores encontrados para cada amostra (Tabela 11) denota que quanto menor o valor da somatória, maior a preferênciã por determinada formulação, por ter sido atribuído a essa amostra maior frequência na posição 1. Assim, infere-se que a amostra E25/A5, foi a de maior preferênciã, apresentando diferença significativa das demais formulações, sendo

a formulação E25/05 a segunda mais preferida, também diferindo significativamente das demais. Por sua vez, a formulação E0/A0 (controle) foi a que apresentou menor preferência no teste sensorial, contudo, não diferiu estatisticamente de E25/A0 e E15/A0 que não foram adicionadas de açúcar.

Os estruturados de manga e cajá adicionadas do extrato de coproduto de caju apresentam preferência por parte dos consumidores, evidenciando que o extrato bioativo não interfere negativamente na preferência do produto. As formulações com maiores proporções de açúcar e de extrato foram as preferidas, apresentando-se como uma interferência positiva de ambos os ingredientes no sabor dos estruturados mistos, bem como ressaltando a importância sensorial da adição de açúcar e a propensão dos provadores por produtos mais doces, conforme já verificado por LEAL *et al.* (2021), ao avaliar sensorialmente estruturados de frutas.

## **5.5 Caracterização das estruturados mistos de frutas tropicais adicionadas de extrato de coproduto de caju.**

### ***5.5.1 Caracterização físico-química dos estruturados mistos***

A partir do tratamento estatístico das análises realizadas, é possível observar a diferença significativa para todos os parâmetros abordados na Tabela 12, exceto para pH. Quanto ao teor de umidade, observa-se que as formulações diferem estatisticamente entre si, de modo que o açúcar é o componente que demonstra maior influência neste parâmetro. As amostras que não foram adoçadas não diferiram entre si, incluindo a formulação controle, porém, diferem das que tem açúcar. Neste sentido, apesar das variações neste parâmetro compreenderem valores entre 84,66 na formulação E15/A5 e 92,21 na formulação controle (E0/A0), e apresentarem diferença estatística, estão bem próximas aos 93,14 reportados por Carvalho, Nogueira e Mattioto (2015) ao caracterizar estruturados de umbu. Contudo, os elevados teores de umidade encontrados nas barras estruturadas de frutas se devem ao fato de que as mesmas são elaboradas a partir das polpas de frutas, água e extrato líquido, que passaram por um processo de gelificação e, portanto, contam com a água como seu componente majoritário, apresentando assim um teor alto de umidade, como disposto na tabela a seguir.

**Tabela 12** - Médias das análises físico-químicas dos estruturados mistos de cajá e manga adicionados do extrato de coproduto de caju.

Formulações	Análises				
	Umidade	pH	SS	AT	Aa
<b>E25/A0</b>	91,66 ± 0,13 <sup>ab</sup>	4,13 ± 0,05 <sup>a</sup>	2 ± 0 <sup>b</sup>	0,51 ± 0,06 <sup>b</sup>	99,4 ± 0,14 <sup>a</sup>
<b>E25/A5</b>	87,66 ± 2,85 <sup>c</sup>	4,13 ± 0,05 <sup>a</sup>	4 ± 0 <sup>a</sup>	0,50 ± 0,02 <sup>b</sup>	98,7 ± 0,09 <sup>b</sup>
<b>E15/A0</b>	91,53 ± 0,16 <sup>ab</sup>	4,13 ± 0,05 <sup>a</sup>	2 ± 0 <sup>b</sup>	0,45 ± 0,02 <sup>b</sup>	99,5 ± 0,38 <sup>a</sup>
<b>E15/A5</b>	84,66 ± 0,06 <sup>c</sup>	4,10 ± 0 <sup>a</sup>	4,6 ± 0,57 <sup>a</sup>	0,47 ± 0,02 <sup>b</sup>	98,8 ± 0,11 <sup>b</sup>
<b>E0/A0</b>	92,21 ± 0,16 <sup>b</sup>	4,10 ± 0 <sup>a</sup>	1,33 ± 0,57 <sup>b</sup>	0,32 ± 0,01 <sup>a</sup>	99,3 ± 0,26 <sup>a</sup>

Fonte: Elaborada pela autora (2021).

a, b, c: Médias com letras iguais, em mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de significância para o teste de Tukey. pH: potencial hidrogeniônico. SS: em °Brix. AT: acidez total titulável. Aa: Atividade de água.

Não foi observada diferença significativa no pH, que variou de 4,10 a 4,13, classificando as barras estruturadas como ácidas, o que se deve ao fato de que a própria mistura das polpas de manga e cajá apresenta um pH de 3,7, em média. Carvalho, Nogueira e Mattiello (2015) enfatizam que o pH e a acidez do estruturado dependem da acidez da fruta utilizada para elaboração do produto, e que a utilização de frutas ácidas, conseqüentemente dará origem a estruturados também ácidos.

O valor de pH também se encontra similar ao de outros autores, como Danalache (2014), que pesquisou a aplicação de goma gelana em estruturados de frutas e Carvalho *et al.* (2014), que ao desenvolver estruturado de cajá-umbu, encontraram 4,3 e 4,03 para este parâmetro, respectivamente. É importante mencionar ainda que o hidrocolóide gelano é sensível ao pH, apresentando a formação de géis mais fortes em valores baixos dessa variável (LEAL *et al.*, 2021), propondo-se, portanto, mais uma vantagem da utilização desse hidrocolóide na elaboração dos estruturados de manga e cajá.

A acidez titulável, por sua vez, apresentou diferença estatística somente entre a formulação controle (E0/A0) com 0,32 g ácido cítrico/100 g e as demais formulações variando de 0,45 a 0,51g ácido cítrico/100 g. Os valores apresentam-se em consonância com os 0,56g ácido cítrico/100 g mencionados por LEAL *et al.* (2021), e um pouco menores que os 0,63g ácido cítrico/100 g reportados por Costa, J. (2020) e os 0,74 g ácido cítrico/100 g relatados por Benício (2014). O resultado encontrado para a formulação controle pode estar associado à ausência do extrato de coproduto de caju, uma vez que este possui pH maior que o encontrado

nas barras, além de que, onde este foi adicionado, a acidez do extrato se soma com a acidez do produto, o que não ocorre na formulação controle.

O conteúdo de sólidos solúveis apresentou diferença entre as formulações, contudo, essa variação está de acordo com a adição de açúcar, variando de 1,33 (E0/A0) a 4,2°Brix, ao passo que quanto maior a proporção de açúcar na formulação, maior o conteúdo de sólidos solúveis, conforme o esperado já que este componente exerce influência direta no resultado deste parâmetro. Carvalho, Nogueira e Mattiello (2015) e Costa, J. (2020) encontraram 7,47 e 7,53 °Brix para estruturados de umbu e de goiaba, respectivamente, sendo estes, valores superiores aos deste estudo. No entanto, este parâmetro pode ter sido influenciado por algumas variáveis, como o grau de maturidade da manga e do cajá no momento da elaboração das polpas de frutas, da adição ou não do extrato de coproduto de caju, já que este possui conteúdo de SS equivalente às formulações E25/A0 e E15/A0, contribuindo para o aumento deste parâmetro, caso seja adicionado, ou ainda da quantidade de açúcar adicionado à formulação, como evidenciado.

No que tange a atividade de água nas barras estruturadas, as formulações que contêm açúcar apresentaram-se semelhantes entre si ( $p < 0,05$ ), porém, diferiram estatisticamente das que não receberam açúcar, que por sua vez, foram iguais estatisticamente entre si. Conforme esperado, as formulações que foram adoçadas apresentaram menor atividade de água, tendo em vista que o açúcar interage com esta, formando ligações de hidrogênio (BROWN, 2007) e reduzindo a água disponível, ou seja, menos água livre disponível para a ação de microrganismos. Outra justificativa para o comportamento encontrado para a relação entre a atividade de água e o teor de açúcar, é o tipo de hidrocolóide utilizado, quer seja, o gelano, que tem sua capacidade de retenção de água e de redução da permeabilidade e mobilidade da água melhoradas pela adição de açúcar (ZHANG et al., 2015; ZIA, et al., 2017). Cui (2005) associa tal comportamento às interações intermoleculares formadas pelo gelano.

Contudo, apesar da diferença entre as formulações, os valores que variaram de 98,7 (E25/A5; E15/A5) a 99,5 (E25/A0; E15/A0 e E0/A0) corroboram os achados de LEAL et al. (2021), Costa, J. (2020) e Carvalho, Nogueira e Mattiello (2015) que reportam o valor de 0,99 para este parâmetro ao avaliar barras estruturadas de frutas.

Em relação à análise de cor (Tabela 13), de modo geral as formulações não apresentaram diferenças significativas entre os parâmetros, exceto para o parâmetro  $L^*$ , que de acordo com a escala Hunter Lab\*, corresponde à luminosidade, que vai de 0 a 100, representando o brilho ou a quantidade de preto, ou seja, quanto maior o valor de  $L^*$ , maior a intensidade do brilho (COSTA, J., 2020).

**Tabela 13** - Resultado das coordenadas de cor dos estruturados mistos de cajá e manga adicionados do extrato de coproduto de caju.

Formulações	Cor				
	a*	b*	L*	C*	Hue
<b>E25/A0</b>	8,68 ± 0,27 <sup>a</sup>	45,40 ± 0,58 <sup>a</sup>	56,46 ± 0,34 <sup>bc</sup>	46,22 ± 0,61 <sup>a</sup>	79,18 ± 0,22 <sup>a</sup>
<b>E25/A5</b>	8,88 ± 0,35 <sup>a</sup>	45,34 ± 1,85 <sup>a</sup>	54,98 ± 0,69 <sup>d</sup>	46,21 ± 1,87 <sup>a</sup>	78,91 ± 0,22 <sup>a</sup>
<b>E15/A0</b>	8,73 ± 0,20 <sup>a</sup>	45,35 ± 0,28 <sup>a</sup>	57,27 ± 0,12 <sup>ab</sup>	46,18 ± 0,30 <sup>a</sup>	79,10 ± 0,22 <sup>a</sup>
<b>E15/A5</b>	8,86 ± 0,22 <sup>a</sup>	46,49 ± 0,63 <sup>a</sup>	55,73 ± 0,37 <sup>cd</sup>	47,33 ± 0,66 <sup>a</sup>	79,21 ± 0,12 <sup>a</sup>
<b>E0/A0</b>	8,46 ± 0,30 <sup>a</sup>	45,09 ± 2,0 <sup>a</sup>	57,91 ± 0,18 <sup>a</sup>	45,87 ± 2,01 <sup>a</sup>	79,36 ± 0,18 <sup>a</sup>

Fonte: Elaborada pela autora (2021).

a, b, c, d: Médias com letras iguais, em mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de significância para o teste de Tukey. a\* – intensidade de verde (-) e vermelho (+). b\* – intensidade de azul (-) e amarelo (+). L\* – luminosidade (branco puro ao preto puro). C\* – cromaticidade. Hue – ângulo de tonalidade.

Os resultados do parâmetro L\* (luminosidade) variaram de 54,98 (E25/A5) a 57,91 (controle), evidenciando que quanto menor a adição de extrato e açúcar, maior a luminosidade apresentada pela formulação, ou seja, maior a pureza da cor encontrada na amostra, indo de acordo com o constatado por Rocha (2014), que ao avaliar os parâmetros de luminosidade em sucos de caju, relacionou a diferença da luminosidade (escurecimento) de suas amostras ao teor de açúcar. Como neste estudo, a mistura de ingredientes (água, polpas, extrato, açúcar e gelano) são submetidos a aquecimento para ativação da goma gelana, o mesmo deve ter ocorrido. Evidência disso, que as formulações com maior concentração de açúcar (E25/A5 e E15/A5) apresentaram também menor valor de L\*, e a formulação controle por sua vez, que não possui açúcar e extrato, apresentou maior valor para o mesmo parâmetro, sendo assim, mais clara.

Os valores encontrados para L\* podem ser considerados elevados e estão em concordância com os encontrados por LEAL *et al.* (2021), que ao avaliar a luminosidade de estruturados mistos, destaca que a utilização de goma gelana de alta e baixa acilação proporciona maior claridade ao produto, quando comparados a outros hidrocolóides, como o ágar.

Quanto aos demais parâmetros, como já citado, não foram encontradas diferenças significativas. De acordo com Sahin e Sumnu (2006), o parâmetro a\* corresponde à cor verde (se o valor mensurado for negativo) e à cor vermelha (se positivo), e foram encontrados valores entre 8,46 (controle) e 8,68 (E25/A5), de modo que a cor vermelha se sobressai, mesmo não sendo visível, tendo em vista que o baixo valor. O parâmetro b\*, segundo Sahin e Sumnu (2006) corresponde às cores verde (se negativo) e amarelo (se positivo) e apresentou variações entre 45,09 (controle) e 45,49 (E15/A5), o que corrobora a presença visível da cor amarela

apresentada pelas barras e também pelo extrato adicionado. Resultados estes, compatíveis aos achados de Carvalho, Nogueira e Mattioto (2015) que ao caracterizarem a cor em estruturados de umbu, constataram valores de 42,62; 0,03 e 17,52 para os parâmetros L\*, a\* e b\*, respectivamente, e determinaram a cor do seu produto como verde-amarelada.

Por sua vez, o C\* (croma) está relacionado à pureza da cor e os resultados variaram de 45,87 na formulação controle (E0/A0) a 47,33 (E15/A5), porém, não foi constatada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as amostras. Assim como o parâmetro h (hue), que expressa o resultado da tonalidade da cor em graus, quer seja, o ângulo de tonalidade, onde 0°, 90°, 180° e 270°, corresponde às cores vermelho, amarelo, verde e azul, respectivamente (SAHIN; SUMNU, 2006; HUNTERLAB, 2012) que variou de 79,10 (E15/A0) a 79,91 (E25/A5), sem apresentar diferença ao nível de 5% de significância.

### ***5.5.2. Determinação de Ácido Ascórbico e Compostos Fenólicos Totais dos estruturados mistos com adição de extrato de coproduto de caju.***

Os valores de ácido ascórbico encontrados nas formulações adicionadas de 25% de extrato, ou seja, as formulações E25/A5 e E25/A0, diferiram de forma significativa ( $p < 0,05$ ) do controle (E0/A0) e das formulações que receberam apenas 15% de extrato (E15/A5 e E15/A0). Tal achado era esperado, já que à medida que se aumentou a proporção de extrato nas formulações, o conteúdo de ácido ascórbico também apresentou um aumento considerável, uma vez que o extrato adicionado às barras possui  $25,78 \pm 4,63$ mg AA a cada 100 g, portanto, se às formulações E25 foram adicionados 25g de extrato para cada 100 g desta formulação, o esperado era que essas formulações (E25/A5 e E25/A0) apresentassem de 5 a 8 mg AA/100 g a mais que a formulação controle, e que as formulações E15, que tiveram adição de 15g de extrato (E15/A5 e E15/A0) apresentassem de 3 a 6 mg AA/100 g a mais que a formulação controle, e os valores obtidos, encontram-se bem aproximados a estes, conforme evidenciado na Tabela 14.

**Tabela 14** - Médias do conteúdo de ácido ascórbico e compostos fenólicos totais das estruturados mistos de cajá e manga adicionadas do extrato de coproduto de caju.

Formulações	Ácido Ascórbico	Compostos Fenólicos Totais
	(mg AA /100 g)	(mg AGE*/ 100 g)
<b>E25/A0</b>	$49,97 \pm 1,93^a$	$88,05 \pm 3,38^a$
<b>E25/A5</b>	$49,81 \pm 1,85^a$	$83,06 \pm 2,61^{ab}$
<b>E15/A0</b>	$32,13 \pm 6,43^b$	$70,17 \pm 5,55^{abc}$

<b>E15/A5</b>	41,30 ± 1,27 <sup>b</sup>	59,74 ± 5,75 <sup>c</sup>
<b>E0/A0</b>	36,68 ± 0,36 <sup>b</sup>	64,84 ± 6,74 <sup>c</sup>

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

E25/A0 (Formulação contendo 25% de extrato, sem açúcar). E25/A5 (Formulação contendo 25% extrato e 5% de açúcar). E15/A0 (Formulação contendo 15% extrato, sem açúcar). E15/A5 (15% extrato, 5% de açúcar). E0/A0 (Formulação controle, sem adição de extrato ou de açúcar).<sup>a, b, c</sup>: Médias com letras iguais, em mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de significância para o teste de Tukey. AA: Ácido ascórbico. AGE: Ácido Gálico Equivalente.

Ainda em relação à vitamina C, independente da proporção de extrato adicionado, os valores encontrados são elevados, sendo superiores aos reportados por Leal *et al.* (2021), que quantificou 22,42 mg AA/100 g amostra em barra estruturada de cajá e manga, utilizando as mesmas proporções de goma gelana de alta e baixa acilação, aos 29,49 mg/100 g reportados por Costa, J. (2020) para estruturados de goiaba e aos 15,56 mg/100 g quantificados por Carvalho *et al.* (2014) em estruturado misto de umbu e maracujá-do-mato. O resultado encontrado no presente estudo pode ser justificado pela adição do extrato de coproduto de caju, que possui 25,78 mg AA/100 g. O conteúdo de ácido ascórbico quantificado nas barras que receberam o extrato é inclusive, superior ao de frutas, tais: maracujá (19,8mg/100 g) e abacaxi (34,6mg/100 g) e equivalentes ao conteúdo de ácido ascórbico de outras como a laranja lima (44,5 mg/100 g) e a tangerina (48,8mg/100 g), de acordo com os valores determinados na Tabela de Composição de Alimentos (TACO, 2011).

Neste sentido, a utilização do hidrocolóide gelano de baixa acilação em maior proporção (0,75%) pode ter sido um fator preponderante nos resultados encontrados neste estudo, visto que Costa, J. (2020), ao encontrar valores elevados de vitamina C após a digestão gastrointestinal simulada, sugere que o hidrocolóide pode atuar retendo o ácido ascórbico, fazendo uma espécie de microencapsulação, o que de acordo com Zia *et al.* (2017), pode ser realizada visando a redução de perda celulares no decorrer do processamento, bem como no armazenamento de alimentos, podendo, portanto, ter atuado preservando esse composto e justificando esses valores. Assim, ressalta-se a importância do conteúdo de vitamina C nas barras estruturadas e conseqüentemente, da adição de extrato no produto desenvolvido.

Ao submeter o coproduto do caju ao aquecimento, e posterior sonicação, Fonteles (2016) avaliou o conteúdo de ácido ascórbico em coproduto de caju, reportando valores em torno de 200 mg/100 g, em peso seco, logo no início da secagem, contudo, o autor cita que este valor foi diminuindo à medida que o coproduto era exposto ao aquecimento, chegando a 135,00 mg AA/100 g e corrobora com a afirmativa de que este composto, por possuir natureza sensível ao aquecimento, tende a reduzir progressivamente com o tempo de secagem.

Válido, portanto, salientar que o processo de secagem também foi aplicado para obtenção do extrato, além do aquecimento a que a mistura das polpas e demais ingredientes (açúcar, água e extrato) foram submetidos para a ativação do hidrocolóide e elaboração das barras estruturadas. Aquecimentos esses que podem ter exercido influência no conteúdo de vitamina C, que conforme evidenciado, apresenta grande sensibilidade à elevadas temperaturas e ainda assim, as barras apresentaram teores satisfatórios desta vitamina, denotando a importância nutricional dos estruturados mistos de manga e cajá adicionados do extrato de coproduto de caju.

No tocante ao conteúdo de compostos fenólicos totais, como disposto na Tabela 14, as formulações apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para esta análise. Tal resultado era esperado já que o extrato fenólico e o açúcar foram adicionados em diferentes concentrações. Após aplicação da metodologia de Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto (1997), os valores encontrados foram de, 83,06 mg AGE\*/100 g e 68,84 mg AGE\*/100 g, para E25/A5 e E0/A0, respectivamente. Notável, portanto, que de modo geral, nas quatro formulações em que o extrato foi adicionado, à medida que se aumenta a proporção de extrato percebe-se também aumento significativo do conteúdo de compostos fenólicos, com exceção da formulação controle (E0/A0), que apresentou atividade fenólica maior, porém, não significativa ( $p < 0,05$ ) em relação à formulação E15/A5.

É importante salientar que há uma relação inversamente proporcional na proporção açúcar/conteúdo de fenólicos, onde formulações idênticas no teor de extrato (E25/A0 e E25/A5 e E15/A0 e E15/A5), que diferem entre si apenas quanto à adição de açúcar, acabam apresentando uma pequena diferença no conteúdo de fenólicos, de modo que as formulações que recebem açúcar são as que apresentam redução na atividade fenólica. De acordo com Cui (2005), a utilização da goma gelana no intuito de dar consistência às barras estruturadas de manga e cajá possibilita a diminuição entre as interações intra-moleculares e o aumento das interações intermoleculares. Neste âmbito, Zia, *et al.*, (2017) reportam a capacidade de materiais à base de goma gelana de reduzir a permeabilidade e mobilidade da água, podendo ainda, essa capacidade ser melhorada pela interação com o açúcar, o que poderia ser uma justificativa para a interação entre o açúcar e o conteúdo de fenólicos encontrado neste estudo.

Em consonância com os resultados encontrados, Imeson (2010) alega que o gel pode ser fortalecido pela adição de açúcar. O mesmo comportamento foi observado por Zhang et al. (2015) que em seus estudos, ao utilizar o açúcar para enriquecimento das propriedades de gelificação da goma gelana, objetivando a redução do conteúdo de água livre, relataram que a capacidade de retenção da água aumentou com o aumento do teor de sacarose. Com base nisso,

é possível inferir a relação entre o teor de sacarose e a força do gel, o que justifica o comportamento na redução do conteúdo de compostos fenólicos nas formulações adicionadas de açúcar, visto que este atua fortalecendo a rede polimérica, e conseqüentemente o gel formado, o que pode acarretar a dificuldade de quantificar determinados compostos, neste caso, os compostos fenólicos totais, sendo inclusive, uma possível justificativa para os resultados apresentados na formulação controle, visto que a mesma não foi adicionada de açúcar.

O conteúdo de compostos fenólicos totais encontrados foram menores que os apresentados por LEAL *et al.* (2021), quer seja, 191,95 mg AGE/100 g em estruturados e manga e cajá e por Costa, J. (2020) que ao elaborar estruturados de goiaba e quantificar os compostos fenólicos totais constatou conteúdo de 137,32 mg AGE/100 g. Apesar de ser utilizado o mesmo hidrocolóide, a diferença nas formulações empregadas, como a ausência de açúcar e principalmente a água, que foi adicionada na proporção de até 40% no presente estudo, e em contrapartida, não foi adicionada pelos autores supracitados que utilizaram as polpas puras para elaboração das barras.

Apesar de haver uma redução na presença de alguns compostos, a adição da água nas barras estruturadas é fundamental, no sentido de redução de custos no processo de elaboração, uma vez que a quantidade de água adicionada resulta na redução proporcional de polpa de fruta adicionada às formulações. Tratando-se, portanto, de uma diluição amplamente utilizada pela indústria, possibilitando a redução de custos de processo e manutenção da qualidade química e nutricional. Justamente o que pode ser observado na pesquisa em questão, em que mesmo com essa diluição, a qualidade química das barras se apresentam muitas vezes equivalentes a pesquisas onde não foi realizada a diluição.

### 5.5.3 Determinação de Atividade Antioxidante Total através dos métodos ABTS e FRAP

Os valores médios encontrados para a atividade antioxidante por ABTS estão dispostos na Tabela 15 e apresentaram variações entre 5,15  $\mu\text{M}$  Trolox/g (E15/A0) a 7,65  $\mu\text{M}$  Trolox/g (E25/A5). De acordo com a análise estatística, mesmo com essas variações, não houve diferença entre as formulações E25/A0, E25/A5, E15/A5 e E0/A0 ao nível de 5% de significância.

**Tabela 15** - Médias da atividade antioxidante dos estruturados mistos de cajá e manga adicionados do extrato de coproduto de caju pelos métodos ABTS e FRAP.

Atividade Antioxidante Total		
Formulações	ABTS ( $\mu\text{M}$ Trolox/ g)	FRAP ( $\mu\text{M}$ Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / g)

<b>E25/A0</b>	7,64 ± 1,11 <sup>a</sup>	25,52 ± 1,00 <sup>a</sup>
<b>E25/A5</b>	7,65 ± 1,06 <sup>a</sup>	24,41 ± 0,74 <sup>a</sup>
<b>E15/A0</b>	5,15 ± 0,16 <sup>b</sup>	16,47 ± 1,57 <sup>b</sup>
<b>E15/A5</b>	5,69 ± 0,22 <sup>ab</sup>	18,39 ± 0,39 <sup>bc</sup>
<b>E0/A0</b>	7,36 ± 0,19 <sup>ab</sup>	21,70 ± 0,84 <sup>ac</sup>

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

E25/A0 (Formulação contendo 25% de extrato, sem açúcar). E25/A5 (Formulação contendo 25% extrato e 5% de açúcar). E15/A0 (Formulação contendo 15% extrato, sem açúcar). E15/A5 (15% extrato, 5% de açúcar). E0/A0 (Formulação controle, sem adição de extrato ou de açúcar).<sup>a, b, c</sup>: Médias com letras iguais, em mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de significância para o teste de Tukey. ABTS: 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico), FRAP: Poder antioxidante de redução do ferro.

Ao analisar o mesmo produto, contudo, sem a adição do extrato de coproduto de caju, LEAL *et al.* (2021) reportou valores de 6,60  $\mu\text{M}$  Trolox/g de estruturado de cajá e manga, apresentando-se bastante semelhantes aos encontrados no presente trabalho. Do mesmo modo, Costa, J. (2020), ao desenvolver estruturados de goiaba, reporta o valor de 7,58  $\mu\text{M}$  Trolox/g e justifica esse valor pelo fato de haver processamento e congelamento das polpas frutas. Por conseguinte, o mesmo pode ter ocorrido no presente estudo, principalmente pelo fato de que o comportamento do extrato adicionado ainda não é conhecido, ou seja, apesar de possuir compostos que conferem a atividade antioxidante, a estabilidade do extrato ao armazenamento não é conhecida. Costa, J. (2020), também relata sobre a influência da estrutura do gelano na liberação dos compostos responsáveis pela ação antioxidante. Neste contexto, é válido destacar que a diluição da amostra durante o preparo com as soluções de etanol 50% e acetona 70%, não se deu de forma completa, justamente pela presença do hidrocolóide, ou seja, é possível que o processo de estruturação tenha dificultado a quantificação desses compostos.

De modo geral, as barras estruturadas de cajá e manga adicionadas de extrato de coproduto de caju obtiveram bom desempenho quanto à atividade antioxidante determinada por ABTS, estando os resultados encontrados aproximados ao encontrado por Sá (2012) para o mesmo parâmetro, que quantificou valores entre 6,59 e 7,11  $\mu\text{M}$  Trolox/g no suco de caju *in natura*.

Além da quantificação do potencial antioxidante pela metodologia de ABTS, o poder de impedir ou reduzir os processos oxidativos que poderiam ocorrer nos estruturados mistos de manga e cajá foi também avaliado por meio da metodologia de FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power). Thaipong *et al* (2006) em sua pesquisa com extratos obtidos de goiaba, determinaram que o FRAP foi a técnica que apresentou melhor correlação com os grupos fenólicos e conteúdos de ácido ascórbico presente nesta fruta.

Os valores médios dos estruturados mistos para atividade antioxidante por FRAP estão dispostos na Tabela 15 e variaram de 16,47  $\mu\text{M Fe}_2\text{SO}_4/\text{g}$  (E15/A5) a 25,52 $\mu\text{M Fe}_2\text{SO}_4/\text{g}$  (E25/A0), apresentando diferença significativa entre si, de modo que as formulações (E25/A0; E25/A5), que receberam 25% de extrato se sobressaíram às formulações que receberam 15%, apresentando diferença significativa destas, evidenciando potencial aumento significativo da ação antioxidante nas barras que receberam adição de 25% do extrato do coproduto de caju.

O valor encontrado para o controle (E0/A0) certamente está associado ao potencial antioxidante naturalmente presente nas polpas utilizadas para a elaboração das barras, uma vez que o cajá apresenta boa oferta de ácido ascórbico e ainda, conteúdos significantes de taninos (314,78 mg/100 g) e carotenóides (1498,57  $\mu\text{g}/100$  g). (JANICK; PAULL, 2008; SILVINO, SILVA E SANTOS, 2017).

De acordo com os resultados encontrados através da utilização da metodologia FRAP, esta mostrou-se favorável na quantificação do potencial antioxidante tanto no extrato de coproduto de caju, quanto nas barras estruturadas onde foi adicionado o extrato.

## 6 CONCLUSÕES

O desenvolvimento do extrato de coproduto de pedúnculo caju mostrou-se viável devido a sua capacidade antioxidante ser comparável a frutas *in natura*, sendo uma alternativa de aproveitamento integral deste coproduto industrial, agregando valor ao processamento de pedúnculo de caju apresentam-se como alternativa no enriquecimento das barras estruturadas desenvolvidas, uma vez que adicionado nessa proporção, a adição melhora a capacidade antioxidante do produto, agregando valor nutricional a este.

A formulação que recebeu 25% de extrato e 5% de açúcar foi a mais preferida pelos provadores, sendo inclusive a formulação com maior teor de compostos fenólicos e mais elevada capacidade antioxidante.

A junção da goma gelana de alta e baixa acilação mostrou-se eficaz na elaboração das barras estruturadas mistas de manga e cajá, bem como as metodologias CATA e RATA mostraram-se eficazes na avaliação simultânea das características mais importantes na aceitação e na preferência dos provadores, possibilitando a elaboração de uma formulação em conformidade com as características avaliadas como mais importantes pelos provadores, resultando em um produto prático, saudável, funcional e viável economicamente.

## REFERÊNCIAS

- AHMAD, F.; RICHARDSON, MK. Exploratory behaviour in the open field test adapted for larval zebrafish: impact of environmental complexity. **Behavioural Processes**, [s.l.], v. 92, p. 88-98, 2013.
- ALBUQUERQUE, A. C. S; SILVA, A. G. (Ed.). **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 704p.
- 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.
- AMARAL, O. M. R. P. **Pão com elevado teor em amido resistente: desenvolvimento tecnológico e estudo in vivo**. 2016. 125 f. Tese (Doutorado em Doenças Metabólicas e Comportamento Alimentar) - Faculdade de Medicina de Lisboa, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ipbeja.pt/handle/20.500.12207/4755>. Acesso em: 9 mai. 2020.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA: **Brazilian Fruit Yearbook**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2017, 49p.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA: **Brazilian Fruit Yearbook**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2018, 92p.
- ARELLANO-AGUIAR, O. *et al.* Use of the zebrafish embryo toxicity test for risk assessment purpose: case study. **Journal of Fisheriesciences**, v.9, p. 52-62, 2015.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 18th ed. Washington, 2005.
- AZEREDO, H. M. C; BRITO, E. S; MOREIRA, G. A. G; FARIAS, V. L; BRUNO, L. M. 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.
- BARRETO, L. C. O. **Microencapsulamento de compostos fenólicos extraídos de resíduo do processamento de caju (*Anarcadium occidentale* L.)**. 2015. 143f. Tese (Doutorado em Processos Químicos e Bioquímicos) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <http://186.202.79.107/download/microencapsulamento-de-compostos-fenolicos-extraidos-de-residuo-do-processamento-de-caju.pdf>. Acesso em 21 out. 2020.
- BARBA, F.J. *et al.* Current applications and new opportunities for the use of pulsed electric fields in food science and industry, **Food Research International**, v.77, p. 773-798, 2015.
- BENIZIO, E, E, C. Fruta estruturada de acerola e ciriguela adicionada de prebiótico de Kefir. 2014. 70 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Departamento de Ciências Domésticas, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2014. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/7362>. Acesso em: 27 mar. 2019.

BERNARDO, C. O; ASCHERI, J. L. R; CARVALHO, C. W. P. Efeito do ultrassom na extração e modificação de amidos. **Ciência Rural.**, Santa Maria, v.46, n.4, p.739-746, abr, 2016.

BORTOLINI G.A. *et al.* Ações de alimentação e nutrição na atenção primária à saúde no Brasil. **Revista Panamericana de Salud Publica**, v. 44, n. 39, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.26633/RPSP.2020.39>. Acesso em: 18 jan. 2021.

BRASIL. Resolução nº 01, de 07 de janeiro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico Geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Polpa de Fruta (e Suco de Fruta). Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Diário Oficial da União**, Brasília, n. 6, 10 jan. 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Alimentos regionais brasileiros**. 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde, [s.n.], 2015.

BRASIL. RDC nº 45, de 03 de novembro de 2010. Dispõe sobre aditivos alimentares autorizados para uso segundo as Boas Práticas de Fabricação (BPF). **Diário Oficial da União**, Brasília, 05 de nov. 2010.

BRASIL. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. Aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. **Diário Oficial da União**. Brasília, 13 jun. 2013.

BROINIZI, P. R. B. *et al.* Avaliação da atividade antioxidante dos compostos fenólicos naturalmente presentes em subprodutos do pseudofruto de caju (*Anacardium occidentale* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 4, p. 902-908, 2007.

BRONW, L. S.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E.; **Química A Ciência Central**, 9ª ed., Pearson Education do Brasil: São Paulo, 2007.

BRUNELLI, L. T.; VENTURINI FILHO, W. G. Caracterização Química E Sensorial De Bebida Mista De Soja E Uva \*. **Alimentos e Nutrição**, v. 23, n. 3, p. 467–473, 2012.

BUAINAIN, A. M.; BATALHA, M. O. **Cadeia produtiva de frutas**. Brasília: MAPA/SPA, [s.n.], 2007.

CARVALHO, A. V; NOGUEIRA, J. G; ARAÚJO, F. P; MATTA, V. M. Fruta estruturada mista de umbu e maracujá-do-mato. **Comunicado técnico 248**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, [s.n.], 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 taperebá com mamão. **Documentos 306**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, [s.n.], 2007.

CARVALHO, A. V.; MATTIETTO, R. A.; VASCONCELOS, M. A. M. Aproveitamento da casca do bacuri para fabricação de um novo produto. **Comunicado técnico 209**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, [s.n.], 2008.

CARVALHO, A.V., NOGUEIRA, J. G., & MATTIETO, R. DE A. Elaboração e Caracterização de Estruturados de Umbu. Embrapa Amazônia Oriental, [s.n.], 2015. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1026494/1/BPD97.pdf>. Acesso em: 09 out. 2018

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

CHU, HUI-JUAN; WEI, HONG-LIANG; ZHU, JING. Ultrasound enhanced radical graft polymerization of starch and butyl acrylate. **Chemical Engineering and processing: Process intensification**, v.90, p.1-5, 2015.

CONCEA. **Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal. Resolução Normativa Nº 37, de 15 de fevereiro de 2018**. Diretrizes da Prática de Eutanásia. Disponível em: [www.mctic.gov.br/.../concea/...normativas/RN-37-Eutanasia-secao-1-22\\_02\\_18.pdf](http://www.mctic.gov.br/.../concea/...normativas/RN-37-Eutanasia-secao-1-22_02_18.pdf). Acesso em: 22 mai, 2018.

COLLYMORE, C; RASMUSSEN, S; TOLWANI, R. J. Gavaging adult zebrafish. **Journal Visualized Experiment**, v. 78, 2013. DOI: 10.3791/50691. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23962977/>. Acesso em: 14 mar. 2019.

CORRALES, M., BUTZ, P., & TAUSCHER, B. Anthocyanin condensation reactions under high 680 hydrostatic pressure. **Food Chemistry**, v. 110, n. 3, p. 627–635, 2008.

COSTA, J. L DA. *et al.* Sensory characteristics of structured guava (*Psidium guajava*): comparison of optimized descriptive profile, cata and sensory acceptance methods. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 40, n. 2, p. 496-502, 2020.

COSTA, M. S; ALMEIDA, F. A. C; COELHO, B. E. S; COSTA, J. D. S; NETO, A. F. Composição química da manga Ataulfo em diferentes estádios de maturação. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 5, n. 1, 2020.

CPT, Cultivo de manga: clima, temperatura, solo e colheita. **Plataforma CPT Cursos**. [s.l.], [s.n.]. Disponível em: <https://www.cpt.com.br/cursos-fruticultura-agricultura/artigos/cultivo-de-manga-clima-temperatura-solo-e-colheita>. Acesso em: 14 abr. 2021

CRISÓSTOMO, L. A.; NAUMOV, A. (Org.). **Adubando para alta produtividade e qualidade: fruteiras tropicais do Brasil**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, [s.n.], 2009.

CUI, S. W. (Ed.). **Food carbohydrates: chemistry, physical properties, and applications**. Boca Raton, United States: CRC Press, 2005.

CUNHA, J. P. Cunha frutas e verduras. Itajaí, SP: 2018. Disponível em: <http://cunhacomerciodefrutas.com.br/product/caja/>. Acesso em: 14 abr. 2021.

DAMMSKI, A. P; MÜLLER, B. R; GAYA, C; REGONATO, D. **Zebrafish: manual de criação em biotério**. Curitiba: Ufpr, [s.n.], 2011. 106 p.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DANALACHE, F. A. **Novel Ready-to-eat Mango Product using Gellan Gum as Gelling Agent: Physico-chemical, Microbial and Sensory Characteristics**. 2014. 182 f. Tese (Doutorado em Química Sustentável) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2014.

FERREIRA, L; PINTO, L. S. R. Estruturados de cajá-manga (*spondias dulcis*) com diferentes hidrocoloides. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, v. 14, n. 25, p. 33-41, [s.n.], 2017.

FIGUEIREDO, E. A. **Aplicação da espectrometria de massas para o estudo químico da fração acetato do vinho tinto Syrah do Vale do São Francisco e estudo da sua atividade antioxidante e anti-hipertensiva**. 2017. 151 p. Tese (Doutorado em Farmacoquímica) – Universidade Federal da Paraíba, 2017.

FONTELES, T. V. *et al.* Ultrasound processing to enhance drying of cashew apple bagasse puree: Influence on antioxidant properties and in vitro bioaccessibility of bioactive compounds. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 31, p. 237–249, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ultsonch.2016.01.003>.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Global food losses and food waste: Extent, causes and prevention**. Rome, Italy: FAO, [s.n.], 2011.

GELLAN. **Estrutura de dois tipos de goma de gelano**. [s.l.], [s.n.], 2018. Disponível em: [http://www.tech-way-cn.com/index\\_en.html](http://www.tech-way-cn.com/index_en.html). Acesso em: 26 mai. 2019.

GORDON, A; FRIEDRICH, M; MATTA, V. M; MOURA, C. F. H; MARX, F. Changes in phenolic composition, ascorbic acid and antioxidant capacity in cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) during ripening. **Fruits**, v. 67, n. 4, p.267-276, 2012.

GRIZOTTO, R. K; BRUNS, R. E; AGUIRRE, J. M; BATISTA, G. 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**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 158-164, jan./mar. 2005.

HILL, A. J; TERAOKA, H; HEIDEMAN, W; PERTERSON, R. E. Zebrafish as a model vertebrate for investigating chemical toxicity. **Toxicological Sciences**. v. 86, p. 6-19, 2005

HOWE, K. *et al.* The zebrafish reference genome sequence and its relationship to the human genome. **Nature**, 496:498-503. 2013.

HUANG, D; OU, B; PRIOR, R. L. The Chemistry behind Antioxidant Capacity Assays. J. 2005. **Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, 1841-1856, 2005.

HUANG, Y; ZHANG, J; HAN, X; HUANG, T. The use of zebrafish (*Danio rerio*) behavioral responses in identifying sublethal exposures to deltamethrin. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v.11, p. 3650-3660, 2014.

HUNTERLAB. **Measuring color using Hunter L, a, a versus CIE 1976 L\* a\* b\* - AN 1005b**. [s.l.], [s.n.], 2012. Disponível em: <https://support.hunterlab.com/hc/en-us/articles/204137825-Measuring-Color-using-Hunter-L-a-b-versus-CIE-1976-L-a-b-AN-1005b>. Acesso em: 18 nov. 2020.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo: Imesp, 2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4<sup>a</sup> ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2018. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: Estatística da Produção Agrícola [online], [s.l.], [s.n.]. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2415/epag\\_2018\\_dez.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2415/epag_2018_dez.pdf). Acesso em: 14 abr. 2019.

IMESON, A. **Food stabilisers, thickeners, and gelling agents**. Oxford, England: Wiley-Blackwell, 2010.

JANICK, J.; PAULL, R. E. (Ed.). **The encyclopedia of fruit and nuts**. London, UK: CABI, 2008.

KUO, M. S.; MORT, A. J.; DELL, A. Identification and location of l-glycerate, an unusual acyl substituent in gellan gum. **Carbohydrate Research**, v. 156, p. 173–187, 1986.

LABOISSIÈRE, P. **Vigitel: um em cada três brasileiros consome frutas e hortaliças regularmente**. Agência Brasil, Brasília, 17 abr. 2017. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2017-04/vigitel-um-em-cada-tres-brasileiros-consome-frutas-e-hortalicas-regularmente>. Acesso em: 04 mai. 2019.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, London, v. 45, n. 4, p. 1390-1393, 1997.

LEAL, A. R. *et al.* Elaboration of mixed structured fruit formulations with agar and gellan gum: Texture, physicochemical, and sensory properties. **International Journal and Food Science**, 23 (2021) 100294. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100294>.

LIMA, J. da S. S. **Estruturado de graviola (*annona muricata*, L.) adicionado de extrato bioativo de acerola: desenvolvimento, avaliação de componentes bioativos, caracterização sensorial e efeito biológico**. 2018. 115f. Projeto de doutorado (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018

LIMA, A. C de S. **Liofilização de extrato fenólico de coproduto do processamento de pedúnculo do caju**. 2019. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de

Alimentos) – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

LINS, A. C. A; CAVALCANTE, D. T. B; AZOUBEL, P. M; MELO, E. A; MACIEL, M. I. S. Effect of hydrocolloids on the physicochemical characteristics of yellow mombin structured fruit. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 34, n. 3, 456-463, jul-set. 2014.

LORENZI, H; BACHER, L; LACERDA, M; SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas: de consumo in natura**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006. 672p.

McCORD, J. M. The evolution of free radicals and oxidative stress. **The American Journal of Medicine**, v. 108, n. 08, p. 752-659, 2000. DOI: 10.1016/s0002-9343(00)00412-5. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10856414/>. Acesso em: 01 mar. 2019.

MACIEL, A. G. S. *et al.* Microencapsulation of *Annona squamosa* L. (Annonaceae) seed extract and lethal toxicity to *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae). **Industrial Crops And Products**, v. 127, p.251-259, Jan. 2019. DOI: 10.1016/j.indcrop.2018.10.084. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669018309579>. Acesso em: 07 ago. 2019.

MAGALHÃES, F.E.A. *et al.* **Adult zebrafish (Danio rerio): an alternative behavioral model of formalin-induced nociception**. **Zebrafish**, v. 14, n. 5, p. 422-429, Jul. 2017. DOI: 10.1089/zeb.2017.1436, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28704145/>. Acesso em: 03 mar. 2020.

MARQUES, A; CHICAYBAM, G; ARAÚJO, M. T; MANHÃES, L. R. T; SABAA-SRUR, A. U. D. Composição centesimal e de minerais de casca e polpa de manga (*Mangifera indica* L.) cv. Tommy Atkins. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32 n. 4, p. 1206-1210, 2010.

MILANI, J.; MALEKI, G. Hydrocolloids in Food Industry. *In*: VALDEZ, B. (Ed.). **Food Industrial Processes: Methods and Equipment**. Rijeka, Croatia: InTech, 2012. China: Intech. Disponível em: <https://www.intechopen.com/books/food-industrial-processes-methods-and-equipment/hydrocolloids-in-food-industry>. Acesso em: 12 dez. 2020.

MINIM, V. P. R. **Análise Sensorial: Estudos com consumidores**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2016. 332 p.

MISSAGIA, S. V.; REZENDE, D. C. A alimentação saudável sob a ótica do consumidor: identificando segmentos de mercado. *In*: ENCONTRO DA ANPAD, 35, 2011, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: ANPAD, 2011, p. 1-17.

MORAIS, A. R. S. **Avaliação do potencial antioxidante do sapoti (*Manilkara zapota* L.)**. 2018, 53f. Trabalho de Conclusão de Curso ( Graduação em Tecnologia em Alimentos) – Tecnologia em Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

MOREIRA, A. C. C. G. *et al.* Fitoquímicos bioativos em frutos de genótipos de cajá-umbuzeiras. **Alimentos e Nutrição**, v. 23, n. 2, p. 235-241, abr.-jun. 2012.

MOREIRA, J. S. A; SOUZA, M. L; ARAÚJO NETO, S. E; SILVA, R. F. Estudo da estabilidade microbiológica e fisico-quimica de polpa de cupuaçu desidratada em estufa **Revista Caatinga, Mossoró**, v. 24, n. 2, p. 26-32, abr.-jun., 2011.

NACZK, M., & SHAHIDI, F. Phenolics in cereals, fruits and vegetables: occurrence, extraction and analysis. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 41, n. 5, 1523-1542, 2006.

NETO, J. R. C. Aspectos de qualidade de frutos de cajá-mangueira: uma revisão. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 21, n. 1, mai.-set., 2019. Doi: <https://doi.org/10.30945/rcr-v21i1.311>. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:ZzjvScanmiwJ:revista.urcamp.tche.br/index.php/RCR/article/download/311/pdf+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 01 mar. 2021.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO. Universidade Estadual de Campinas. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 4. ed. Campinas: Nepa-unicamp, 2011.

OECD guideline for testing acute toxicity in fishes, Test No. 9 f. 1992. Disponível em: <https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-assessment/1948241.pdf>. Acesso em: 31 de março de 2020.

OLIVEIRA, D. S. *et al.* Carotenoids and vitamin C during handling and distribution of guava (*Psidium guajava* L.), mango (*Mangifera indica* L.), and papaya (*Carica papaya* L.) at commercial restaurants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, n. 10, p.6166-6172, 2010.

OLIVEIRA, J. A. R; CARVALHO, A. V; MOREIRA, D. K. T; MARTINS, L. H. S. Elaboração e caracterização de estruturado obtido de polpa concentrada de cupuaçu. **Revista de Ciências Agrárias**, v.53, n.2, p.164-170, jul-dez 2010.

OLIVEIRA, J. A. R; CARVALHO, A. V; MARTINS, L. H. S; MOREIRA, D. K. T. Elaboração e caracterização físico-química e sensorial de estruturados de polpa concentrada de abacaxi. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara v. 23, n. 1, p. 23-31, 2012.

PAIVA, F. F. A.; GARRUTI, D. S.; SILVA NETO, R. M. **Aproveitamento Industrial do caju**. Fortaleza: Embrapa-CNPAT/SEBRAE/CE, 2000. 88p.

PANTELIDIS, G. E; VASILAKAKIS, M; MANGANARIS, G; DIAMANTIDIS, G. Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries. **Food Chemistry**, v. 102, n. 3, p. 777–783, jan. 2007.

PATHARE, P. B.; OPARA, U. L.; AL-SAID, F. A. Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. **Food and Bioprocess Technology** v. 6, p. 36–60, 2013.

PEREDA, J. A. O. (Org.). **Tecnologia de Alimentos**: componentes dos alimentos e processos. Porto Alegre: Artmed, 2005.

PLAEHN, D. CATA penalty/reward. **Food Quality and Preference**, v. 24, p. 141–152, 2012.

POMMER, C. V; BARBOSA, W. The impact of breeding on fruit production in warm climates of Brazil **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n. 2, p.612-634, 2009.

PONTES, C. **Efeito de revestimento a base de xiloglucano enriquecido com extrato antioxidante do subproduto do caju sobre o amadurecimento de goiabas**. 2019. 85f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/45798>. Acesso em: 15 set. 2020.

QUEIROZ, C.; LOPES, M.L.M.; FIALHO, E.; MESQUITA, V.L.V. Changes in bioactive compounds and antioxidant capacity of fresh-cut cashew apple. **Food Research International**, v. 44, n. 5, p.1459-1462, 2011.

RIBEIRO, G. D. **Algumas espécies de plantas reunidas por famílias e suas propriedades**. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2010.

ROCHA, E. M. *et al.* Obtenção do suco de caju atomizado através do controle das condições de secagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.6, p.646–651, 2014.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Natural foods pigments and colorants. **Current Opinion in Food Science**, v. 7, p. 20-26, 2016.

ROSELLÓ-SOTO, E. *et al.* Emerging opportunities for the effective valorization of wastes and by-products generated during olive oil production process: Non-conventional methods for the recovery of high-added value compounds. **Trends in Food Science & Technology**, v. 45, n. 2, 296–310, 2015.

RUFINO, M. S. M. *et al.* Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, n. 4, p.996-1002, 2010.

RUFINO, M.S.M; ALVES, R. E; BRITO, E. S; MORAIS, S. M; SAMPAIO, C. G; PÉREZ-GIMENEZ, J; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia Científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS+. **Comunicado Técnico, 128**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007.

SAHIN, S.; SUMNU, S. G. **Physical properties of foods**. Springer: New York, 2006. 254p. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=v854Fu2D7VUC&oi=fnd&pg=PA1&dq=SAHIN,+S.+%3B+SUMNU,+S.+G.+Physical+properties+of+foods.+Springer:+New+York,+2006.&ots=FznWCx7kik&sig=SNBzqVvyzc8BkhSUyZgi8nRIV4#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 18 nov. 2020.

SANTOS, C. N. P. **Elaboração de um estruturado de polpa de manga (*Mangifera indica* L. cv Tommy Atkins) parcialmente desidratada por osmose**. 2003. 97 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003).

SARTORI, J. A. S. **Cinética Química do decaimento de cor ICUMSA de caldo de cana-de-açúcar por reação de oxidação com peróxido de hidrogênio em reatores de fase homogênea**. 2014. 116 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiza de Queiroz”. Universidade de São Paulo, 2014. Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11138/tde-04052016-153020/publico/Nathalia\\_Torres\\_Correa\\_versao\\_revisada.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11138/tde-04052016-153020/publico/Nathalia_Torres_Correa_versao_revisada.pdf). Acesso em: 17 mai. 2019.

SCHAFRANSKI, K. *et al.* Avaliação de compostos bioativos e atividade antioxidante de extratos de folhas de amoreira preta (*Morus nigra* L.) utilizando planejamento experimental. **Química Nova**, v. 42, n. 7, p. 736-744, 2019.

SHEWFELT, R. L., THAI, C. M.; DAVIS, J. W. Prediction of changes in color of tomatoes during ripening at different constant temperatures. **J. Food Science**. v. 53, p. 1433-1437, 1988.

SILVA, A. A.; BARBOSA JUNIOR, J. L.; BARBOSA, M. I. M. J. Farinha de banana verde como ingrediente funcional em produtos alimentícios. **Ciência Rural**, v. 45, n. 12, p.2252-2258, 2015.

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, L. R. *et al.* Estimativa e causas de perdas pós-colheita de frutas frescas na Microrregião de Chapadinha, MA, Brasil. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 12, n. 4, p. 288-299, 2018.

SILVINO, R. C. A. S; SILVA, G. C. T; SANTOS, O. V. Qualidade nutricional e parâmetros morfológicos do fruto cajá (*Spondias Mombin* L.) **Revista Desafios**, v. 04 ,n. 02, 2017.

SOARES, E. B. *et al.* Caracterização física e química de frutos de cajazeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, p.518-519, 2006.

SOGI, D. S; SIDDIQ, M; ROIDOUNG, S; DOLAN, R. D. Total phenolics, carotenoids, ascorbic acid, and antioxidant properties of fresh-cut mango (*Mangifera indica* L., cv. Tommy Atkin) as affected by infrared heat treatment. **Journal of Food Science**, v. 77, n. 11, p.1197-1202, 2012.

SOUSA, A. N. S. *et al.* Perdas pós-colheita de hortaliças no mercado varejista de Chapadinha, Maranhão, Brasil. **Agrotropica**. v. 30, n. 2, p. 127-134, 2018.

SOUZA, V. R; PEREIRA. P. A. P; QUEIROZ, F; BORGES, S. V; CARNEIRO, J. D. S. Determination of bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Cerrado Brazilian fruits. **Food Chemistry**, v. 134, p. 381–386, 2012.

STASOFT, Inc. (2004). Statistica (data analysis software system), version 7.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. 3rd ed. New York: Academic Press. 2004.

STORCK, C; NUNES, G. L; OLIVEIRA, B. B; BASCO, C. Folhas, talos, cascas e sementes de vegetais: composição nutricional, aproveitamento na alimentação e análise sensorial de preparações. **Ciência Rural**, v. 43, n. 3, p.537-543, 2013.

STROHECKER, R.; HENNING, H.M. **Análises de vitaminas: métodos comprovados**, Madrid: Paz Montolvo, 1967. 428 p.

Tabela brasileira de Composição de Alimentos-TACO/ NEPA. UNICAMP. 4ª edição. rev. e ampl. NEPA- UNICAMP. 2011. Disponível em:  
[http://www.nepa.unicamp.br/taco/contar/taco\\_4\\_edicao\\_ampliada\\_e\\_revisada.pdf?arquivo=taco\\_4-versao\\_ampliada\\_e\\_revisada.pdf](http://www.nepa.unicamp.br/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf?arquivo=taco_4-versao_ampliada_e_revisada.pdf). Acesso em: 11. nov. 2020

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

VASCONCELOS, C. M. MARTINS, J. F. L; RAFAEL, V. C; FERREIRA, C. L. L. F. Desenvolvimento e avaliação sensorial de sobremesa láctea potencialmente simbiótica. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 68, n. 391, p. 11-17, 2013.

VERRUCK S; PRUDENCIO E.S; SILVEIRA S.M. Compostos bioativos com capacidade antioxidante e antimicrobiana em frutas. **Revista CSBEA**, 4(1): 111-124, jul. 2018. DOI: 10.5965/24473650412018111. Disponível em:  
<https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:oSo4ueAcfXYJ:https://www.revista.s.udesc.br/index.php/revistacsbea/article/download/13312/9628/49144+&cd=3&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 18 nov. 2020.

VIEIRA, D. J. V. **Análise da procedência e da sazonalidade da “salada de frutas” catarinense: um estudo de caso na central de abastecimento do estado de santa catarina – CEASA/SC (unidade são José)**. 2017. 42f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Gastronomia) – Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

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

VISSOTTO, L. C; RODRIGUES, E; CHISTÉ, R. C; BENASSI, M. T; MERCADANTE, A. Z. Correlation, by multivariate statistical analysis, between the scavenging capacity against reactive oxygen species and the bioactive compounds from frozen fruit pulps. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 33, n. 1, p.57-65, fev. 2013.

VIZZOTTO, M.; PEREIRA, M.C. Amora-preta (*Rubus* sp.): otimização do processo de extração para determinação de compostos fenólicos antioxidantes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 4, p. 1209-1214, 2011.

VOORPOSTEL, C. R. **Caracterização sensorial, percepção de doçura e estudos de consumidor de néctares de uva analisados por equipes de avaliadores tabagistas e não tabagistas**. 2014. 162 p. Tese (Doutorado em Alimentos) – Universidade Estadual de

Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, 2014. Disponível em: [http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/CAMP\\_1ab4873fe2b20d31f47d0a3e17e429ed](http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/CAMP_1ab4873fe2b20d31f47d0a3e17e429ed). Acesso em: 29 ago. 2019.

WEI, ZUO-FU; XI-QING WANG; XIAO PENG; WEI WANG. Fast and green extraction and separation of main bioactive flavonoids from Radix Scutellariae. **Industrial Crops and Products**, v. 63, p. 175-181, 2015.

WUSTENBERG, T. **Cellulose and cellulose derivatives in the food industry**: fundamentals and applications. Weinheim, Germany: Wiley-VCH, 2015.

XLSTAT (2017). XLSTAT-PRO User's Guide, version 1.0. Addinsoft Inst Inc, NY, USA.

ZHANG, W. *et al.* Dielectric properties and other physical properties of low-acyl gellan gel as relevant to microwave assisted pasteurization process. **Journal of Food Engineering**, Netherlands, v. 149, p. 195–203, 2015.

ZHAO, J. *et al.* Osmotic dehydration pretreatment for improving the quality attributes of frozen mango: effects of different osmotic solutes and concentrations on the samples. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 49, n. 4, p. 960-968, 2014.

ZIA, K. M. *et al.* Recent trends on Gellan Gum blends with natural and synthetic polymers: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*. [s.l.], [s.n.], 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.11.099>.

**APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO E  
FICHA PARA RECRUTAMENTO DE PROVADORES**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

**Título do Projeto:** Desenvolvimento de estruturado misto de cajá e manga

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar da pesquisa sob a responsabilidade do pesquisador Raimundo Wilane de Figueiredo, que visa desenvolver um estruturado de frutas (cajá e manga). Sua participação é voluntária e se dará por meio da degustação (prova) do estruturado e expressão da sua opinião de acordo com as orientações dos testes sensoriais. Portanto, se você tiver algum problema com relação à ingestão de açúcares, manga, cajá, como INTOLERÂNCIA, ALERGIA OU QUALQUER OUTRO PROBLEMA **NÃO** poderá participar da pesquisa. Se você aceitar participar, estará contribuindo para desenvolvimento de um novo produto. Você pode desistir a qualquer momento desta pesquisa mesmo tendo consentido a sua participação, sem nenhum prejuízo à sua pessoa. O (A) Sr. (a) não terá nenhuma despesa e também não receberá nenhuma remuneração. A sua identidade foi preservada e a divulgação das informações obtidas foi feita entre os profissionais estudiosos do assunto. Para qualquer outra informação, o (a) Sr. (a) poderá entrar em contato com os pesquisadores no endereço Av. Mister Hull, 2977, Bloco 852, ou pelo telefone (85) 33669738.

O abaixo assinado, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ anos, RG nº

\_\_\_\_\_ declara que é de livre e espontânea vontade que está participando como voluntário da pesquisa. Eu declaro que li cuidadosamente esse Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e que, após sua leitura tive a oportunidade de fazer perguntas sobre o conteúdo do mesmo, como também, sobre a pesquisa e recebi explicações que responderam por completo minhas dúvidas. Sei que poderei retirar meu consentimento qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Fortaleza, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do voluntário

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador

## APÊNDICE B – FICHA DE ACEITAÇÃO E INTENÇÃO DE COMPRA

Nome: \_\_\_\_\_

P: \_\_\_\_\_

AMOSTRA: \_\_\_\_\_

1. Você recebeu uma amostra de estruturado misto de cajá e manga, por favor, **PROVE** a amostra e indique o quanto gostou ou desgostou de forma GLOBAL, da APARÊNCIA e do SABOR, utilizando a escala abaixo:

AVALIAÇÃO GLOBAL	APARÊNCIA	SABOR
<input type="checkbox"/> gostei extremamente	<input type="checkbox"/> gostei extremamente	<input type="checkbox"/> gostei extremamente
<input type="checkbox"/> gostei muito	<input type="checkbox"/> gostei muito	<input type="checkbox"/> gostei muito
<input type="checkbox"/> gostei moderadamente	<input type="checkbox"/> gostei moderadamente	<input type="checkbox"/> gostei moderadamente
<input type="checkbox"/> gostei ligeiramente	<input type="checkbox"/> gostei ligeiramente	<input type="checkbox"/> gostei ligeiramente
<input type="checkbox"/> não gostei nem desgostei	<input type="checkbox"/> não gostei nem desgostei	<input type="checkbox"/> não gostei nem desgostei
<input type="checkbox"/> desgostei ligeiramente	<input type="checkbox"/> desgostei ligeiramente	<input type="checkbox"/> desgostei ligeiramente
<input type="checkbox"/> desgostei moderadamente	<input type="checkbox"/> desgostei moderadamente	<input type="checkbox"/> desgostei moderadamente
<input type="checkbox"/> desgostei muito	<input type="checkbox"/> desgostei muito	<input type="checkbox"/> desgostei muito
<input type="checkbox"/> desgostei extremamente	<input type="checkbox"/> desgostei extremamente	<input type="checkbox"/> desgostei extremamente

2. Marque na escala de **INTENÇÃO DE CONSUMO** o grau de certeza com que comeria ou não esta amostra.

- comeria sempre  
 comeria frequentemente  
 comeria ocasionalmente  
 comeria raramente  
 nunca comeria

3. Abaixo estão listados vários termos. Marque **TODOS** os termos que **CARACTERIZAM** a amostra. Somente nos termos que marcou, insira o grau de intensidade, variando de **POUCO** (1) a **MUITO** (5).

Termos	Pouco					Muito
<input type="checkbox"/> Cor pálida	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )	
<input type="checkbox"/> Cor amarelada	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )	
<input type="checkbox"/> Brilhante	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )	
<input type="checkbox"/> Presença de líquido	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )	
<input type="checkbox"/> Aroma doce	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )	
<input type="checkbox"/> Aroma ácido	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )	
<input type="checkbox"/> Aroma frutado	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )	
<input type="checkbox"/> Aroma de manga	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )	
<input type="checkbox"/> Aroma de cajá	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )	
<input type="checkbox"/> Aroma de caju	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )	
<input type="checkbox"/> Quebradiço	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )	
<input type="checkbox"/> Suculento	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )	
<input type="checkbox"/> Homogêneo	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )	
<input type="checkbox"/> Heterogêneo	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )	
<input type="checkbox"/> Gosto doce	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )	
<input type="checkbox"/> Gosto ácido	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )	
<input type="checkbox"/> Gosto adstringente	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )	
<input type="checkbox"/> Sabor de manga	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )	
<input type="checkbox"/> Sabor de cajá	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )	
<input type="checkbox"/> Sabor de caju	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )	
<input type="checkbox"/> Sabor frutado	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )	

## APÊNDICE C – FICHA DE ESCALA DO IDEAL

### Escala do Ideal

Abaixo estão listados vários termos da barra estruturada de cajá e manga. Marque todos os termos que caracterizam uma barra estruturada **IDEAL** para você.

- |  |   |  |
|--|---|--|
| <input type="checkbox"/> Homogênea           | <input type="checkbox"/> Pegajosa               | <input type="checkbox"/> Gosto Ácido (azedo) |
| <input type="checkbox"/> Brilhante           | <input type="checkbox"/> Adstringente           | <input type="checkbox"/> Gosto Doce          |
| <input type="checkbox"/> Cor Pálida          | <input type="checkbox"/> Arenosa                | <input type="checkbox"/> Sabor de Fruta      |
| <input type="checkbox"/> Cor amarelada       | <input type="checkbox"/> Quebradiça             | <input type="checkbox"/> Sabor de manga      |
| <input type="checkbox"/> Cor alaranjada      | <input type="checkbox"/> Suculenta              | <input type="checkbox"/> Sabor de cajá       |
| <input type="checkbox"/> Presença de líquido | <input type="checkbox"/> Aroma Frutado          | <input type="checkbox"/> Sabor de caju       |
| <input type="checkbox"/> Firme               | <input type="checkbox"/> Aroma Ácido (azedo)    | <input type="checkbox"/> Sabor Estranho      |
| <input type="checkbox"/> Mole                | <input type="checkbox"/> Aroma Doce             | <input type="checkbox"/> Outros _____        |
| <input type="checkbox"/> Macia               | <input type="checkbox"/> Aroma de goiaba        |  |
| <input type="checkbox"/> Gelatinosa          | <input type="checkbox"/> Aroma de goiaba cozida |  |

## ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
CEARÁ/ PROPESQ



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Desenvolvimento de produtos de frutas tropicais utilizando hidrocolóides: retenção de componentes com potencial bioativo e avaliação sensorial

**Pesquisador:** Paulo Henrique Machado de Sousa

**Área Temática:**

**Versão:** 4

**CAAE:** 56393715.5.0000.5054

**Instituição Proponente:** Instituto de Cultura e Arte

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.829.642

#### Apresentação do Projeto:

Trata-se de um projeto coordenado pelo professor Paulo Henrique Machado de Sousa, do Curso de Gastronomia do Instituto de Cultura e Arte da UFC. Este consiste em produzir fruta estruturada (barra de fruta) a partir de frutas tropicais, utilizando goma gelano e agar-agar isolados ou combinados. A estabilidade desses produtos será monitorada por meio de testes reológicos e sinérise, além da quantificação dos antioxidantes totais, bioacessibilidade dos componentes bioativos e realização de avaliações sensoriais, sendo utilizados testes afetivos e descritivos quantitativos simplificados. A análise sensorial será composta das seguintes etapas: 1ª etapa: 2 sessões de grupo com foco com um total de 16 a 20 voluntários (de 8 a 10 voluntários por sessão), de ambos os sexos, com idade variando de 18 a 60 anos, entre estudantes e professores do Curso de Gastronomia da Universidade Federal do Ceará. As sessões ocorrerão em sala climatizada com mesas dispostas na forma circular de forma a permitir ampla interação entre todos os participantes, contando com um moderador e dois assistentes. O moderador ao início da sessão apresentará quatro amostras a serem avaliadas, enfatizando a importância da opinião de cada participante na sessão e a importância das respostas de cada um, seguindo roteiro de perguntas a ser elaborado sobre a utilização dos produtos. Os participantes também serão orientados a responderem um breve questionário com perguntas de natureza sócio-econômicas,

Endereço: Rua Cel. Nunes de Melo, 1000  
 Bairro: Rodolfo Teófilo CEP: 60.430-275  
 UF: CE Município: FORTALEZA  
 Telefone: (85)3366-8344 E-mail: comape@ufc.br

Continuação do Plano: 1.029.642

contendo perguntas sobre idade, sexo, escolaridade, frequência de consumo de frutas, condições médicas (alergias a alimentos, diabetes), e sobre as suas preferências e hábitos de consumo de frutas. Cada sessão terá tempo médio de 60 minutos.

2ª etapa: seleção dos provadores por meio da Análise Descritiva Quantitativa Otimizada, Serão distribuídos 25 questionários de recrutamento entre estudantes e servidores da UFC, de ambos os sexos, com idades variando de 18 a 60 anos. Os provadores que se dispuserem a participar voluntariamente dos testes passarão para as etapas posteriores de seleção. A seleção dos provadores será realizada utilizando testes de discriminativos (Reconhecimento de Gostos Básicos (salgado (cloreto de sódio 4 g/L), doce (sacarose 24g/L), ácido (ácido cítrico 1 g/L) e da sensação adstringente (ácido tânico 0,5 g/L). Cada sessão terá tempo médio de 20 minutos.) em seguida de três sessões de Testes Triangulares, onde receberão duas amostras iguais e uma diferente e terão que marcar a amostra diferente. Cada sessão terá tempo médio de 10 minutos, totalizando 30 minutos.), considerando aprovados aqueles que conseguirem acertarem no mínimo 75% das respostas.

3ª etapa: sessão de familiarização com os termos e associação com os materiais de referência para cada atributo; 4ª etapa: e análise do produto (barra de cereal). As quatro amostras serão apresentadas codificadas com três dígitos aleatoriamente, servidas em copos plásticos acompanhado de colher plástica. Esta etapa contará com 16 a 20 voluntários selecionados nas etapas anteriores, de ambos os sexos, com idade variando de 18 a 60 anos. Cada provador avaliará todas as amostras, em três sessões de repetição.

#### Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Geral: Aumentar o tempo de armazenamento de frutas tropicais através do desenvolvimento de estruturados com os hidrocolóides goma gelana e agar agar, separadamente, mantendo as propriedades sensoriais e componentes bioativos das frutas frescas.

Objetivo Secundário: - Desenvolver frutas estruturadas a partir de frutas tropicais com os hidrocolóides goma gelana e agar-agar, aprovados para alimentos separadamente e combinados, através do estudo de proporção de fruta/hidrocolóide e entre hidrocolóides no caso da combinação dos mesmos;- Aplicar revestimento comestível a base de goma gelana para melhorar as características sensoriais das frutas estruturadas;- Caracterizar as propriedades reológicas, textura e capacidade de retenção de água das frutas estruturadas;- Quantificar a retenção e bioacessibilidade de componentes bioativos e antioxidantes nos produtos elaborados;- Avaliar as frutas estruturadas com métodos sensoriais afetivos e descritivos quantitativos.

Endereço: Rua Cel. Nunes de Melo, 1000  
 Bairro: Rodolfo Teófilo CEP: 60.430-275  
 UF: CE Município: FORTALEZA  
 Telefone: (85)3366-8344 E-mail: comspe@ufc.br

Continuação do Parecer: 1.029.642

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

**Riscos:** Não há riscos à população estudada. Os riscos são baixos, existindo apenas se o participante tiver algum problema em relação à ingestão de frutas ou polissacarídeos naturais (goma gelana e agar agar), tais como alergias ou qualquer outro problema de saúde, não podendo desse modo participar dos testes. É assegurada a assistência durante toda pesquisa, inclusive quanto a socorro médico (caso seja necessário), bem como lhe é garantido o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências.

**Benefícios:** A utilização de hidrocolóides em frutas tropicais pode vir a aumentar a vida de prateleira das frutas, sendo importante para o setor de frutas tropicais do Brasil, com agregação de valor para esses produtos.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Pesquisa relevante para área de Tecnologia de Alimentos, sem necessidades de detalhamento metodológico.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos os termos obrigatórios foram entregues.

**Recomendações:**

Não há recomendações.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

As solicitações feitas na avaliação anterior foram atendidas.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB INFORMACOES_BASICAS_DO_PROJETO_464831.pdf	21/11/2016 10:09:03		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_ATUAL_5.pdf	21/11/2016 10:08:15	Paulo Henrique Machado de Sousa	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_comite_de_etica.pdf	16/08/2016 10:57:06	Paulo Henrique Machado de Sousa	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	17/05/2016	Paulo Henrique	Aceito

Endereço: Rua Cel. Nunes de Melo, 1000  
 Bairro: Rodolfo Teófilo CEP: 60.430-275  
 UF: CE Município: FORTALEZA  
 Telefone: (85)3398-8344 E-mail: comepe@ufc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
CEARÁ/ PROPESQ



Continuação do Parecer: 1.029.542

Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	06:30:33	Machado de Sousa	Aceito
Outros	Carta_apreclacao.pdf	10/05/2016 21:03:23	Paulo Henrique Machado de Sousa	Aceito
Outros	Curriculos_Lattes.pdf	08/04/2016 17:33:41	Paulo Henrique Machado de Sousa	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_Paulo.pdf	15/02/2016 16:20:32	Paulo Henrique Machado de Sousa	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	DECLARACAO_JCA.pdf	15/02/2016 16:18:27	Paulo Henrique Machado de Sousa	Aceito
Orçamento	Declaracao_Orcamento.pdf	15/02/2016 15:12:10	Paulo Henrique Machado de Sousa	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

FORTALEZA, 22 de Novembro de 2016

Assinado por:  
FERNANDO ANTONIO FROTA BEZERRA  
(Coordenador)

Endereço: Rua Cel. Nunes de Melo, 1000  
Bairro: Rodolfo Tedfio CEP: 60.430-275  
UF: CE Município: FORTALEZA  
Telefone: (85)3366-8344 E-mail: comepe@ufc.br