



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

ANTÔNIO JASON GONÇALVES DA COSTA

EFEITO DE DIFERENTES EMBALAGENS NA ESTABILIDADE DE
ESTRUTURADOS MISTOS DE MANGA E CAJÁ ADICIONADOS DE EXTRATO
BIOATIVO DO COPRODUTO DE CAJU

FORTALEZA

2023

ANTÔNIO JASON GONÇALVES DA COSTA

EFEITO DE DIFERENTES EMBALAGENS NA ESTABILIDADE DE ESTRUTURADOS
MISTOS DE MANGA E CAJÁ ADICIONADOS DE EXTRATO BIOATIVO DO
COPRODUTO DE CAJU

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Área de concentração: ciência e tecnologia de produtos de origem microbiana e enzimática.

Orientador: Prof. Dra. Evânia Altina Teixeira de Figueiredo

Coorientador: Dra. Giovana Matias do Prado

FORTALEZA

2023

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

- C87e Costa, Antônio Jason Gonçalves da.
Efeito de diferentes embalagens na estabilidade de estruturados mistos de manga e cajá adicionados de extrato bioativo do coproduto de caju / Antônio Jason Gonçalves da Costa. – 2023.
110 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2023.
Orientação: Prof. Dr. Evânia Altina Teixeira de Figueiredo .
Coorientação: Prof. Dr. Giovana Matias do Prado.

1. Estruturados de frutas. 2. Estabilidade alimentícia. 3. Embalagens. I. Título.

CDD 664

ANTÔNIO JASON GONÇALVES DA COSTA

EFEITO DE DIFERENTES EMBALAGENS NA ESTABILIDADE DE ESTRUTURADOS
MISTOS DE MANGA E CAJÁ ADICIONADOS DE EXTRATO BIOATIVO DO
COPRODUTO DE CAJU

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Área de concentração: ciência e tecnologia de produtos de origem microbiana e enzimática.

Aprovada em: 31/07/2023

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dra. Evânia Altina Teixeira de Figueiredo (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

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

Dra. Juliana Nascimento da Costa
Instituto Federal do Ceará (IFCE - Campus Sobral)

Dra. Jorgiane da Silva Severino Lima
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dra. Denise Josino Soares
Instituto Federal de Pernambuco (IFPE – Campus Afogados da Ingazeira)

A todos aqueles que em algum momento
seguiram comigo nessa trajetória, obrigado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus pela dádiva da vida e por permitir que eu chegasse até esse momento. A minha família, especialmente minha mãe, minha Maria por todo o seu esforço e amor. Aos meus irmãos, tios e avós.

Agradeço a todos os responsáveis pelo Laboratório de Frutas e Hortaliças (LAFRUT), especialmente a professora Lucicléia, Fernando, Liana, Dona Francisca (Dona Kika) por proporcionarem toda a estrutura e ajuda para a concretização desse trabalho.

Agradeço a minha orientadora, Dra. Evânia Altina Teixeira de Figueiredo pela orientação durante todo esse período. A minha coorientadora, Dra. Giovana Matias do Prado, por todo o auxílio, paciência e ensinamentos. Agradeço também a Lorena Maria Freire Sampaio pelas suas contribuições nesse projeto.

Aos amigos que fiz durante essa jornada, em especial a Elisabeth, Ana Paula, Rafael, Lucas, Júlia, João Pedro, Aida e João Vitor que fizeram a caminhada ser mais alegre. Obrigado por todos os momentos que vivi ao lado de vocês.

Agradeço também a Tiago Mendes por todo o suporte e encorajamento.

**“Feliz aquele que transfere o que sabe e
aprende o que ensina”.**

(Cora Coralina)

RESUMO

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de frutas. Contudo, dentro da logística de produção ocorrem falhas que propiciam que grandes quantidades de frutas sejam desperdiçadas. Diante disso, é necessário o uso de métodos e tecnologias que visem diminuir essas perdas. Dentre as tecnologias que vem sendo estudadas está a elaboração de estruturados de frutas. Esse processo se baseia da utilização de polpa(s) de frutas(s) com um agente hidrocoloide, obtendo um produto que se mantém similar as características físico-químicas, nutricionais e sensoriais da(s) fruta(s) utilizada(s) *in natura*. No que diz respeito ao desenvolvimento de novos produtos alimentícios, o estabelecimento da vida de prateleira (*Shelf life*) e a escolha da embalagem são partes importantes na pesquisa sobre os principais fatores que influenciam a qualidade do produto, visando sua comercialização. Dessa forma, o objetivo desse estudo foi avaliar a estabilidade de estruturados mistos de manga e cajá adicionados do extrato do coproduto do caju acondicionados em diferentes embalagens. Esse trabalho foi dividido em três partes. A primeira etapa consistiu numa pesquisa mercadológica com indivíduos da cidade de Fortaleza-CE e Região Metropolitana (RM), no intuito de recolher dados acerca das condições socioeconômicas, consumo de frutas, bem como conhecimentos sobre estruturados de frutas, apresentação do produto, grau de interesse, escolha da denominação e tipo de embalagem a ser utilizado na sua comercialização e os atributos presentes em produto alimentício que mais ou menos influenciam no momento da compra. A segunda parte foi a obtenção do extrato bioativo do coproduto do caju. As fibras foram secas em estufa à temperatura de 40°C durante 48h e em seguida, realizou-se a extração dos compostos por meio de solução hidroalcolica em banho ultrassônico com consequente retirada do etanol, obtendo-se o extrato puro. Realizou-se as análises físico-químicas (umidade, pH, acidez titulável, sólidos solúveis e coloração), ácido ascórbico, compostos fenólicos totais, atividade antioxidante pelos métodos ABTS e DPPH além da atividade antimicrobiana por difusão em ágar. Na última etapa, realizou-se a elaboração dos estruturados de manga e cajá com o extrato do coproduto do caju. Na formulação, utilizou-se as polpas comerciais de cajá e manga (35%), extrato (24%), açúcar (5%) e o hidrocoloide goma gelana (1%). A mistura foi submetida a temperatura de 90°C durante 2 minutos, colocada em formas de silicone até solidificarem. Em seguida, as amostras foram acondicionadas nas embalagens escolhidas pelos participantes da pesquisa mercadológica (embalagens de polietileno e polietileno tereftalato (PET) revestidas com uma camada de alumínio) e mantidas sob refrigeração. As amostras foram analisadas semanalmente durante o período de 60 dias em

relação as características físico-químicas, ácido ascórbico, compostos fenólicos totais, atividade antioxidante, bioacessibilidade, sinérese e análises microbiológicas. Realizou-se a análise sensorial das amostras recém-elaboradas e após 30 dias. Obteve-se 412 respostas para a pesquisa mercadológica, sendo que desse total, a maior parcela são indivíduos do sexo feminino, com idade entre 30-39 anos, renda entre 1 a menos de 4 salários-mínimos. Verificou-se que 67% dos participantes são conhecedores dos estruturados de frutas, contudo, demonstraram interesse em consumir. O termo “barra de fruta” foi o mais bem avaliado como denominação comercial e as embalagens mais aceitas foram a de plástico transparente tipo celofane e a embalagem laminada de face transparente. Os termos considerados como os mais importantes na decisão de compra foram a data de validade, tabela nutricional, lista de ingredientes, benefícios à saúde e avisos a alérgenos. O extrato do coproduto do caju apresentou alta umidade, sólidos solúveis de 8,4°Brix, pH no valor de 3,59, acidez total de 0,41g de ácido cítrico/100g e coloração laranja de acordo com o sistema CIELAB. O extrato também apresentou concentração de 53,16mg de ácido ascórbico, 164,26mg de EAG/100g e atividade antioxidante para os radicais ABTS e DPPH nos valores de 8,9 μ M Trolox/g e EC₅₀ 6,65g DPPH respectivamente. Com relação a atividade antimicrobiana, as cepas de *Staphylococcus aureus* e *Listeria monocytogenes* sensibilidade moderada e a bactéria *Salmonella enteritidis* apresentou sensibilidade ao extrato. Não houve diferenças significativas em relação as características físico-químicas dos estruturados acondicionados nas embalagens de polietileno (EP) e laminada (EL). O valor da atividade de água das amostras ficou acima de 0,9 para ambas as embalagens. O pH, sólidos solúveis e acidez titulável das amostras da EP foi de 3,46, 12,89°Brix, e 0,81g de ácido cítrico/100g. Os valores desses parâmetros para as amostras da EL foram, nessa ordem, 3,47, 12,81°Brix e 0,79g de ácido cítrico/100g. A coloração das amostras ficou entre amarelo e o laranja. Não houve variação na concentração de compostos fenólicos, sendo a 93,67mg de EAG/100g para EP e de 90,13mg de EAG/100g para EL. Houve variação para o valor de ácido ascórbico e atividade antioxidante. O percentual de sinérese foi de 66%. Não houve diferença para percentual de bioacessibilidade das amostras de ambas as embalagens. A carga microbiana estava de acordo com o preconizado pela legislação, não havendo diferença entre as amostras das EP e EL. Não houve diferença significativa em relação ao teste de aceitação das amostras das duas embalagens por parte dos provadores. Diante disso, os dois tipos de embalagens apresentam potencial para serem utilizadas como embalagem comercial para esse tipo de produto.

Palavras-chave: estruturados de frutas; estabilidade alimentícia; embalagens.

ABSTRACT

Brazil is one of the world's largest fruit producers. However, there are failures in the production logistics that lead to large quantities of fruit being wasted. Therefore, it is necessary to use methods and technologies that aim to reduce these losses. Among the technologies that have been studied is the development of fruit structures. This process is based on the use of fruit pulp(s) with a hydrocolloid agent, obtaining a product that maintains similar physical-chemical, nutritional and sensory characteristics of the fruit(s) used in natura. Regarding the development of new food products, establishing the shelf life and choosing the packaging are important parts to evaluate the main factors that influence the quality of the product, aiming at its commercialization. Thus, the objective of this study was to evaluate the stability of mixed mango and cashew structures added with the cashew co-product extract packaged in different packages. This work was divided into three parts. The first stage consisted of a market research with individuals from the city of Fortaleza-CE and Metropolitan Region (MR), in order to collect data about socioeconomic conditions, fruit consumption, as well as knowledge about fruit structures, product presentation, degree of interest, choice of name and type of packaging to be used in its commercialization and the attributes present in food products that more or less influence the moment of purchase. The second part was to obtain the bioactive extract of the cashew by-product. The fibers were dried in an oven at a temperature of 40°C for 48h and then the compounds were extracted by means of a hydroalcoholic solution in an ultrasonic bath with consequent removal of the ethanol, obtaining the pure extract. Physicochemical analyses were performed (humidity, pH, titratable acidity, soluble solids and color), ascorbic acid, total phenolic compounds, antioxidant activity by the ABTS and DPPH methods, in addition to antimicrobial activity by agar diffusion. In the last stage, the mango and cashew fruit structures were prepared with the cashew fruit by-product extract. Commercial cashew and mango pulp (35%), extract (24%), sugar (5%) and the hydrocolloid gellan gum (1%) were used in the formulation. The mixture was subjected to a temperature of 90°C for 2 minutes and placed in silicone molds until solidified. The samples were then packaged in the packaging chosen by the market research participants (polyethylene and polyethylene terephthalate (PET) packaging coated with an aluminum layer) and kept refrigerated. The samples were analyzed weekly for 60 days for their physical-chemical characteristics, ascorbic acid, total phenolic compounds, antioxidant activity, bioaccessibility, syneresis and microbiological analysis. Sensory analysis was performed on the newly prepared samples and after 30 days. A total of 412 responses were

obtained for the market research, and of this total, the largest proportion were female individuals, aged between 30 and 39 years, with an income between 1 and less than 4 minimum wages. It was found that 67% of the participants were not aware of the structured fruit bars, however, they showed interest in consuming them. The term “fruit bar” was the best evaluated as a commercial name and the most accepted packaging was the transparent plastic type cellophane and the transparent laminated packaging. The terms considered as the most important in the purchase decision were the expiration date, nutritional table, list of ingredients, health benefits and allergen warnings. The cashew by-product extract presented high humidity, soluble solids of 8.4°Brix, pH value of 3.59, total acidity of 0.41g of citric acid/100g and orange color according to the CIELAB system. The extract also presented a concentration of 53.16 mg of ascorbic acid, 164.26 mg of EAG/100 g and antioxidant activity for ABTS and DPPH radicals at values of 8.9 μ M Trolox/g and EC50 6.65 g DPPH respectively. Regarding antimicrobial activity, the strains of *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes* showed moderate sensitivity and the bacterium *Salmonella enteritidis* showed sensitivity to the extract. There were no significant differences in relation to the physicochemical characteristics of the structures packaged in polyethylene (EP) and laminated (EL) packaging. The water activity value of the samples was above 0.9 for both packaging. The pH, soluble solids and titratable acidity of the EP samples were 3.46, 12.89°Brix, and 0.81 g of citric acid/100 g. The values of these parameters for the EL samples were, in this order, 3.47, 12.81°Brix and 0.79g of citric acid/100g. The color of the samples was between yellow and orange. There was no variation in the concentration of phenolic compounds, being 93.67mg of EAG/100g for EP and 90.13mg of EAG/100g for EL. There was variation in the value of ascorbic acid and antioxidant activity. The percentage of syneresis was 66%. There was no difference in the percentage of bioaccessibility of the samples from both packages. The microbial load was in accordance with the recommendations of the legislation, with no difference between the EP and EL samples. There was no significant difference in relation to the acceptance test of the samples from both packages by the tasters. Therefore, both types of packaging have potential to be used as commercial packaging for this type of product.

Keywords: structured fruit; food stability; packaging.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Extrato do coproduto do caju.....	35
Figura 2 – Amostras dos estruturados acondicionadas nas embalagens de estudo.....	36
Figura 3 – Amostras de estruturados com e sem o extrato do coproduto do caju acondicionadas nas embalagens analisadas.....	43
Figura 4 – Representação do estruturado misto de manga e cajá presente no questionário	54

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	– Frequência de resposta quanto ao consumo de frutas pelos residentes da cidade de Fortaleza em suas respectivas regionais (I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI e XII) e na RMF.....	47
Gráfico 2	– Conhecimento dos participantes da pesquisa sobre o que são estruturados de frutas.....	54
Gráfico 3	– Interesse de consumo dos estruturados pelos participantes da pesquisa.....	55
Gráfico 4	– Designação do nome comercial pelos participantes para o estruturado misto de manga e cajá.....	56
Gráfico 5	– Escolha da embalagem para os estruturados mistos por parte dos participantes da pesquisa.....	56
Gráfico 6	– Atributos selecionados que mais ou menos influenciam na escolha de um produto por parte dos participantes da pesquisa.....	57
Gráfico 7	– Parâmetro de luminosidade dos estruturados acondicionados nas embalagens durante o período de estudo.....	67
Gráfico 8	– Variável a^* da análise de coloração dos estruturados.....	67
Gráfico 9	– Variável b^* da análise de coloração dos estruturados.....	68
Gráfico 10	– Concentração de ácido ascórbico presente nos estruturados acondicionados nas embalagens de polietileno e laminada.....	70
Gráfico 11	– Concentração de compostos fenólicos dos estruturados presentes nas embalagens de polietileno e laminada.....	72
Gráfico 12	– Atividade antioxidante pelo método ABTS dos estruturados das duas embalagens.....	73
Gráfico 13	– Atividade antioxidante pelo método DPPH dos estruturados das duas embalagens.....	74
Gráfico 14	– Sinérese dos estruturados durante o período de estabilidade.....	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição centesimal de 100g de manga das variedades Tommy Atkins, Palmer e Haden.....	24
Tabela 2 – Insumos utilizados na elaboração dos estruturados mistos de manga e cajá.	35
Tabela 3 – Dados socioeconômicos dos participantes da pesquisa.....	45
Tabela 4 – Perfil amostral em relação ao consumo de frutas da população de Fortaleza e RMF.....	49
Tabela 5 – Frequência de consumo de frutas na dieta habitual da população de Fortaleza e RMF.....	52
Tabela 6 – Características físico-químicas do extrato do coproduto do caju.....	58
Tabela 7 – Dados das coordenadas de cor do extrato do coproduto do caju.....	58
Tabela 8 – Concentração de ácido ascórbico, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante do extrato das fibras do pedúnculo do caju.....	59
Tabela 9 – Atividade antimicrobiana do extrato do coproduto do caju pelo método de difusão em ágar.....	62
Tabela 10 – Dados da estabilidade físico-química dos estruturado em relação as embalagens.....	64
Tabela 11 – Carga microbiana presente nas amostras de estruturados duas embalagens..	75
Tabela 12 – Média de notas para os atributos avaliados no teste de aceitação das amostras durante o período de armazenamento.....	78
Tabela 13 – Média de notas para os atributos avaliados no teste de aceitação das amostras durante o período de armazenamento.....	80

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Aa/Aw	Atividade de Água
ABRAFRUTAS	Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frutas e Derivados
ABTS	2,2 Azino bis (3- ethylbenzo thiazoline 6 sulfonic acid)
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AOAC	<i>Official Methods of Analysis</i>
DFI	2,6 Diclorofenol-indofenol
DPPH	2,2-Diphenyl-1- picryl-hidrazil
EAG	Equivalente de Ácido Gálico
EL	Embalagem Laminada
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EP	Embalagem de Polietileno
EROS	Espécies Reativas de Oxigênio
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
GG	Goma Gelana
HA	Alta Acilação
IAL	Instituto Adolfo Lutz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LA	Baixa Acilação
MAPA	Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
OMS	Organização Mundial de Saúde
TPA	Análise do Perfil de Textura
TROLOX	6-Hidroxi-2,5,7,8- tetrametilchroman-2-ácido carboxílico
UFC	Unidades Formadoras de Colônias

LISTA DE SÍMBOLOS

mg	Miligrama
g	Grama
pH	Potencial Hidrogeniônico
mV	Milivolts
Eh	Potencial de Oxido-redução
®	Marca Registrada
H ₂ O	Água
μL	Microlitros
mL	Mililitros
NaCO ₃	Carbonato de sódio
nm	Nanômetros
mM	Milimolar
ppm	Partes por Milhão
rpm	Rotação por Minuto
*L	Luminosidade
*C	Croma

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
2	OBJETIVO	21
2.1	Objetivo geral.....	21
2.2	Objetivos específicos	21
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	22
3.1	Produção e consumo de frutas no Brasil.....	22
3.2	Frutas tropicais.....	23
3.2.1	<i>Manga.....</i>	23
3.2.2	<i>Cajá.....</i>	25
3.3	Produção de caju, geração do coproduto e potenciais aplicabilidades.....	26
3.4	Estruturados de frutas.....	28
3.5	Hidrocoloides.....	30
3.6	Goma gelana.....	31
3.7	Embalagens para fins alimentícios.....	32
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	34
4.1	Pesquisa mercadológica	34
4.2	Obtenção do extrato do coproduto do caju.....	34
4.3	Elaboração dos estruturados mistos de manga e cajá adicionados do extrato do coproduto do caju.....	35
4.4	Características físico-químicas do extrato e da estabilidade dos estruturados acondicionados nas diferentes embalagens.....	37
4.4.1	<i>Umidade do extrato do coproduto do caju.....</i>	37
4.4.2	<i>Acidez total, pH e sólidos solúveis.....</i>	37
4.4.3	<i>Atividade de água dos estruturados.....</i>	37
4.4.4	<i>Coloração.....</i>	38
4.5	Compostos bioativos presentes no extrato do coproduto do caju e da estabilidade dos estruturados acondicionados nas diferentes embalagens..	38
4.5.1	<i>Determinação de ácido ascórbico.....</i>	38
4.5.2	<i>Preparo de extrato dos estruturados.....</i>	38
4.5.3	<i>Compostos fenólicos totais.....</i>	39

4.6	Atividade antioxidante do extrato e da estabilidade dos estruturados acondicionados nas diferentes embalagens.....	39
4.6.1	<i>Atividade antioxidante pelo método ABTS.....</i>	39
4.6.2	<i>Atividade antioxidante pelo método DPPH.....</i>	40
4.7	Bioacessibilidade.....	40
4.8	Atividade antimicrobiana do extrato do coproduto do caju.....	42
4.9	Qualidade microbiológica dos estruturados durante o período de armazenamento.....	42
4.10	Sinérese.....	42
4.11	Análise sensorial dos estruturados durante o período de armazenamento..	43
4.12	Análise estatística dos dados.....	44
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
5.1	Dados da pesquisa mercadológica.....	45
5.2	Caracterização do extrato do coproduto do caju.....	58
5.3	Ácido ascórbico, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante por ABTS e DPPH do extrato.....	59
5.4	Atividade antimicrobiana.....	61
5.5	Estabilidade dos estruturados em diferentes embalagens.....	63
5.5.1	<i>Estabilidade físico-química.....</i>	63
5.5.2	<i>Estabilidade quanto a coloração.....</i>	66
5.5.3	<i>Estabilidade do ácido ascórbico, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante.....</i>	69
5.5.4	<i>Bioacessibilidade.....</i>	75
5.5.5	<i>Sinérese.....</i>	77
5.5.6	<i>Qualidade microbiológica.....</i>	78
5.5.7	<i>Análise sensorial.....</i>	79
6	CONCLUSÕES.....	84
	REFERÊNCIAS.....	85
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO UTILIZADO NA PESQUISA MERCADOLÓGICA.....	102
	APÊNDICE B – FICHA DE AVALIAÇÃO DO TESTE DE ACEITABILIDADE.....	110

1 INTRODUÇÃO

No contexto atual, é de conhecimento que uma alimentação advinda de alimentos considerados saudáveis é um dos principais fatores de promoção à saúde e redução da incidência de doenças. Dentre esses alimentos, as frutas desempenham um papel fundamental para uma alimentação saudável, por apresentarem macronutrientes, micronutrientes, fibras e substâncias bioativas de caráter benéfico ao organismo humano (GALANAKIS, 2019).

O Brasil é o terceiro produtor de frutas no mundo, com produção estimada de 45 milhões de toneladas ao ano (EMBRAPA, 2023). Devido às suas características geográficas e condições climáticas favoráveis, a produção de frutas tropicais tem atraído maior destaque devido aos seus atributos sensoriais, seu valor nutricional e ao crescente consumo e abertura de novos mercados, fazendo do Brasil um dos países de maior importância nesse setor.

Embora ocorra grande produção de frutas no Brasil, a presença de falhas na logística de transporte aliado ao clima predominantemente tropical que implica na conservação das frutas, promovem perdas significativas, acarretando prejuízos financeiros. Diante dessa problemática, têm-se buscado a utilização de tecnologias/métodos que possibilitem maior preservação de frutas. Uma das pesquisas que vem sendo efetuadas está a elaboração de estruturados de frutas (GORAYEB *et al.*, 2019; FONSECA *et al.*, 2021).

Os estruturados de frutas consistem em formulações utilizando a combinação de polpa de fruta com um agente hidrocoloide que promove a solidificação da mistura. Assim, obtêm-se um produto com características similares a fruta *in natura* quanto ao teor nutricional e atributos sensoriais além da possibilidade prolongar a vida de prateleira (PARN *et al.*, 2015; DANALACHE *et al.*, 2017). Como potenciais benefícios, seria reduzir a perdas relacionadas com a produção de frutas, disponibilidade em períodos entressafra e o desenvolvimento de um novo produto para fins de comercialização.

Dentro da cadeia agroindustrial, especialmente a indústria de processamento de frutas, resulta-se enormes quantidades de matéria orgânica considerada como “coproduto”. Por definição, um coproduto é material secundário proveniente da agroindústria que são demandados pelo mercado ou que apresentam potencial para comercialização (ROSA *et al.*, 2019). Incluso nessa categoria, encontram-se as fibras do pedúnculo do caju (*Anacardium occidentale*) material que pode ser empregado em formulações alimentícias, seja na forma integral ou obtenção de extrato, devido as concentrações de micronutrientes, substâncias bioativas e teor de fibras.

Desse modo, a elaboração de estruturados de frutas, em especial utilizando frutas tropicais, como a manga (*Mangifera indica* L) e cajá (*Spondias sp.*) é promissora por aliar a redução das perdas de produção dessas frutas pelo potencial aumento da vida de prateleira com a obtenção de um produto que combine as características nutricionais e sensoriais atrativas desses frutos. Além disso, a incorporação do coproduto do caju sob a forma de extrato à formulação, permite agregar o conteúdo de micronutrientes e compostos bioativos presentes nas fibras ao produto.

Avaliar a vida de prateleira de um produto é um dos principais parâmetros pertinentes a sua qualidade, segurança ao consumidor e a sua inserção no mercado e, para o estabelecimento desta, realiza-se testes quanto as características físico-químicas, sensoriais e microbiológicas até o período em que se verifica a presença de alterações quanto a esses atributos (FONSECA *et al.*, 2023).

A escolha do tipo de embalagem é outro ponto a ser levado em consideração no processo de inclusão do produto alimentício no mercado, pois o tipo de material que a compõem deve proteger o conteúdo de forma satisfatória sem promover qualquer alteração indesejada ao alimento. Além disso, a relação consumidor e embalagem também é outro fator importante em razão da comunicação que deve ser estabelecida, desde ao formato até as informações contidas de modo a deixar o consumidor ciente do produto oferecido.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Estudar a estabilidade de estruturados mistos de manga e cajá com a adição de extrato bioativo do coproduto do pedúnculo do caju, acondicionados em diferentes embalagens.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar pesquisa mercadológica para apresentação do produto e escolha das embalagens apropriadas ao estruturado, visando sua comercialização.
- Obter o extrato bioativo do coproduto do pedúnculo do caju e caracterizá-lo para ser adicionado à formulação.
- Desenvolver estruturados mistos de manga e cajá adicionados do extrato bioativo do coproduto do caju e acondicioná-los nas embalagens pretendidas pelos participantes da pesquisa mercadológica.
- Avaliar a estabilidade dos estruturados mistos acondicionados nas embalagens escolhidas durante o intervalo de 60 dias com relação as suas características físico-químicas (coloração, sólidos solúveis, pH, acidez total titulável, atividade de água) ácido ascórbico, compostos bioativos, atividade antioxidante, qualidade microbiológica e atributos sensoriais durante o período de 60 dias.
- Determinar o percentual de bioacessibilidade dos compostos bioativos presentes nas amostras das duas embalagens durante o período de 30 dias.
- Mensurar a sinérese de estruturados mistos de manga e cajá durante o intervalo de dois meses sob refrigeração.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Produção e consumo de frutas no Brasil

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, superado apenas pela China e Índia (1º e 2º produtores, respectivamente), com produção entre 44-45 milhões de toneladas anuais. Os principais cultivares frutíferos produzidos no país são os citros (laranja, limão e tangerina), representando cerca 48,2%, seguido da banana (16,7%), abacaxi (6,7%), coco-da-baía (6,5%), melancia (5,2%) e mamão (3,5%), representando cerca de 81,8% do valor total (FAO, 2016; IBGE, 2020; ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI & FRUTI, 2022; EMBRAPA, 2023).

Com relação ao clima, a participação estaria dividida em: clima temperado (maçã, uva, pêssego, caqui, marmelo e pêra) com 6,0% de participação; clima tropical (banana, abacaxi, manga, melancia, maracujá, melão, goiaba, abacate e coco-da-baía), com 45,8%; e clima subtropical (laranja, tangerina e limão), com 48,2%. Oito estados brasileiros respondem por 80% da produção de frutas: São Paulo (40,5%), Bahia (13,0%) Minas Gerais (6,9%), Rio Grande do Sul (5,1%), Pará (4,4%), Santa Catarina (3,6%), Paraná (3,5%) e Pernambuco (3,2%) (AGROSTAT, 2017).

O consumo de frutas pela população brasileira é considerado baixo, ao qual cada brasileiro consome em média, cerca de 57kg de frutas por ano diante da ingestão de 140kg ao ano preconizada pela Organização Mundial de Saúde (OMS). Além disso, nos últimos anos, têm-se observado a diminuição da parcela da população que ingere esses alimentos de forma habitual. (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI&FRUTI, 2019; RODRIGUES *et al.*, 2021).

As principais barreiras relacionadas com a diminuição do consumo de frutas e verduras são os custos para a aquisição desses alimentos, associado ao baixo poder financeiro. Outros fatores são a ausência/inadequação de locais próximos onde as famílias residem e a mudança nos hábitos alimentares da população, com o favorecimento do consumo de alimentos ultraprocessados em detrimento dos *in natura* ou minimamente processados (SANTOS *et al.*, 2019; COSTA *et al.*, 2021).

A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) e OMS juntamente com o Ministério da Saúde, recomendam que o consumo diário de frutas e verduras seja de no mínimo 400g por dia (equivalente a 5 porções por dia) ou 6-7% da ingestão calórica diária como um comportamento de promoção da saúde e fator de proteção de doenças que estão

relacionadas com o consumo de micronutrientes, antioxidantes, compostos fitoquímicos e fibras presentes nesses alimentos (OMS; FAO, 2003; BRASIL, 2014).

3.2 Frutas tropicais

3.2.1 Manga

A manga (*Mangifera indica* L.) pertence à família *Anarcadiaceae*, originária do sul da Ásia, mais precisamente na Índia, sendo uma das frutas tropicais mais importantes do mundo quanto ao seu cultivo e consumo. O Brasil é o 7º produtor mundial da fruta, com uma área plantada de 62.000 hectares, colhendo 1,0 milhão de toneladas anualmente. (MOUCO, 2015; BORGES; CORDEIRO, 2020).

A região Nordeste destaca-se como a principal área mangicultora do país, devido aos processos de expansão do plantio e condições favoráveis, permitindo uma alta produtividade durante praticamente o ano todo. A região do Vale do São Francisco, entre as cidades de Juazeiro-BA e Petrolina-PE correspondem por mais de 90% da produção de manga e por cerca de 80% do total das exportações. As principais variedades cultivadas são a Tommy Atkins, Haden, Keitt, Palmer, Kent, Rosa e Espada, sendo que as cinco primeiras são destinadas ao mercado externo e as duas últimas para o consumo interno (MOUCO, 2015; SANTOS, NETO & COSTA, 2015; IBGE, 2016).

Com relação a sua morfologia, a manga é drupa de forma variável, formada por epicarpo, mesocarpo e endocarpo, correspondendo, respectivamente, a casca, polpa e o caroço que contém a semente. O peso, assim como o formato do fruto pode variar, com média de 150-170g. Devido ao seu aroma, suculência e sabor doce, é consumida tanto *in natura* como no preparo de sovertes, sucos, geleias, *chutneys*, etc. (FORSTHOFER, 2002; ASIF *et al.*, 2016).

A manga apresenta em sua composição, macronutrientes como carboidratos, proteínas e aminoácidos, lipídeos e ácidos graxos. Com relação ao conteúdo de micronutrientes, a fruta fornece vitaminas, sais minerais, compostos fenólicos, clorofila, carotenoides e demais compostos voláteis. Os nutrientes e os não nutrientes além do teor de água são influenciados pela variedade da fruta e condições relacionadas ao período pré-colheita e pós-colheita (MALDONADO-CELIS *et al.*, 2019).

Tabela 1 – Composição centesimal de 100g de manga das variedades Tommy Atkins, Palmer e Haden.

	Tommy Atkins	Palmer	Haden
Umidade (%)	85,8	79,7	82,3
Energia (Kcal)	51	72	64
Proteínas (g)	0,9	0,4	0,4
Carboidratos (g)	0,2	0,2	0,3
Lipídeos (g)	12,8	19,4	16,7
Fibra Alimentar (g)	2,1	1,6	1,6
Cálcio (mg)	8	12	12
Magnésio (mg)	7	9	8
Manganês (mg)	0,34	0,05	0,17
Fósforo (mg)	14	14	9
Ferro (mg)	0,1	0,1	0,1
Sódio (mg)	-	2	1
Potássio (mg)	138	157	148
Cobre (mg)	0,06	0,09	0,10
Zinco (mg)	0,1	0,1	0,1
Retinol (µg)	-	-	-
Equivalente de retinol- RE (µg)	118	787	162
Equivalente de atividade de retinol – ERA (µg)	59	393	81
Tiamina (mg)	-	0,09	0,02
Riboflavina (mg)	0,07	0,03	0,06
Piridoxina (mg)	0,03	-	0,05
Niacina (mg)	-	-	-
Ácido ascórbico (mg)	7,9	65,5	17,4

Fonte – TACO, 2011.

Por ser considerada uma fruta climatérica, a manga é altamente perecível, repercutindo em perdas tanto pela quantidade como em qualidade dentro da logística de colheita, transporte e comercialização. Desse modo, torna-se importante a pesquisa e utilização de métodos que diminuam essas perdas, com ausência ou mínimo impacto ambiental, de baixo custo de implantação e sem acarretar riscos para a saúde humana (RODRIGUES, 2019).

3.2.2 Cajá

O cajá-manga (*Spondias dulcis*) é uma frutífera originária das Ilhas da Polinésia pertencente à família *Anacardiaceae*, ao qual pertencem também outros espécimes do gênero *Spondias*, tais como: o umbu (*Spondias tuberosa*), a cajazeira (*Spondias mombin* L.), o umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) e a seriguela (*Spondia purpúrea*). O fruto tem um comprimento de 5-10cm, apresentando forma redonda ou oval e sua coloração vai do verde ao amarelo brilhante de acordo com o seu amadurecimento (LIMA, 2010; SILVA *et al.*, 2014; SIQUEIRA *et al.*, 2017).

Essa fruta adaptou-se bem ao Cerrado brasileiro por esse bioma possuir características propícias ao desenvolvimento e cultivo da espécie, sendo conhecida popularmente como um “fruto do cerrado”, do qual originam-se diversos subprodutos. As regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste são os principais redutos de produção, com consumo da fruta *in natura* ou após processamento (OLIVEIRA, 2011).

Sua polpa é composta por fibras rígidas e espinhosas, apresentando suculência e um sabor agridoce, fortemente aromática e com um rendimento de até 60% em relação ao fruto íntegro. A composição nutricional é composta pelas vitaminas B₁, B₆ e C, magnésio, potássio, zinco, ferro, cobre e por fibras. É utilizada para a produção de sucos, geleias, néctares, sovertes, vinhos e licores (RUFINO, 2008; MECENAS *et al.*, 2010; SIQUEIRA *et al.*, 2017).

A cajazeira (*S. mombin* L.) é uma frutífera cosmopolita da América Tropical, com provável centro de origem na Amazônia. Também conhecida como cajá, cajá verdadeiro, cajá-mirim ou taperebá. O fruto apresenta formato ovoide (3 a 5cm de comprimento), com mesocarpo pouco carnoso, de coloração amarelo-alaranjado quando maduro tendo um sabor agridoce e com um aroma intenso e agradável, sendo que essas características conferem, em grande parte, pela sua boa aceitabilidade (BOSCO *et al.*, 2000; SOARES, 2005).

A produção de cajá no Brasil não consta nos dados oficiais divulgados pelos órgãos vinculados, contudo, estima-se que a safra é de 15 mil a 20 mil toneladas anuais, sendo o estado da Bahia responsável por 50% da produção. As regiões Norte e Nordeste são as principais produtoras da fruta, sendo que na região amazônica, a cultura é realizada em sistemas agroflorestais (CARVALHO; NASCIMENTO, 2020).

Do ponto de vista nutricional, é fonte de açúcares, vitaminas A e C, carotenoides e compostos fenólicos, conferindo a esse fruto a capacidade antioxidante e de alimento funcional. A polpa da fruta é largamente usada na elaboração de refrescos, sorvetes, geleias e compotas.

Além disso, é utilizado como ingrediente em bolos, pudins e musses (MATA et al., 2005; SILVA et al., 2013; CARVALHO; NASCIMENTO, 2020).

3.3 Produção de caju, geração do coproduto e potenciais aplicabilidades

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é um espécime tropical nativo do Brasil, disperso em quase todo o território brasileiro. Em 2021, a área destinada ao cultivo da cajucultura foi de 427.654 hectares. Desse valor, 99,7% encontram-se na Região Nordeste, sendo o Estado do Ceará que possui a maior área colhida do país (63,3%). Além do Ceará, a produção está concentrada no Piauí e no Rio Grande do Norte. Os outros estados representam cerca de 7,2% da área plantada (BANCO DO NORDESTE, 2022; CONAB, 2022).

A cajucultura brasileira baseia-se em dois tipos de cultivo de cajueiros: o comum ou gigante e o cajueiro anão precoce, sendo da mesma espécie, mas que diferem em determinadas características. O cajueiro comum é uma frutífera de troncos tortuosos, com altura entre 5 e 10 metros, mas que em condições favoráveis de solo e clima, pode chegar aos vinte metros. Já o cajueiro anão precoce engloba as variedades de pequeno porte, com 2 a 4 metros de altura e de 6 a 8 metros de diâmetro, permitindo o cultivo de forma intensiva e com a plena aplicação de todas as práticas agrícolas necessárias da cultura (GAZZOLA et al., 2006; MENDOÇA; MENDONÇA, 2012; FREITAS, 2014).

O caju é constituído por duas partes: a castanha de caju (definida como o fruto e principal produto de comercialização) e pelo pedúnculo (pseudofruto). O pedúnculo consiste em uma estrutura carnosa, suculenta, com elevados teores de carotenóides, ácido ascórbico e compostos fenólicos (ácidos fenólicos, taninos, flavonoides). Apresenta ainda, sais minerais, carboidratos, ácidos orgânicos dentre outras substâncias (BRITO et al., 2007; MICHODJEHOUN-MESTRES et al., 2009; LOPES et al., 2012; MOURA et al., 2013).

O valor nutricional sob a forma de ácido ascórbico varia de 221,07 a 279,37mg/100g⁻¹, carotenóides 0,32 a 0,42mg/100g⁻¹, flavonóides amarelo 0,24 a 56,32mg/100g⁻¹, polifenóis 54,85 a 141,53mg/100g⁻¹, antocianinas 4,30 a 21,16mg/100g⁻¹. Além desses compostos, o pseudofruto apresenta teores de ácido málico de 0,13 a 0,26% e as enzimas antioxidantes catalase (42,13 a 70,74 UA/mg⁻¹ P) e superóxido dismutase (1652,15 a 5075,20 UA/mg⁻¹ P) (LOPES et al., 2012; SOUZA et al., 2016).

Na produção e processamento de caju, apenas 6% do volume que corresponde ao pedúnculo é aproveitada a nível comercial, de modo que o restante da produção se deteriora e

por fim descartada. No Nordeste brasileiro, ao qual é a principal região cajucultora do país, são produzidos de 2 a 2,5 milhões de toneladas anuais do fruto. Desse total, cerca de 75% do total de pedúnculo produzido é desperdiçado, correspondendo a 1,5 milhões de toneladas ao ano (SIQUEIRA; BRITO, 2013a; TALASIL; SHAIK, 2015).

A grande preocupação com relação ao descarte da biomassa do pedúnculo do caju, está relacionada com os potenciais prejuízos ambientais com relação a água, o solo, o ar e as paisagens. É considerado um potente poluente, atribuído a sua carga orgânica, trazendo sérios riscos ao meio ambiente (BRANDÃO, 2016). O aproveitamento do pedúnculo e do coproduto do caju tem se tornado cada vez mais relevante, além de viável diante do potencial de utilização das fibras residuais e das substâncias presentes (ABREU *et al.*, 2013).

Vários estudos elucidaram a utilização do coproduto do pedúnculo do caju como adicional alimentar em formulações para animais e para o consumo humano, em decorrência do seu conteúdo de fibras e presença de compostos fitoquímicos.

A utilização dessas fibras agroindustriais para a elaboração de produtos alimentícios tem se mostrado promissora, relacionado com incremento nutricional/fitoquímico e propriedades funcionais ao produto formulado. É relatado o uso do coproduto do caju em preparações como em barras de cereais (VIEIRA *et al.*, 2019), barras alimentícias (LIMA *et al.*, 2021), biscoitos (SILVA *et al.*, 2014), massas (OLIVEIRA *et al.*, 2012) bolos (QUIRINO, 2019), hambúrguer (LIMA *et al.*, 2018; ROSA; LOBATO, 2020) e salsicha (SANTOS, 2022).

Pesquisas sobre o coproduto do caju evidenciam o seu potencial de nutrientes. O pedúnculo apresenta alto teor de fibras dietéticas, com predominância das fibras insolúveis. Além disso, contém compostos fenólicos extraíveis e uma grande quantidade de taninos condensados não extraíveis associado à fibra, ambos os compostos, apresentam atividade antioxidante. Em torno de 75% do ácido ascórbico presente no pedúnculo fica retido no coproduto após o processamento, podendo essa matéria orgânica ser considerada como fonte dessa vitamina (BARRETO, 2008; SIQUEIRA, 2013b).

O isolamento e refino desses compostos é outra alternativa para o aproveitamento desses resíduos, em face a elaboração de nutracêuticos ou na adição de concentrações de compostos bioativos no desenvolvimento de produtos alimentícios, aumentando seu valor biológico e estabelecendo alegações funcionais.

3.4 Estruturados de frutas

A produção de frutas no Brasil é uma atividade consolidada e extremamente importante para o agronegócio nacional pela capacidade de produção e diversidade de espécies cultivadas. Contudo, observa-se um grande desafio dentro da cadeia fruticultora que é a incidência de falhas na logística pós-colheita que, em associação a fatores climáticos (clima predominantemente tropical), resulta em frutos com deformidades mecânicas, alterações fisiológicas e danos fitopatológicos (SOUSA *et al.*, 2018; FERREIRA, 2019).

Diante disso, cerca de 30% da produção de frutas e hortaliças no Brasil é perdida, o que implica em impactos ambientais, sociais e financeiros (NEVES, 2016). Nesse contexto, uma das tecnologias que vem sendo empregadas é o processamento e estruturação de frutas.

A estruturação de frutas é realizada por meio da utilização de polpa de forma mista (mais de um tipo de polpa) ou isolada com um agente hidrocoloide, resultando em um produto de maior firmeza. Preserva-se grande parte do conteúdo nutricional e características sensoriais atrativas, sendo muito similar à fruta *in natura*. (LINS *et al.*, 2014; PARN *et al.*, 2015; DANALACHE *et al.*, 2017).

A estruturação de alimentos é feita por meio de uma interação complexa entre macronutrientes, micronutrientes, água e outros compostos presentes. Dentre os nutrientes, os polissacarídeos e as proteínas são os materiais frequentemente utilizados no processamento desses produtos. Esses componentes desempenham um papel sinérgico na estruturação das massas dos sistemas coloides, além que, fornecem propriedades estabilizantes de interface por meio de várias interações moleculares durante as fases do processo (WIJAYA *et al.*, 2017).

Como principais vantagens na utilização desse processo, destaca-se o aproveitamento de frutas consideradas como inferiores aos padrões do consumidor, que seriam destinadas à alimentação animal ou simplesmente descartadas, a disponibilidade de variedades em períodos entressafra e a oferta de um produto com uma vida de prateleira superior quando comparado à fruta *in natura*, com maior valor agregado e que atenda as exigências dos consumidores (CAVALCANTE, 2012; PARN *et al.*, 2015).

Os estruturados de frutas já são bem aceitos em mercados na Europa e na América do Norte. No Brasil, diversos trabalhos têm sido realizados utilizando espécimes nativas pouco conhecidas e/ou subexploradas, bem como as exóticas de cultivo já estabelecido, ampliando a possibilidade de uso de espécies tropicais em razão aos seus atributos sensoriais e a disponibilidade de um produto com conteúdo nutricional significativo, podendo ser consumido

por todas as faixas etárias, contribuindo para a melhoria dos hábitos alimentares e promoção da saúde.

Carvalho, Nogueira e Mattietto (2015) ao elaborarem estruturados da polpa de umbu, obtiveram teores de ácido ascórbico de 25,52mg/100g, valor este, equivalente a 28% e 34% das necessidades ao dia de vitamina C para homens e mulheres respectivamente. Já Costa *et al.* (2017) encontraram valores para esse micronutriente entre 15,24 e 19,81mg/100g em estruturados de murici, atendendo em cerca de 40% as necessidades diárias dessa vitamina em crianças de 9-13 anos (IOM, 2019).

Outros trabalhos evidenciam bons resultados quanto a aceitabilidade dos estruturados de frutas. Fonseca *et al.* (2021) obteve boas notas quanto a aceitação de estruturados da polpa de jabuticaba, equivalendo aos termos hedônicos “gostei ligeiramente” e “gostei muito” e intenção de compra entre “não compraria” e “provavelmente compraria”. Leal *et al.* (2020) também reporta resultados satisfatórios da análise de aceitação das amostras de estruturados de manga e caju, com notas variando entre os termos “desgostei ligeiramente” a “gostei moderadamente”.

No processo de elaboração dos estruturados, deve-se levar em consideração a interação de que ocorre entre a polpa de fruta e o tipo de hidrocoloide utilizado. Diversos fatores como as propriedades físico-químicas do hidrocoloide, sua concentração, tipo de fruta utilizado, pH do meio, teor de açúcares presentes, temperatura e tempo de secagem podem influenciar na formação dos sistemas coloides e, conseqüentemente, na estrutura final e textura do produto (DANALACHE *et al.*, 2015; SANTIAGO, 2021).

Além disso, as propriedades e a concentração do hidrocoloide na mistura, pode influenciar na bioacessibilidade de compostos bioativos capazes de interagir com os géis formados.

Costa *et al.* (2020) ao avaliar a influência da concentração de goma gelana e ágar em amostras de estruturados de goiaba, observou que quanto maior a concentração desses hidrocoloides, maiores eram os percentuais de bioacessibilidade para a vitamina C e compostos fenólicos totais após digestão gástrica *in vitro* em comparação com valores antes desse processo, tanto da polpa *in natura* de goiaba, como dos estruturados.

Assim, sugere-se, especialmente a goma gelana, a capacidade de encapsular esses compostos e de protegê-los durante as etapas de processamento e, em reação com as enzimas gástricas, liberá-los, favorecendo a sua concentração e aumentando sua bioacessibilidade.

3.5 Hidrocoloides

Os hidrocoloides são um grupo heterogêneo de polímeros de cadeia longa, constituídos por vários grupamentos hidrofílicos (como por exemplo, os grupos hidroxila -OH), capazes de liga-se a moléculas de água presentes no meio e com consequente propriedade de formar dispersões viscosas (SAHA; BATTACHARYA, 2010).

O termo hidrocoloide é derivado do grego *hydro* (água) e *kolla* (cola) e abrange todos os polissacarídeos provenientes de plantas, algas marinhas e micro-organismos além das gomas derivadas de exsudatos vegetais e biopolímeros modificados oriundos do tratamento químico ou enzimático da celulose e do amido. A gelatina é a única proteína que pode ser categorizada como um hidrocoloide, em decorrência do seu comportamento hidrofílico (DICKINSON, 2009; WUSTENBERG, 2015).

Esses componentes têm sido amplamente utilizados na indústria de alimentos devido as suas propriedades emulsionante, estabilizante, dispersante, espumante e gelificante. Essas funções são decorrentes das interações dos hidrocoloides com constituintes alimentares, ocasionando alterações moleculares que influenciam na estrutura final do produto alimentício e no que diz respeito aos seus aspectos nutricionais, funcionais e sensoriais (WILLIAMS & PHILLIPS, 2009; SAHA & BATTACHARYA, 2010; MOURA, 2011b; CARVALHO, 2014b; DANALACHE *et al.*, 2016; LI & NIE, 2016; GAO *et al.*, 2017).

Vários produtos alimentícios têm os hidrocoloides como aditivo, no intuito de conferir a viscosidade e textura requeridas como em sopas, molhos, molhos para saladas, maioneses, gelados, compotas, geleias e sobremesas gelificadas. Também podem ser empregados no revestimento em frituras e na confeitaria, clarificantes em bebidas fermentadas (vinho e cerveja), encapsulantes de aromas em produtos em pó ou em óleos, agentes floculantes em vinhos e turbidez em sucos, inibidores da cristalização em xaropes de açúcar e sorvete e da retrogradação de amido em pães e batatas, bem como servindo de agente de ligação em alimentos isentos de glúten (MILANI & MALEKI, 2012; ZIOBRO *et al.*, 2013; MOHAMMADI *et al.*, 2014).

Além de proporcionarem propriedades desejáveis a produtos alimentícios, vários benefícios quanto à promoção da saúde estão atribuídos ao consumo de hidrocoloides, como o controle glicêmico e colesterolemia, controle de peso, prevenção de doenças cardiovasculares e estímulo ao crescimento e manutenção de bactérias benéficas no cólon intestinal. Alimentos com a presença de gomas (hidrocoloides) produzem um maior efeito de saciedade quando consumidos (VIEBKE; AL-ASSAF; PHILLIPS, 2014; MORELL *et al.*, 2014; LI & NIE, 2016).

3.6 Goma gelana

A goma gelana (GG) é um polissacarídeo de caráter hidrofílico, linear, aniônico (apresenta carga negativa), oriundo do processo de fermentação pelas cepas *Sphingomonas elodea* ou *Pseudomonas elodea*. Apresenta uma estrutura molecular composta por uma série de unidades de monossacarídeos 1,3 β -D-glicose, 1,4 β -D-ácido glucorônico, 1,4 α -L-ramnose, estando presentes em relação molar 2:1:1. (OSMALEK *et al.*, 2014; WARREN & PANHUIS, 2015; MAHDI; CONWAY; SMITH, 2015; DOLAN *et al.*, 2016; SONJE & MAHAJAN, 2016).

É um gelificante amplamente utilizado em produtos alimentícios em países como Estados Unidos, Canadá, México, Chile, Japão, Austrália, Coreia do Sul e Filipinas. No Brasil, esse hidrocoloide pode ser utilizado como aditivo alimentar nas classes funcionais gelificante, espessante e estabilizante, sendo sua Ingestão Diária Aceitável (IDA) não é específica ou limitada, onde o seu uso é permitindo em quantidade suficiente até a obtenção da característica desejada na formulação, sem que haja alterações na identidade e genuinidade do alimento base (CUI, 2005; BRASIL, 2010; MILANI & MALEKI, 2012).

A GG estar disposta em duas formas moleculares: goma de gelano acilada, goma de acilo gelano (*High Acyl* – HA) ou goma nativa/natural e a segunda é denominada como goma de baixa acilação (*Low acyl* – LA) ou goma gelana desacilada. Ambas as formas de GG podem formar géis sob a presença de cátions e temperatura adequada, onde os géis provenientes da goma nativa são flexíveis e macios enquanto os elaborados com goma desacetilada são duros e quebradiços (PRAJAPATI *et al.*, 2013; OSMALEK *et al.*, 2014; WARREN & PANHUIS, 2015; MAHDI; CONWAY; SMITH, 2015).

A forma comercial disponível de GG é a desatilada, sob a forma de gel em pó proveniente de processamento alcalino da goma de acilada. Apresentam um amplo campo de aplicações como na indústria de alimentos (doces, sobremesas, geleias, bebidas viscosas, produtos de panificação, bebidas lácteas e fermentadas, sucos, produtos à base de frutas, etc.), indústria de cosméticos (loções e xampu) e na área farmacêutica devido às suas propriedades de formar géis biodegradáveis, com bioadesividade e biocompatibilidade a vários sistemas, além de apresentar resistência térmica, enzimática e ácida, não oferecer toxicidade e ser altamente disponível (MORRIS *et al.*, 2012; PRAJAPATI, 2013; ZHANG *et al.*, 2015; DOLAN, 2016; SONJE & MAHAJAN, 2016; ZHANG *et al.*, 2017; ZIA *et al.*, 2018).

Os gelanos também podem ser empregados na elaboração de microcápsulas por meio da geleificação ionotrópica, em formulações para fins pediátricos, colírios e soluções

nasais, no tratamento da obesidade (por provocar a sensação de saciedade), em reconstruções de cartilagens, implantes denários e na terapêutica da atrite (OSMALEK *et al.*, 2014).

Alguns fatores influenciam no processo de elaboração dos géis como o pH (valores inferiores a 4 podem prejudicar a gelificação da goma natural), altos teores de sólidos solúveis (maiores que 25%) e temperatura (valores ideais entre 70 e 80°C). Contudo, a presença de íons não interfere no processo e a presença de sequestrante ou quelante (citratos ou fosfatos) facilitam no processo de geleificação da goma de baixa acilação (CUI, 2005; IMERSON, 2010; WUSTENBERG, 2015).

3.7 Embalagens para fins alimentícios

De acordo com a Associação Brasileira de Embalagens (ABRE), embalagem é definida como envoltura ou recipiente que acomoda temporariamente um produto, de forma unitária ou em conjunto no intuito de proteger e ampliar o tempo de armazenamento além de facilitar o transporte, distribuição e estocagem. A RDC nº 91, de 11 de maio de 2001 define embalagens para fins alimentícios como material que entra em contato direto com o alimento entre a etapa de produção/fabricação até o consumo com função de protegê-lo de agentes externos que possam promover alterações, contaminações ou adulterações (BRASIL, 2001; ABRE, 2018; CARVALHO; OLIVEIRA; SÃO JOSÉ, 2021).

Além das funções já mencionadas, a embalagem deve ser comunicativa ao consumidor por meio da apresentação de informações pertinentes do produto, como tabela nutricional, modo de uso/preparo, data de validade, composição, avisos à alérgenos, rastreabilidade, etc. (ALAMRI *et al.*, 2021).

Diferentes materiais são utilizados na fabricação de embalagens alimentícias, em destaque para as confeccionada com plástico, metais, vidro e a base de celulose. Cada material possui propriedades para conservar o produto, dentre as quais, servir como barreira a gases e aromas, luminosidade, proliferação microbiana, entrada ou saída de água e resistência a forças mecânicas (LANDIM *et al.*, 2015; ABEJÓN *et al.*, 2020).

As embalagens plásticas são o principal material utilizado como embalagem primária pela indústria de alimentos. Dentre as principais vantagens atribuídas a esse tipo de embalagem está a sua versatilidade em detrimento de sua natureza metamórfica (podem ser rígidos ou flexíveis e diferentes formatos), ter peso leve, baixo custo, serem termoresistentes e boa capacidade de barreira contra gases e água (FREITAS, 2022).

Os materiais mais utilizados são os plásticos poli tereftalato de etileno (PET), polietileno (PE) e polipropileno (PP), produzindo garrafas, potes, sacos e filmes (SANGRONIZ *et al.*, 2019). Outra variação são as embalagens laminada multicamadas (fina camada de alumínio entre duas camadas plásticas), tendo os mesmos atributos das embalagens plásticas convencionais além proteger o alimento contra a luz.

Contudo, a principal desvantagem é o impacto ambiental. Apesar da possibilidade de serem recicladas, a maior parcela das embalagens plásticas é descartada, parando em aterros/lixões ou em lugares que implicam com seres vivos, como em rios, lagos e oceanos. Além disso, a maioria dos polímeros usados são de origem sintética, não sendo biodegradáveis, podendo levar até 450 anos para se decompor no meio ambiente (FREITAS, 2022).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Pesquisa mercadológica

A pesquisa mercadológica foi realizada no período de março a maio de 2021 por meio de questionário eletrônico semiestruturado (Apêndice A) através da plataforma *Google forms*. Participaram da pesquisa 412 indivíduos residentes na cidade de Fortaleza-CE e Região Metropolitana (RM). Foram coletados dados socioeconômicos (idade, sexo, estado civil, escolaridade e renda), apresentação aos estruturados por meio de imagem, conhecimento sobre estes, o grau de interesse para consumo, o termo que melhor se aplica como denominação comercial e o tipo de embalagem mais adequado para o produto. As embalagens dispostas para a escolha dos participantes foram: embalagem laminada, embalagem laminada de face transparente, embalagem tipo celofane e recipiente plástico. Os dois tipos de embalagens que obtiveram mais votos foram as escolhidas para serem utilizadas nessa pesquisa.

A participação dos indivíduos ocorreu de forma voluntária sob concordância pelo Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE). A realização da pesquisa foi aprovada no Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Ceará, de acordo com os preceitos que regulamentam a pesquisa com seres humanos do Conselho Nacional de Saúde com o número CAAE5 6393715.5.0000.5054, de 22 de novembro de 2016.

4.2 Obtenção do extrato do coproduto do caju

O extrato do coproduto do caju foi obtido por meio da metodologia de Santiago (2021) com adaptações. As fibras foram secas em estufa com circulação e renovação de ar (modelo TE-394/2 Tecnal®) à 40°C durante 48h. Em seguida, foram pesados 30g da fibra e transferidas para Beckers com posterior adição de 300mL de solução hidroalcolica (42 EtOH: 58 H₂O). Após essa etapa, a mistura foi submetida a banho ultrassônico durante 30 minutos à temperatura de 22°C. Posteriormente, o conteúdo foi filtrado em papel de filtro Whatman nº 1 e conseguinte submetido ao rotoevaporador (modelo TE-211 Tecnal®) a temperatura de 50°C para a retirada total do etanol. Por fim, o extrato foi acondicionado em frasco de vidro âmbar e mantido sob refrigeração até as próximas análises.

Figura 1 – Extrato do coproduto do caju.



Fonte – Elaborado pelo autor (2023).

4.3 Elaboração dos estruturados mistos de manga e cajá adicionados do extrato do coproduto do caju

Para a elaboração dos estruturados, utilizou-se polpas comerciais de cajá e manga adquiridas na cidade de Fortaleza-CE e armazenadas sob congelamento no Laboratório de Processamento de Alimentos do Departamento de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará. A proporção dos insumos utilizados baseou-se na metodologia de Santiago (2021) com adaptações e se encontra na tabela 2.

Tabela 2 – Insumos utilizados na elaboração dos estruturados mistos de manga e cajá.

Insumo	Proporção (%)
Polpa de manga	35%
Polpa de cajá	35%
Extrato do coproduto do caju	24%
Açúcar	5%
Hidrocoloide (goma gelana)	1%

Fonte – Elaborado pelo autor (2023).

Inicialmente as polpas foram descongeladas e enquanto isso acontecia, foram pesados os demais insumos em suas devidas proporções. Como hidrocoloide, utilizou-se a goma gelana de alta acilação (0,25%) e de baixa acilação (0,75%) proveniente da CP Kelco® Corporação Wilmington, EUA. Após o descongelamento das polpas, pesou-as de acordo com a

proporção estabelecida e misturadas com o açúcar e a goma gelana de alta e baixa acilação em um recipiente de vidro até obter-se uma mistura homogênea. Em seguida, a mistura foi levada ao processador de alimentos *Termomix* a temperatura de 90°C durante 2 minutos. Após isso, foi-se adicionado o extrato do coproduto do caju e homogeneizou-se levando ao mesmo equipamento por mais 2 minutos.

Finalizado essa etapa, a mistura foi transferida para formas de silicone retangulares e deixada em repouso durante 30 minutos à temperatura ambiente. Após esse tempo, os estruturados obtidos foram desenformados e acondicionados, em triplicata, para embalagens de polietileno e de polietileno tereftalato (PET) revestidas com uma camada de alumínio. Em seguida, as embalagens foram seladas a quente e pasteurizou-se em banho-maria à 80°C durante 2 minutos seguido de banho frio pelos mesmos 2 minutos. Por fim, os estruturados acondicionados nas duas embalagens foram mantidos em refrigeração à 8°C até as próximas análises.

Figura 2 - Amostras dos estruturados acondicionadas nas embalagens de estudo.



Fonte – Elaborado pelo autor (2023).

A estabilidade dos estruturados acondicionados nas embalagens de polietileno e laminada foi realizada durante o período de 60 dias com realizando as análises semanalmente, contabilizando 9 tempos a partir da elaboração das amostras até o tempo estabelecido.

4.4 Características físico-químicas do extrato e da estabilidade dos estruturados acondicionados nas diferentes embalagens

4.4.1 Umidade do extrato do coproduto do caju

O teor de umidade do extrato do coproduto do foi estabelecido de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 1985) com adaptações. Em triplicata, pesou-se 10g do extrato e transferido para três cápsulas de porcelana, previamente taradas e submetido ao aquecimento em estufa à temperatura de 105°C durante 3 horas. Após essa etapa, as cápsulas foram transferidas para dessecador até atingirem temperatura ambiente e posteriormente pesadas. Houve a repetição do procedimento (aquecimento e resfriamento das amostras) até a obtenção de peso constante.

4.4.2 Acidez total, pH e sólidos solúveis

A acidez total do extrato foi realizada de acordo com o preconizado pela *Association of Official Analytical Chemistry* (AOAC, 2005) utilizando o indicador fenolftaleína e utilizando NaOH 0,1M para a titulação e os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico/100g de amostra. Para a determinação do potencial hidrogeniônico, diluiu-se a amostra na proporção de 1:10 e realizou-se leitura direta em potenciômetro (modelo 3505 Jenway ®) em triplicata (AOAC, 2005). Os sólidos solúveis foram determinados através de refratômetro digital (modelo Pal 1 Atago®) pingando-se algumas gotas da amostra e realizando a leitura em triplicata expressa em °Brix de acordo com IAL (2008). Para a estabilidade dos estruturados acondicionados nas embalagens selecionadas, seguiu-se as mesmas metodologias.

4.4.3 Atividade de água dos estruturados

As amostras de cada embalagens foram homogeneizadas utilizando almofariz e pistilo. Em seguida pegou-se quantidade suficiente que cobrisse o fundo de capsulas do equipamento analisador de atividade de água (AquaLab® modelo 4TE) previamente calibrado. A leitura foi realizada em triplicata, à temperatura de 25°C.

4.4.4 Coloração

A determinação da coloração do extrato baseou-se pela metodologia da AOAC (2005) utilizando-se um colorímetro Color Quest XE Hunter Lab, previamente calibrado. A leitura da amostra foi realizada em triplicata, através da emissão do feixe de luz do colorímetro medido por reflectância. Os resultados foram expressos por meio das coordenadas do sistema CIELAB baseados nas variáveis luminosidade (L^*), mudança da cor verde para vermelha (a^*), mudança de cor azul para amarela (b^*), Croma (C^*) e ângulo Hue (h). A estabilidade dos estruturados acondicionados nos dois tipos de embalagem quanto a coloração também seguiu a metodologia citada.

4.5 Compostos bioativos presentes no extrato do coproduto do caju e da estabilidade dos estruturados acondicionados nas diferentes embalagens

4.5.1 Determinação de ácido ascórbico

A quantificação do teor de ácido ascórbico do extrato do coproduto do caju, baseou-se na metodologia proposta por Strohecker e Henning (1967) com adaptações. Em um balão de 100mL adicionou-se 5mL do extrato e completou-se com a solução de ácido oxálico (0,5%) e por conseguinte, em triplicata, retirou-se 5mL da mistura (extrato/ácido oxálico) e despejou-se em Erlenmeyer adicionando-se 50mL de água destilada. Para a titulação, usou-se solução de DFI (2,6 diclorofenol-indofenol) 0,02% até mudança de coloração (tom de rosa permanente). Anotou-se o volume de DFI em cada replicata. A estabilidade das amostras de estruturados acondicionados nas embalagens de polietileno e laminada quanto ao ácido ascórbico seguiu a mesma metodologia com algumas adaptações.

4.5.2 Preparo de extrato dos estruturados

Para a realização das análises de determinação do conteúdo de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante, realizou-se a elaboração de extratos das amostras de estruturados de acordo com cada tempo (semana) até o final do período estabelecido. Utilizou-se a metodologia elaborada por Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto (1997) com adaptações. Pesou-se, em triplicata, cerca de 12g das amostras de cada embalagem em tubos Falcon e adicionou-se 20mL da solução de etanol a 50%, homogeneizou-se e esperou-se o intervalo de 1 hora de

repouso. Em seguida os tubos foram colocados em centrífuga (Hettich Zentrifugen®, modelo Rotina 380 R) durante 15 minutos à 10.000rpm. Após essa etapa, o sobrenadante foi filtrado e transferido para balões âmbar de 50mL. Depois, realizou-se uma segunda extração utilizando a solução de acetona a 70% seguindo os mesmos procedimentos anteriores. Por fim, foi adicionado água destilada nos balões até menisco e em seguida, o extrato obtido foi transferido para potes de plástico escuro e congelados até as próximas análises.

4.5.3 Compostos fenólicos totais

Os compostos fenólicos totais presentes no extrato foram determinados através do reagente Folin-Ciocalteu descrito por Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto (1997) com adaptações. Primeiramente realizou-se uma diluição do extrato (500µL para 10mL de água destilada) e em seguida, pegou-se uma alíquota de 100µL despejando em tubos de ensaio e completando com 400µL de água destilada, totalizando os 0,5mL preconizado pelos autores. Depois dessa etapa, adicionou-se, nessa sequência, 0,5mL do reagente Folin-Ciocalteu, 1mL de carbonato de sódio (Na_2CO_3) à 20% e 1mL de água destilada. Homogeneizou-se a mistura e aguardou-se 30 minutos para a realização da leitura.

Após esse intervalo a leitura da absorbância das amostras foi realizada em espectrofotômetro (Shimadzu Corporation, UV-1800, Japan) à 700nm. A concentração dos polifenóis presente no extrato foi calculada de acordo com curva padrão previamente estabelecida e o resultado foi expresso mg de ácido gálico equivalente (AGE) em 100g de amostra. Para a quantificação dos compostos fenólicos totais presentes nas amostras de cada embalagem, utilizou-se a alíquota do extrato puro completando com 420 µL de água destilada realizando as demais etapas da metodologia em questão.

4.6 Atividade antioxidante do extrato e da estabilidade dos estruturados acondicionados nas diferentes embalagens

4.6.1 Atividade antioxidante pelo método ABTS

A atividade antioxidante através por meio do sequestro de radical ABTS^{*+} foi realizada de acordo com a metodologia de Rufino (2007a) com adaptações. Inicialmente realizou-se uma diluição do extrato (2:10). Em seguida, pegou-se as concentrações de 10, 20 e

30 µL da diluição, completou-se os volumes de 10 µL e 20 µL com etanol PA até o volume padrão (30µL) e adicionou-se 3mL do radical ABTS*⁺ (previamente feito e padronizado a uma absorbância de $0,7 \pm 0,05$ no comprimento de onda de 734nm), homogeneizando e realizando a leitura em espectrofotômetro após 6 minutos. Os resultados foram obtidos através da curva padrão preparada previamente utilizando o reagente Trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid). Os valores foram expressos em µM de Trolox/g de amostra. Para a determinação da capacidade antioxidante dos extratos dos estruturados acondicionados nas diferentes embalagens durante o período de estabilidade, usou as concentrações 7,5, 15 e 30 µL do extrato puro, seguindo o restante das etapas preconizadas na metodologia.

4.6.2 Atividade antioxidante pelo método DPPH

A atividade antioxidante foi medida segundo o método descrito por Rufino et al. (2007b), ao utilizar o radical livre estável DPPH• (0,06 mM) e monitorar o consumo desse radical livre pelas amostras, por meio da medida do decréscimo da absorbância de soluções de três diferentes concentrações. Foram adicionados 1,95 mL de solução etanólica de DPPH• em tubos de ensaio que continham as concentrações 10000, 25000 e 50000ppm do extrato. Os tubos foram homogeneizados, e, em seguida, as absorbâncias foram mensuradas em leitor de microplacas (Synergyx Mx, Biotek, Estados Unidos) a 515 nm até a observação da sua estabilização (11 minutos). Os resultados foram obtidos a partir de uma curva padrão de solução DPPH• (0-60 mM) e expressos em EC₅₀ (Concentração Efetiva 50%) de extrato úmido o que corresponde à quantidade de amostra necessária para reduzir em 50% a concentração inicial do radical DPPH•. A atividade antioxidante do extrato obtido dos estruturados acondicionado em cada embalagem de acordo com os tempos da estabilidade foi realizada de acordo com metodologia citada. Utilizou-se as concentrações de 12.000, 24.000 e 60.000 ppm seguindo o restante das etapas.

4.7 Bioacessibilidade

Com essa análise, objetivou-se mensurar o percentual de compostos fenólicos presentes nos estruturados acondicionados na embalagem de polietileno e laminada após o processo de simulação da digestão *in vitro*. Inicialmente, elaborou-se as amostras de acordo com o item 4.3 deste trabalho. Em seguida, dividiu-se a análise em dois tempos: tempo 0

(análise das amostras recém produzidas) e tempo 1 (após 30 dias). A bioacessibilidade dos fenólicos baseou-se nas metodologias estabelecidas por Miller (1981) e Moura (2006), com adaptações. Em triplicata, pesou-se aproximadamente 20g dos estruturados de cada uma das embalagens, transferindo o conteúdo para Erlenmeyers e adicionando 100mL de ácido clorídrico 0,01M, ajustando o pH da mistura até chegar a 2 (pH do estômago) utilizando ácido clorídrico a 2M. Após isso, foi adicionado 3mL da solução de pepsina em cada Erlenmeyer. Para cada triplicata das amostras, foi preparado o “branco” (Erlenmeyer sem amostra e com o restante das soluções). Depois, todos os Erlenmeyers foram fechados com papel alumínio e levados ao banho termostatizado à temperatura de 37°C durante 2h (fase gástrica). Posteriormente, foi retirado 20mL do digerido de cada um dos Erlenmeyers e ajustado o pH até chegar 7,5 (pH duodenal) utilizando hidróxido de sódio (NaOH) a 0,5M, contabilizando as gotas de NaOH necessárias para atingi-lo. Logo após, foi colocado em membranas de diálise previamente lavadas com água destilada, a quantidade de gotas contabilizadas, utilizando bicarbonato de sódio (NaHCO₃) e em seguida, foi adicionado 25mL de água destilada e as membranas foram fechadas, colocadas nos Erlenmeyers e submetidos ao banho termostático à 37°C durante 30 minutos. Após esse período, foi adicionado 5mL da solução de bile e pancreatina, fechando os Erlenmeyers e colocando em agitação no banho à 37°C durante 2h (fase intestinal). Ao fim da fase intestinal, o conteúdo de cada membrana foi transferido para potes de plástico escuro, codificados e levados a congelamento (-18°C) até as próximas análises. A análise dos compostos fenólicos dos dialisados foi baseada na metodologia do item 4.5.3 deste estudo, utilizando as alíquotas de 300 e 500µL do dialisado puro das amostras de estruturados das duas embalagens e dos brancos respectivamente. Completou-se com 200µL de água destilada o conteúdo das amostras analisadas e seguiu-se as próximas etapas descritas na metodologia em questão. Os dados obtidos foram plotados em planilha do programa Microsoft EXCEL® 2019, quantificando os fenólicos presentes nos dialisados e o seu respectivo valor nos brancos. Em seguida, realizou-se o cálculo de diferença entre os valores dos dialisados das amostras e os dos brancos. A porcentagem de compostos fenólicos bioacessíveis dos estruturados de ambas as embalagens foi calculada de acordo com Briones-Labarca *et al.* (2011), por meio da fórmula:

$$\% \text{Bioacessível} = D/E \times 100$$

Onde:

D – dados (quantidade de bioativos) do conteúdo dialisável

E – dados (quantidade de bioativos) totais das amostras

4.8 Atividade antimicrobiana do extrato do coproduto do caju

O potencial antimicrobiano *in vitro* do extrato do coproduto do caju foi determinado sobre as cepas *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Salmonella enteritidis* IAL 1132, *Listeria monocytogenes* ATCC 19115 e *Pseudomonas aeruginosa* IAL 1026. As análises foram realizadas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos, do Departamento de Engenharia de Alimentos, da Universidade Federal do Ceará (LMA/DETAL/UFC).

As cepas bacterianas foram cultivadas em ágar triptona de soja (TSA/Difco) a 35°C por 24 horas. Após esse período, colônias isoladas entre 1 e 2 mm de diâmetro foram transferidas para tubos contendo 5mL do caldo triptona de soja (TSB/Difco) e incubadas a 38 35°C por 24 horas. Em seguida, as concentrações dos inóculos foram ajustadas fazendo-se diluições seriadas em água peptonada 0,1% (Difco) até a obtenção da suspensão bacteriana de 10⁶ UFC/mL (UGART, 2012).

A susceptibilidade bacteriana foi avaliada através do método qualitativo de difusão em ágar de acordo com as recomendações do *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI, 2017). Placas de Petri contendo ágar Mueller Hinton foram inoculadas com suspensões bacterianas de 10⁸ UFC/mL dos microrganismos de estudo. Após 10 minutos, foram produzidos orifícios de 6 mm de diâmetro e 4 mm de profundidade, onde foram adicionadas alíquotas de 50 µL do extrato puro. Os halos de inibição do crescimento bacteriano foram medidos após a incubação a 35 °C/ 24 horas.

4.9 Qualidade microbiológica dos estruturados durante o período de armazenamento

A qualidade microbiológica dos estruturados foi realizada por meio das contagens de coliformes totais e termotolerantes, pesquisa de *Salmonella* sp. e contagem de bolores e leveduras de acordo com a metodologia preconizada pela *American Public Health Association* (2001). As análises foram realizadas semanalmente até o término do período de estabilidade proposto no laboratório de Microbiologia de Alimentos do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará.

4.10 Sinérese

A sinérese dos estruturados foi avaliado de acordo com a metodologia proposta por Danalache (2014). Em triplicata, pesou-se as amostras recém-elaboradas e estas foram

transferidas para placas de Petri e mantidas sob refrigeração durante todo o período da estabilidade. Semanalmente, retirava-se a água condensada na superfície das placas bem como da amostra utilizando papel macio e posteriormente eram pesadas e novamente armazenadas. O percentual de sinérese foi obtido pela perda de massa em relação ao peso inicial conforme a equação a seguir:

$$\text{Sinérese (\%)} = (P1 - P2) / P1 \times 100$$

Onde: P1= Peso inicial da amostra; P2 = Peso final da amostra.

4.11 Análise sensorial dos estruturados durante o período de armazenamento

A análise sensorial foi dividida em tempo 0 (estruturados recém-elaborados) e tempo 1 (após 1 mês). Para cada um dos tempos participaram 80 provadores voluntários e não treinados, entre alunos, professores e servidores no Laboratório de Análise Sensorial do Instituto de Arte e Cultura (ICA) da Universidade Federal do Ceará. Foram elaboradas as seguintes formulações:

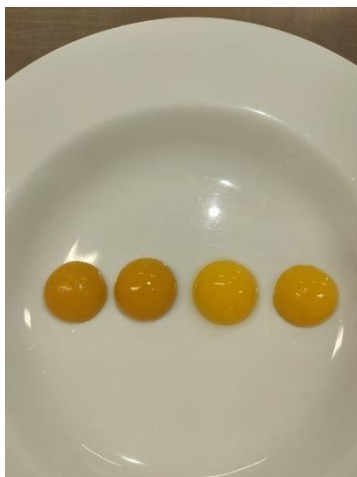
512 – Amostra com extrato/embalagem laminada

926 – Amostra com extrato/embalagem de polietileno

435 – Amostra sem extrato/embalagem laminada

247 – Amostra sem extrato/embalagem de polietileno

Figura 3 – Amostras de estruturados com e sem o extrato do coproduto do caju acondicionadas nas embalagens analisadas.



As amostras foram servidas aos voluntários em mesas individuais, iluminadas com luz branca, à temperatura convencional de apresentação em bandejas, onde os copos foram codificados com números de três dígitos. Foi entregue, juntamente com os recipientes um copo de água mineral, para eliminação do sabor residual na boca.

Foi aplicado o teste de aceitabilidade quanto a aparência, cor, aroma, textura, sabor e impressão global, utilizando escala hedônica de 9 pontos, ao qual 1 representa *desgostei muitíssimo* e o 9 *gostei muitíssimo*. (Apêndice B).

4.12 Análise estatística dos dados

Os dados provenientes da pesquisa mercadológica foram analisados por meio do programa Microsoft Excel® 2019. Além deste, foi utilizado o programa XLSTAR 2021 para testar qualitativamente a correlação das respostas através de teste Qui-quadrado ($\alpha = 0,20$).

Com a estabilidade dos estruturados produzidos acondicionados nas embalagens estudadas, quanto as características físico-químicas, compostos bioativos e sensoriais foram submetidos ao teste de Tukey ao nível de significância de 5% no programa *Statistica* (versão 10.0).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Dados da pesquisa mercadológica

Os dados socioeconômicos dos participantes da pesquisa, encontram-se na tabela 3.

Tabela 3 – Dados socioeconômicos dos participantes da pesquisa.

Dados Socioeconômicos		
Quanto a faixa etária	Nº	Porcentagem (%)
Menos de 20 anos	11	2,7
20 a 29 anos	121	29,4
30 a 39 anos	124	30,1
40 a 49 anos	85	20,6
50 anos ou mais	71	17,2
Quanto ao gênero	Nº	Porcentagem (%)
Feminino	295	71,6
Masculino	117	28,4
Quanto ao estado civil	Nº	Porcentagem (%)
Casado (a)	164	39,8
Solteiro (a)	192	46,6
Divorciado (a)	32	7,8
Viúvo (a)	0	0
União estável	20	4,9
Outros	3	0,7
Grau de escolaridade	Nº	Porcentagem (%)
Ensino fundamental incompleto	1	0,2
Ensino fundamental completo	3	0,7
Ensino médio incompleto	2	0,5
Ensino médio completo	13	3,2
Ensino superior incompleto	81	19,7
Ensino superior completo	115	27,9
Pós-graduação	197	47,8
Renda	Nº	Porcentagem (%)
E - Menos de 1 salário-mínimo (até R\$ 1.099,00)	62	15
D - 1 a menos de 4 salários (até R\$ 4.399,00)	151	36,7
C - 4 a menos de 6 salários (até R\$ 6.599,00)	74	18
B - 6 a menos de 10 salários (até R\$ 10.999,00)	71	17,2
A - Acima de 10 salários (R\$ 11.000,00)	54	13,1

Fonte – Elaborado pelo autor (2023).

Com relação ao grupo amostral da pesquisa, pode-se observar que a maioria dos participantes são indivíduos do sexo feminino (71,6%), com faixa etária de 30 a 39 anos (30,1%) seguidos por pessoas com idade de 20 a 29 anos (29,4%), solteiros (46,6%), seguidos por casados (39,8%), com pós-graduação (47,8%) e com renda entre 1 a menos de 4 salários-mínimos (36,7%). A partir da predominância de indivíduos participantes de acordo com o sexo, estado civil e faixa etária, os resultados da pesquisa corroboram com os achados por Sampaio *et al.* (2021) na pesquisa mercadológica sobre o consumo de molhos à base de frutas na cidade de Fortaleza-CE e Região Metropolitana (RM).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2010), a configuração populacional da cidade de Fortaleza-CE é predominantemente constituída por adultos jovens, com faixa etária de 20 a 24 anos, faixa esta, incluída nos dados encontrados pela pesquisa. Além disso, dentre essa faixa etária, o sexo feminino é significativamente predominante, o que também pode roborar com o predomínio de indivíduos desse gênero no presente estudo.

O gênero é um dos fatores que podem influenciar no processo de escolha e compra de um produto ou serviço, de modo a haver diferenças significativas entre os sexos em relação ao comportamento consumidor. De forma geral, as mulheres são as principais figuras responsáveis pelas suas compras diárias, como de suas famílias, principalmente no que diz respeito a compra de produtos alimentícios, fato este, que pode acarretar escolhas alimentares mais saudáveis, devido que sua dieta é composta por grupos alimentares mais nutritivos, como frutas, legumes, hortaliças e produtos lácteos (RITCHIE *et al.*, 2010; ASSUMPÇÃO *et al.*, 2017; CUNHA *et al.*, 2022).

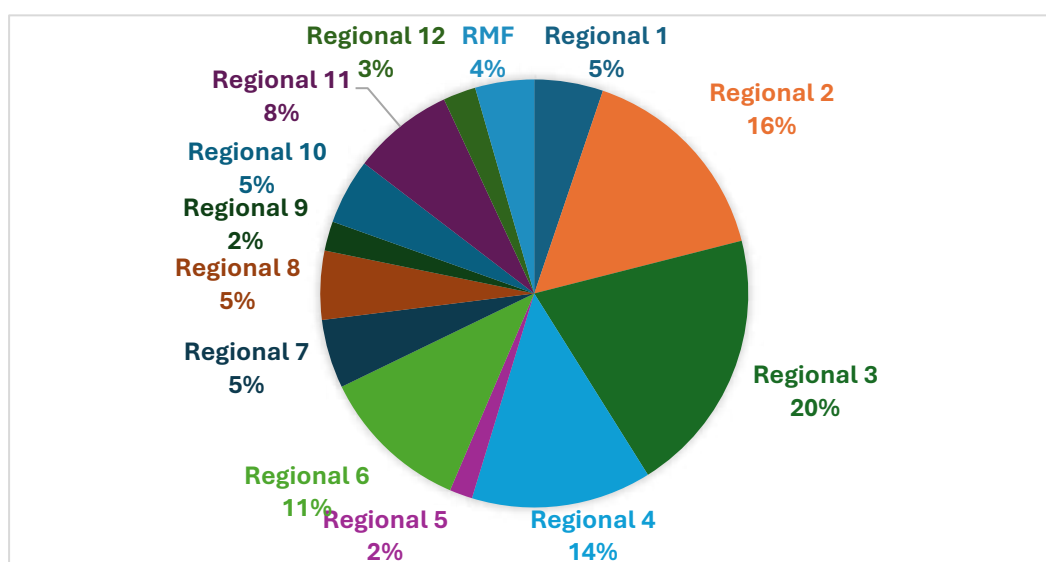
De acordo com a faixa etária, observa-se que cerca de 59,5% (245) das pessoas que participaram da pesquisa tinham idade de 20 a 39 anos. A faixa etária é outro fator que determina os hábitos de consumo, sendo que este, varia ao longo da vida. Indivíduos entre 20 e 39 anos apresentam uma renda superior a pessoas com até 19 anos e com mais de 40 anos, ao qual a questão do status é um dos principais influenciadores para as compras. Além disso, a maior parcela dos participantes eram solteiros (46%), o que ainda colabora com uma maior aquisição de produtos ou serviços, já que consumidores solteiros não possuem tantas responsabilidades quanto aqueles que são casados (GIL, 2008; SILVA; DOMINGUES; BIAZON, 2021).

Com relação a escolaridade, a maior parcela dos participantes da pesquisa apresentou pós-graduação (47,8%), seguido do ensino superior completo (27,9%) e ensino superior incompleto (19,7%). Entende-se que indivíduos que apresentam mais anos de

escolarização possuem maior compreensão sobre escolhas alimentares mais saudáveis, principalmente sobre o consumo de frutas e demais vegetais. De forma inversa, a maior escolaridade também pode influenciar em padrões alimentares não saudáveis, levando em consideração o nível de desenvolvimento de um país, condições socioeconômicas e de como tem ocorrido o processo de transição nutricional. De forma geral, a escolaridade influencia nos hábitos alimentares dos indivíduos (TERNUS *et al.*, 2019; CUNNHA *et al.*, 2022).

A frequência de resposta dos participantes desse estudo de acordo com localização por meio das regionais está disposta no gráfico 1.

Gráfico 1 – Frequência de resposta quanto ao consumo de frutas pelos residentes da cidade de Fortaleza em suas respectivas regionais (I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI e XII) e na RMF.



Fonte – Elaborado pelo autor (2023).

De acordo com os percentuais de moradores em cada regional, observa-se que 50 % dos participantes da pesquisa residem nas regionais III (20%), II (16%) e IV (14%). Levando em consideração os dados disponíveis na Plataforma da Prefeitura de Fortaleza, percebe-se que com relação ao Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), a regional II é a que apresenta o maior IDH intramunicipal (0,640) em comparação com as regionais III (0,430) e IV (0,480) (PREFEITURA DE FORTALEZA, 2020).

Para que possa ocorrer a elaboração de políticas públicas de acordo com a realidade presente em cada cidade, é necessário estudos que retratem de forma fidedigna, as características de cada bairro (BARROS & BARROS, 2021). Apesar das diferenças com

relação a métrica do IDH intramunicipal, observou-se que os indivíduos residentes nas regionais com menor IDH, apresentam alto grau de escolaridade e renda média, o que pode implicar de forma direta ou indireta no acesso e escolha de produtos e/ou serviços.

Os dados referentes ao consumo de frutas pelos participantes da pesquisa estão dispostos na tabela 4.

Tabela 4 – Perfil amostral em relação ao consumo de frutas da população de Fortaleza e RMF.

Possui o hábito de consumir frutas?		N			p-valor
		Sim	Não	Mais ou menos	
Gênero	Feminino	265	20	0	0,272
	Masculino	105	7	1	
Faixa etária	< 20 anos	10	1	0	0,712
	20 a 29 anos	107	10	0	
	30 a 39 anos	112	9	0	
	40 a 49 anos	80	4	1	
	≥ 50 anos	61	3	0	
Região em que reside	RMF	18	0	0	0,863
	1	18	3	0	
	2	58	6	0	
	3	74	6	1	
	4	53	2	0	
	5	7	0	0	
	6	44	2	0	
	7	21	0	0	
	8	17	4	0	
	9	3	0	0	
	10	19	1	0	
	11	29	2	0	
	12	9	1	0	
Nível de Escolaridade	EFI	1	0	0	0,283
	EFC	2	0	0	
	EMI	2	0	0	
	EMC	13	0	0	
	ESI	64	12	0	
	ESC	102	7	0	
	PG	186	8	1	
Nível de Renda Familiar	Classe A	49	4	0	0,116
	Classe B	64	5	1	
	Classe C	65	7	0	
	Classe D	133	11	0	
	Classe E	59	0	0	

Fonte - Elaborado pelo autor (2023). RMF – Região Metropolitana de Fortaleza; EFI – Ensino Fundamental Incompleto; EFC – Ensino Fundamental Completo; EMI – Ensino Médio Incompleto; EMC – Ensino Médio Completo; ESI – Ensino Superior Incompleto; ESC – Ensino Superior Completo; PG – Pós-graduação.

Com relação as respostas dos participantes sobre o seu consumo de frutas, observou-se que 92,96% dos participantes afirmaram que consomem frutas, não havendo correlação entre o consumo com o sexo ($p > 0,20$), indicando que tanto homens, como mulheres consomem frutas habitualmente. As frutas são reconhecidas como alimentos importantes para a alimentação humana, devido a apresentarem uma diversidade de substâncias, como vitaminas, minerais, compostos fenólicos, carotenoides e fibras, ao qual desempenham funções benéficas para fisiologia do organismo, bem como a prevenção de doenças (SCHIASSI *et al.*, 2018).

Com relação às variáveis da faixa etária, local onde reside em relação às regionais e escolaridade, percebeu-se que não houve correlação com o consumo de frutas, indicando que independentemente da idade, localidade e grau de instrução, os participantes consomem frutas. Já para a variável renda, observou-se sua correspondência com o hábito de consumir frutas ($p < 0,20$) pelos indivíduos participantes, sendo aqueles categorizados na classe D, os que mais afirmaram consumi-las.

De acordo com o Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) (2012), dos 10 bairros mais ricos da cidade de Fortaleza, 5 encontram-se na regional II (Meireles, Varjota, Mucuripe, De Lurdes, Aldeota e Dionísio Torres), o que pode indicar que os seus residentes apresentam uma maior renda em relação aos moradores de outros locais da cidade (PREFEITURA DE FORTALEZA, 2020). Com relação aos participantes categorizados como da classe D, geralmente, essas pessoas escolhem bairros/localidades mais periféricas em relação a lugares mais valorizados ou áreas próximas a determinados serviços e infraestruturas.

A decisão de escolha de moradia por uma família, parte das potencialidades de utilização do imóvel, avaliação da acessibilidade ao Distrito Central de Negócios (*Central Business District* – CBD) em relação a sua necessidade espacial de habitação, sendo influenciada por fatores como tempo de deslocamento e renda. Baseado no modelo de cidade monocêntrica, quanto mais fácil for o acesso ao CBD, maior será o valor pago pela habitação (FERRARI; MONTEIRO; AMARAL, 2019).

Para o consumo de frutas pelos participantes da classe D, esse fato pode ser explicado pela presença de feiras livres próximas aos locais onde residem. Através da plataforma “Fortaleza em Mapas”, foi possível observar uma maior concentração de feiras livres em bairros que compõem as regionais III, V, X e XI, caracterizadas como mais periféricas em relação à regionais como II, VII e XII (PREFEITURA DE FORTALEZA, 2021).

Feiras livres são consideradas como pontos de venda, ao qual o produtor/feirante instala sua banca em um local devidamente estabelecido por algum órgão público (geralmente a prefeitura do município), realizando a comercialização dos seus produtos aos consumidores.

Dentre as vantagens da comercialização de produtos nesses espaços, está o recebimento de um maior valor agregado para os produtores feirantes, além de um preço mais acessível de compra e promoção de uma maior qualidade nutricional para a população consumidora (CARVALHO & GROSSI, 2019).

Em relação a frequência de consumo de frutas pelos participantes da pesquisa mercadológica estão presentes na tabela 5.

Tabela 5 – Frequência de consumo de frutas na dieta habitual da população de Fortaleza e RMF.

Com qual frequência você consome frutas em sua dieta habitual?								
		N						p-valor
		A	B	C	D	E	F	
Gênero	Feminino	182	70	13	0	0	20	0,026
	Masculino	57	44	4	1	0	7	
Faixa etária	<20 anos	7	1	2	0	0	1	0,000
	20 a 29 anos	48	51	7	1	0	10	
	30 a 39 anos	74	33	5	0	0	9	
	40 a 49 anos	55	23	3	0	0	4	
	≥ 50 anos	55	6	0	0	0	3	
Região em que reside	RMF	10	6	2	0	0	0	0,478
	Regional 1	13	5	0	0	0	3	
	Regional 2	42	15	1	0	0	6	
	Regional 3	43	27	5	0	0	6	
	Regional 4	31	20	1	1	0	2	
	Regional 5	4	3	0	0	0	0	
	Regional 6	28	14	2	0	0	2	
	Regional 7	14	6	1	0	0	0	
	Regional 8	13	4	0	0	0	4	
	Regional 9	1	1	1	0	0	0	
	Regional 10	16	3	0	0	0	1	
	Regional 11	16	9	4	0	0	2	
	Regional 12	8	1	0	0	0	1	
Nível de Escolaridade	EFI	1	0	0	0	0	0	0,000
	EFC	1	1	0	0	0	0	
	EMI	1	1	0	0	0	0	
	EMC	9	2	1	1	0	0	
	ESI	32	24	8	0	0	12	
	ESC	60	36	6	0	0	7	
	PG	135	50	2	0	0	8	
Nível de Renda Familiar	Classe A	39	10	0	0	0	4	0,000
	Classe B	47	18	0	0	0	5	
	Classe C	52	11	2	0	0	7	
	Classe D	75	45	12	1	0	11	
	Classe E	26	30	3	0	0	0	

Fonte - Elaborado pelo autor (2023). RMF – Região Metropolitana de Fortaleza; EFI – Ensino Fundamental Incompleto; EFC – Ensino Fundamental Completo; EMI – Ensino Médio Incompleto; EMC – Ensino Médio Completo; ESI – Ensino Superior Incompleto; ESC – Ensino Superior Completo; PG – Pós-graduação. A – 5 ou mais dias na semana; B – 2 a 3 dias na semana; C – 1 vez por semana; D – Quinzenalmente; E – Mensalmente; F – Não consome.

Para a frequência de consumo de frutas, constatou-se que em relação ao sexo, houve correlação, ao qual 63,86% (182) das mulheres participantes afirmaram que consumiam frutas diariamente e 24,56% (70) disseram que consumiam de 2 a 3 vezes na semana, 13 consomem 1 vez na semana e 20 (7,02%) relataram que não consumiam frutas. Já para os homens que participaram do estudo, 50,44% (57) informaram que ingeriam frutas todos os dias e 38,94% (44) relataram o consumo de frutas de 2 a 3 vezes na semana, 4 (3,54%) consumiam uma vez na semana, 1 (0,9%) alegou que consome a cada quinze dias e 7 (6,19%) participantes alegaram não as consumir.

De acordo com o Sistema de Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (VIGITEL), o percentual de adultos (≥ 18 anos) que consomem frutas e hortaliças em cinco ou em mais dias da semana para a cidade de Fortaleza-CE, mostra que 34,79% residentes do sexo feminino da capital apresentam o consumo desses alimentos com essa frequência e, 26,73% dos indivíduos do sexo masculino moradores da cidade possuem essa regularidade de consumo (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021). Costa *et al.* (2021) observaram quanto a participação calórica na dieta, que as mulheres obtêm 6,07% das calorias provenientes de frutas, enquanto os homens, adquirem 4,87% das calorias necessárias a partir desses alimentos.

Inadequações quanto aos hábitos alimentares, principalmente sobre o consumo de frutas constitui um dos 10 principais fatores de risco de morte por todas as causas, bem como que o consumo desses alimentos está relacionado com a redução significativa da incidência de diabetes *mellitus* tipo 2 e doenças cardiovasculares. A Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda o consumo diário de frutas e hortaliças seja de 400g e o Guia Alimentar para a População Brasileira preconiza a ingestão de 3 porções de frutas ao dia (WHO, 2014; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014; SANTOS *et al.*, 2019).

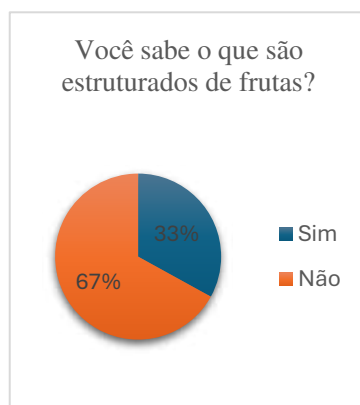
Diante de tais achados, percebe-se que indivíduos do sexo feminino participantes da pesquisa apresentam um maior hábito de consumo de alimentos responsáveis pela promoção da saúde em comparação os do sexo masculino.

Em relação às variáveis idade, escolaridade e renda, verificou-se sua correlação com a frequência de consumo de frutas ($p < 0,20$), ao qual foi possível observar que indivíduos com idade entre 30 e 39 anos, que apresentam pós-graduação e pertencentes principalmente a classe D, são os que apresentam a maior frequência de consumo de frutas. Para a idade, constatou-se que com o passar dos anos e com a incidência de doenças, principalmente as Doenças Crônicas não Transmissíveis (DCNT), há um maior consumo de alimentos responsáveis pela manutenção da saúde, como frutas e hortaliças.

Já para a escolaridade, observou-se que os participantes com maior grau de escolarização, apresentaram maior frequência de consumo. Tais achados foram semelhantes aos encontrados por Santos e Conde (2020) e Mendes, Santos e Pinto (2020), indicando, nesses casos, que maior conhecimento influencia na prevalência de consumo de alimentos mais saudáveis.

Os dados referentes ao conhecimento sobre os estruturados de frutas por parte dos participantes está representado no gráfico 2.

Gráfico 2 – Conhecimento dos participantes da pesquisa sobre o que são estruturados de frutas.



Fonte – Elaborado pelo autor (2023).

Após essa pergunta, foi mostrado aos voluntários uma imagem que representa o estruturado misto de manga e cajá em conjunto com sua definição.

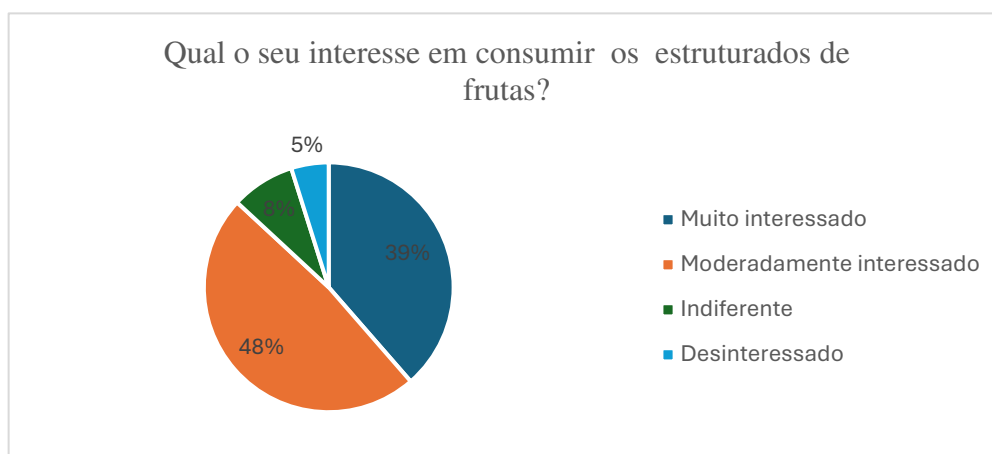
Figura 4 – Representação do estruturado misto de manga e cajá presente no questionário.



Fonte – Elaborado pelo autor (2023).

Pode-se observar que 67% dos participantes da pesquisa (276) afirmaram que não conheciam os estruturados de frutas e 33% disseram que já conhecem. Com relação ao grau de interesse no consumo dos estruturados, os dados obtidos constam no gráfico 3.

Gráfico 3 – Interesse de consumo dos estruturados pelos participantes da pesquisa.



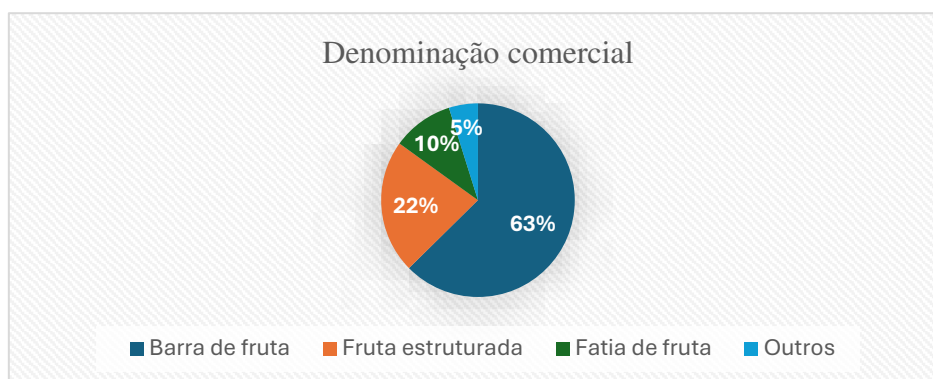
Fonte – Elaborado pelo autor (2023).

A partir desses dados, pode-se observar que diante das informações repassadas sobre os estruturados de frutas, estes apresentaram potencial aceitação pelos participantes da pesquisa, fato este, que pode servir como base para sua disponibilidade para venda. A forma como um produto alimentício é visualmente apresentado influencia de modo significativo na percepção sobre os atributos sensoriais deste por parte dos indivíduos, fato este, que pode promover mudanças nas preferências e comportamentos de consumo pelos indivíduos.

Além disso, o comportamento do consumidor tem sido objeto de estudo por diferentes áreas do conhecimento, ao qual os estudiosos buscam de forma constante, compreender o comportamento de compra dos indivíduos, seus interesses, vontades, convicções e preceitos, para a partir disso, elaborar ideias e estratégias para compreender e facilitar o processo de venda para um público específico (VILANOVA, 2019).

Quanto à denominação comercial do produto, foi perguntado aos participantes qual o melhor termo estaria mais apropriado para designá-lo comercialmente. Os resultados estão dispostos no gráfico 4.

Gráfico 4 – Designação do nome comercial pelos participantes para o estruturado misto de manga e cajá.

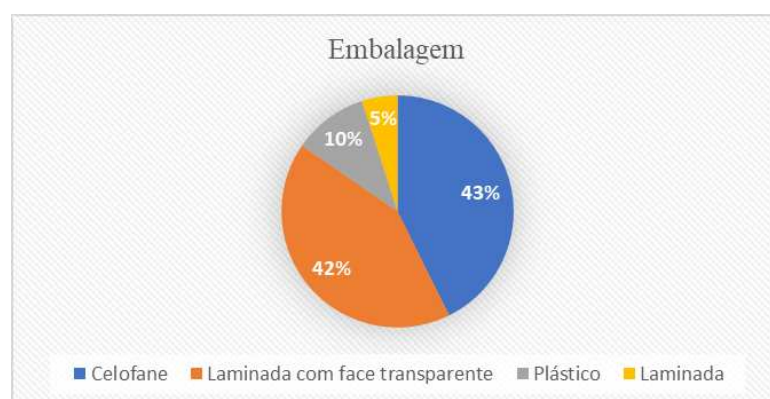


Fonte – Elaborado pelo autor (2023).

A partir dos dados coletados, foi possível observar que 63% (258) dos participantes escolheram como denominação comercial do produto apresentado o termo *barra de fruta*, 22% (92) optaram por *fruta estrutura*, 10% preferiram a designação *fatia de fruta* e 5% (20) afirmaram que o produto deveria ter outro nome comercial.

Para a embalagem, foi questionado aos participantes qual a que estaria mais adequada para a comercialização do produto. Os resultados estão dispostos no gráfico 5.

Gráfico 5 – Escolha da embalagem para os estruturados mistos por parte dos participantes da pesquisa.



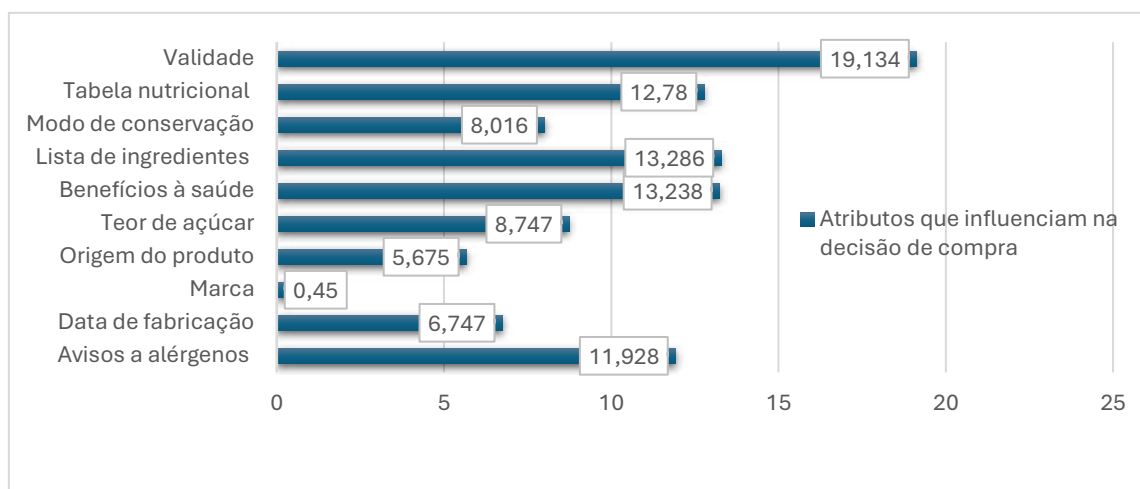
Fonte – Elaborado pelo autor (2023).

Diante das opções disponíveis e escolhidas pelos participantes, foi observado que 43% (172) escolheram a embalagem celofane, 42% (169) optaram pela embalagem laminada com face transparente, 10% preferiram a embalagem plástica e 5% decidiram escolher a

embalagem laminada. Dessa forma, as embalagens celofane e laminada com face transparente foram as selecionadas para serem utilizadas no estudo de estabilidade dos estruturados.

Com relação aos termos selecionados que maior ou menor influenciam a escolha de um produto, os resultados da pesquisa estão presentes no gráfico 6.

Gráfico 6 – Atributos selecionados que mais ou menos influenciam na escolha de um produto por parte dos participantes da pesquisa.



Fonte - Elaborado pelo autor (2023).

A partir dos dados coletados, observou-se que os termos que os participantes da pesquisa consideraram como mais ou menos importantes na decisão de compra de um produto foram 19,13% para validade, 13,28% para lista de ingredientes, 13,23% para benefícios à saúde, 12,78% para a tabela nutricional, 11,92% para avisos à alérgenos, 8,74% para o teor de açúcar, 8,01% para modo de conservação, 6,74% para data de fabricação, 5,67% para origem do produto e 0,45% para a marca do produto.

A data de validade, a lista de ingredientes, os benefícios à saúde, a tabela nutricional e aviso à alérgenos foram os termos que os participantes do estudo consideraram como os mais importantes na decisão de compra, fato este que pode estar associado, pois geralmente, essas informações são as primeiras a serem observadas na escolha e aquisição de produtos.

A percepção dos consumidores na tomada de decisões é influenciada por uma variedade de aspectos, ao qual, cada um desses, em maior ou menor grau, afeta de maior ou menor intensidade no seu comportamento de consumo. Além disso, a disponibilidade de diversos produtos alimentícios, diferentes condições na alimentação e demais estímulos

também afetam, de modo direto ou indireto, a maneira como as pessoas fazem a aquisição e consumo de alimentos (VELLOSO; OLIVEIRA; RESENDE, 2017; AZEVEDO, 2019).

5.2 Caracterização do extrato do coproduto do caju

Os dados referentes as características físico-químicas do extrato estão presentes na tabela 6.

Tabela 6 – Características físico-químicas do extrato do coproduto do caju.

Análises			
Umidade (%)	pH	Acidez total (g de ácido cítrico/100g)	Sólidos solúveis (°Brix)
95,21± 0,00	3,59± 0,00	0,41 ± 0,01	8,4 ± 0,17

Fonte – Elaborado pelo autor (2023).

O teor de umidade do extrato foi de 95,21%, tal valor apresenta-se semelhante ao encontrado por Lima (2019) que foi de 95,9%, porém menor ao constatado por Santiago (2021) com percentual de 98,96%. No contexto geral, observa-se que o extrato é majoritariamente composto por água com uma pequena concentração de sólidos solúveis.

A acidez total titulável foi de 0,41g de ácido cítrico, sólidos solúveis de 8,4 e pH de 3,59. Santiago (2021) encontrou valores de acidez, sólidos solúveis e pH de 0,39g de ácido cítrico/100g de amostra, 2 e 4,7 respectivamente, Já Lima (2019) obteve valores de 0,21g, 9,1 e 3,9 nessa ordem. A legislação preconiza que para a identificação e controle de qualidade da polpa de caju exige-se uma acidez de no mínimo 0,3g, pH em torno de 4,56 e sólidos solúveis a partir de 10°Brix (BRASIL, 2000). Portanto, o extrato do coproduto obtido encontra-se em conformidade com a legislação em relação aos parâmetros citados.

Os valores dos parâmetros quanto à coloração do extrato do coproduto do caju são apresentados na tabela 7.

Tabela 7 - Dados das coordenadas de cor do extrato do coproduto do caju.

Parâmetros				
L*	a*	b*	C*	Hue
18,06 ± 0,96	4,09 ± 0,05	9,07 ± 0,38	9,95 ± 0,37	65,74 ± 0,68

Fonte – Elaborado pelo autor (2023). L* - luminosidade (branco ao preto); a* - intensidade de verde (-) e vermelho (+); b* intensidade de azul (-) e amarelo (+); C* - cromaticidade; Hue – ângulo de tonalidade.

Em relação a coloração do extrato, para a luminosidade (L^*) o extrato apresentou valor 18,08, indicando a característica de cor mais opaca do que brilhante levando em consideração 0 para preto puro e 100 para branco puro. Obteve-se o valor de 9,95 o croma (C^*), sugerindo que o extrato possui baixa saturação de cor. Já para as coordenadas a^* (4,09) b^* (9,07) e o ângulo Hue (65,74) indicam que a cor do extrato tende ao laranja. Em relação a isso, houve diferença nas cores obtidas por Lima (2019) e Santiago (2021) que constataram a coloração amarela para os seus respectivos extratos do coproduto do pedúnculo do caju.

A coloração obtida no extrato é atribuída a presença de compostos bioativos no pedúnculo do caju, em especial os carotenoides. Essa classe de compostos compreende cerca 700 tipos de substâncias pigmentosas que apresentam coloração amarela, laranja ou vermelha, com algumas exceções (incolors) (ASSIS *et al.*, 2017). Silva (2020), ao avaliar o perfil de carotenoides presentes no coproduto de caju, identificou os seguintes isômeros de carotenoides: auroxantina (*cis* e *trans*), β -criptoxantina, matatoxantina, zeaxantina, luteína, α e β -carotenos.

5.3 Ácido ascórbico, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante por ABTS e DPPH do extrato

Os dados referentes a composição fitoquímica e capacidade antioxidante do extrato estão dispostos na tabela 8.

Tabela 8 - Concentração de ácido ascórbico, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante do extrato das fibras do pedúnculo do caju.

Ácido ascórbico (mg/100g ⁻¹)	Compostos fenólicos totais (mg EAG/100g)	ABTS (μ M Trolox/g)	DPPH (g/g DPPH) (EC50)
53,16 \pm 1,90	164,26 \pm 26,17	8,9 \pm 0,31	6,65 \pm 0,21

Fonte – Elaborado pelo autor (2023).

O valor de ácido ascórbico (vitamina C) obtido no extrato foi de 53,16 mg/100g da amostra. Santiago (2021) encontrou o valor de 25,78 mg/100g para o seu respectivo extrato do coproduto do caju. Freire (2013) e Mate (2022) relataram a concentração desse micronutriente nos valores de 219 mg/100g e 38,55mg/100g do pedúnculo do caju *in natura* respectivamente. Essas variações nas concentrações tanto no fruto como no coproduto podem estar relacionadas

com as condições de solo, clima, variedade e maturação do fruto e diferenças nas etapas de obtenção do extrato.

Em relação a presença de compostos fenólicos totais no extrato, quantificou-se 164,26 mg de EAG/100g do extrato. Esses valores são menores aos reportados por Lima (2019) e Santiago (2021) com concentrações de 376,2mg de EAG e 283,52mg de EAG/100g dos seus respectivos extratos do coproduto do caju. Infante *et al.* (2013) encontrou o valor de 10,67 mg de EAG/100g do extrato de etanol e acetona submetido à ultrassom. Para a polpa de caju *in natura*, Vieira *et al.* (2011) obteve os valores de 201,65 e 165,07mg de EAG/100g para os extratos aquoso e hidroalcóolico respectivamente.

As diferenças nas concentrações de compostos encontradas em comparação aos valores presentes na literatura podem ter relação com as características da matéria-prima (local e manejo de cultivo, variedade e época do ano, forma de processamento dentro da indústria) e com diferenças em relação a forma de obtenção do extrato (tipo de solvente, método de extração, temperatura, tempo e pH) (SARTORI, 2014; SHARMA, 2015; WOLFF; SILVEIRA; LAZZAROTTO, 2019).

Além desses fatores, a determinação de compostos fenólicos pelo método Folin-ciocalteu não diferencia os compostos fenólicos de fato de outras substâncias capazes de reagir com o ácido fosfotungstico-fosfomolibdico, acarretando a formação do complexo azul de molibdênio, como por exemplo, o ácido ascórbico. (HUANG; OU; PRIOR, 2005).

Guimarães, Salgado e Carvalho (2020), ao avaliar a concentração de compostos fenólicos presentes na laranja, manga e maracujá, observou que houve diferença significativa nas quantificações por meio dos métodos Folin-Denis, Folin-ciocalteu e Fast Blue BB obtendo menores valores para a concentração desses compostos pelo último método citado em relação aos demais, sendo que esse método é capaz de “eliminar” os interferentes considerados não fenólicos.

Dessa forma, os valores de compostos fenólicos presentes no extrato obtido do coproduto do caju devem ser calculados por litro de extrato assim como realizado por Santiago (2021) e levando em consideração a quantidade utilizada na formulação das amostras. Assim, o valor de fenólicos presentes no extrato seria de 266,64 mg de EAG.

Com relação a capacidade antioxidante do extrato, pelo método ABTS foi contabilizado 8,9 μM Trolox/g do extrato. O valor obtido foi menor ao encontrado por Lima (2019) e Santiago (2021) que foram de 12,0 e 21,79 μM Trolox/g dos seus respectivos extratos do coproduto do caju. Já Gonçalves, Láscais e Moreira (2019) obtiveram valores de 1,6 e 2,25 μM Trolox/g do extrato da polpa de caju bruto e lavado dos interferentes respectivamente.

Para a atividade antioxidante por DPPH, verificou-se o valor de 6,65g DPPH capaz de reduzir em 50% a concentração inicial do radical (EC_{50}). Felix *et al.* (2020) através do extrato aquoso/etanol/acetona do coproduto do caju, encontrou o valor da EC_{50} de 4,62g DPPH. Já Rufino (2010) reporta 7,14 g DPPH para o pedúnculo do caju *in natura*.

Dentre os possíveis fatores que podem influenciar as diferenças nos valores encontrados para a atividade antioxidante pelos métodos ABTS e DPPH na presente pesquisa com os da literatura estão a variedade da fruta e local cultivo, bem como pequenas variações no processo de obtenção do extrato e na execução das análises.

5.4 Atividade antimicrobiana

Diante da problemática de micro-organismos resistentes aos antibióticos utilizados na clínica, diversas pesquisas vêm sendo realizadas na busca por substâncias de origem natural com atividade biológica que possam ser uma alternativa para o controle microbiano e prevenção de doenças relacionadas.

Nesse sentido, os compostos de origem vegetal têm sido empregados já que o uso de plantas para fins terapêuticos remonta a antiguidade. De todas as partes da planta podem ser extraídos substâncias com potencial atividade contra diversos micro-organismos, de cepas resistentes a antibióticos aos fungos (MONTEIRO *et al.*, 2021; SOUSA *et al.*, 2022b).

Existem diversas metodologias que avaliam a atividade antimicrobiana de diferentes substâncias. Dentre essas, há o teste de difusão em ágar que emprega micro-organismos de rápida atividade metabólica, sendo cepas aeróbicas ou aeróbicas facultativas. A avaliação da substância frente ao micro-organismo é comparada ao controle positivo (antimicrobiano padrão) e a zona de inibição (halo) é medida partindo da circunferência do disco ou poço até a margem onde observa o crescimento microbiano (BARRY, THORNSBERRY, 1991).

A atividade antimicrobiana do extrato do coproduto do caju sobre as cepas selecionadas encontra-se na tabela 9.

Tabela 9 – Atividade antimicrobiana do extrato do coproduto do caju pelo método de difusão em ágar.

Extrato	Tamanho do halo (mm)			
	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Salmonella enteritidis</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
50µL/mL	9,7	14	18	ND
Gentamicina (10 µg) *	19	24		
Amicacina (30µg) **	-	-	15	

Fonte – Elaborado pelo autor (2023). ND – Não Determinado; * Antibiótico comercial utilizado como controle positivo contra micro-organismos Gram-positivos; ** Antibiótico comercial utilizado como controle positivo para os micro-organismo Gram-negativos.

Com relação ao tamanho do halo, pode-se observar que o extrato apresentou maior atividade antimicrobiana frente as cepas de *Salmonella enteritidis* (18mm), seguido pela ação contra *Listeria monocytogenes* (14mm) e *Staphylococcus aureus* (9,7mm). Não houve formação de halo de inibição para *Pseudomonas aeruginosa*.

Os resultados obtidos para *S. aureus* e *P. aeruginosa* corroboram com os achados por Monteiro *et al.* (2017) que avaliaram o líquido da castanha de caju (LCC) em metodologia similar, encontrando halo de 18,7 mm e ausência deste para as respectivas cepas. Martins (2022) também observou a ausência de halo para *P. aeruginosa* avaliando o extrato da casca do cajueiro e Silva *et al.* (2021) demonstrou a formação de halo de 16,05mm para *S. aureus* inoculando o extrato da casca dessa planta.

Levando em consideração o controle positivo, os micro-organismos podem ser classificados em sensíveis quando o halo de inibição é maior ou até 3mm a menos que o controle; moderadamente sensíveis, halo maior que 2mm, mas menor que o controle em mais de 3mm; resistentes quando o diâmetro do halo é menor que 2mm (OSTROSKY et al., 2008) A partir disso, observou-se que as cepas de *S.aureus* e *L. monocytogenes* apresentaram sensibilidade moderada e a *S. enteritidis* apresentou sensibilidade ao extrato do coproduto do caju.

5.5 Estabilidade dos estruturados em diferentes embalagens

5.5.1 Estabilidade físico-química

Os dados referentes as análises físico-químicas dos estruturados acondicionados nas embalagens de polietileno e laminada durante o período de estudo encontram-se na tabela 10.

Tabela 10 - Dados da estabilidade físico-química dos estruturado em relação as embalagens.

Tempos	Atividade de água		pH		Sólidos Solúveis (° Brix)		Acidez Titulável (g ác. cítrico/100g)	
	P	L	P	L	P	L	P	L
T0	0,98 ± 0,00 ^{Ab}	0,98 ± 0,00 ^{Ac}	3,51 ± 0,05 ^{Aab}	3,52 ± 0,04 ^{Aab}	12,67 ± 1,53 ^{Aabc}	13,33 ± 0,60 ^{Aab}	0,79 ± 0,67 ^{Aa}	0,79 ± 0,05 ^{Aa}
T1	0,98 ± 0,00 ^{Aab}	0,99 ± 0,00 ^{Abc}	3,42 ± 0,03 ^{Abc}	3,38 ± 0,02 ^{Ab}	13,33 ± 0,60 ^{Aabc}	13,00 ± 1,00 ^{Aab}	0,85 ± 0,02 ^{Aa}	0,85 ± 0,05 ^{Aa}
T2	0,99 ± 0,00 ^{Aa}	0,99 ± 0,00 ^{Aab}	3,45 ± 0,02 ^{Abc}	3,46 ± 0,03 ^{Ab}	15,00 ± 1,00 ^{Aa}	15,00 ± 1,00 ^{Aa}	0,78 ± 0,03 ^{Aa}	0,78 ± 0,02 ^{Aa}
T3	0,99 ± 0,00 ^{Aab}	0,99 ± 0,00 ^{Aab}	3,40 ± 0,00 ^{Ac}	3,42 ± 0,02 ^{Ab}	11,67 ± 0,58 ^{Abc}	12,00 ± 1,00 ^{Ab}	0,86 ± 0,06 ^{Aa}	0,83 ± 0,05 ^{Aa}
T4	0,99 ± 0,00 ^{Aab}	0,99 ± 0,00 ^{Ab}	3,40 ± 0,04 ^{Ac}	3,38 ± 0,02 ^{Aa}	12,67 ± 0,60 ^{Aabc}	12,33 ± 0,60 ^{Aab}	0,78 ± 0,07 ^{Aa}	0,79 ± 0,04 ^{Aa}
T5	0,99 ± 0,00 ^{Aa}	0,99 ± 0,00 ^{Aab}	3,61 ± 0,06 ^{Aa}	3,71 ± 0,24 ^{Ab}	10,33 ± 2,08 ^{Ac}	12,67 ± 1,15 ^{Aab}	0,74 ± 0,16 ^{Aa}	0,77 ± 0,06 ^{Aa}
T6	0,99 ± 0,00 ^{Aab}	0,99 ± 0,00 ^{Abc}	3,40 ± 0,01 ^{Ac}	3,43 ± 0,03 ^{Ab}	13,00 ± 1,00 ^{Aabc}	12,00 ± 1,00 ^{Ab}	0,84 ± 0,08 ^{Aa}	0,81 ± 0,05 ^{Aa}
T7	0,99 ± 0,00 ^{Aa}	0,99 ± 0,00 ^{Aab}	3,48 ± 0,03 ^{Abc}	3,50 ± 0,06 ^{Aab}	13,67 ± 0,60 ^{Aab}	12,67 ± 1,15 ^{Aab}	0,80 ± 0,02 ^{Aa}	0,74 ± 0,04 ^{Aa}
T8	0,99 ± 0,00 ^{Aa}	0,99 ± 0,00 ^{Aa}	3,40 ± 0,05 ^{Ac}	3,42 ± 0,04 ^{Ab}	13,67 ± 0,60 ^{Aab}	12,33 ± 1,15 ^{Aab}	0,80 ± 0,02 ^{Aa}	0,75 ± 0,05 ^{Aa}

Fonte – Elaborado pelo autor (2023). Dados seguidos por letras maiúsculas diferentes na linha representam diferença significativa entre as embalagens analisadas em um mesmo tempo e letras minúsculas diferentes na coluna representam diferença significativa entre os tempos analisados para cada embalagem de acordo com teste de Tukey (p<0,05). P - Embalagem de polietileno L - Embalagem laminada.

A partir dos dados obtidos, com relação a atividade de água, não houve diferença estatística ao comparar os valores das embalagens de polietileno (EP) e laminada (EL) em cada um dos respectivos tempos. Contudo, observou-se variação entre as amostras de cada tempo acondicionadas em cada uma das embalagens estudadas, nos tempos 0, 2, 5, 7 e 8 da EP e nos tempos 0, 5 e 9 da EL. Essas variações podem ter sido ocasionadas durante o procedimento de análise.

De modo geral, a média da atividade de água das amostras ficou acima 0,9 de ambas as embalagens. Oliveira *et al.* (2017) obteve o valor de 0,98 para a polpa de manga *in natura*. Já Silvino, Silva e Santos (2017) encontrou 0,99 para a polpa de cajá-manga *in natura*. Com relação a atividade de água em estruturados de frutas, Leal *et al.* (2020) reportou 0,98 para suas amostras de estruturados de manga e caju. Santiago (2021) também relata a atividade de água de 0,98 ao analisar estruturados mistos de manga e cajá adicionados do extrato do pedúnculo do caju.

Diante desses valores, evidencia-se a semelhança entre os encontrados para atividade de água das amostras em ambas as embalagens com os presentes na literatura tanto para as frutas *in natura* utilizadas como para formulações de estruturados. Além disso, o valor da atividade de água para as amostras analisadas é considerado alto, classificando os estruturados como de alta umidade, pertencendo ao grupo de alimentos considerados frescos (carnes e pescados, bebidas, frutas e hortaliças) (AZEVEDO, 2012).

Outro ponto importante, foi o fato de os valores de atividade de água terem permanecidos elevados durante o período de análise em ambas as embalagens demonstra a preservação da sensação de frescor atribuídas as frutas nos estruturados, embora também, leve-se em consideração os maiores riscos quanto a contaminação microbiana.

Para a estabilidade quanto ao pH, não foi observado diferença significativa ao comparar os valores das amostras entre as embalagens. Para os estruturados acondicionados na embalagem de polietileno (EP), houve variação entre tempos durante o período de estabilidade. A diferença do valor do pH das amostras acondicionadas em ambas as embalagens durante o período de estabilidade pode ser explicada por pequenas variações na etapa de formulação (polpas das frutas utilizadas, adição do extrato) e no momento da leitura no pHmetro.

A média do pH para as amostras da embalagem laminada foi de 3,46 para as amostras da embalagem de polietileno e de 3,47 para as da embalagem laminada. Santiago (2021) que obteve uma variação entre 4,10 e 4,13 para suas amostras de estruturados mistos de manga e cajá. Leal (2020) encontrou valores entre 4,59 e 4,65 para suas amostras de estruturado de manga e caju.

Preconiza-se que o pH das polpas comerciais de cajá e manga sejam de no mínimo 2,2 e 3,3 respectivamente (BRASIL,2000). O baixo pH encontrado tem relação com as frutas utilizadas (classificadas como ácidas) na formulação dos estruturado além de que o pH do extrato do coproduto do caju foi de 3,59 também considerado como ácido.

Com relação aos sólidos solúveis, não foi observado diferença significativa ao comparar os valores das amostras acondicionadas nas embalagens utilizadas em seus respectivos tempos. Porém, foi observado diferença ao levar em consideração os valores do tempo inicial ao final de cada embalagem. Essa variação pode ter sido ocasionada durante a leitura no equipamento (refratômetro). O valor médio para os sólidos solúveis para as amostras da embalagem de polietileno foi de 12,89 °Brix e de 12,81 °Brix para as da embalagem laminada.

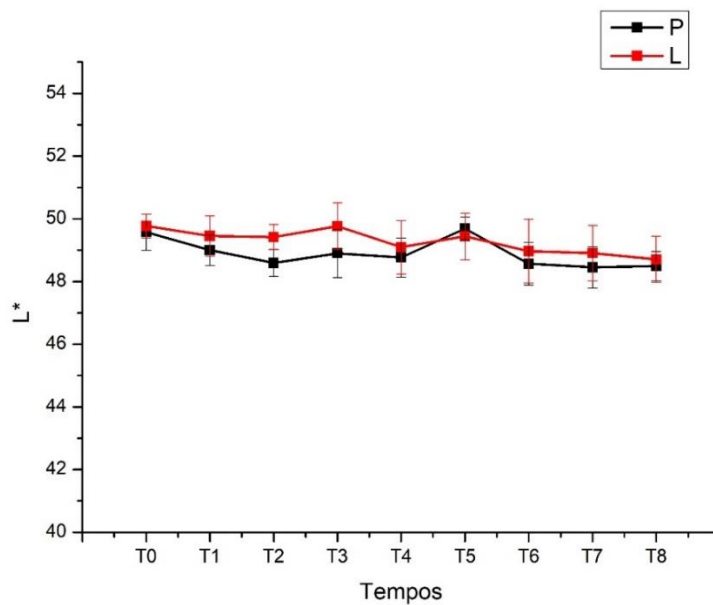
Para os conteúdos de acidez titulável presentes nas amostras em ambas as embalagens não se verificou diferença entre os valores médios das amostras durante o período de armazenamento. A média de acidez para as amostras de estruturados da embalagem de polietileno foi de 0,81g de ácido cítrico/100g e as da embalagem laminada o valor foi de 0,79g de ácido cítrico/100g.

Santiago encontrou valores de acidez titulável para as amostras de estruturados mistos de manga e cajá com adição do extrato do pedúnculo do caju de 0,32 a 0,51g de ácido cítrico/100g. Leal (2020) encontrou o valor de 0,98g de ácido cítrico/100g para suas amostras de estruturados de manga e caju. A diferença entre os valores obtidos na pesquisa com os demais autores pode estar relacionada com variações das frutas/polpas utilizadas, proporção na formulação e a análise das amostras.

5.5.2 Estabilidade quanto a coloração

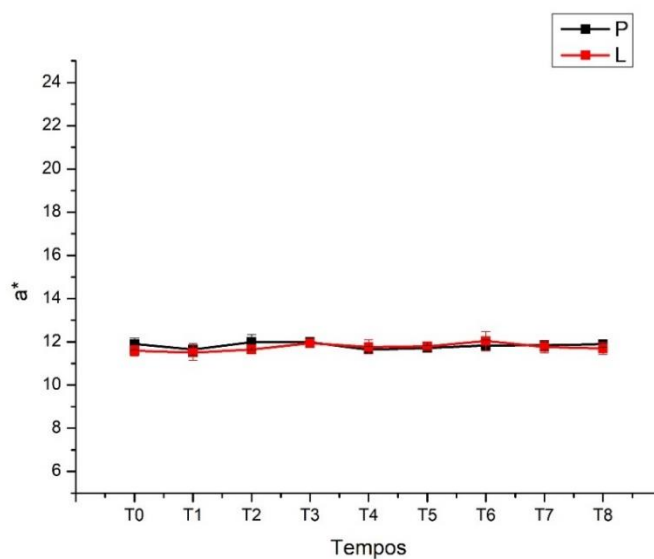
Os dados referentes a coloração em relação a luminosidade (L^*) e variáveis a^* e b^* estão dispostos nos gráficos 7, 8 e 9 respectivamente.

Gráficos 7 – Parâmetro de luminosidade dos estruturados acondicionados nas embalagens durante o período de estudo.



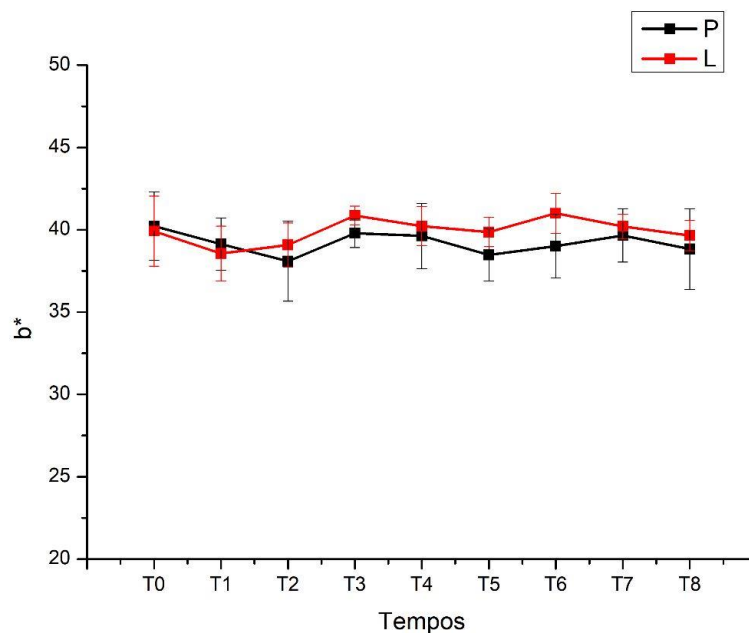
Fonte – Elaborado pelo autor (2023). L^* - Luminosidade: 0 (preto puro) a 100 (branco puro). P – Embalagem plástica de polietileno; L – Embalagem plástica laminada.

Gráfico 8 – Variável a^* da análise de coloração dos estruturados.



Fonte – Elaborado pelo autor (2023). a^* - Intensidade de verde (-) ao vermelho (+). P – Embalagem plástica de polietileno; L – Embalagem laminada.

Gráfico 9 – Variável b^* da análise de coloração dos estruturados.



Fonte – Elaborado pelo autor (2023). b^* - Intensidade de azul (-) ao amarelo (+). P – Embalagem plástica de polietileno; L – Embalagem laminada.

No que diz respeito ao parâmetro da luminosidade (L^*), não houve grandes variações entre os resultados médios das amostras de cada embalagem. Levando em consideração a escala de 0 a 100 para o preto ao branco respectivamente, as amostras tenderam a um tom mais opaco do que brilhante. Sobre as coordenadas a^* e b^* também não houve variações entre os valores médios que tendesse a diferir os resultados obtidos sobre os estruturados acondicionados em cada uma das embalagens.

A média para o parâmetro L^* para as amostras das embalagens de polietileno (EP) e laminada (EL) foi de 48,67 e 49,28 respectivamente. Para a coordenada a^* o valor para a EP foi de 10,53 e para a EL foi de 11,75. Quanto a coordenada b^* , o valor para a EP foi de 39,21 e de 39,94 para a EL.

Utilizando o parâmetro L^* e as coordenadas a^* e b^* no sistema CIELAB, verificou-se que a coloração das amostras de ambas as embalagens teve a tonalidade do amarelo para o laranja. Santiago (2021) ao avaliar suas formulações de estruturados mistos de manga e cajá adicionados do extrato do coproduto do caju, obteve valores para o parâmetro L^* de 54,98 a 57,91, sendo maiores ao encontrado pela pesquisa.

Além disso, para as variáveis a^* e b^* , a autora supracitada encontrou valores de 8,46 a 8,88 e de 45,34 a 46,49 respectivamente. Comparando com os dados encontrados para a

pesquisa, observou-se que as coordenadas a^* b^* diferiram em maior e menor valor aos da autora nessa ordem. Um dos fatores que podem ter ocasionado essa diferença foi a coloração do extrato obtido pela autora e o da presente pesquisa, bem como a proporção utilizada.

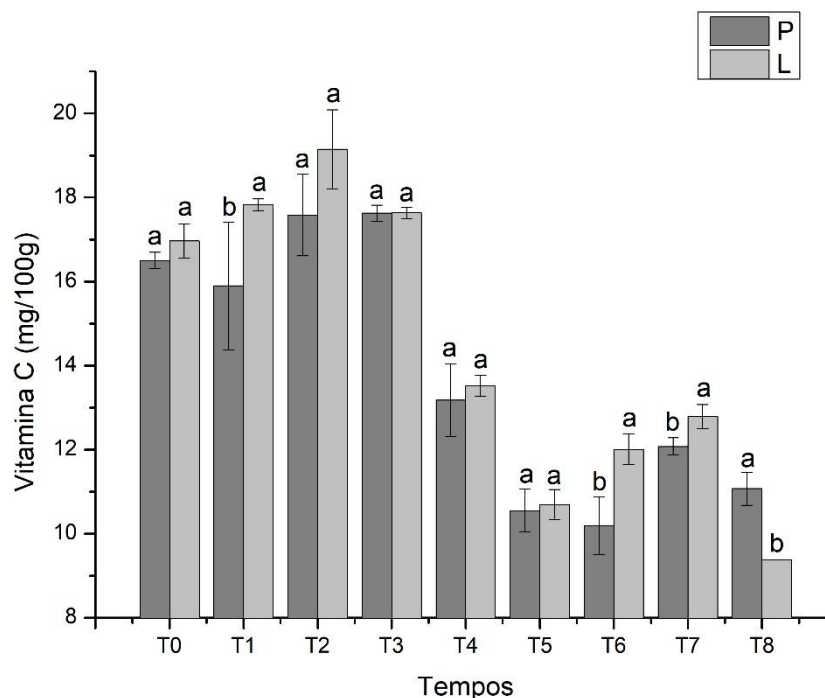
Além disso, a coloração das amostras não diferiu em relação ao decorrer dos tempos de análise. Um dos principais fatores que contribuem para mudança de coloração em produtos à base de frutas é a presença e atividade da enzima polifenoloxidase (PPO). Essa enzima por meio da presença de oxigênio molecular e substrato, promove a formação de quinonas se que polimerizam e reagem com proteínas e aminoácidos presentes, formando pigmentos escuros denominados melaninas. Além da alteração na cor, pode haver modificações no sabor e na qualidade nutricional (ALVARENGA *et al.*, 2011; RESOSEMITO *et al.*, 2023).

A utilização de temperaturas entre 70 e 80°C durante curto período, com pH menor que 6,0 promove a inativação total ou parcial dessa enzima (VITOR *et al.*, 2019). Dessa forma, a utilização de temperatura próxima a faixa mencionada durante a elaboração das amostras além que o pH destas foi inferior a 4,0 devem ter contribuído para a inibição da PPO com consequente manutenção da coloração entre as amostras das duas embalagens utilizadas.

5.5.3 Estabilidade do ácido ascórbico, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante

Os valores referentes a concentração de ácido ascórbico (vitamina C) das amostras de estruturados acondicionados nas embalagens plásticas de polietileno e laminada estão presentes no gráfico 10.

Gráfico 10 - Concentração de ácido ascórbico presente nos estruturados acondicionados nas embalagens de polietileno e laminada.



Fonte – Elaborado pelo autor (2023). P – Embalagem plástica de polietileno; L – Embalagem plástica laminada.

A partir dos dados, com exceção do tempo 1, não houve diferença significativa na concentração de ácido ascórbico das amostras acondicionadas nas embalagens de polietileno e laminada até o tempo 5. Para o restante dos tempos, observou-se variações. Nos tempos 6 e 7, a concentração de vitamina C foi maior para as amostras acondicionadas na embalagem laminada (EL) em comparação as da embalagem de polietileno (EP). Contudo, ocorreu o inverso para o tempo 8.

Além disso, verificou-se a diminuição dos valores médios das duas amostras a partir do tempo 4. Em comparação entre o tempo 0 e o tempo 8 verificou-se a diminuição dessa vitamina de 16,05 para 11,07mg/100g para os estruturados da EP e de 16,96 para 9,37mg/100g para a EL.

Costa *et al.* (2021) verificou a estabilidade da vitamina C em polpas de mangas liofilizadas em embalagens de polietileno e laminada durante o período de 180 dias que a embalagem laminada conseguiu preservar maiores concentrações dessa vitamina do que a de polietileno. Sousa *et al.* (2016) também constatou que EL manteve maior teor de ácido ascórbico do que a EP em amostras de polpa de caju em pó.

Apesar que no tempo 8 a concentração de ácido ascórbico foi maior para amostras acondicionadas na embalagem de polietileno em relação as da embalagem laminada, ao levar em consideração os tempos 6 e 7, tem-se a tendência que a embalagem laminada conseguiu preservar maior quantidade dessa vitamina que a embalagem de polietileno.

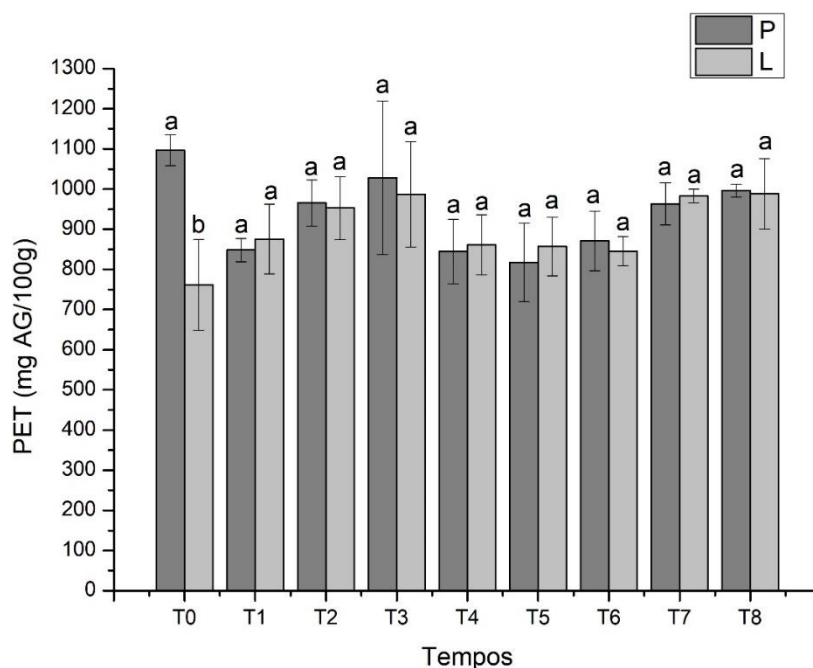
Alguns fatores podem ter influenciado a estabilidade e quantificação de ácido ascórbico nas amostras em ambas as embalagens. A vitamina C é susceptível a condições como luminosidade, temperatura, presença de oxigênio e/ou outros agentes oxidantes e atividade de água. (FIORUCCI, 2003; GABAS, 2003; GARNES *et al.*, 2022).

Além dos fatores que influenciam a concentração de ácido ascórbico, o método utilizado para a quantificação (método de Tillmans), apesar de fácil execução, apresenta alguns inconvenientes (visualização do menisco do reagente utilizado na bureta e do ponto mudança de coloração em determinadas amostras que possuem cor) (TAVARES *et al.*, 1999; CUNHA *et al.*, 2014; HOEHNE & MARMITT, 2019).

Sendo assim, os resultados obtidos para as amostras acondicionadas nas embalagens estudadas podem ter sido influenciados pelas condições de presença de vitamina C nos estruturados ou pelo método utilizado ou por uma associação destes.

Quanto a estabilidade dos compostos fenólicos presentes nos estruturados das embalagens de polietileno e laminada estão presentes no gráfico 11.

Gráfico 11 – Concentração de compostos fenólicos dos estruturados presentes nas embalagens de polietileno e laminada.



Fonte – Elaborado pelo autor (2023). P – Embalagem plástica de polietileno; L – Embalagem plástica laminada.

Sobre a estabilidade dos compostos fenólicos extraíveis totais dos estruturados nas embalagens de polietileno e laminada, com exceção do tempo inicial (tempo 0), não houve diferença estatística para os valores desses compostos das amostras de ambas as embalagens durante o restante do período de armazenamento.

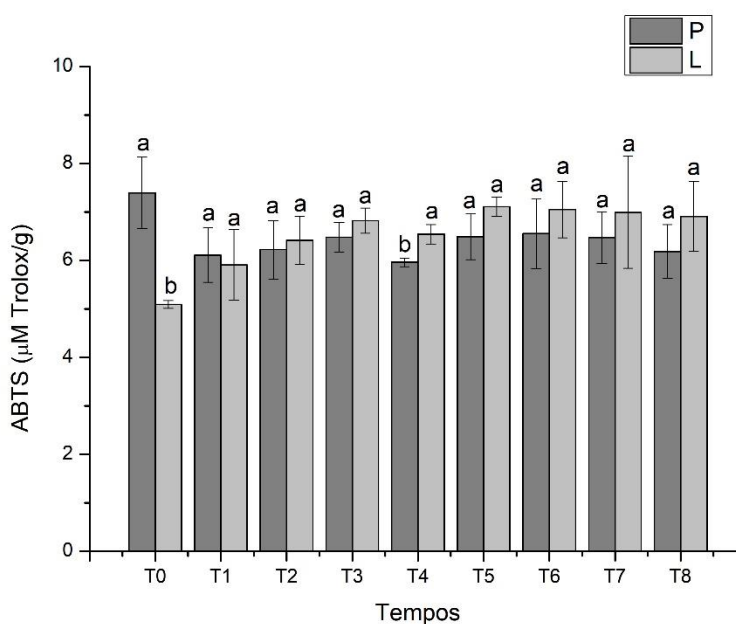
A diferença para o tempo 0 pode ser sido influenciada durante a etapa de obtenção do extrato das amostras e no momento da análise. A média em relação a todos os tempos de análise para a embalagem de polietileno foi de 93,67mg de EAG/100g de amostra e para a embalagem laminada o valor médio foi de 90,13 mg de EAG/100g.

Santiago (2021) encontrou valores de 59,74 a 88,05mg de EAG/100g para esses compostos para as formulações de estruturados mistos de manga e cajá com adição do extrato do pedúnculo do caju. Esses valores foram menores aos encontrados na presente pesquisa. Além disso, não foi observado decréscimo da concentração de fenólicos para as amostras das duas embalagens até término do período de estudo.

Assim, têm-se que as embalagens de polietileno e laminada utilizadas não influenciaram de forma significativa na preservação e concentração de compostos fenólicos nos estruturados analisados.

Os dados da atividade antioxidante das amostras de estruturados das embalagens de polietileno por meio do método ABTS estão presentes no gráfico 12.

Gráfico 12 - Atividade antioxidante pelo método ABTS dos estruturados das duas embalagens.



Fonte – Elaborado pelo autor (2023). P – Embalagem plástica de polietileno; L – Embalagem plástica laminada. ABTS - 2,2'- azino-bis (3-ethylbenzo-thiazoline-6-sulfonic acid).

Com relação a atividade de inibição do radical ABTS, houve diferença significativa entre as amostras das embalagens de polietileno e laminada nos tempos 0 e 4 com restante dos tempos não apresentando variação significativa entre as médias. Além disso, ao observar todo o período de análise, com exceção do tempo inicial, os valores para as amostras de ambas as embalagens se apresentaram constantes.

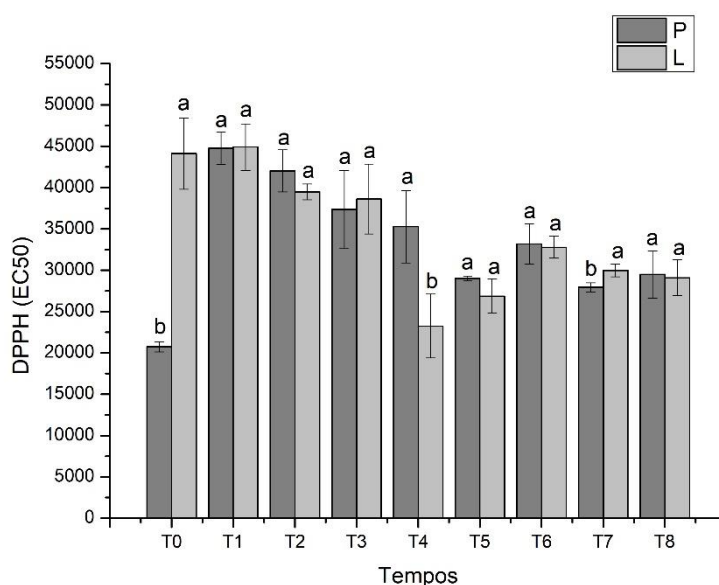
A média de redução do radical ABTS para a embalagem de polietileno foi de 6,43μM de Trolox/g e de 6,54 μM de Trolox/g para a embalagem laminada. Santiago (2021) obteve valores entre 5,15 e 7,65 μM de Trolox/g para suas formulações de estruturados mistos de manga e cajá adicionados do extrato do coproduto do caju.

A formulação E25/A5 (25% de extrato e 5% de açúcar) do referido autor foi a mais próxima da elaboração seguida pela presente pesquisa apresentou o valor de 7,65 μM de

Trolox/g, sendo, portanto, maiores aos encontrados para as amostras de estruturados acondicionados nas duas embalagens estudadas. Essa diferença pode ter sido influenciada durante as etapas de obtenção do extrato das amostras e no momento de análise.

Para a atividade antioxidante pelo método DPPH, os valores das amostras das embalagens de polietileno e laminada são apresentados no gráfico 13.

Gráfico 13 - Atividade antioxidante pelo método DPPH dos estruturados das duas embalagens.



Fonte – Autoria própria (2023). P – Embalagem plástica de polietileno; L – Embalagem plástica laminada. DPPH - 2,2-difenil-1-picrilhidrazil.

A partir dos dados obtidos, verificou-se que houve diferença estatística para os tempos 0, 4 e 7. Ademais, não se constatou variação significativa para os demais tempos. Contudo, observou-se o decréscimo da atividade antioxidante das amostras a partir do tempo 4, mantendo-se estável desse respectivo tempo até o final do período de estudo.

Esse fato diverge dos encontrados pelo método de atividade antioxidante por ABTS das amostras da referida pesquisa, pois, viu-se que houve tendência a estabilidade para os valores das amostras das embalagens de polietileno e laminada até o tempo final.

Apesar dessa diferença em relação ao comportamento da atividade antioxidante entre o modelo ABTS e DPPH, ambos são validados como metodologias de análise da capacidade de sequestro/redução de radicais através da ação de compostos presentes em matrizes vegetais/alimentares.

A média de redução da concentração inicial do radical DPPH em 50% (EC₅₀) para as amostras da embalagem de polietileno foi de 33806,25g DPPH e de 34597,13g DPPH para as da embalagem laminada.

5.5.4 Bioacessibilidade

Os dados referentes a estabilidade dos estruturados quanto ao modelo de simulação da digestibilidade *in vitro* estão presentes na tabela 11.

Tabela 11 – Bioacessibilidade dos compostos fenólicos totais presentes nos estruturados.

Tempo 0					
	Dialisado (mg de AGE/100g)	Branco (mg de AGE/100g)	Valor bioacessível (mg de AGE/100g)	Valor inicial de CFT das amostras (mg de AGE/100g)	%
P	139,25 ± 7,43	76,21 ± 0,00	63,04 ± 7,44 ^{Aa}	109,64 ± 3,86	57,5 ^{Aa}
L	132,16 ± 3,28	76,16 ± 0,00	56,00 ± 3,28	76,16 ± 11,33	73,52 ^{Aa}
Aa					
Tempo 1					
	Dialisado (mg de AGE/100g)	Branco (mg de AGE/100g)	Valor bioacessível (mg de AGE/100g)	Valor inicial de CFT das amostras (mg de AGE/100g)	%
P	110,16 ± 6,13	55,21 ± 0,00	54,95 ± 6,13	84,72 ± 2,9	64,78 ^{Aa}
Aa					
L	110,55 ± 1,16	55,76 ± 0,00	54,79 ± 1,16	87,57 ± 8,65	62,57 ^{Aa}
Aa					

Fonte – Elaborado pelo autor (2023). Dados seguidos por letras maiúsculas diferentes na linha representam diferença significativa entre as embalagens analisadas em um mesmo tempo e letras minúsculas diferentes na coluna representam diferença significativa entre os tempos analisados para cada embalagem de acordo com teste de Tukey (p<0,05). CFT – Compostos fenólicos totais; AGE – Equivalentes de ácido gálico; P - Embalagem de polietileno; L - Embalagem laminada.

Diante dos dados obtidos, pode-se observar que não houve diferença significativa entre os valores de compostos fenólicos totais após o processo de simulação da digestão gastrointestinal, seja pela comparação entre as médias das amostras da embalagem de polietileno e laminada em seu respectivo tempo, bem como entre os tempos de análise. Assim, as embalagens não influenciaram na concentração de fenólicos bioacessíveis. Além disso, esse fato também corrobora com os achados em relação a concentração desses compostos nos estruturados presentes nas embalagens analisadas no item 5.5.3 deste trabalho.

A porcentagem de bioacessibilidade dos compostos fenólicos das amostras da embalagem de polietileno no tempo 0 foi de 57,5% e de 64,78% no tempo 1. Já para os estruturados da embalagem laminada, a porcentagem foi de 73,52% no tempo inicial e de 62,57% no tempo final.

Leal *et al.* (2022), ao avaliar a bioacessibilidade de compostos bioativos e atividade antioxidante de estruturados de manga com cajá, manga com caju e manga com acerola utilizando diferentes hidrocoloides, observaram que para as formulações utilizando goma gelana à 1% (0,75 de baixa acilação - LA; 0,25 de alta acilação – HA), os percentuais da concentração de fenólicos bioacessíveis foram de 28,46%, 46,35% e 75,50% respectivamente.

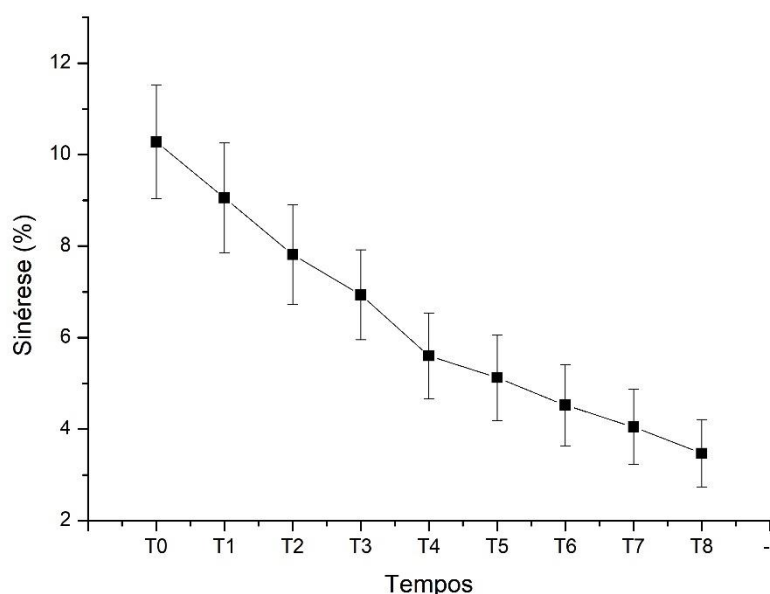
O valor de compostos fenólicos bioacessíveis da formulação de manga com cajá dos autores citados anteriormente foi menor que o encontrado na presente pesquisa. Esse fato pode ser explicado por diferenças nas etapas de elaboração das amostras e no momento da análise.

Costa *et al.* (2020) ao analisarem diferentes formulações de estruturados de polpa de goiaba utilizando ágar e goma gelana, observaram que a formulação com goma gelana à 1% apresentou maior percentual de compostos fenólicos bioacessíveis (66%). Além disso, os mesmos autores sugerem que a utilização de hidrocoloides, especialmente a goma gelana preserva esses compostos por meio do aprisionamento destes, liberando-os após o processo de digestão, tornando-os mais facilmente acessíveis para absorção pelas células intestinais.

5.5.5 Sinérese

O percentual de perda de massa dos estruturados durante o período de estabilidade encontra-se no gráfico 14.

Gráfico 14 – Sinérese dos estruturados durante o período de estabilidade.



Fonte – Elaborado pelo autor (2023).

A partir dos dados acima, observou-se que a partir de tempo 0 para o tempo 1, houve a redução média de 9% da massa das amostras seguido de cerca 7,9% do tempo 1 para o tempo 2 e assim decresceu até o término estabelecido. Em comparação entre a massa inicial (tempo 0) com a final (tempo 8), a sinérese dos estruturados foi de 66%.

Sinérese é definida como a liberação de líquidos do produto durante o armazenamento, sendo uma característica negativa por alterar a aparência do produto alimentício. Fatores como deficiências na etapa de pré-gelatinização, pH menor que ideal, diferença na concentração de sólidos solúveis entre a fruta e o gel e hidratação insuficiente contribuem para a formação desse processo (MAIA,1997; JOHNSON,2001; NEGRÃO *et al.*, 2020). Dessa forma, algum desses fatores ou, a associação desses, podem ter contribuído para o percentual de sinérese obtido durante o período de estabilidade.

5.5.6 Qualidade microbiológica

Os valores da contagem microbiológica das amostras para as cepas de *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, Bolores e leveduras encontra-se na tabela 12.

Tabela 12 - Carga microbiana presente nas amostras de estruturados duas embalagens.

Micro-organismos	Embalagens de polietileno/laminada							
<i>Salmonella</i> spp.	A	A	A	A	A	A	A	A
<i>Escherichia coli</i> .	<10 UFC	<10 UFC	<10 UFC	<10 UFC	<10 UFC	<10 UFC	<10 UFC	<10 UFC
Bolores e leveduras	1,0x10 ¹ UFC	1,0x10 ¹ UFC	1,0x10 ¹ UFC	1,0x10 ¹ UFC	1,0x10 ¹ UFC	1,0x10 ¹ UFC	1,0x10 ¹ UFC	1,0x10 ¹ UFC

Fonte – Elaborado pelo autor (2023). A - Ausência; UFC – Unidades Formadoras de Colônias.

Com relação a análise microbiana das amostras durante o tempo de armazenamento, verificou-se a ausência de *Salmonella* spp. para 25g das amostras de ambas as embalagens. Para *Escherichia coli* e bolores e leveduras, quantificou-se valor menor que 10 UFG/g e 1,0 x 10¹ UFC/g de amostra respectivamente.

Baseado que para a formulação das amostras utilizou-se polpas comerciais de frutas, de acordo com a Instrução Normativa nº 161 de 1 de julho de 2022 para polpas e purês de frutas, preconiza-se a ausência de *Salmonella* spp. para 25g de amostra, valor máximo 10² UFC/g para *E. coli* e limite máximo de 10⁴ UFC/g de amostra para bolores e leveduras (BRASIL, 2022).

Dessa forma, observou-se que as amostras acondicionadas nas duas embalagens durante o período de armazenamento encontram-se de acordo com o estabelecido pela legislação, indicando a sua qualidade microbiológica. Além disso, verifica-se que o tipo de embalagem não influenciou para o desenvolvimento de micro-organismos.

O processo de pasteurização à 80°C durante 2 minutos, juntamente com o baixo pH das amostras durante o período de armazenagem podem ser os principais fatores que permitiram a qualidade microbiológica das amostras acondicionadas nas embalagens plásticas de polietileno e laminada. Além disso, a presença de concentrações de compostos fenólicos

também deve ter influenciado no baixo crescimento de micro-organismos nas amostras, já que algumas substâncias dessa classe de compostos bioativos apresentam atividade antimicrobiana.

É de conhecimento que com os compostos fenólicos são substâncias secundárias provenientes do metabolismo vegetal como forma de defesa a fatores do ambiente. Alguns estudos correlacionam propriedades antimicrobianas, antialérgicas e principalmente antioxidante para essas substâncias. O mecanismo de ação antimicrobiana atribuído aos compostos fenólicos é a capacidade de ruptura das membranas celulares microbianas, impedindo seu metabolismo (MORAES *et al.*, 2019; HASSAN *et al.*, 2020).

5.5.7 Análise sensorial

As médias dos atributos analisados no teste de aceitação sensorial das amostras das embalagens de polietileno e laminada durante o período de armazenamento encontram-se na tabela 13.

Tabela 13 - Média de notas para os atributos avaliados no teste de aceitação das amostras durante o período de armazenamento.

Amostra	Tempo	Atributos					
		Cor	Aparência	Aroma	Textura	Sabor	Impressão Global
LCE	0	6,68 ± 1,64 a	6,39 ± 1,54 a	6,89 ± 1,29 a	6,05 ± 1,70 a	6,06 ± 1,84 a	6,04 ± 1,81 a
	30	6,60 ± 1,68 a	6,45 ± 1,62 a	6,64 ± 1,76 a	5,97 ± 2,00 a	6,25 ± 1,95 a	6,21 ± 1,94 a
PCE	0	6,70 ± 1,52 a	6,58 ± 1,56 a	6,51 ± 1,67 a	6,00 ± 1,84 a	6,41 ± 1,52 a	6,44 ± 1,56 a
	30	6,59 ± 1,46 a	6,47 ± 1,55 a	6,43 ± 1,63 a	6,07 ± 2,04 a	6,16 ± 2,01 a	6,31 ± 1,80 a
LSE	0	7,57 ± 1,62 a	7,61 ± 1,04 a	7,00 ± 1,57 a	6,25 ± 1,79 a	6,72 ± 1,76 a	6,61 ± 1,60 a
	30	7,47 ± 1,27 a	7,32 ± 1,21 a	6,93 ± 1,41 a	6,33 ± 1,86 a	6,53 ± 1,80 a	6,55 ± 1,75 a
PSE	0	7,51 ± 1,19 a	7,49 ± 1,16 a	6,66 ± 1,54 a	6,55 ± 1,57 a	6,68 ± 1,73 a	6,54 ± 1,69 a
	30	7,52 ± 1,19 a	7,15 ± 1,50 a	6,64 ± 1,39 a	6,05 ± 2,09 a	6,51 ± 1,75 a	6,37 ± 1,68 a

Fonte – Elaborado pelo autor (2023). LCE - Amostra com extrato do coproduto do caju acondicionada na embalagem laminada; PCE – Amostra com extrato do coproduto do caju acondicionada na embalagem de polietileno; LSE - Amostra sem extrato do coproduto do caju acondicionada na embalagem laminada; PSE - Amostra sem extrato do coproduto do caju acondicionada na embalagem de polietileno. Médias que sejam relacionadas a uma mesma amostra em tempos diferentes seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

Com base nas médias de notas atribuídas as amostras pelos participantes do estudo, não houve diferença significativa entre os valores da primeira sessão de avaliação para os da segunda após o intervalo de 30 dias, seja pela presença ou ausência do extrato do coproduto do caju como pelas amostras terem sido acondicionadas nas embalagens de polietileno e laminada. Sendo assim, o tipo de embalagem não influenciou nas características sensoriais dos estruturados.

Para o parâmetro da cor, a média das notas para amostras acondicionadas nas embalagens de polietileno (EP) e laminada (EL) com adição do extrato do coproduto do caju foram de 6,7 e 6,68 respectivamente para o tempo inicial e de 6,59 e 6,6 após 30 dias de armazenamento nessa ordem. De forma descritiva, essas notas correspondem “a gostei ligeiramente” por parte dos provadores. As amostras sem o extrato tiveram de valores de 7,51 para as da EP e de 7,57 para as da EL no tempo inicial e de 7,52 e 7,47 na ordem citada após 1 mês de armazenamento, representando o termo “gostei”.

Quanto a aparência, as amostras com adição do extrato do coproduto do caju obtiveram a nota de 6,58 para as guardadas na embalagem de polietileno (EP) e de 6,39 para as presentes na embalagem laminada (EL) avaliadas no tempo inicial e de 6,47 e 6,45 respectivamente, após o intervalo de 30 dias de armazenamento. Todas as notas equivaleram ao termo “gostei ligeiramente”. As amostras sem extrato das EP e EL obtiveram as notas de 7,49 e 7,61 para a primeira sessão sensorial e de 7,15 e 7,32 para a segunda avaliação após 30 dias respectivamente. Atribuiu-se o termo “gostei” as notas dessas amostras.

O fato não ter sido observado diferença significativa para a cor das amostras, especialmente as com adição do extrato do coproduto de caju nas duas embalagens estudadas, demonstra que o tipo de embalagem não influenciou de forma negativa quanto a manutenção da coloração e, conseqüentemente para a sua aparência.

Em produtos à base de frutas, a presença de pigmentos naturais pode conferir cores distintas e, a avaliação da cor possibilita monitorar a uniformidade do produto e identificar variações indesejáveis que podem afetar sua aceitação pelos consumidores (GUIMARÃES *et al.*, 2024).

Com relação ao aroma, para as amostras com adição do extrato do coproduto do caju da embalagem de polietileno (EP) e laminada (EL), a média das notas foi de 6,51 e de 6,89 para o tempo inicial e 6,43 e 6,64 após 30 dias de armazenamento respectivamente. As amostras sem o extrato 6,66 para a EP e de 7 para a EL no tempo inicial e após o período de mês a média das notas foi de 6,64 e de 6,63 nessa ordem. Todas as notas corresponderam ao termo “gostei ligeiramente”.

O uso de frutas, especialmente as frutas tropicais na elaboração de produtos, torna-se um diferencial em decorrência da incorporação de atribuições atrativas como o aroma e os nutrientes específicos, resultando em produtos com características particulares (MALDONADO *et al.*, 2014).

A avaliação da textura das amostras com adição do extrato do coproduto do caju resultou nas notas 6 e 6,05 para as amostras da embalagem de polietileno (EP) e laminada (EL) no tempo 0 e 6,07 e 5,97 para os estruturados da EP e EL respectivamente após 30 dias de armazenamento. As amostras sem extrato obtiveram notas médias de 6,55 para a EP e de 6,25 para EL no tempo inicial e 6,05 e 6,33 nessa ordem após 1 mês. As notas para as amostras com extrato corresponderam aos termos “não gostei, nem desgostei” e “gostei ligeiramente”. Já as amostras sem extrato, as notas obtidas equivaleram ao termo “gostei ligeiramente”.

Leal *et al.* (2020) ao avaliar as características sensoriais de estruturados de manga com caju com adição de mel, encontrou a nota de 5,78 para a textura das amostras da formulação semelhante com a utilizada na presente pesquisa, representando o termo “não gostei nem desgostei”. Essa nota foi menor que as encontradas na presente pesquisa para esse parâmetro.

Na elaboração de estruturado de frutas, o tipo de hidrocoloide e sua concentração dentro da formulação é um dos principais fatores influenciam o processo de solidificação das amostras e, conseqüentemente, sua textura. A goma gelana de alta acilação (HA) promove a formação de géis frágeis, elásticos, flexíveis e transparentes. Já a goma gelana de baixa acilação (LA) favorece a elaboração de géis mais duros e não elásticos. Além disso, a adição de açúcar fortalece o gel produzido (CUI, 2005; DANALACHE, 2015).

Em relação as notas para o parâmetro sabor, as amostras com extrato do coproduto do caju obtiveram a nota de 6,41 acondicionadas na embalagem de polietileno (EP) e de 6,06 para as amostras da embalagem laminada. Após 30 dias de armazenamento, as amostras da EP obtiveram a nota de 6,16 e as da EL o valor de 6,25. Os estruturados sem extrato da EP e da EL receberam as notas de 6,68 e de 6,72 na primeira avaliação e de 6,51 e 6,53 após 1 mês respectivamente. Tanto as notas das amostras com ou sem a adição do extrato presentes nas duas embalagens foram categorizadas como “gostei ligeiramente”.

Leal (2021) ao avaliar aceitação de estruturados mistos de manga e cajá, obteve a nota de 5,9 para a formulação M50C50A5 (manga 50%; cajá 50%; açúcar 5%), sendo essa formulação semelhante a utilizada na pesquisa e a nota obtida foi menor a encontrada na avaliação sensorial desse estudo. Já Leal (2020) analisando diferentes formulações de estruturados de manga e caju com ou sem a adição de mel, observou que a formulação contendo 50% polpa manga, 50% polpa de caju com adição de 5% de mel recebeu a nota de 5,34 para o

sabor. Essa nota também foi menor daquela encontrada no presente estudo. Além disso, ambas as notas corresponderam ao termo “não gostei, nem desgostei” pelos provadores dos dois estudos citados. Assim, as amostras analisadas nessa pesquisa foram mais bem avaliadas em relação as desses autores.

Para o parâmetro de impressão global, as amostras de estruturados com extrato do coproduto do caju da embalagem de polietileno (EP) e laminada (EL) obtiveram as notas de 6,44 e de 6,04 no tempo 0 e de 6,31 e 6,21 após 30 dias de armazenamento respectivamente. As amostras sem o extrato da EP e EL receberam as notas de 6,54 e 6,61 no tempo inicial e de 6,37 e 6,55 nessa ordem após 1 mês. Todas as notas equivalem ao termo “gostei ligeiramente”.

Leal (2021) obteve a nota de 6 para o parâmetro de impressão global da formulação de estruturado de manga com cajá M50C50A5 (manga 50%; cajá 50%; açúcar 5%), sendo um valor menor que as encontradas nas avaliações sensoriais para as amostras com ou sem extrato do coproduto do caju acondicionadas nas embalagens de polietileno e laminada. Contudo, apesar da nota do autor citado ter sido numericamente menor em relação as obtidas para as amostras da presente pesquisa, a nota também correspondeu ao termo “gostei ligeiramente”.

Leal (2020) recebeu a nota de 5,50 para a formulação de estruturado de manga com caju (50% polpa manga, 50% polpa de caju com adição de 5% de mel). Além disso, essa nota correspondeu ao termo “não gostei, nem desgostei” pelos provadores. Ao comparar, as notas atingidas pela presente pesquisa foram maiores a encontrada para a formulação do autor mencionado, indicando uma melhor percepção das amostras analisadas pelos participantes das sessões sensoriais.

6 CONCLUSÕES

A maior parte dos entrevistados não conheciam o que são estruturados de frutas, mas mostraram-se interessados quanto ao potencial consumo. A denominação comercial escolhida foi o termo “barra de fruta” e as embalagens com mais votos foram a embalagem plástica tipo celofane e a embalagem laminada de face transparente.

A elaboração de extrato do coproduto do caju mostrou-se promissora por apresentar concentrações significativas de ácido ascórbico e substâncias bioativas com capacidade antioxidante, podendo ser utilizado em formulações de produtos alimentícios, agregando positivamente na qualidade nutricional e potencial funcional.

As amostras de estruturados de manga com cajá adicionadas do extrato do coproduto do caju acondicionadas nas embalagens de polietileno e laminada não apresentaram diferenças significativas que influenciassem nas características físico-químicas.

O teor de compostos fenólicos manteve-se estável para os estruturados de ambas as embalagens, sendo que também não se observou diferença significativa quanto a sua bioacessibilidade. Houve maior variação entre os valores das amostras em relação ao teor de ácido ascórbico e atividade antioxidante.

O percentual de sinérese foi expressivo, o que pode influenciar diretamente na satisfação com o produto. As duas embalagens estudadas não diferiram quanto a manter a qualidade microbiológica das amostras.

Com relação aos atributos sensoriais das amostras presentes nas duas embalagens avaliados pelos participantes, não houve diferença significativa em relação à média de notas para todos os parâmetros.

Diante disso, ambas as embalagens se apresentam como viáveis para o acondicionamento dos estruturados até o período de armazenamento estabelecido. Novos estudos podem ser feitos no intuito de analisar o comportamento desse tipo de produto utilizando essas embalagens por maiores intervalos de tempo.

REFERÊNCIAS

- ABEJÓN, R.; LASO, J.; MARGALLO, M.; ALDACO, R.; BLANCA-ALCUBILLA, G.; BALA, A.; PALMER, P. F. Environmental impact assessment of the implementation of a Deposit-Refund System for packaging waste in Spain: A solution or an additional problem? **Science of the Total Environment**, v.721, n.137744, 2020.
- ABRE. Associação Brasileira de Embalagens. **Embalagens**. São Paulo: ABRE, 2018.
- ABREU, F. P.; DORNIER, M.; DIONISIO, A. P.; CARAIL, M.; CARIS-VEYRAT, C.; DHUIQUE-MAYER, C. Cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) extract from by-product of juice processing: a focus on carotenoids. **Food Chemistry**, v.138, n. 1, p. 25-31, 2013.
- AKOH, C.C.; MIN, D. B. **Food lipids: Chemistry, nutrition and biotechnology**. Taylor & Francis Group, p.409-475, 2008.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Washington, 2001.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI & FRUTI. **Brazilian Hort & Fruti Yearbook**. Editora Gazeta. Santa Cruz do Sul-RS, 2019, 53 p.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI & FRUTI. **Brazilian Hort & Fruti Yearbook**. Editora Gazeta. Santa Cruz do Sul-RS, 2022, 51 p.
- ALVARENGA, T. C.; NETO, H. F. S.; OGASSAVARA, F. O.; ARANTES, F. C.; MARQUES, M. O.; FRIGIERI, M. C. Polifenoloxidase: uma enzima intrigante. **Ciência & Tecnologia: FATEC-JB**, v. 3, n. 1, p. 83-93, 2011
- ARAÚJO, F. F.; FARIAS, D. P.; NERI-NUMA, I. A. Polyphenols and their applications: An approach in food chemistry and innovation potential. **Food Chemistry**, v. 338, n 1. p. 127535, 2021
- ASIF, A.; FAROOQ, U.; AKRAM, K.; HAYAT, Z.; SHAFI, A.; SARFRAZ, F.; SIDHU, M. A. I.; UR-REHMAN, H.; AFTAB, S. Therapeutic potentials of bioactive compounds from mango fruit wastes. **Trends in Food Science & Technology**, v. 53, n. 1, p. 102-112, 2016.
- ASSIS, R. Q.; LOPES, S. M.; COSTA, T. M. H.; FLÔRES, S. H.; OLIVEIRA RIOS, A. Active biodegradable cassava starch films incorporated lycopene nanocapsules. **Industrial Crops and Products**, v. 109, p. 818–827, 2017.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. Official methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. 18th ed. Washington, 2005.
- AZEREDO, H. M. C. **Fundamentos da estabilidade de alimentos**. 2. ed. Brasília: embrapa, 2012, 195p.

AZEVEDO, M. Fatores relevantes no comportamento de compra de alimentos: uma pesquisa com estudantes universitários. *Research Society na Development*, v. 8, n. 5, p. 1-18, 2021.

BAILEY, A. E. **Bailey's Industrial Oil and Fat Products**, 5 ed., John Wiley, v.3, 1996.

BANCO DO NORDESTE. Cajucultura. **Caderno Setorial ETENE**, ano 7, n. 230, 2022.

BARRETO, G. P. M. et al. Compostos bioativos em sub-produtos da castanha de caju. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 18, n. 2, p. 207–213, 2008.

BARROS, S. A. L.; BARROS, D. L.; Uma leitura dos recortes espaciais que compõem o IDH-M: o caso do Bairro das Graças e Boa Viagem no Recife. **GEOgraphia**, v. 23, n. 50, 2021.

BORGES, A. L.; CORDEIRO, Z. J. M. **Sistema orgânico de produção de manga para a Região da Chapada Diamantina, Bahia**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2020.

BOSCO, J.; SOARES, K. T.; AGUIAR FILHO, S. P.; BARROS, R. V. **A cultura da cajazeira**. João Pessoa: EMEPA-PB, 2000.

BRANDÃO, V. A. A. **Resfriamento e congelamento de sólidos com forma complexa via técnica da fluidodinâmica computacional. estudo de caso: pedúnculo do caju**. Centro de ciências e tecnologia programa de pos-graduação em engenharia mecânica. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2016.

BRASIL. Resolução – RDC 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. Resolução – RDC nº 91, de 11 de maio de 2001. Aprova o Regulamento Técnico – Critérios Gerais e Classificação de Materiais para Embalagens e Equipamento em Contato com Alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2001.

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, MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de atenção à saúde. **Guia alimentar para a população brasileira**. Brasília, 2014. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf. Acesso em 20 nov 2020.

BRASIL, F. I. Antioxidantes. **Food ingredients Brasil**, n. 36, p. 31-47, 2016.

BRASIL, AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Instrução Normativa nº 161 de 1º de julho de 2022. **Diário Oficial da União**, Brasília, 6 de julho de 2022.

BRITO, E. S.; ARAÚJO, M. C. P.; LIN, L. Z.; HARNLY, J. Determination of the flavonoid components of cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) by LC-DAD-ESI/MS. **Food Chemistry, Barking**, v. 105, n. 3, p. 1112–1118, 2007.

CARVALHO, A. V.; NOGUEIRA, J.; DE ARAÚJO, F. P.; DA MATTA, V. M. Fruta estruturada mista de umbu e maracujá-do-mato. **Embrapa Amazônia Oriental-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2014.

CARVALHO, A. V.; NOGUEIRA, J. G.; MATTIETTO R. A. Elaboração e caracterização de estruturados de umbu. Embrapa Amazônia Oriental: **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento nº 97**, Belém, 2015.

CARVALHO, F. F.; GROSSI, S. F. A. Importância das feiras livres e seus impactos na agricultura familiar. **Interface Tecnológica**, v. 16, n. 2, p. 226-234, 2019.

CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O. Cajá. **Embrapa Amazônia Oriental-Outras publicações científicas (ALICE)**, 2020.

CARVALHO, J. S.; OLIVEIRA, J. S. C.; SÃO JOSÉ, J. F. B. Reflexões sobre embalagens e sustentabilidade. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n. 3, p. 586-597, 2021.

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.

CHEUCZUK, F.; ROCHA, L. A.; BUSANELLO, M. P.; CASTRO-CISLAGHI, F. P.; MACHADO-LUNKES, A. Propriedades físico-químicas, antioxidantes e sensoriais de bebida láctea fermentada adicionada de prebiótico e polpa de cajá-manga. **Científica**, v. 46, n. 3, p. 207-214, 2018.

CHOE, E.; MIN, D. B. Mechanisms of Antioxidants in the Oxidation of Foods. **Food Science and Food Safety**, v. 8, n. 1, p. 345-358, 2009.

CONAB, COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Análise mensal – Castanha de caju**. 2022.

COSTA, E. A.; BRITO, S.; A.; DE SOUSA, P. H. M.; SIQUEIRA, A. C. P.; CUNHA, E. C. B. C. Estruturado de murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth) à base de hidrocoloide: elaboração e caracterização físico-química. **Arq, Bras. Alim.**, v. 2, n. 3, p. 174-181, 2017.

COSTA, J. N.; NASCIMENTO, L. G. L.; LEAL, A. R.; MATA, P.; SOUSA, P. H. M. Efeito da concentração de hidrocoloides nos compostos bioativos, bioacessibilidade e textura instrumental de goiaba (*Psidium guajava* L.). **Research, Society and Development**, v. 9, n. 5, e95953246, 2020.

COSTA, J. C.; CANELLA, D. S.; MARTINS, A. P. B.; LEVY, R.B.; ANDRADE, G. C.; LOUZADA, M. L. C. Consumo de frutas e associação com a ingestão de alimentos ultraprocessados no Brasil em 2008-2009. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 26, n. 4, p. 1233-1244, 2021a.

COSTA, M. S.; NETO, A. F.; GOMES, J. P.; COSTA, J. D. S.; SANTOS, V. M. L.; COELHO, B. E. S. Liofilização e avaliação da estabilidade da polpa de manga “Ataulfo”. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, e45710313596, 2021b.

CROZIER, A.; JAGANATH, I. B.; CLIFFORD, M. N. Dietary phenolics:chemistry, bioavailability and effects on health. **Natural Product Reports**, v. 26, n. 8, p. 965-1096, 2009.

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

CUNNHA, K. D.; SILVA, P. R.; COSTA, A. L. F. S. F.; TEODORO, A. J. Estabilidade do ácido ascórbico em sucos de frutas secas sob diferentes formas de armazenamento. **Braz. J. Food Technol.**, v. 17, n. 2, p. 139-145, 2014.

CUNHA, C. M. L.; CANUTO, R.; ROSA, P. B. Z.; LONGARAI, L. S.; SCHUCH, I. Associação entre padrões alimentares e ambiente familiar em uma cidade do Sul do Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 27, n. 2, p.687-700, 2022.

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.

DANALACHE, F.; BEIRÃO-DA-COSTA, S.; MATA, P.; ALVES, V. D.; MOLDÃO-MARTINS, M. Texture, microstructure and consumer preference of mango bars jellified with gellan gum. **LWT - Food Science and Technology**, v. 62, n. 1, p. 584-591, 2015.

DANALACHE, F.; CARVALHO, C. Y.; ALVES, V. D.; MOLDÃO-MARTINS, M.; MATA, P. Opmizaon of gellan gum edible coang forready-to-eat mango (*Mangifera indica* L.) bars. **Internaonal Journal of Biological Macromolecules**, v. 84, p. 43–53, 2016.

DICKINSON, E. Hydrocolloids as emulsifiers and emulsion stabilizers. **Food hydrocolloids**, v. 23, n. 6, p. 1473-1482, 2009.

DOLAN, L. C.; MATULKA, R. A.; LEBEAU, A. L.; BOULET, J. M. Two new nontoxic, non-pathogenic strains of *Sphingomonas elodea* for gellan gum production. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 78, n.1, p. 37-44, 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Frutas e hortaliças**. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/grandes-contribuicoes-para-a-agricultura-brasileira/frutas-e-hortalicas>. Acesso em: 20 fev. 2023.

ESTATÍSTICAS DE COMÉRCIO EXTERIOR DO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO (AGROSAT). **Tabela de Agrupamentos**. Brasília, 2017. Disponível em: <http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>. Acesso em: 20 dez. 2020.

FELIX, A. C. S.; RIBEIRO, D. S.; SANTANA, R. A.; JÚNIOR, B. B. N. Efeito da fermentação com o *Penicillium roqueforti* ATCC 10110 sobre os fenólicos totais e a capacidade antioxidante do bagaço da maçã do caju. In: **INVESTIGAÇÃO, ENGAJAMENTO E EMACIPAÇÃO HUMANA**. Campina Grande: Realize Editora, 2020, p. 478-494.

FERRARI, T. K.; MONTEIRO, A. M. V.; AMARAL, P. V. M.; Estrutura familiar e padrões espaciais de escolha residencial. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 13, n. 3, p. 405- 421, 2019.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Production**. Roma, 2016. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 23 nov. 2020

FIORUCCI, A. R; SOARES, M, H, F.B; CAVA, É. T. G. Química Nova na Escola. **A vitamina C através dos tempos**. v. 17, p. 5, 2003.

FONSECA, L. R.; CARVALHO, N. B.; VIANA, P. A. Caracterização físico-química e sensorial de estruturados da polpa concentrada de jabuticaba. **Braz. J. Food**, v. 24, n.1 e2020115, 2021.

FONSECA, L. R.; CARVALHO, N. B.; SILVA, V. M.; VIANA, P. A. Estudo da vida de prateleira de estruturados da polpa concentrada de jabuticaba. **Brazilian Journal of Developmen**, v. 9, n. 1, p. 981-1002, 2023.

FORSTHOFER, E. L. **Características botânicas**. UFRGS, 2002. Disponível em: [https://www.ufrgs.br/alimentus1/feira/mpfruta/manga/cabot.htm#:~:text=Caracter%C3%ADsticas%20Bot%C3%A2nicas&text=A%20mangueira%20\(Mangifera%20indica\)%2C,e%20viol%C3%A1cea%20quando%20em%20desenvolvimento](https://www.ufrgs.br/alimentus1/feira/mpfruta/manga/cabot.htm#:~:text=Caracter%C3%ADsticas%20Bot%C3%A2nicas&text=A%20mangueira%20(Mangifera%20indica)%2C,e%20viol%C3%A1cea%20quando%20em%20desenvolvimento). Acesso em 24 de ago. 2023.

FREIRE, J. M.; ABREU, C. M. P.; ROCHA, D. A.; CORRÊA, A. D.; MARQUES, N. R. Quantificação de compostos fenólicos e ácido ascórbico em frutos e polpas congeladas de acerola, caju, goiaba e morango. **Ciência Rural**, v.43, n.12, p.2291-2296, 2013.

FREITAS, B. M. **Plano de manejo para polinização da cultura do cajueiro: conservação e manejo de polinizadores para agricultura sustentável, através de uma abordagem ecossistêmica**. Rio de Janeiro: Funbio, 2014. 52 p.

FREITAS, P. M. C. T. **Migração dos compostos em alimentos destinados aos bebês: uma revisão de literatura**. 2022. 52 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.

GABAS, A. L.; TELIS-ROMERO, J.; MENEGALLI, F. C.; **Cienc. Tecnol. Aliment.** (Campinas, Braz.) 2003, 23, 66.

GALANAKIS, Charis M. (Ed). **The role of alternative and innovative food ingredients and products in consumer wellness**. Academic Press, 2019.

GAO, Z.; FANG, Y.; CAO, Y.; LIAO, H.; NISHINARI, K.; PHILLIPS, G. Hydrocolloid-food component interactions. **Food Hydrocolloids**, v. 68, p. 149- 156, jul. 2017.

GARNES, D. S. V.; NOLASCO, M. V. F. M.; PRADO, W. S.; LUCAS, E. P. S. P.; DONADON, J. R. CAMPOS, R. P. Estabilidade físico-química da polpa desidratada de bocaiuva em diferentes embalagens plásticas. **Brazilian Journal of Development**, v.8, n.6, p. 44386-44402, 2022.

GAZZOLA, J; GAZZOLA, R.; COELHO, C. H. M.; WANDER, A. E.; CABRAL, J. E. O. A amêndoa da castanha de caju: composição e importância dos ácidos graxos – produção e comércios mundiais. In: CONGRESSO DA SOBER – QUESTÕES AGRÁRIAS, EDUCAÇÃO NO CAMPO E DESENVOLVIMENTO, XLIV, Santa Catarina, 2006. **Anais** [...] Santa Catarina, 2006.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GUIMARÃES, K. C.; SALGADO, D. L.; CARVALHO, E. E. N. Avaliação de diferentes metodologias para determinação de compostos fenólicos em frutas tropicais. **Braz. J. Food Technol**, v. 23, e2019015, 2020.

GUIMARÃES, P. V. P.; CHAGAS, E. A.; DURIGAN, M. F. B.; GRIGIO, M. L.; ZANCHETTA, J. J.; MELO FILHO, A. A. Formulação e caracterização agroindustrial da farinha de mandioca d'água enriquecida com protótipos de farinha de camu-camu. **CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLLO**, v.16, n. 1, p. 488-511, 2024.

GONÇALVES, J. L. C.; M. P. S.; MOREIRA, J. J. S. Efeito de interferentes hidrossolúveis na determinação de capacidade antioxidante de compostos fenólicos. **HIGIENE ALIMENTAR**, v. 33, n. 288/289, p. 1420-1424, 2019.

GORAYEB, T. C. C.; MARTINS, F. H.; COSTA, M. V. C. G.; JÚNIOR, J. G. C.; BERTOLIN, D. C.; DEZANI, A. A. Estudo das perdas e desperdício de frutas no Brasil. In:

SIMPÓSIO NACIONAL DE TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIO, 11., 2019, Ourinhos. **Anais...**São Paulo: Faculdade de Tecnologia de São José do Rio Preto, 2019, p. 214-222.

HASSAN, H. A.; GENAIDY, M. M.; KAMEL, M. S.; ABDELWAHAB, S. F. Synergistic antifungal activity of mixtures of clove, cumin and caraway essential oils and their major active components **Journal of Herbal Medicine**, v. 24, n.1, 2020.

HOEHNE, L. Métodos para a determinação de vitamina c em diferentes amostras. **Revista Destaques Acadêmicos**, v.11, n.4, 2019.

HOEHNE, L.; MARMITT, L. G. Métodos para determinação de vitamina C em diferentes amostras. **Destaques Acadêmicos**, v. 11, n. 4, 2019.

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

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

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985. p. 21-22.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico do Brasil**. 2010. Disponível em: <IBGE Censo 2010>. Acesso em: 18 ago. 2022.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (IPECE). **Tema VII: Distribuição Espacial de Renda Pessoal**. Fortaleza, CE, p. 11, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional Agrícola dos Municípios (PAM),2015-2016**. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2013-agencia-de-noticias/releases/16814-pam-2016-valor-da-producao-agricola-cional--foi-20-maior-do-que-em-2015.html>. Acesso em: 29 de Jul de 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Banco de Dados Agregados. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA, 2015**. Brasília, 2020. Disponível em: <http://www2.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1613&z=t&o=11>. Acesso em: 14 nov. 2020.

- JOHNER, K.; GOELZER NETO, C. F. Análise dos fatores de risco para o envelhecimento da pele: aspectos nutricionais / analysis of risk factors for skin aging. **Brazilian Journal Of Health Review**, [S.L.], v. 4, n. 3, p. 10000-10018, 2021.
- JOHNSON, S.R. **Preserve it right making fruit spreads**. Iowa State University of Science and Technology, Ames. PM 1366, 2001.
- KERKSICK, C. M.; WILBORN, C. D.; ROBERTS, M. D.; SMITH-RYAN, A.; KLEINER, S. M.; JAGER, COLLINS, R.; COOKE, M.; DAVIS, J. N.; GALVAN, E.; GREENWOOD, M.; LOWERY, L. M.; WILDMAN, R.; ANTONIO, J.; KREIDER, R. A. ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 38, n.15, p. 1-57, 2018.
- KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; MORALES, M. T.; FETT, R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciênc Rural**, v. 4, n. 36, p. 1283-1287, 2006.
- LANDIM, A. M.; BERNARDO, C. O.; MARTINS, I. B. A.; FRANCISCO, M. R.; SANTOS, M. B.; MELO, N. R. Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil. **Polímeros**, v.26, p.82-92, 2015.
- 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. **J. Agric. Food Chem.** v. 45, p. 209-215. 1997.
- LEAL, A. R.; COSTA, J. N.; VIEIRA, J. M. M.; FILHO, A. A. L. A.; SOUSA, P. H. M. Manga com cajá estruturados: influência do mel e goma gelana nas características físico-químicas e sensoriais. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 5, e96953253, 2020.
- LEAL, A. R.; OLIVEIRA, L. S.; COSTA, J. N.; ALVES, C. A. N.; MATA, P.; SOUSA, P. H. M. *In vitro* bioaccessibility of antioxidant compounds from structured fruits developed with gelan gum and agar. **Rev. Ciênc. Agron.**, v. 53, n. 1, e20207744, 2022.
- LI, J.-M.; NIE, S. P. The functional and nutritional aspects of hydrocolloids in foods. **Food Hydrocolloids**, v. 53, p. 46–61, 2016.
- LIMA, F. S. **Caracterização físico-química e bromatológica da polpa de Spondias sp (Cajarana do sertão)**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais – Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, UFCG/CSTR, Patos, PB. 2010.
- 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.
- LIMA, J. R.; GARRUTI, D. S.; MACHADO, T. F.; ARAÚJO, I. M. S. Hambúrgueres vegetais de fibra de caju e feijão-caupi: formulação, caracterização e estabilidade durante armazenamento congelado. **Rev. Ciênc. Agron.**, v. 49, n. 4., p. 708-714, 2018.

LIMA, S. K. R.; NÓBREGA, M. M. G. P.; CARNEIRO, R. M.; SILVA, R. A.; MEDEIROS, S. R. A. Formulação de barras alimentícias à base de coproduto do pedúnculo do caju (*Anacardium occidentale* L.) e soro de leite. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, e7010111213, 2021.

LOPES, M. M. A.; MIRANDA, M. R. A. D.; MOURA, C. F. H.; ENÉAS FILHO, J. Bioactive compounds and total antioxidant capacity of cashew apples (*Anacardium occidentale* L.) during the ripening of early dwarf cashew clones. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 36, n. 3, p. 325-332, 2012.

MACHADO, W. R. C.; FILIPPIN, A. P.; SILVA, H. D. M.; HOFFMANN, R. M. M. Incorporação de compostos fenólicos em produtos alimentícios: uma revisão. **Brazilian Journal of Development**, v.7, n.5, p.46470-46499, 2021.

MAHDI, M. H.; CONWAY, B. R.; SMITH, A. M. Development of mucoadhesive sprayable gellan gum fluid gels. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 488, n. 1-2, p. 12-19, 2015.

MAIA, L. L. M. **Curso de Processamento de Frutas: Geleia e doce em massa**. Programa de Capacitação Tecnológica Sebrae/Embrapa, 23 a 27 de junho de 1997 - Rio de Janeiro, 1997.

MALDONADO-CELIS, M. E.; YAHIA, E. M.; BEDOYA, R.; LANDÁZURI, P.; LOANGO, N.; AGUILLÓN, J.; RESTREPO, B.; OSPINA, J. C. G. Chemical Composition of Mango (*Mangifera indica* L.) Fruit: nutritional and phytochemical compounds. **Frontiers In Plant Science**, [S.L.], v. 10, n. 1073, p. 1-21, 2019.

MANGELA, T.; MARTINS, A. Benefícios da vitamina C na pele. **Enciclopédia Biosfera**, [S.L.], v. 18, n. 35, p. 41-55, 2021.

MATA, M. E. C.; DUARTE, M.; ZANINI, H. L. Calor específico e densidade da polpa de caju (*spondiaslutea* l.) com diferentes concentrações de sólidos solúveis sob baixas temperaturas. **Engenharia agrícola**, v. 25, n. 2, p. 488-498, 2005.

MATE, A. V. **Avaliação dos compostos bioativos e da atividade antioxidante do caju (*Anacardium occidentale* L.)**. 2022. 93f. Monografia (Licenciatura em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Eduardo Mondlane, Maputo, 2022.

MARINS, A. R.; OLIVEIRA, A. M.; GOMES, R. L.; FEHRMANN, A. C.; GOMES, R. G. Compostos bioativos em frutas brasileiras: uma revisão. In: **COMPOSTOS BIOATIVOS E SUAS APLICAÇÕES**. Merida Publishers, 2021, v. 1, p. 321-360.

MARTINS, M. J. S. **Prospecção fitoquímica e avaliação da atividade antimicrobiana do extrato etanólico da casca do caule do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) contra bactérias de importância médica**. 2022. 24f. Monografia (Bacharelado em Biotecnologia) – Instituto de Saúde e Biotecnologia, Universidade Federal do Amazonas, Coari, 2022.

MECENAS, A. S.; DA MATTA, V. M.; SILVA, F. T.; PONTES, S. M.; GOMES, F. S. Caracterização físico-química de cajá-manga (*Spondias dulcis*) em dois estágios de maturação. In: Congresso Brasileiro de Ciencia e Tecnologia em Alimentos, 2010, Rio de Janeiro, **Anais Congresso Brasileiro de Ciencia e Tecnologia em Alimentos**. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2010.

MENDONÇA, V.; MENDONÇA, L. F. M. **Fruticultura tropical: bananeira, cajueiro e mangueira**. Mossoró-RN: Edufersa, 2012. 210 p.

MEREGALLI, M. B.; PUTON, B. M. S.; CAMERA, F. D. M.; AMARAL, A. U.; ZENIA, J.; CANSIAN, R. L.; MIGNONI, M. L.; BACKES, G. T. Conventional and ultrasound-assisted methods for extraction of bioactive compounds from red araçá peel (*Psidium cattleianum* Sabine). **Arabian Journal of Chemistry**, v.12, n. 6, p. 5800-5809, 2020.

MICHODJEHOUN-MESTRES, L.; SOUQUET, J. M.; FULCRAND, H.; BOUCHUT, C.; REYNES, M.; BRILLOUET, J. M. Monomeric phenols of cashew apple (*Anacardium occidentale* L.). **Food Chemistry, Barking**, v. 112, n. 4, p. 851–857, 2009.

MILANI, J.; MALEKI, G. Hydrocolloids in Food Industry. In: VALDEZ, B. (Ed.). **Food Industrial Processes: Methods and Equipment**. Rijeka, Croatia: InTech, 2012.

MISNISTÉRIO DA SAÚDE. Sistema de Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (VIGITEL). Brasília, 2021. Disponível em: <http://plataforma.saude.gov.br/vigitel/>. Acesso em: 10 set.2022.

MOHAMMADI, M.; SADEGHNIA, N.; AZIZI, M. H.; NEYESTANI, T. R.; MORTAZAVIAN, A. M. Development of gluten-free flat bread using hydrocolloids: xanthan and CMC. **Journal of Industrial and Engineering Chemistry**, v.20, n. 4, p. 1812- 1818, 2014.

MONTEIRO, A. S.; RODRIGUES, R. C. E.; SILVA, G. F.; ALBUQUERQUE, P. M. Estudo da atividade antimicrobiana da casca da castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.). **The Journal of Engineering and Exact Sciences**. v. 3, n. 4, p. 0705-0710, 2017.

MONTEIRO, N. F. *et al.* Atividade do óleo essencial de *Eucalyptus globulus* no controle de bactérias da cavidade oral. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, 2021.

MORAES, T.V.; SOUZA, R. M. A.; SIMÃO, J. L. S.; ROCHA, C. B.; MOREIRA, R. F. A. *Pereskia aculeata* miller: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA. **Brazilian Journal of Surgery & Clinical Research**, v. 29, n. 1, 2019.

MORELL, P.; FISZMAN, S. M.; VARELA, P.; HERNANDO, I. Hydrocolloids for enhancing satiety: Relating oral digestion to rheology, structure and sensory perception. **Food Hydrocolloids**, v. 41, p. 343-353, dez. 2014.

MOUCO, M. A. C. **Cultivo da mangueira**. Petrolina: Embrapa semiárido, 2015. Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1c. Acesso em: 11 nov. 2020.

MOURA, J. I. M. G. **Desenvolvimento de Metodologias para a Aplicação de Hidrocolóides a Técnicas Culinárias de Vanguarda**. 2011. 154f. Tese (Mestrado em Ciências Gastronômicas), Programa de Pós-Graduação em Ciências Gastronômicas, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2011b.

MOURA, C. F. H.; ALVES, R. E.; SILVA, E. O.; LOPES, M. M. A. **Fisiologia e tecnologia pós-colheita do pedúnculo do cajueiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2013.

NEGRÃO, H. C. A.; GONÇALVES, A. S. L.; LIMA, J. P. R.; NUNES, L. S.; ROSÁRIO, A. A. P.; JÚNIOR, J. M. N. M.; SOUZA, E. C.; BARBOSA, I. C. C.; NEGRÃO, C. A. B.; ROCHA, R. M.; SILVA, A. S. Caracterização físico-química de geleia de abacaxi (*Ananas comosus*) comercializados em Belém/Pará. In: CIÊNCIA E TECNOLOGIA DOS ALIMENTOS. Belo Horizonte: Poisson, 2020, v. 7, p. 46-51.

OLIVEIRA, J. R. S. **Caracterização de extratos de cajá-manga (Spondias dulcis Parkinson) potencialmente ativos e seguros para obtenção de fitocosmético antioxidante**. 2011. 212f. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual de São Paulo, Araraquara, 2011.

OLIVEIRA DIAS, M. C. D.; NASCIMENTO ALMEIDA, E. J. D.; SILVA, G. I.; FREITAS SOUSA, M. V.; SILVA, F. R.; BATISTA SILVA, R. D. Enriquecimento de macarrão com farinha de caju (*Anacardium occidentale* L.). In: VII CONNEPI-Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação. 2012.

OLIVEIRA, M. N.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; DIÓGENES, A. M. G.; SOUSA, A. B. B.; VASCONCELOS, U. A. A. Caracterização físico-química de polpas de manga ‘Rosa’ liofilizadas. **Revista Verde**, v. 12, n. 5, p. 902-906, 2017.

OSMALEK, T.; FROELICH, A.; TASAREK, S. Application of gellan gum in pharmacy and medicine. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 466, n. 1-2, p. 328-340, 2014.

OSTROSKY, E. A.; MIZUMOTO, M. K.; LIMA, M. E. L.; KANEKO, T. M.; NISHIKAWA, S. O.; FREITAS, B. R.; Métodos para avaliação da atividade antimicrobiana e determinação da concentração mínima inibitória (CMI) de plantas medicinais. **Rev. Bras. Farmacogn.** v. 18, n. 2, 2008.

PARN, O. J.; BHAT, R.; YEOH, T. K.; AL-HASSAN, A. A. Development of novel fruit bars by utilizing date paste. **Food Bioscience**, v. 9, n.1, p. 20-27, 2015.

PRAJAPATI, V. D.; JANI, G. K.; ZALA, B. S.; KHUTLIWALA, T. A. An insight into the emerging exopolysaccharide gellan gum as a novel polymer. **Carbohydrate Polymers**, v. 93, n. 2, p. 670-678, 2013.

PREFEITURA DE FORTALEZA. **Fortaleza em Mapas**. Fortaleza-CE, 2020. Disponível em: <http://mapas.fortaleza.ce.gov.br/#/>. Acesso em: 04 set 2022.

PREFEITURA DE FORTALEZA. **Fortaleza em Mapas**. Fortaleza-CE, 2021. Disponível em: <http://mapas.fortaleza.ce.gov.br/#/>. Acesso em: 04 set 2022.

QUIRINO, E. C. G. **Obtenção da farinha do pedúnculo do caju e seu emprego na formulação de bolo rico em fibras**. 2019. 50f. Monografia (Tecnólogo em Alimentos) – Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019.

RITCHIE, C.; ELLIOTT, G.; FLYNN, M. Buying wine on promotion is trading-up in UK supermarkets: A case study in Wales and Northern Ireland. *International Journal of Wine Business Research*, v. 22, n. 2, p. 102-121, 2010.

RODRIGUES, A. A. M. **Revestimentos e filmes biodegradáveis de diferentes fontes amiláceas: caracterização e aplicação pós-colheita em manga**. 2019. 132f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2019.

RODRIGUES, R. M.; SOUZA, A. M.; BEZERRA, I. N.; PEREIRA, R. A.; YOKOO, E. M.; SICHIERI, R. Evolução dos alimentos mais consumidos no Brasil entre 2008-2009 e 2017-2018. *Rev. Saúde Pública*, v. 55, n. 1, p. 1-10, 2021.

ROSA, P. P.; NUNES, L. P.; CHESINI, R. G.; POZADA, T. N.; SILVA, G. F.; CAMACHO, J. S.; FARIA, M. R.; MOTA, G. N.; LOPES, A. A.; FERREIRA, O. G. L. Utilização de coprodutos industriais na alimentação de ruminantes: revisão bibliográfica. *Revista Científica Rural*, v. 21, n. 3, p. 387-407, 2019.

ROSA, M. Y. O.; LOBATO, F. H. S. *Cashew burger*: elaboração e análise sensorial de hambúrguer à base de caju (*Anacardium Occidentale* L.). *Research, Society and Development*, v. 9, n. 8, e615985958, 2020.

ROSOSEMITO, F. S.; SCHIMID, G.; MELO, A. V.; SILVA, W. J. R.; LEAL, E. H. F.; ARAÚJO, M. L. S. P. Controle de escurecimento enzimático por polifenoloxidase em abacate, batata-inglesa e berinjela. *Studies in Environmental and Animal Sciences*, v.4, n.1, p.106-116, 2023.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Scientific Methodology: Determination of total antioxidant activity in fruits by capturing the free radical ABTS*+.** Fortaleza: Embrapa, 2007a.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Scientific Methodology: Determination of total antioxidant activity in fruits by capturing the free radical DPPH.** Fortaleza: Embrapa, 2007b.

RUFINO, M. S. M. **Propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais**. 2008. 237 f. Tese (Doutorado em Agronomia) -Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2008.

RUFINO, M.S.M.; ALVES, R.E.; DE BRITO, E.S.; PEREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chem.**, v. 121, n. 1, p. 996–1002, 2010.

SAHA, D.; BHATTACHARYA, S. Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review. **Journal of food science and technology**, v. 47, n. 6, p. 587- 597, 2010.

SAMPAIO, L.M.F.; PONTES, C. M.; CRUZ, G. A.; OLIVEIRA, L. S.; DE SOUSA, P. H. M. Pesquisa mercadológica: consumo de molhos de frutas em Fortaleza e Região Metropolitana, Ceará, Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 31324-31341, 2021.

SANGRONIZ, A.; ZHU, J.; TANG, X.; ETXEBERRIA, A.; CHEN, E. Y. X.; SARDON, H. Packaging materials with desired mechanical and barrier properties and full chemical recyclability. **Nature Communications**, v.10, n.3559, 2019.

SANTIAGO, K. L. **Barras estruturadas mistas de manga e cajá adicionadas de extrato bioativo do coproduto do caju: aspectos tecnológicos e capacidade antioxidante**. 2021. 93f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

SANTOS, G. M. G. C.; SILVA, A. M. R.; CARVALHO, W. O.; LOCH, M. R. Barreiras percebidas para o consumo de frutas e de verduras ou legumes em adultos brasileiros. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 24, n. 7, p. 2461-2470, 2019.

SANTOS, S. S. **Desenvolvimento de salsicha *plant-based* com fibra de pedúnculo de caju**. 134f. 2022. Dissertação (Mestrado em Ciências Gastronômicas) – Faculdade de Ciências e Tecnologias, Universidade NOVA, Lisboa, 2022.

SANTOS, C. A. F.; NETO, F. P. L.; COSTA, J. G. Cultivo da mangueira (cultivares). **Embrapa**, 2015. Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao6_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7743&p_r_p_-996514994_topicoId=1307. Acesso em: 26 de julho de 2023.

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.

SCHIASSI, M.C. E. V.; DE SOUZA, V. R.; LAGO, A.M.; T.; CAMPOS, L.G.; QUEIROZ, F. Fruits from the Brazilian Cerrado region: Physico-chemical characterization, bioactive

compounds, antioxidant activities, and sensory evaluation. **Food chemistry**, v.245, n.1, p. 305-311, 2018.

SHARMA, K.; KO, E. Y.; ASSEFA, A. D.; HA, S.; NILE, S. H.; LEE, E. T.; PARK, S. W. Temperature-dependent studies on the total phenolics, flavonoids, antioxidant activities, and sugar content in six onion varieties. **Journal of Food and Drug Analysis**, v. 23, n. 2, p. 243-252, 2015.

SILVA, A. N.; NAVARRO, R. C. S.; FERREIRA, M. A. M.; MINIM, V. P. R.; COSTA, T. M. T.; PEREZ, R. Performance of hedonic scales in sensory acceptability of strawberry yogurt. **Food Quality and Preference**, v. 30, n. 1, p. 9-21, 2013.

SILVA, A. N.; NAVARRO, R. C. S.; FERREIRA, M. A. M.; MINIM, V. P. R.; COSTA, T. M. T.; PEREZ, R. Performance of hedonic scales in sensory acceptability of strawberry yogurt. **Food Quality and Preference**, v. 30, n. 1, p. 9-21, 2013.

SILVA, G. A.; BRITO, N. J. N.; SANTOS, E. C. G.; LÓPEZ, J. A.; ALMEIDA, M. G. Gênero *Spondias*: Aspectos botânicos, composição química e potencial farmacológico. **BioFar**, v. 10, n. 01, p. 27-41, 2014.

SILVA, G. G. **Extrato obtido a partir de subproduto do pedúnculo do caju (*Anacardium occidentale* L.) - Triagens toxicológica e farmacológica**. 2020. 122f. Tese (Doutorado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade de Campinas, Campinas, 2020.

SILVA, I. D. L.; OLIVEIRA, F. S. M.; ANDRADE, M. F.; BRITO, A. M. S. S.; HALLWASS, F.; VINHAS, G. M. Avaliação das potencialidades dos extratos vegetais de jurema (*Mimosa tenuiflora*) e cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) para uso em embalagens ativas antimicrobianas e antioxidantes. **revista Matéria**, v. 26, n. 1, 2021.

SILVA, E. G.; DOMINGUES, D. A.S.; BIAZON, V. V. Comportamento do consumidor: fatores que influenciam o poder de compra. **Sci Elec. Arch.**, v. 13, n.4, p.52-59, 2021.

SILVINO, R.; SILVA, G.; SANTOS, O. V. Qualidade nutricional e parâmetros morfológicos do fruto cajá (*Spondias mombin* L.) **DESAFIOS – Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, v. 4, n. 2, p. 03-11, 2017.

SIQUEIRA, A. M. A. **Caracterização de fibra antioxidante obtida a partir do bagaço do caju**. 108f. 2013. Tese (Doutorado em Biotecnologia) – Rede Nordeste de Biotecnologia (RENORBIO), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

SIQUEIRA, A. P. S.; VASCONCELOS, L. H. C.; VENDRUSCOLO, E. P.; CUSTÓDIO, B. S. S.; COSTA, D. P.; FARIA, T. C.; SELEGUINI, A. Climatization for scheduled ripening of caja-manga. **African Journal of Agricultural Research**, v. 12, n. 1, p. 424-428, 2017.

SIQUEIRA, A. M. A.; BRITO, E. S. **Aproveitamento do bagaço do caju para alimentação humana e utilização em outras indústrias de alimentos.** 2013. Disponível em: <http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/> Acesso em: 14 Fev. de 2021.

SOARES, E. B. **Avaliação de genótipos de cajazeira (*Spondias Mombin* L.): caracterização físico-química dos frutos e repetibilidade e caracteres morfoagronômicos.** 2005. 58f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2005.

SONJE, A. G.; MAHAJAN, H. S. Nasal inserts containing ondansetron hydrochloride based on Chitosan–gellan gum polyelectrolyte complex: In vitro–in vivo studies. **Materials Science and Engineering C**, v. 64, n. 1, p. 329-335, 2016.

SOUSA, G. S.; ELIZEU, M. J. C.; LIMA, C. M. A. M.; RAMOS, B. C. Z.; MAYNARD, D. C. Avaliação entre a cor e degradação da vitamina C no suco de laranja. **Conjecturas**, v. 22, n. 9, p. 374-381, 2022a.

SOUSA, M. A. A.; SOUSA, F. C. B.; CASTRO, S. A. D.; REIS, L. C. M.; MONTEIRO, A. L.; SILVA, F. L. Atividade antimicrobiana do extrato bruto de *Caryocar brasiliense*, *Morinda citrifolia*, *Annona muricata* e *Morus nigra* sobre cepas de bactérias de importância clínica. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 9, e2311931411, 2022b.

SOUZA, K. O.; VIANA, R. M.; DE SIQUEIRA OLIVEIRA, L.; MOURA, C. F. H.; MIRANDA, M. R. A. Preharvest treatment of growth regulators influences postharvest quality and storage life of cashew apples. *Scientia Horticulturae*, v. 209, n.1, p. 53-60, 2016.

STROHECKER, R., HENNING, H.M. **Análisis de vitaminas: métodos comprobados.** Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428p.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS (TACO). **Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP.** 4ª ed, 161 p, 2011.

TALASIL, U.; SHAIK, K. B. Quality, spoilage and preservation of cashew apple juice: a review. **Jornal of Food Science Technology**, v. 52, n. 1, p. 54-62, 2015.

TAVARES, J. T. Q.; SANTOS, C. M. G.; CARVALHO, L. A.; SILVA, C. L. Determinação volumétrica de ácido ascórbico pelos métodos de Tilmans e Balemteine. **Magistra**, v. 7, n. 1, p. 1-8, 1999.

TERNUS, D. L.; HENN, R.L.; BARROS, F.; DA COSTA, J. S.; OLINTO, M.T. A. Padrões alimentares e sua associação com fatores demográficos e comportamentais: Pesquisa Saúde da Mulher (2015), São Leopoldo (RS). **REV. BRAS. EPIDEMIOL.** v. 22, n. 1, p.1-15, 2019.

UGART, S. D. M. **Atividade antimicrobiana da cobertura comestível de quitosana adicionada com trans-cinamaldeído sobre *Escherichia coli*. e *Listeria innocua* em melão *Cantaloupe* minimamente processado.** Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos), Centro do Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

VALDÉS, S. T.; VAZ TOSTES, M. G.; DELLA LUCIA, C. M.; HAMACEK, F. R.; PINHEIRO SANT'ANNA, H. M. Ácido ascórbico, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante em sucos industrializados e comercializados em diferentes embalagens. **Rev Inst Adolfo Lutz**, v. 71, n. 4, p. 662-669, 2012.

VANNUCCHI, H.; MARCHINI, J. S. **Nutrição Clínica**. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 2014.

VELLOSO, M; S.; OLIVEIRA, S. R.; REZENDE, D. C. Motivações relacionadas à escolha alimentar: segmentação de consumidores. **Agrolimentaria**, v. 23, n. 44, p. 107-120, 2017.

VIEBKE, C.; AL-ASSAF, S.; PHILLIPS, G. O. Food hydrocolloids and health claims. Bioactive **Carbohydrates and Dietary Fibre**, v. 4, n. 2, p. 101-114, out. 2014.

VIEIRA, D. M.; BARROS, S. L.; SILVA, V. M. A.; SANTOS, N. C.; NASCIMENTO, A. P. S.; MELO, M. O. P. Elaboração de barra de cereal com resíduos secos de abacaxi e caju. In: Congresso Paraibano de Agroecologia & IV Exposição Tecnológica, 2019. **Anais...Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 9, n. 7, e-6839, 2019.

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

VIEIRA, A. C. R. **Atividade antioxidante da vitamina C: aplicações na indústria farmacêutica e de alimentos e formas de evitar a oxidação mantendo sua estabilidade**. 2020. 51f. Monografia (Bacharelado em Farmácia) - Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2020.

VILANOVA, M. E. M. Comércio eletrônico: um estudo sobre o comportamento do consumidor brasileiro através dos sites de sistema de reputação e confiança. **Revista Interdisciplinar do IFMT**, v. 1, n. 8, p. 39-58, 2019.

VITOR, D. M.; OLIVEIRA, L. S.; GUIMARÃES, S. F.; PEREIRA, A. M.; FINGER, F. L. Purificação parcial e caracterização da enzima polifenol oxidase em manjerição “Genovese”. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 21, n.1, p. 201-209, 2019.

WARREN, H.; IN HET PANHUIS, M. Highly conducting composite hydrogels from gellan gum, PEDOT:PSS and carbon nanofibres. **Synthetic Metals**, v. 206, n. 1, p. 61-65, 2015.

WIJAYA, W.; PATEL, A. R.; SETIOWATI, A. D.; VAN DER MEEREN, P. Trends in Food Science & Technology Functional colloids from proteins and polysaccharides for food applications. **Trends in Food Science & Technology**, v. 68, p. 56-69, 2017.

WILLIAMS, P. A.; PHILLIPS, G. O. Introduction of food hydrocolloids. In: PHILLIPS, G. O.; WILLIAMS, P. A (Eds.). **Handbook of hydrocolloids**. Boca Raton: CRC Press, 2009. p. 1-22.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Diet, nutrition, and the prevention of chronic diseases: report of a joint WHO/FAO expert consultation**. World Health Organization, Genebra 2003.

WOFF, S. M.; SILVEIRA, A. C.; LAZZAROTTO, M. Metodologia para extração de fenólicos totais e antioxidantes da erva-mate. **Iniciação Científica CESUMAR**, v. 21, n. 1, p. 45-54, 2019.

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

ZHANG, N.; XU, J.; GAO, X.; FU, X.; ZHENG, D. Factors affecting water resistance of alginate/gellan blend films on paper cups for hot drinks. *Carbohydrate Polymers*, v. 156, n. 1, p. 435-442, 2017.

ZIA, K. M.; TABASUM, S.; KHAN, M. F.; AKRAM, N. AKHTER, N.; NOREEN, A.; ZUBER, M. Recent trends on Gellan Gum blends with natural and synthetic polymers: A review. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 109, n. 1, p.1068-1087, 2018.

ZIOBRO, R.; KORUS, J.; JUSZCZAK, L.; WITCZAK, T. Influence of inulin on physical characteristics and staling rate of glutenfree bread. **Journal of Food Engineering**, v.116, n. 1, p. 21-27, 2013.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO UTILIZADO NA PESQUISA MERCADOLÓGICA

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

Pesquisa de mercado sobre a elaboração de um estruturado misto de manga com cajá.

Prezado(a) entrevistado(a),

Contamos com a sua colaboração para responder o questionário de uma pesquisa do Programa Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal do Ceará, na temática: Estabilidade de barras estruturadas mistas de manga e cajá, pesquisa do estudante Antônio Jason Gonçalves da Costa, sob a orientação da professora Evânia Altina Teixeira de Figueiredo. Sua participação é voluntária e você só deve responder ao questionário se for morador(a) de Fortaleza. A qualquer momento você poderá se recusar a continuar participando da pesquisa e poderá retirar o seu consentimento, sem que isso lhe traga qualquer prejuízo. Todas as informações conseguidas através da sua participação não permitirão a identificação da sua pessoa, exceto aos responsáveis pela pesquisa e a divulgação das mencionadas informações só serão feitas entre os profissionais estudiosos do assunto. Declara-se para os devidos fins, que os resultados da pesquisa serão tornados públicos. A qualquer momento você poderá ter acesso às informações referentes à pesquisa, através do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Ceará (PROPESQ), dentro das normas que regulamentam a pesquisa em seres humanos, do Conselho Nacional de Saúde (Ministério da Saúde) com o número CAAE5 6393715.5.0000.5054, de 22 de novembro de 2016. Você não deve participar contra a sua vontade. Leia atentamente as informações abaixo. Salienta-se a necessidade de respostas sinceras para dados fidedignos sobre a realidade analisada.

Qual o bairro que você reside?

Faixa etária:

- ☐ Menos de 20 anos
- ☐ 20-29 anos
- ☐ 30-39 anos
- ☐ 40-49 anos
- ☐ 50 anos ou mais

Gênero:

- ☐ Masculino
- ☐ Feminino
- ☐ Prefiro não dizer

Situação civil:

- ☐ Casado(a)
- ☐ Solteiro(a)
- ☐ Divorciado(a)
- ☐ Viúvo(a)
- ☐ União estável
- ☐ Outro

Grau de escolaridade:

- ☐ Ensino Fundamental Incompleto
- ☐ Ensino Fundamental Completo
- ☐ Ensino Médio Incompleto
- ☐ Ensino Médio Completo
- ☐ Ensino Superior Incompleto
- ☐ Ensino Superior Completo
- ☐ Pós-Graduação

Renda:

- ☐ Menos que 1 salário mínimo (< R\$ 1.100,00)
- ☐ De 1 a menos que 4 salários mínimos (até R\$ 4.399,00)
- ☐ De 4 a menos que 6 salários mínimos (de R\$ 4.400,00 até R\$ 6.599,00)
- ☐ De 6 a menos que 10 salários mínimos (de R\$ 6.600,00 até R\$ 10,999,00)
- ☐ Acima de 10 salários mínimos (> R\$ 11.000,00)

Possuí o hábito de consumir frutas?

- ☐ Sim
- ☐ Não

Com qual frequência você consome frutas em sua dieta habitual?

- ☐ 1 vez na semana
- ☐ 2 a 3 vezes na semana
- ☐ 1 vezes na semana
- ☐ Quinzenalmente
- ☐ Outro _____

Você sabe o que é barra de fruta estruturada?

- ☐ Sim
- ☐ Não

Sobre as barras estruturadas mistas:

Estruturados de fruta são produtos resultantes da combinação de polpas de frutas com adição de algum agente texturizante (hidrocoloides), resultando em um produto com textura maleável, sendo uma alternativa para redução do desperdício de frutas, uma vez que o produto resultante mantém características muito semelhantes à fruta in natura, mantendo sua qualidade sensorial e nutricional por um período maior.

Sabendo acerca do que são barras estruturadas, qual o seu interesse em consumi-las?

☐ Muito interessado

☐ Moderadamente interessado

☐ Indiferente

☐ Desinteressado

Agora queremos saber sua opinião sobre o a formulação desenvolvida: o estruturado misto de manga e cajá. Esse produto utiliza em sua elaboração, as polpas de manga e cajá, substâncias benéficas provenientes do subproduto do pedúnculo do caju (pseudofruto) e goma gelana, uma substância de origem natural que promove a geleificação das polpas, além de permitir a obtenção de um produto que pode preservar as principais características nutricionais (conteúdo de vitaminas, minerais e demais substâncias benéficas) e sensoriais (aroma, sabor) das frutas utilizadas e sem adição de açúcar e substâncias químicas conservantes, obtendo-se um produto alimentício mais saudável.

Legenda - Imagem representativa de como seria a estrutura do produto.



Fonte – Elaborado pelo autor (2021).

Baseada nas informações e na ilustração acima, queremos saber sua opinião sobre:

Qual nota (na escala de 1 a 5) você daria para a barra estruturada de cajá e manga?

Não gostei

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Gostei bastante

Depois de conhecer a definição do novo produto, na sua opinião, como dever ser a designação comercial?

- ☐ Barra de fruta
- ☐ Fruta estruturada
- ☐ Fatia de fruta
- ☐ Outro _____

Com relação a embalagem, dentre as seguintes opções, qual embalagem você prefere para adquirir o produto?

- ☐ Embalagem laminada



- ☐ Laminada com face transparente



- ☐ Recipiente plástico



- ☐ Tipo doce mariola



Marque as informações que você considera mais importante em um rótulo:

- () Marca
- () Modo de conservação
- () Origem do produto
- () Lista de ingredientes
- () Teor de açúcar
- () Validade
- () Data de fabricação
- () Benefícios à saúde
- () Aviso sobre a presença de alérgenos
- () Tabela nutricional
- () Outro _____

Importância dos atributos para decisão de compra:

Você deverá escolher dentre o conjunto de 5 atributos o que **MAIS** importa e o que **MENOS** importa na sua decisão de compra de barra estruturada (somente um por coluna)

Marque apenas um item que você considera **MAIS** importante e um que você considera **MENOS** importante:

Atributos	Mais importante	Menos importante
Elevado teor de antioxidantes	()	()
Não conter aditivos químicos	()	()
Aumentar a imunidade	()	()

Marque apenas um item que você considera **MAIS** importante e um que você considera **MENOS** importante:

Atributos	Mais importante	Menos importante
Sabor	()	()
Benefícios à saúde	()	()
Preço	()	()
Facilidade em consumir uma porção de fruta	()	()

Marque apenas um item que você considera **MAIS** importante e um que você considera **MENOS** importante:

Atributos	Mais importante	Menos importante
Elevado teor de antioxidantes	()	()
Preço	()	()
Aumentar a imunidade	()	()

Marque apenas um item que você considera **MAIS** importante e um que você considera **MENOS** importante:

Atributos	Mais importante	Menos importante
Benefícios à saúde	()	()
Porção de fruta	()	()
Não conter aditivos químicos	()	()
Sabor	()	()

Marque apenas um item que você considera **MAIS** importante e um que você considera **MENOS** importante:

Atributos	Mais importante	Menos importante
Preço	()	()
Elevado teor de antioxidantes	()	()

Marque apenas um item que você considera **MAIS** importante e um que você considera **MENOS** importante:

Atributos	Mais importante	Menos importante
Aumentar a imunidade	()	()
Benefício à saúde	()	()
Sabor	()	()
Não conter aditivos químicos	()	()

Marque apenas um item que você considera **MAIS** importante e um que você considera **MENOS** importante:

Atributos	Mais importante	Menos importante
Preço	()	()
Sabor	()	()

Marque apenas um item que você considera **MAIS** importante e um que você considera **MENOS** importante:

Atributos	Mais importante	Menos importante
Não conter aditivos químicos	()	()
Benefícios à saúde	()	()
Aumentar a imunidade	()	()
Elevador teor de antioxidantes	()	()

Marque apenas um item que você considera **MAIS** importante e um que você considera **MENOS** importante:

Atributos	Mais importante	Menos importante
Marca	()	()
Sabor	()	()
Preço	()	()
Benefício à saúde	()	()

Marque apenas um item que você considera **MAIS** importante e um que você considera **MENOS** importante:

Atributos	Mais importante	Menos importante
Aumentar a imunidade	()	()
Não conter aditivos químicos	()	()
Elevador teor de antioxidantes	()	()

APÊNDICE B – FICHA DE AVIAÇÃO DO TESTE DE ACEITABILIDADE**FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL****Produto:** Barra Estruturada de Manga com Cajá

Nome: _____

Idade: () <18 () 18-25 () 26-35 () 36-50 () 51-65 () > 65

Sexo: () Feminino () Masculino () Não-binário () Prefiro não informar

Você costuma consumir produtos à base de frutas?

() Sim () Não

Caso tenha respondido **sim** à pergunta anterior, com que frequência costuma consumir tais produtos?

() Diariamente

() 2 a 3 vezes na semana

() 1 vez na semana

() Quinzenalmente

() Mensalmente

() Semestralmente

Você gosta das frutas manga e cajá?

Manga

() Gosto muitíssimo

() Gosto muito

() Gosto moderadamente

() Gosto ligeiramente

() Nem gosto, nem desgosto

() Desgosto ligeiramente

() Desgosto moderadamente

() Desgosto muito

() Desgosto muitíssimo

Cajá

() Gosto muitíssimo

() Gosto muito

() Gosto moderadamente

() Gosto ligeiramente

() Nem gosto, nem desgosto

() Desgosto ligeiramente

() Desgosto moderadamente

() Desgosto muito

() Desgosto muitíssimo

Amostra _____

Você recebeu uma amostra de barra estruturada de manga e cajá. Primeiramente, observe a amostra e responda o quanto gostou ou desgostou da **cor, aparência e aroma**. Após responder experimente o produto e responda em relação à **textura, sabor e aceitação global**.

Avalie o quanto você gostou ou desgostou da **COR** dessa amostra.

- ☐ Gostei muitíssimo
- ☐ Gostei muito
- ☐ Gostei moderadamente
- ☐ Gostei ligeiramente
- ☐ Nem gostei, nem desgostei
- ☐ Desgostei ligeiramente
- ☐ Desgostei moderadamente
- ☐ Desgostei muito
- ☐ Desgostei muitíssimo

Avalie o quanto você gostou ou desgostou da **APARÊNCIA** dessa amostra.

- ☐ Gostei muitíssimo
- ☐ Gostei muito
- ☐ Gostei moderadamente
- ☐ Gostei ligeiramente
- ☐ Nem gostei, nem desgostei
- ☐ Desgostei ligeiramente
- ☐ Desgostei moderadamente
- ☐ Desgostei muito
- ☐ Desgostei muitíssimo

Avalie o quanto você gostou ou desgostou do **AROMA** dessa amostra.

- ☐ Gostei muitíssimo
- ☐ Gostei muito
- ☐ Gostei moderadamente
- ☐ Gostei ligeiramente
- ☐ Nem gostei, nem desgostei
- ☐ Desgostei ligeiramente
- ☐ Desgostei moderadamente
- ☐ Desgostei muito
- ☐ Desgostei muitíssimo

Avalie o quanto você gostou ou desgostou da **TEXTURA** dessa amostra.

- ☐ Gostei muitíssimo
- ☐ Gostei muito
- ☐ Gostei moderadamente
- ☐ Gostei ligeiramente
- ☐ Nem gostei, nem desgostei
- ☐ Desgostei ligeiramente
- ☐ Desgostei moderadamente
- ☐ Desgostei muito
- ☐ Desgostei muitíssimo

Avalie o quanto você gostou ou desgostou do **SABOR** dessa amostra

- ☐ Gostei muitíssimo
- ☐ Gostei muito
- ☐ Gostei moderadamente
- ☐ Gostei ligeiramente
- ☐ Nem gostei, nem desgostei
- ☐ Desgostei ligeiramente
- ☐ Desgostei moderadamente
- ☐ Desgostei muito
- ☐ Desgostei muitíssimo

AVALIAÇÃO GLOBAL: indique o quanto você gostou ou desgostou da amostra

- ☐ Gostei muitíssimo
- ☐ Gostei muito
- ☐ Gostei moderadamente
- ☐ Gostei ligeiramente
- ☐ Nem gostei, nem desgostei
- ☐ Desgostei ligeiramente
- ☐ Desgostei moderadamente
- ☐ Desgostei muito
- ☐ Desgostei muitíssimo