



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

CELESTINA TOJAL MACHADO

**BALA DE GELATINA COM COLÁGENO HIDROLISADO E
MICROCÁPSULAS DE MARACUJÁ (*Passiflora edulis*)**

**SÃO CRISTÓVÃO/ SE
2020**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

CELESTINA TOJAL MACHADO

**BALA DE GELATINA COM COLÁGENO HIDROLISADO E
MICROCÁPSULAS DE MARACUJÁ (*Passiflora edulis*)**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Ciência e Tecnologia de Alimentos
como requisito parcial à obtenção
do título de Mestre em Ciência e
Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Alessandra
Almeida Castro Pagani

**SÃO CRISTÓVÃO/ SE
2020**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

M149b Machado, Celestina Tojal
Bala de gelatina com colágeno hidrolisado e microcápsulas de maracujá (*Passiflora edulis*) / Celestina Tojal Machado ; orientadora, Alessandra Almeida Castro Pagani. – São Cristóvão, 2020.
98 f. :il.

Dissertação (mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)
– Universidade Federal de Sergipe, 2020.

1. Tecnologia de alimentos. 2. Maracujá. 3. Vitamina C. 4. Compostos bioativos. 5. Colágeno. I. Pagani, Alessandra Almeida Castro, orient. II. Título.

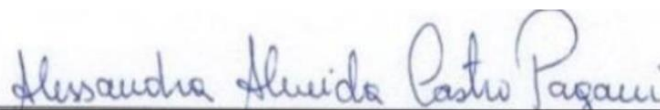
CDU 664:634.776.3

CELESTINA TOJAL MACHADO

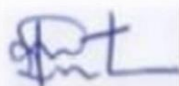
**BALA DE GELATINA COM COLÁGENO HIDROLISADO E
MICROCÁPSULAS DE MARACUJÁ (*Passiflora edulis*)**

Dissertação de mestrado
aprovada no Programa de Pós-
Graduação em Ciência e
Tecnologia de Alimentos em 29
de Maio de 2020.

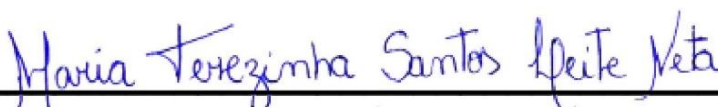
BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Alessandra Almeida Castro Pagani
Orientador/PROCTA



Prof. Dr. João Antônio Belmino dos Santos
1º Examinador (Externo/DTA)



Dr.ª. Maria Terezinha Santos Leite Neta
2º Examinador (Interno/PROCTA)

**SÃO CRISTÓVÃO/ SE
2020**

Aos meus pais, **Epaminondas e Maria Helena (*in memoriam*)**, que sempre me apoiaram e incentivaram, e sem medir esforços para proporcionar meu crescimento e felicidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, por tudo que conquistei, e pela Luz e Proteção para superação de momentos de dificuldades.

Aos meus pais, Epaminondas e Maria Helena (*in memoriam*) por todos os ensinamentos em minha vida, por todo o carinho, amor e dedicação.

Ao meu noivo Márcio, por todo o amor e dedicação. E também pela grande compreensão e incentivo para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu irmão Epaminondas, pelo companheirismo, carinho e atenção em ajudar.

Aos meus sobrinhos, por alegrar todos os meus dias!!

A minha orientadora, Prof.^a Dr^a Alessandra Almeida Castro Pagani, por todos os ensinamentos, orientação e confiança.

A Vanessa, pela colaboração e participação na execução deste trabalho.

A Aline e Patrícia, pela contribuição para o desenvolvimento deste trabalho e por momentos de motivação e descontração, comendo aqueles pãezinhos de queijo!

As minhas colegas Grasiella, Ariadne e Geneluce pela ajuda no desenvolvimento deste trabalho.

As minha colegas de trabalho, Aline, Cristina, Grasiella e Patrícia pelo apoio e paciência.

Ao meu chefe, Prof. Dr. João Antônio agradeço pela compreensão e apoio pela execução deste projeto.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pelos ensinamentos adquiridos durante o mestrado.

Aos professores do DTA, pelo incentivo e compreensão.

Ao LAF, pela disponibilidade dos equipamentos.

A Prof.^a Dr^a Maria Teresinha pela atenção e gentileza.

A técnica Juliete pela atenção e gentileza no suporte para realização de análise.

Aos membros da banca, pelas correções e sugestões para este trabalho.

A Eduarda, Dani, Comadre Rita e meu afilhado Arthur, pela força e torcida.

A todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para o desenvolvimento deste trabalho.

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

Meus agradecimentos.

Muitíssimo Obrigada a Todos!!!

MACHADO, C. T. Bala de gelatina com colágeno hidrolisado e microcápsulas de maracujá (*Passiflora edulis*). [Dissertação]. São Cristóvão: Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Sergipe; 2020.

RESUMO

O maracujá azedo ou amarelo (*Passiflora edulis*) é uma fruta tropical rica em compostos bioativos e com acidez, sabor e aroma característicos, com interessante inserção em alimentos, com limitação na utilização de ácidos, corantes e aromatizantes. A vitamina C é considerado um composto importante para manutenção dos tecidos celulares, e contribui com a formação do colágeno. A crescente demanda por produtos saudáveis e que atuam na prevenção de doenças, incentivam pesquisas sobre caracterização de alimentos e inovação em produtos alimentícios com novos ingredientes. Sendo assim, a indústria de balas e confeitos necessitam aplicar ingredientes naturais, seguindo às tendências mundiais. Neste contexto, este trabalho objetivou-se na elaboração de um produto com preservação dos compostos bioativos, através da encapsulação por gelificação iônica do suco de maracujá, e a disponibilidade de proteínas. Para obtenção das microcápsulas, a gelificação iônica foi realizada com solução de alginato de sódio para obtenção do produto. E as balas foram elaboradas em duas formulações: balas de gelatina com colágeno hidrolisado e microcápsulas de maracujá, e bala de gelatina com colágeno hidrolisado e maracujá. As balas foram armazenadas $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 12 dias, realizando as análises de sólidos solúveis (°brix), acidez titulável, pH, proteínas totais, hidroxiprolina, prolina, compostos bioativos e capacidade antioxidante (DPPH, ABTS e FRAP). As análises foram realizadas em triplicata, com os dados analisados por ANOVA e as médias comparadas utilizando-se do teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Na caracterização físico química da polpa e microcápsulas de maracujá, a diferença significativa ($p \leq 0,05$) prevaleceu nos parâmetros analisados. No armazenamento, avaliando-se o teor de proteínas totais das amostras de bala de gelatina com microcápsulas e bala controle, diferiram significativamente ($p \leq 0,05$). E, em relação ao tempo de armazenamento, os teores de proteínas totais das duas balas avaliadas, discordaram estatisticamente ($p \leq 0,05$), mas houve aumento gradativo dos valores de proteínas. No parâmetro hidroxiprolina, as duas amostras estudadas apresentaram divergência estatística entre si ($p \leq 0,05$), indicando os teores preliminares de 2,67 g de Hidroxiprolina/100g de amostra e 3,89 g de Hidroxiprolina/100g de amostra, respectivamente. Os teores de prolina nas amostras de bala de gelatina com microcápsulas e

bala controle, apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre si, sendo que a bala controle apresentou valores superiores de taxa de prolina comparando-se com a bala com microcápsulas. E durante o armazenamento, as amostras investigadas apresentaram redução significativa ($p \leq 0,05$) dos valores de prolina. As balas demonstraram ser um alimento seguro, e não apresentaram contaminação por microrganismos. Com os resultados expostos neste trabalho, pode-se concluir que o produto obtido revela um potencial inovador, isento de açúcares, com a inserção de corante natural, e constituído de colágeno hidrolisado, apresentando os aminoácidos estruturais (hidroxiprolina e prolina).

Palavras-Chave: Maracujá. Vitamina C. Compostos bioativos. Colágeno hidrolisado.

MACHADO, C.T. Jelly candy with hydrolyzed collagen and passion fruit microcapsules (*Passiflora edulis*). [Dissertation]. São Cristóvão: Program Postgraduate Food Science and Technology, Federal University of Sergipe; 2020.

ABSTRACT

The sour or yellow passion fruit (*Passiflora edulis*) is a tropical fruit rich in bioactive compounds and with characteristic acidity, flavor and aroma, with interesting insertion in foods, with limited use of acids, dyes and flavorings. Vitamin C is considered an important compound for maintaining cellular tissues, and contributes to the formation of collagen. The growing demand for healthy products that act in the prevention of diseases, encourage research on food characterization and innovation in food products with new ingredients. Therefore, the candy and confectionery industry needs to apply natural ingredients, following global trends. In this context, this work aimed to produce a product with preservation of bioactive compounds, through the encapsulation by ionic gelation of passion fruit juice, and the availability of proteins. To obtain the microcapsules, ionic gelation was performed with sodium alginate solution to obtain the product. And the candies were made in two formulations: gelatin candies with hydrolyzed collagen and passion fruit microcapsules, and gelatin candies with hydrolyzed collagen and passion fruit. The mints were stored at $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$ for 12 days, carrying out the analysis of soluble solids ($^{\circ}\text{brix}$), titratable acidity, pH, total proteins, hydroxyproline, proline, bioactive compounds and antioxidant capacity (DPPH, ABTS and FRAP). The analyzes were performed in triplicate, with the data analyzed by ANOVA and the averages compared using the Tukey test at the level of 5% of significance. In the physical and chemical characterization of the passion fruit pulp and microcapsules, the significant difference ($p \leq 0.05$) prevailed in the analyzed parameters. In storage, evaluating the total protein content of samples of gelatine candy with microcapsules and control candy, differed significantly ($p \leq 0.05$). And, in relation to the storage time, the total protein contents of the two bullets evaluated, differed statistically ($p \leq 0.05$), but there was a gradual increase in the protein values. In the hydroxyproline parameter, the two samples studied showed statistical divergence between them ($p \leq 0.05$), indicating the preliminary contents of 2.67 g of Hydroxyproline / 100g of sample and 3.89 g of Hydroxyproline / 100g of sample, respectively. The levels of proline in the samples of gelatin candy with microcapsules and control candy, showed a significant difference ($p \leq 0.05$) between them, and the control candy presented higher values of proline rate when compared to the candy

with microcapsules. And during storage, the investigated samples showed a significant reduction ($p \leq 0.05$) of proline values. The bullets proved to be a safe food, and did not show contamination by microorganisms. With the results exposed in this work, it can be concluded that the product obtained reveals an innovative potential, free of sugars, with the insertion of natural dye, and consisting of hydrolyzed collagen, presenting the structural amino acids (hydroxyproline and proline).

Keywords: Passion fruit. Vitamin C. Bioactive compounds. hydrolyzed collagen.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABTS	Ácido 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico)
ANOVA	Análise de variância
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
ATT	Acidez total titulável
AW	Atividade de água (water activity)
BC	Bala com microcápsula
COM	Bala comercial
CONT	Bala controle
DCPIP	2,6 – Diclorofenol Indofenol
DPPH	2,2 - difenil -1- picrilhidrazila
DTA	Departamento de Tecnologia de Alimentos
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FRAP	Capacidade de redução férrica de Plasma (Ferric-Reducing Ability of Plasma)
HE	Ágar Entérico de Hectoen
IAL	Instituto Adolfo Lutz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LAA	Laboratório de Análise de Alimentos
LABFRUTIH	Laboratório de Frutas e Hortaliças
LAF	Laboratório de Flavor e Análises Cromatográficas
NMP	Número mais provável
pH	Potencial hidrogeniônico
QPA	Quantidade de ingrediente ativo encapsulado
q.s.p	Em quantidade suficiente
SST	Sólidos solúveis totais
TACO	Tabela de Composição de Alimentos
TROLOX	6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-ácido carboxílico
UFC	Unidades formadoras de colônias
UFS	Universidade Federal de Sergipe
XLD	Ágar Xilose Lisina Desoxicolato

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Maracujá (<i>Passiflora edulis</i>)	22
Figura 2 - Representação da reação de oxidação do ácido ascórbico	27
Figura 3 - Estrutura do carotenoide β -caroteno	28
Figura 4 - Estrutura das fibras de colágeno	31
Figura 5 - Alguns modelos de microcápsulas. (A): matriz (microesfera); (B): microcápsula simples; (C): simples, irregular; (D): duas paredes; (E): vários núcleos; (F): agrupamento de microcápsula	33
Figura 6 - Processamento das microcápsulas de maracujá. (A) Gelificação iônica; (B) Microcápsulas de maracujá	39
Figura 7 - Fluxograma de processamento da bala de gelatina com colágeno hidrolisado e microcápsulas de maracujá	41
Figura 8 - Processamento das balas de gelatina com colágeno. (A) Moldagem das balas; (B) Bala de gelatina com cápsulas; (C) Bala de gelatina controle	42
Figura 9 - Acondicionamento das balas de gelatina com colágeno em embalagens de polipropileno. (A) Selagem das embalagens; (B) Balas de gelatina com microcápsulas; (C) Balas de gelatina controle	43
Figura 10 - Microcápsulas de maracujá	56
Figura 11 - Balas de gelatina com colágeno hidrolisado no tempo 0. (A) Bala com microcápsulas; (B) Acondicionamento da bala controle	64
Figura 12 - Teor de Vitamina C (mg de AA/100g) da bala com microcápsulas e bala controle armazenadas a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ por 12 dias	74
Figura 13 - Teores de compostos fenólicos e capacidade antioxidante da bala controle e bala com microcápsula de maracujá a $5 \pm 1^\circ\text{C}$. (A) Compostos Fenólicos; (B) DPPH; (C) FRAP; (D) ABTS	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição química da polpa congelada de maracujá (<i>Passiflora edulis f. flavicarpa</i>)	24
Tabela 2 - Níveis de ácido ascórbico utilizados em produtos alimentícios	26
Tabela 3 - Formulações das balas de gelatina com microcápsulas e balas de gelatina controle	42
Tabela 4 - Caracterização físico-química da polpa e microcápsulas de maracujá	57
Tabela 5 - Parâmetros de cor (a^* , b^* , L^* e h) da polpa e microcápsulas de maracujá	59
Tabela 6 - Caracterização dos Compostos Bioativos e da Capacidade antioxidante da polpa e microcápsulas de maracujá	59
Tabela 7 - Caracterização do teor de proteína total, hidroxiprolina e prolina nas matérias primas: gelatina e colágeno hidrolisado	61
Tabela 8 - Umidade, Cinzas e A_w da bala de gelatina com microcápsulas e bala controle	63
Tabela 9 - Parâmetros de cor (a^* , b^* , L^* e h) da bala com microcápsulas e bala controle armazenadas $5 \pm 1^\circ\text{C}$ por 12 dias	66
Tabela 10 - Cromaticidade (C^*) da bala com microcápsulas e bala controle armazenadas a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ por 12 dias	67
Tabela 11 - Análises físico químicas de sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) e pH, em bala com microcápsulas e bala controle de maracujá, acondicionadas em embalagens plásticas, armazenadas a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ por 12 dias	69
Tabela 12 - Proteína total, Prolina e Hidroxiprolina em bala de gelatina com microcápsulas e bala controle armazenadas $5 \pm 1^\circ\text{C}$ por 12 dias	71
Tabela 13 - Proteína total, Prolina e Hidroxiprolina em bala de gelatina com microcápsulas e bala controle e bala comercial	73
Tabela 14 - Carotenoides totais (mg/100 g) em bala de gelatina com microcápsulas e bala controle armazenadas $5 \pm 1^\circ\text{C}$ por 12 dias	75
Tabela 15 - Resultados obtidos nas análises microbiológicas de Coliformes 45°C (NMP/g) e <i>Salmonella</i> sp. das microcápsulas, bala com microcápsulas e bala controle de maracujá armazenadas a $5 \pm 1^\circ\text{C}$	80

Tabela 16 - Resultados obtidos nas análises microbiológicas de Coliformes 35°C (UFC/g) e Bolores e Leveduras das microcápsulas, bala com microcápsulas e bala controle de maracujá armazenadas a $5 \pm 1^\circ\text{C}$	81
--	----

SUMÁRIO

SUMÁRIO	16
1. INTRODUÇÃO	19
2. OBJETIVOS	21
2.1 Geral	21
2.2 Específicos	21
3 REVISÃO DE LITERATURA	22
3.1 Maracujá	22
3.2 Compostos Bioativos Nutracêuticos	25
3.2.1 Ácido Ascórbico (Vitamina C)	25
3.2.2 Carotenóides	28
3.2.3 Compostos Fenólicos	29
3.3 Colágeno	30
3.4 Encapsulação por Gelificação Iônica	32
3.5 Bala como alimento bioativo	34
3.6 Alimentação e saúde	36
4 MATERIAL E MÉTODOS	38
4.1 Material	38
4.1.1 Obtenção de matéria-prima	38
4.1.2 Obtenção da polpa de maracujá	38
4.2 Métodos	38
4.2.1 Obtenção do suco de maracujá	38
4.2.2 Gelificação iônica de solução com polpa de maracujá	39
4.2.3 Elaboração da bala bioativa	40
4.2.3.1 Formulações das balas de gelatina	42
4.2.3.2 Acondicionamento das balas de gelatina	43
4.3 Análises Físicas das microcápsulas de maracujá	43
4.3.1 Rendimento	43
4.3.2 Quantidade de polpa encapsulada	44
4.3.3 Diâmetro	44

4.4 Análises Físico-Químicas	44
4.4.1 Cor	45
4.4.2 Teor de Umidade	45
4.4.3 Cinzas	45
4.4.4 Atividade de Água	46
4.4.5 pH	46
4.4.6 Acidez	46
4.4.7 Sólidos Solúveis (°brix)	47
4.4.8 Proteínas totais	47
4.4.9 Hidroxiprolina	48
4.4.10 Prolina	49
4.5 Caracterização dos Compostos Bioativos e da Capacidade antioxidante	49
4.5.1 Ácido ascórbico	49
4.5.2 Carotenoides Totais	50
4.5.3 Obtenção dos extratos para análises dos compostos fenólicos e antioxidantes	50
4.5.3.1 Compostos Fenólicos	51
4.5.3.2 Capacidade Antioxidante	51
A) ABTS	51
B) DPPH	52
C) FRAP (Capacidade de redução do Ferro)	52
4.6 Análise Microbiológica	52
A) Coliformes Totais e Termotolerantes	53
B) <i>Salmonella sp</i>	54
C) Bolores e Leveduras	54
4.7 Análise Estatística	55
5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
5.1 Análises físicas	56
5.2 Caracterização da polpa e microcápsulas de maracujá	57
5.3 Caracterização do colágeno e gelatina quanto às proteínas	61
5.4 Caracterização da bala com microcápsulas e bala controle de maracujá	63
5.4.1 Avaliação da umidade, cinzas e Aw	63
5.5 Avaliação da bala com microcápsulas e bala controle de maracujá no armazenamento	64

5.5.1 Avaliação da cor	65
5.5.2 Análises físico-químicas das balas durante o armazenamento	68
5.5.2.1 Quantificação das proteínas	70
5.5.2.2 Avaliação da viabilidade das proteínas	72
5.5.3 Caracterização dos Compostos Bioativos e da Capacidade antioxidante	74
5.5.3.1 Ácido ascórbico	74
5.5.3.2 Carotenoides Totais	75
5.5.3.3 Compostos fenólicos e capacidade antioxidante da bala com microcápsula e bala controle	76
6.0 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	80
7.0 CONCLUSÃO	82
8.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83

1 INTRODUÇÃO

O maracujá azedo ou amarelo (*Passiflora edulis*) é uma fruta tropical, sendo mais consumida e cultivada em diferentes regiões tropicais do mundo, em decorrência da qualidade e maior rendimento de seus frutos (FREITAS et al., 2016; EMBRAPA, 2016). Os frutos do maracujá azedo tem variedades, com polpas variando de amarelo para alaranjado, com aroma e sabor característicos, assim como um teor de acidez acentuado (EMBRAPA, 2016).

Na obtenção de produtos com melhor qualidade nutricional, torna-se interessante o uso da polpa de maracujá em substituição a alguns aditivos, limitando o uso de ácidos, corantes, aromatizantes e flavorizantes sintéticos (BATISTA et al., 2017). A fruta representa um maior consumo, devido as suas características organolépticas e aos seus compostos bioativos (MEDINA et al., 2017). Com destaque a representação dos compostos bioativos, os compostos fenólicos, os carotenóides e ácido ascórbico (ROTILI et al., 2013).

Os cuidados com a alimentação em busca de uma melhor qualidade de vida, caracteriza-se por uma crescente demanda por produtos saudáveis e com atributos sensoriais e nutricionais próximos a dos alimentos naturais (ENDO et al., 2009). As pesquisas sobre caracterização dos alimentos e/ou ingredientes que detém de propriedades nutraceuticas, vem aumentando devido à preocupação com melhores hábitos alimentares, estética e na prevenção de manifestação precoce de doenças (SILVA; PENNA, 2012).

Sendo assim, o colágeno que é uma proteína de origem animal, que apresenta características funcionais, contribuindo com a estrutura dos tecidos (SILVA; PENNA, 2012). A pele possui como principais constituintes, o colágeno, elastina e o ácido hialurônico, e no tratamento para o envelhecimento o colágeno hidrolisado é importante, uma proteína facilmente digerida e absorvida pelo organismo (SIBILLA et al., 2015). O ácido ascórbico atua em diferentes funções nos processos vitais, com relevância na formação do colágeno, e a deficiência desta vitamina ocasiona fragilidade das paredes capilares, que podem ocasionar hemorragias (PELUZIO et al., 2010).

As frutas estimularam a produção industrial de produtos na linha de polpas e néctares, ocasionadas pela sazonalidade, alta produção, condições climáticas e perecibilidade. No entanto, este ramo industrial apresenta-se saturado (MONTEIRO-HARA et al., 2011). Desta forma, grandes empresas alimentícias estão introduzindo em seus produtos, ingredientes naturais, que tem baixo valor calórico e alto valor nutricional (BELWAL et al., 2018).

Nesse contexto, surge uma nova opção de alimento funcional, os confeitos funcionais ou confeitos fortificados, tendência mundial e que englobam os produtos fortificados com

vitaminas, minerais ou com ingrediente com propriedade nutricional (GARCIA; PENTEADO, 2005). Na indústria alimentícia a gelatina vêm sendo utilizada extensamente, devido suas propriedades particulares (CEBI et al., 2019). De acordo com a RDC 265 da ANVISA (BRASIL, 2005), bala é o produto constituído por açúcar e/ou outros ingredientes.

A gelificação iônica é uma técnica de microencapsulação que ocorre por meio de reação, entre uma solução polimérica e uma solução iônica, e é considerado um método simples e de baixo custo (MUKAI-CORREA et al., 2005). A microencapsulação protege os compostos bioativos nutracêuticos de fatores extrínsecos, melhorando a estabilidade e biodisponibilidade desses compostos, e preservação dos alimentos (PASIN et al., 2012).

O desenvolvimento de uma bala de colágeno com propriedades bioativas, pode ser uma nova alternativa para as indústrias de balas e para o consumidor que apresenta-se na faixa de idade com alterações na pele devido o envelhecimento da pele. Associado ao fato de que a bala de gelatina é um alimento com alta disponibilidade e ampla aceitação pelo consumidor. Então, objetiva-se com essa pesquisa, o desenvolvimento e avaliação da estabilidade da bala de gelatina com colágeno hidrolisado e microcápsulas de maracujá, aliado a não utilização de açúcares em sua composição.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Desenvolver e avaliar a estabilidade de bala de gelatina com colágeno hidrolisado e microcápsulas de maracujá azedo ou amarelo (*Passiflora edulis*).

2.2 Específicos

- Produzir as microcápsulas da polpa de maracujá por gelificação iônica com o alginato de sódio e cloreto de cálcio;
- Produzir as balas de colágeno com maracujá;
- Armazenar as balas de colágeno;
- Analisar as características físico-químicas da polpa de maracujá (umidade, pH, atividade de água, acidez, sólidos solúveis (°brix), cinzas, carotenoides e ácido ascórbico);
- Analisar as microcápsulas de maracujá: diâmetro, rendimento, cor, umidade, pH, atividade de água, acidez, sólidos solúveis (°brix), cinzas, carotenoides, ácido ascórbico;
- Analisar as balas de colágeno (umidade, pH, cor, sólidos solúveis (°brix), atividade de água, acidez, cinzas, proteínas, hidroxiprolina, prolina, carotenoides e ácido ascórbico);
- Avaliar a qualidade microbiológica;
- Quantificar os antioxidantes (DPPH, ABTS e FRAP) nas balas de colágeno.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Maracujá

Maracujá é o termo denominado ao fruto e à planta de várias espécies do gênero *Passiflora*, denominação de origem tupi-guarani e significa “alimento que se toma de sorvo ou cuia” (EMBRAPA, 2016). *Passiflora* pertencente ao gênero considerado o maior e mais importante da família *Passifloraceae* (ZERAİK; YARIWAKE, 2010). O gênero *Passiflora* compreende cerca de 500 espécies, distribuídas principalmente em regiões tropicais e subtropicais no mundo, singularmente no continente americano (CAZARIN et al., 2015; AYRES et al., 2015).

No Brasil, a espécie *Passiflora edulis* conhecida como maracujá amarelo ou azedo, conforme é mostrado na Figura 1, apresenta maior comercialização e consumo devido a qualidade dos frutos e maior rendimento em suco, representando mais de 95 % dos pomares (MELETTI; BRUCKNER, 2001; EMBRAPA, 2016). O Brasil é o maior produtor mundial de maracujá-amarelo, no entanto apenas obteve um valor comercial no final da década de 60, quando os primeiros pomares paulistas foram introduzidos (MELETTI, 2011).

Figura 1 - Maracujá (*Passiflora edulis*)



Fonte: EMBRAPA, 2016.

As exportações dos sucos concentrados do maracujá apresentam uma maior representatividade, cerca de 76% do suco são importados para países como Holanda, Estados Unidos e Alemanha (MELETTI, 2011). A produção da fruta é de 602.651 mil toneladas/ano, e sendo estimados em uma área colhida de 42.731 mil hectares (IBGE, 2018). O cultivo do

maracujá assume um papel de destaque na produção brasileira com o Nordeste (62,3%), Sudeste (16,1%) e Sul (12,5%) (IBGE, 2018; EMBRAPA, 2018).

O maracujá é um dos mais populares e conhecidos frutos tropicais por apresentar um aroma floral de éster, com uma exótica nota sulfurosa, além disso, a sua composição volátil é complexa, tornando o fruto com aroma e sabor acentuados (DELLA MODESTA et al., 2005). A qualidade do fruto é atribuída às características físicas da aparência externa do fruto, entre as quais destaca-se o tamanho, a forma e a cor da casca, desta forma essas características estão relacionadas ao conjunto de atributos referente à aparência, sabor, odor, textura e valor nutritivo (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A fruta exótica é rica em constituintes bioativos, sendo os compostos fenólicos, carotenoides, vitaminas e fibras (Tabela 1), estes teores podem ser encontrados em quantidades superiores em subprodutos (CORRÊA et al., 2016). Conhecido por apresentar propriedades tranquilizantes, e teores significativos de vitaminas A e C (BATISTA et al., 2017). O maracujá azedo apresenta teores de pró-vitamina A na faixa de 30 ug/g a 65 ug/g e além do betacaroteno, a polpa compõe-se de neoxantina, anteraxantina, zeaxantina, fitoflueno, trans e cis-violaxantina, beta-criptoxantina, prolicopeno, além de outras formas de caroteno (EMBRAPA, 2016).

Pertuzatti et al. (2015), identificou na fruta *Passiflora edulis* cultivado em dois sistemas de cultivos, os teores de ácido ascórbico total entre $2,3 \times 10^2$ e $1,9 \times 10^2$ mg/100g⁻¹, carotenóides 13,99 mg / 100g⁻¹ e 25,10 mg/100 g⁻¹ e o tocoferol como principal constituinte em 0,045 mg/100 g⁻¹. Em estudos, Viganó et al. (2016), verificou os compostos bioativos oriundos da casca de maracujá, e identificando no extrato a presença de cinco compostos fenólicos: isoorientina, vicenina, vitexina, orientina e isovitexina. E Oliveira et al. (2016), em pesquisa sobre a valorização de subprodutos do maracujá com extração sustentável em subprodutos, objetivando-se a obtenção de óleo e extrato dispondo de antioxidantes e ação antimicrobianas.

Tabela 1 – Composição química da polpa congelada de maracujá (*Passiflora edulis f. flavicarpa*).

Composição Química (por 100g)	Polpa congelada de maracujá
Umidade (%)	88,9
Energia (kcal)	39
Proteínas (g)	0,8
Lipídeos (g)	0,2
Carboidrato (g)	9,6
Fibra Alimentar (g)	0,5
Cinzas (g)	0,5
Cálcio (mg)	5,0
Magnésio (mg)	10
Manganês (mg)	0,07
Fósforo (mg)	15
Ferro (mg)	0,3
Sódio (mg)	8
Potássio (mg)	228
Cobre (mg)	0,05
Zinco (mg)	0,2
Vitamina B1 Tiamina (mg)	Tr
Vitamina B2 Riboflavina (mg)	0,09
Vitamina B3 Niacina (mg)	Tr
Vitamina B6 Piridoxina (mg)	0,06
Vitamina C (mg)	7,3

*Tr: traço. Fonte: adaptado de TACO (2011).

A acidez titulável é um importante parâmetro na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício, esse teor tende a aumentar com o decorrer do desenvolvimento e amadurecimento do fruto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Subprodutos provenientes do processamento do maracujá são utilizados por estudos de autores. Como Dias et al. (2018), verificou a importância da combinação de formulações de agente encapsulante com condições de temperatura de armazenamento, para a estabilidade do suco da fruta seco por pulverização, com o objetivo de desenvolver novos produtos. Também em estudos, Espírito-Santo et al. (2013) observaram que a adição de fibra de maracujá não influencia as características sensoriais de iogurtes probióticos e agrega alto valor ao produto. E em Rotta et al. (2020), verificou-se a estabilidade das bebidas lácteas com a adição do extrato de sementes de maracujá, evitando a oxidação lipídica.

3.2 Compostos Bioativos Nutracêuticos

Os consumidores estão mais exigentes em relação à alimentação, exigindo funcionalidade nos alimentos, com a manutenção da saúde e prevenção de doenças. Tais fatos, impulsionaram a busca crescente por estudos em relação aos compostos bioativos para o consumo humano (PAZ et al., 2015). Além disso, com tais avanços científicos na área analítica, os alimentos que eram reconhecidos por funções já compreendidas, como a de promoção de energia e fornecimento de nutrientes essenciais para o organismo humano, obtiveram atenção também no papel de redução do risco de doenças e na garantia da saúde (FRANCO; COZZOLINO, 2010).

Os compostos bioativos são classificados em tóxicos ou nutracêuticos. As substâncias tóxicas são compostos químicos naturais ou impulsionados por sistemas, que causam efeitos adversos à saúde. As substâncias nutracêuticas são compostos ativos naturais que estimulam a saúde com suas propriedades medicinais, e prevenção de doenças (Ho et al., 2010).

O efeito protetor de doenças crônicas não reproduz somente com a ingestão isolada de compostos bioativos nutracêuticos, ou seja, na forma de suplementos. Estudos clínicos em que dietas suplementadas com β -caroteno, vitamina C ou vitamina E, demonstraram que essas substâncias, isoladas da matriz do alimento, não foram eficazes na diminuição de risco à doenças crônicas não transmissíveis, indicando que fatores como a biodisponibilidade e a ação sinérgica atuam nesse processo (LIU, 2004).

3.2.1 Ácido Ascórbico (Vitamina C)

Os antioxidantes são utilizados com a finalidade de proteção dos organismos, contra os danos causados por espécies reativas do oxigênio e doenças regenerativas, com isso evita a deterioração dos alimentos e mantém o valor nutricional, por esse motivo são muito utilizados na indústria de alimentos, conforme é demonstrado na Tabela 2 (SHAHIDI, 1997).

Tabela 2 – Níveis de ácido ascórbico utilizados em produtos alimentícios.

Produto	Nível (%)
Suco de frutas	0,005-0,02
Refrigerantes	0,005-0,03
Óleo essencial	0,01
Vinho	0,005-0,015
Cerveja	0,002-0,006
Frutas congeladas	0,03-0,045
Frutas enlatadas	0,025-0,04
Vegetais enlatados	0,1
Carne curada	0,02-0,05
Leite em pó	0,02-0,2

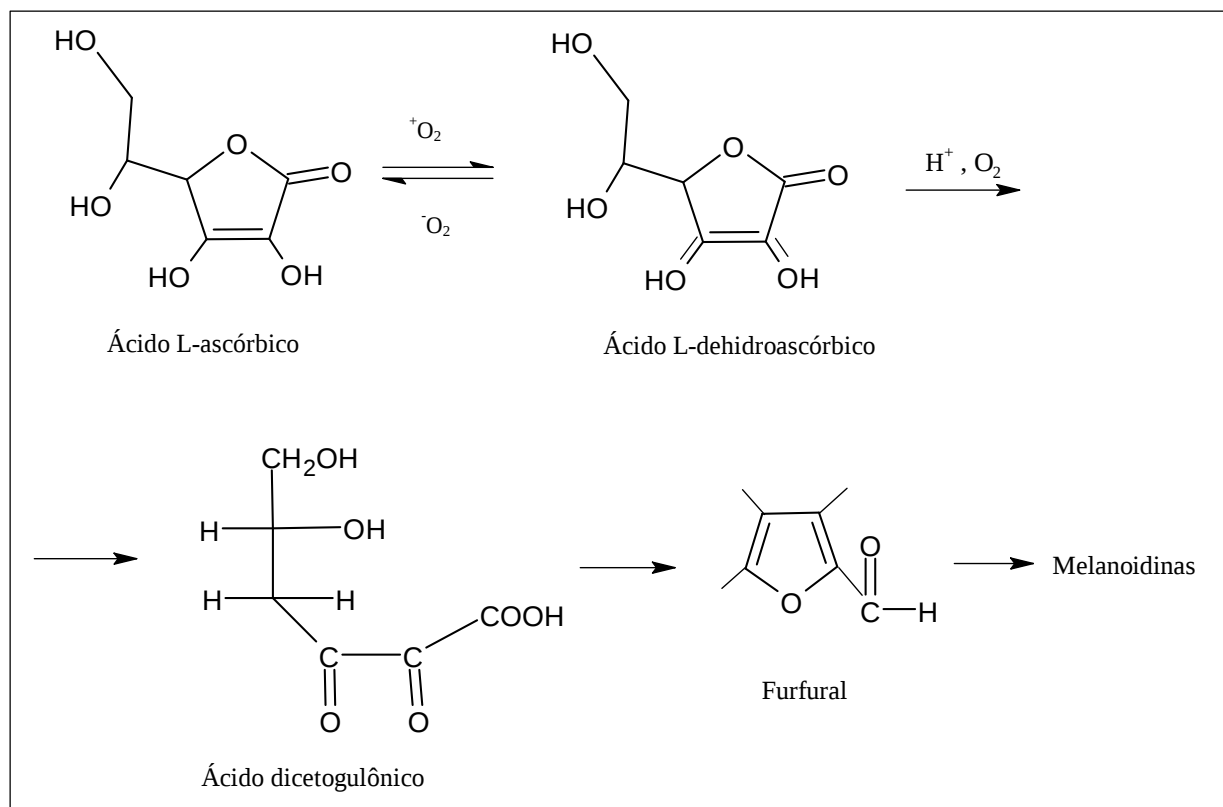
Fonte: ARAÚJO (2011, p. 120)

Diante disso, a expansão do uso de antioxidantes obtidos de fontes naturais, tem como característica principal a segurança alimentar quando comparados com os antioxidantes sintéticos (SULERIA et al., 2016).

O teor de vitamina C é apreciável nas frutas, incluindo-se caju, citros, manga e maracujá (Franco, 2008). O ácido ascórbico é observado quase que exclusivamente em frutas e vegetais na sua forma reduzida (ácido L-ascórbico), mas também existe a forma oxidada (ácido L-dehidroascórbico), que ocorre devido a oxidação de dois elétrons e a dissociação do hidrogênio (Gregory III, 2010).

Dispõe em sua constituição seis carbonos, estruturalmente relacionado com a glicose e outras hexoses. A instabilidade ocasiona a sua oxidação no organismo em ácido dehidroascórbico (Teixeira et al., 2006; Franco, 2008; Gregory III, 2010). A degradação do ácido ascórbico ocorre na presença de íons metálicos (Cu^{2+} e Fe^{2+}), o ácido dehidroascórbico é convertido em ácido 2,3-dicetogulônico (Figura 2), ocasionando assim a formação de pigmentos escuros com a perda da função do ácido ascórbico (COULTATE, 2004; RIBEIRO; SERAVALLI, 2007). Apresentando relativa estabilidade no estado sólido, mas quando se encontra no estado líquido é oxidado facilmente (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

Figura 2 - Representação da reação de oxidação do ácido ascórbico.



FONTE: Adaptado de Ribeiro & Seravalli, 2007.

A Vitamina C tem como principal função a formação de colágeno, substância proteica que unifica as células, atuando na hidroxilação dos aminoácidos, lisina e prolina (PELUZIO et al., 2010; CZAJKA et al., 2018).

A deficiência da vitamina C no organismo provoca o surgimento de uma grave doença, o escorbuto. Esta manifestação ocorre devido o desaparecimento dos feixes de colágeno e como no organismo é uma substância básica e essencial, que ocasiona extensão de lesões, e os principais sintomas de manifestação são o sangramento das gengivas, hemorragias petequiais e hemorragias intestinais (FRANCO, 2008).

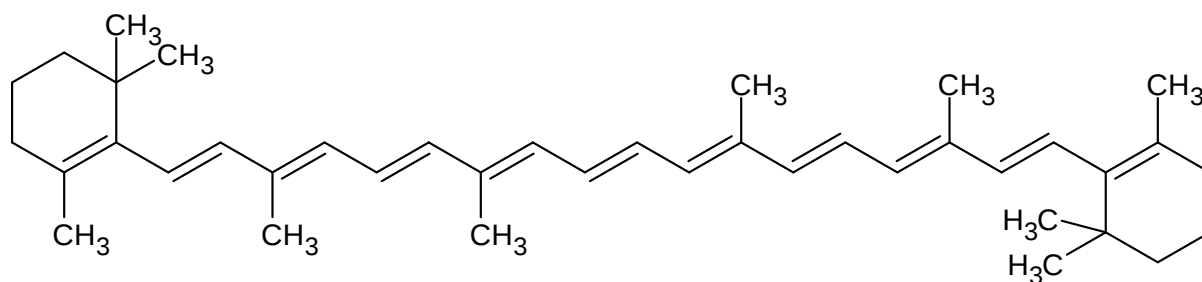
Na pesquisa de Raimundo et al. (2009), sobre avaliação física e química de polpas de maracujá comercializada de forma congelada, encontrou-se um teor mínimo de 0 mg/ 100g, valor médio de ácido ascórbico de 3,61 mg/100 g, e máximo de 13,19 mg/ 100g. No suco do maracujá roxo estão presentes, a vitamina B2 (0,1 mg), a vitamina B3 (1,50 mg), a vitamina B6 (0,1 mg), o ácido fólico (7,0 µg), vitamina A (717,0 UI), vitamina E (0,01 mg) e vitamina K (0,40 µg) (ZIBADI; WATSON, 2004).

3.2.2 Carotenoides

Os carotenoides são compostos terpenóides formados por oito unidades de isopreno, divididos em dois subgrupos: os carotenos e seus derivados oxigenados, as xantofilas. Apresentam coloração que varia do vermelho ao laranja, amarelo ou marrom (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Compostos que são solúveis em lipídios e seus solventes, de acordo com sua composição e estrutura. A solubilidade diversifica com a presença e com a quantidade de grupos oxigenados como as hidroxilas, carboxilas e em solventes apolares essa solubilidade é reduzida (BOBBIO; BOBBIO, 1992).

De acordo com Schwartz et al. (2010), mais de 700 estruturas de carotenoides foram identificadas, e o carotenoide mais facilmente encontrado nos tecidos vegetais é β -caroteno (Figura 3), utilizado como corante em alimentos.

Figura 3 - Estrutura do carotenoide β -caroteno



Fonte: Adaptado de FRANCO (2008).

Um importante função dos carotenoides é de serem precursores da vitamina A, sendo denominados de pró-vitamina A (SMITH et al., 1997). A conversão em vitamina A é realizada na parede do intestino delgado, sendo influenciada pela ingestão de gorduras e proteínas (FRANCO, 2008).

A vitamina A atua com funções importantes no organismo, como ação protetora na pele e mucosas e com papel na função da retina e da capacidade funcional dos órgãos de reprodução. A deficiência desta vitamina interfere na visão, ocasionando a cegueira noturna, a nictalopia (FRANCO, 2008).

Em pesquisa Mercadante et al. (1998), treze carotenoides foram identificados no maracujá amarelo: β -caroteno (principal carotenoide), fitoeno, fitoflueno, neurosporeno, licopeno, pró-licopeno, monoepóxi- β -caroteno, β -criptoxantina, β -citraurina, anteraxantina, violaxantina e neoxantina.

Os carotenoides apresentam uma estrutura com alto grau de instauração, susceptíveis à oxidação e a degradação oxidativa na presença de luz, ao calor e ao oxigênio, sendo assim é importante o controle em todas as etapas de produção, para evitar perdas (UENOJO et al., 2007).

3.2.3 Compostos fenólicos

Os fenólicos são importantes compostos bioativos e conhecidos pelos benefícios à saúde. Nas plantas, o teor de fenólicos são encontrados em partes comestíveis e não comestíveis, indicando efeitos biológicos, inclusive atividade antioxidante (BABBAR et al., 2011).

Os fenólicos têm função importante na inibição da síntese de radicais livres por processos oxidativos. Existem duas maneiras distintas na sua atuação, sendo como antioxidante primário ao atuar impedindo a reação através do mecanismo de doação de elétrons ou hidrogênio a radicais livres. E como antioxidante secundário, prolonga o processo da autooxidação por diferentes intermédios como sequestro do oxigênio, decomposição de hidroperóxidos com a finalidade de interromper formação de radicais, absorção da radiação ultravioleta ou inativação de oxigênio singlete (ADEGOKE et al., 1998; ANGELO; JORGE, 2007).

A estrutura do composto fenol apresenta um anel aromático com presença de um ou mais hidroxilas, incluindo os grupos funcionais. A versatilidade estrutural é responsável pela característica multifuncional (LEE et al., 2005). São classificados em aproximadamente cinco mil fenóis, sendo considerados os fitoquímicos de maior relevância, os flavonoides, ácidos fenólicos, fenóis simples, cumarinas, taninos, ligninas e tocoferóis (SHAHIDI; NACZK, 1995).

Nas frutas, os compostos fenólicos auxilia na composição da cor e sabor (ARAÚJO, 2011). Estudos de ROTTA et al. (2019), utilizando UHPLC-MS / MS identificou-se de forma precisa nove compostos fenólicos na polpa de maracujá em baixas concentrações: ácido 4-hidroxibenzóico, ácido clorogênico, ácido vanílico, ácido cafeico, ácido p-cumárico, ácido

ferúlico, rutina, quercetina e ácido cinâmico, sendo que na polpa da espécie *Passiflora edulis*, foram encontrados todos os compostos fenólicos em estudo, e em maiores quantidades o ácido vanílico e a quercetina.

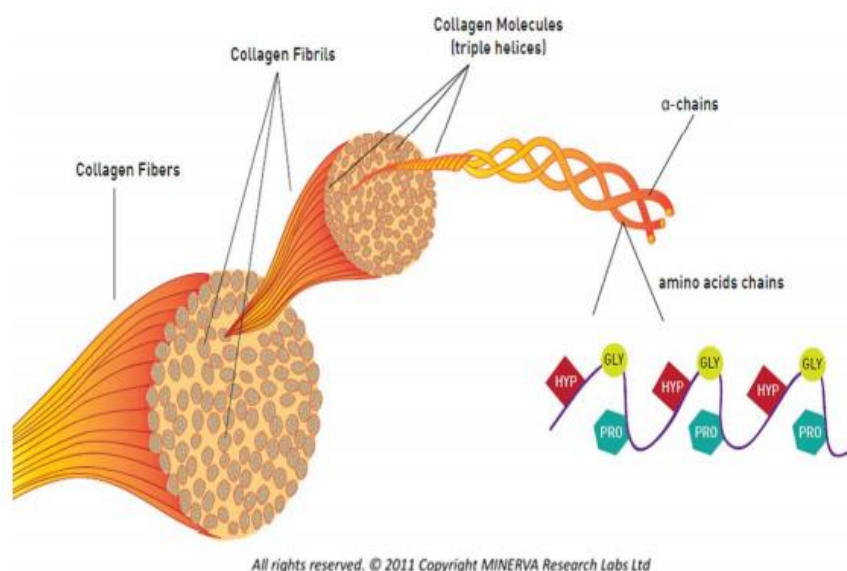
Os estudos em relação aos flavonóides de *Passiflora* relatam que os mesmos são derivados da luteolina e apigenina (GEIGER et al., 1986). Alguns flavonóides detectados com maior frequência no gênero *Passiflora* são os seguintes: orientina, homoorientina, isovitexina, vitexina, schaftosídeo e swertisina (PEREIRA et al., 2000).

3.3 Colágeno

O colágeno é considerado um constituinte com características funcionais, contribuindo com a estrutura dos tecidos onde são encontrados. No organismo humano estão localizados nos ossos, tendões, cartilagens, veias, pele, dentes e em músculos e córnea dos olhos. No entanto, na fase adulta sua deficiência é apresentada, pois o organismo sofre uma redução de sua produção, e sua suplementação torna-se essencial (SILVA; PENNA, 2012). Com importância na estrutura principal de aproximadamente 30% da proteína corporal dos seres vertebrados e com mais de 50% da pele, compreendem o colágeno (FRIESS, 1998).

Colágeno é constituído por uma família de 28 proteínas (SIBILLA et al., 2015). O colágeno, proteína fibrosa (Figura 4), é constituído por cadeias peptídicas de aminoácidos (glicina, prolina, lisina, hidroxilisina, hidroxiprolina e alanina), ordenadas paralelamente a um eixo, ocasionando a formação de suas fibras (SILVA; PENA 2012). O colágeno como constituinte importante nos tecidos conjuntivos, apresenta-se em configuração de tripla hélice e a sequência de aminoácidos em sucessão de Glicina- X – Y, em que X caracteriza-se como prolina, e Y a hidroxiprolina (HARATAKE et al., 2015). As triplas hélices formam uma fibrila de colágeno, e várias fibrilas agrupadas, formam uma fibra de colágeno (SIBILLA et al., 2015).

Figura 4 - Estrutura das fibras de colágeno.



FONTE: SIBILLA et al. 2015.

O colágeno e a gelatina são configurações distintas da mesma macromolécula (BHADWAT; DANDGE, 2018). A gelatina é obtida a partir da hidrólise parcial do colágeno em um meio ácido ou alcalino, desta forma o colágeno transformado, resulta na formação de um gel rígido após o seu resfriamento (BOBBIO et al., 1992). O uso do colágeno e gelatina aumentaram em diversas áreas como alimentícia, cosmética, medicinal (BHADWAT; DANDGE, 2018).

Em relação ao colágeno hidrolisado, possui como característica importante a sua composição de aminoácidos essenciais, a glicina e prolina, essenciais para a estabilidade e regeneração das cartilagens (WALDRAND et al., 2008). O colágeno hidrolisado caracteriza-se como peptídeos pequenos, com baixo peso molecular (0,3 – 8 kDa), e tem como consequência uma fácil digestão e absorção pelo organismo e com isso é distribuído para o corpo humano (SIBILLA et al., 2015). Proteínas naturais provenientes do colágeno de pele e ossos de animais, de origem bovina, suína, além de aves e peixes (DENIS et al., 2008). Apresenta diversas características relevantes para dosagem em medicamentos e alimentos, como a viscosidade, transparência, solubilidade (DENIS et al., 2008).

A inserção de proteínas bioativas em alimentos funcionais está mais presente, e vêm sido propósito para estudos nesta área (REZVANI, et al., 2019). Segundo SIBILLA et al. (2015) diversos estudos demonstraram que o colágeno pode ser absorvido, estimulando a produção dos

fibroblastos, ampliando a densidade e diâmetro das fibras do colágeno, elevando a produção de ácido hialurônico e ativando a proteção contra os raios UVA.

A administração de mastigáveis à base de gelatina pode disponibilizar benefícios ao consumidor pediátrico e geriátrico, um alternativa aos comprimidos tradicionais existentes no mercado, com combinação de ingredientes ativos (DILLE et al., 2018).

Um pesquisa de Czajka et al. (2018) realizou uma suplementação oral com peptídeos de colágeno associados com vitaminas e outros compostos bioativos, constatando que houve efeito favorável do alimento sobre a pele, com aumento da elasticidade e redução do envelhecimento, e consequentemente melhora no bem estar.

Estudos de Bilek et al. (2015) sobre produção de bebida de suco de fruta contendo colágeno hidrolisado, comprovou que houve um aumento significativo da quantidade de proteínas do produto avaliado. Descreve que o colágeno adicionado às bebidas, não causam nenhum impedimento na área tecnológica, por apresentar uma baixa viscosidade e alta solubilidade em água, e como um ingrediente principal podem favorecer a pele e minimizar as dores em articulações.

3.4 Encapsulação por Gelificação Iônica

Encapsulação é um método no qual o composto bioativo é envolvido por um biopolímero, aumentando a sua estabilidade. A técnica agrupa as partículas na forma de pequenas microcápsulas, que podem liberar seu conteúdo em condições específicas e/ou taxas controladas. Com isso, é possível controlar alguns fatores como, a separação de materiais que interagem entre si, proteção da luz, umidade, temperatura, e com o aumento da vida útil do alimento (FÁVARO-TRINDADE et al., 2008; MIRZAEI et al., 2012).

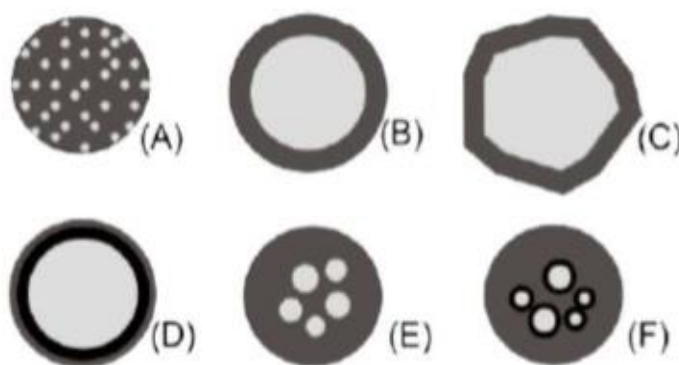
O desenvolvimento no uso de compostos bioativos é limitado devido à instabilidade e sensibilidade a condições ambientais, como exposição à luz, oxigênio e umidade, assim como a volatilidade ou interação com outros compostos (LABUSCHAGNE, 2018; ABRAHÃO, 2019). Por essa razão, a encapsulação é uma alternativa para prolongar a vida útil dos compostos bioativos, disfarçando odores desagradáveis e facilitando a incorporação em alimentos (ÇAM et al., 2014; ABRAHÃO, 2019).

O material encapsulado é denominado de recheio ou núcleo, e o material que forma a cápsula é denominado de encapsulante, cobertura ou parede. As cápsulas podem ser

classificadas por tamanho em três categorias: macro- ($>5000\ \mu\text{m}$), micro- ($0,2\text{-}5000\ \mu\text{m}$) e nanocápsulas ($<0,2\ \mu\text{m}$) (BAKER, 1986).

A microcápsula funciona como uma membrana esférica constituída por filme de polissacarídeo, com característica semipermeável e envolta com um arame no núcleo. A membrana pode ser única, com várias camadas e com vários núcleos (Figura 5), sendo que a matriz pode ser do mesmo material ou com combinação (PASIN et al., 2012).

Figura 5 - Alguns modelos de microcápsulas. (A): matriz (microesfera); (B): microcápsula simples; (C): simples, irregular; (D): duas paredes; (E): vários núcleos; (F): agrupamento de microcápsula.



Fonte: ARSHADY (1993).

No método de gelificação iônica é possível utilizar diversos hidrocolóides. Um hidrocolóide é definido como um polímero de polissacarídeos que pode dissolver ou dispersar na água, originando soluções ou dispersões viscosas e/ou formação de géis. São utilizados como aditivos, garantindo a uniformidade, consistência e palatibilidade, permitindo uma maior tempo de vida útil do produto (LEON et al., 2009; SANTOS, 2012).

A indústria alimentícia vêm utilizando como um hidrocolóide, o alginato. Como agente microencapsulante, apresenta boa estabilidade na elaboração de alimentos, com função de espessar, estabilizar e formar emulsões (FONTES, 2005; SANTOS, 2012). O alginato é um polissacarídeo, encontrado nas paredes celulares e intermoleculares de algas marinhas castanhas da classe *Phaeophyceae*, variedade de algas marinhas que se desenvolve em águas pouco profundas de regiões temperadas, que tem como função nas plantas de flexibilidade (SANTOS, 2012).

As microcápsulas podem ser projetadas para liberação gradual de ingredientes ativos, em que o material de revestimento da cápsula pode ser selecionado para liberar o material micro encapsulado em áreas específicas do organismo. Um material de revestimento deve ser capaz de resistir as condições ácidas no estômago, permitindo que os ingredientes ativos possam atravessar o estômago de maneira intacta (CHAMPAGNE et al., 2007).

Conforme estudo de Araújo et al. (2020), no estudo sobre microencapsulação de óleo essencial de gengibre, verificou-se que a taxa de liberação cumulativa elevou-se progressivamente durante o armazenamento de 15 dias.

3.5 Bala como alimento bioativo

De acordo com a RDC 265 da ANVISA (BRASIL, 2005), bala é o produto constituído por açúcar e/ou outros ingredientes, pode conter recheio, cobertura, formato e consistência variados, e abrangendo-se a esta definição, os produtos análogos a balas. No Brasil, o setor de Balas & Gomas teve um volume de produção de 382 mil toneladas no ano de 2017 e com alta do consumo aparente de 2,1%, explicado devido uma possível retomada do poder de compras do consumidor (ABICAB, 2018).

A agroindústria e os consumidores despertaram-se na procura por alimentos com benefícios à saúde (LAZZAROTTO et al., 2008). O desenvolvimento de produtos com agregação de valor são realizados com o objetivo de promover a saúde e bem estar da população (GARCIA; PENTEADO, 2005; GONÇALVES; ROHR, 2009; FONTOURA et al., 2013). Sendo assim, despontam no mercado novos produtos com agregação de valor às balas, como os que detêm a adição de frutas, corantes naturais, funcionalidade e nutrição, inserindo as fibras, vitaminas, minerais, compostos bioativos, entre outros (AZEVEDO et al., 2013).

A utilização de compostos bioativos por seres humanos é considerado mais segura na forma oral, com administração de comprimidos, cápsulas gelatinosas moles e duras, mastigáveis, gomas, entre outras. Os mastigáveis tornou-se popular e são utilizados com ingredientes adicionados, e adaptados ao perfil do consumidor alvo (DILLE et al., 2018). Nesse contexto, Azevedo et al. (2013), define bala de gelatina como uma goma de corte com consistência firme, textura elástica, aspecto transparente e brilhante.

Garcia e Penteado (2005) classificam a bala de goma como de baixa cocção e com alta umidade (cerca de 20% ou mais), e a textura provém do agente gelificante utilizado, goma

arábica, ágar, gelatina, pectina e amidos especiais. Para aceitação e preferência dos consumidores, atributos específicos são considerados determinantes nas balas de gelatina, que são a textura, a ausência de turbidez e brilho.

A utilização do colágeno hidrolisado associado à gelatina pode reter a umidade do produto, favorecendo a textura das balas com adição de frutas (AZEVEDO et al., 2013). Para confirmação das dosagens de vitaminas, é importante a avaliação imediatamente após o processamento e realizar análises com estudo de vida de prateleira, desta forma será avaliado a quantidade necessária (GARCIA; PENTEADO, 2005).

Algumas pesquisas foram desenvolvidas com balas e incorporação de novos ingredientes, como principal objetivo o auxílio na promoção da saúde e bem estar. Pode ser citadas as balas de gelatina fortificadas com vitaminas A, C e E (GARCIA; PENTEADO, 2005), bala de fruta estruturada com colágeno e gelatina (AZEVEDO et al., 2013), balas mastigáveis acrescidas de inulina, um ingrediente funcional prebiótico (GONÇALVES; ROHR, 2009), balas enriquecidas com ferro, cálcio, betacaroteno, licopeno e vitamina C (FONTOURA et al., 2013), bala de gelatina com fibras: caracterização e avaliação sensorial (LAZZAROTTO et al., 2008).

No processo de elaboração das balas existem alguns métodos executados em pesquisas. De acordo com Garcia e Penteado (2005), as etapas básicas do processamento das balas de gelatina resume-se em cozimento, moldagem, remoção dos moldes, limpeza, finalização e embalagem. Neste trabalho, consta basicamente a dissolução da gelatina em água, com temperatura de 80 a 90°C sob agitação, deixar em repouso em banho-maria a 70°C por 30 minutos, remover a espuma da superfície, adição de ácido cítrico, vitaminas e aroma. Depósito em moldes, e manter a temperatura ambiente por 24 horas para secagem remoção dos moldes, limpeza das gomas e aplicação de óleo para polimento.

Azevedo et al. (2013), descreve o procedimento de elaboração da bala, em que a gelatina e o colágeno foram misturados e com adição de água à temperatura de 80°C, após a homogeneização, a solução é mantida em banho-maria a 60° C até dissolução. Após cozimento, depósito da massa em moldes, para secagem. A massa enformada é armazenamento em temperatura ambiente por 12 horas para gelificação da gelatina e fácil desmoldagem. O armazenamento das balas foram realizadas em saco plástico de polipropileno, e armazenados a temperatura de 25C.

Na produção da bala em Fontoura et al. (2013), realizou o aquecimento da água a 85°C e adição de glicose e ácido cítrico. Posteriormente, adicionou-se a gelatina e sacarose, seguidos

de pigmentos (beta caroteno ou licopeno) e adição do aroma. Uma parte desta solução final foi embalada, e a outra foi enriquecida de acordo com o sabor da bala, morango (lactato de cálcio) e laranja (lactato de ferro e ácido ascórbico).

Na formulação das balas de Lazzarotto et al. (2008), dissolveu-se a gelatina em água a 80°C, foi homogeneizada e aquecida em banho-maria a 85°C com uma solução (xarope de glicose, sacarose, polidextrose), posteriormente adicionando solução de ácido cítrico, corante e aromatizante. A solução final foi dispostas em moldes e após secagem de 48 horas, e desmoldagem, as balas foram armazenadas em embalagens de polietileno.

Nesse contexto, novos estudos sobre balas com gelatina vêm surgindo, como em Miranda et al. (2020), que elaborou balas de gelatina probiótica com frutos nativos e *Bacillus coagulans*, verificando-se que o doce é viável com o uso de corante natural obtido com a juçara e o maracujá, apresentando estabilidade na cor, e como fonte de compostos bioativos.

Nas balas de Mutlu et al. (2018), utilizou no processamento de suas balas para crianças, sucos de morango, laranja e amora preta, para adoçar adicionou-se o mel, e homogeneizou-se as formulações em duas temperaturas.

E as balas com gelatina também foi projeto de estudo para Otálora et al. (2019), em que incorporou-se cápsulas com betalaína processadas através da gelificação iônica, em balas de gelatina. Nesse estudo, verificou-se a estabilidade das betalaínas durante armazenamento a 4°C, e não houve variação significativa nas medidas de cor na bala.

3.6 Alimentação e saúde

A demanda por proteínas, pelo fato do reconhecimento como um componente importante para a saúde e nutrição, especialmente para pessoas com enfermidades, atletas e idosos (EGERTON et al., 2018). Com isso, o uso das proteínas do colágeno vem sendo utilizadas cada vez mais, inseridos em alimentos e bebidas, bem como em cosméticos, produtos farmacêuticos e cuidados com o bem-estar (HONG et al., 2019).

A utilização do colágeno hidrolisado em alimentos, auxilia na elaboração de produtos funcionais (BILEK et al., 2015). E a ingestão de doses superiores de colágeno hidrolisado, ocasiona a distribuição de hidroxiprolina nos tecidos, com resultados benéficos à pele e articulações (SHIGEMURA et al., 2014). As proteínas que apresentam a hidroxiprolina

identificadas no plasma, atingem o ápice em 2 horas após a ingestão e reduzem suas taxas pela metade, no tempo máximo de 4 horas (CZAJKA et al., 2018).

Como suplemento à base de colágeno hidrolisado na cicatrização de feridas, em estudos de Miyab et al. (2020), potencializou a taxa de cicatrização e a concentração sérica de pré-albumina em homens com queimaduras de 20 a 30%. Guillerminet et al. (2010), sobre a progressão do metabolismo ósseo com o colágeno hidrolisado, no seu estudo verificou-se que o consumo aumenta a atividade e diferencia os osteoblastos.

De acordo com Shanmugam et al. (2020), em *Passiflora leschenaultii* DC. detectou-se vinte e quatro compostos fenólicos, como a daidzeína, epicatequina e artepilina C. Os compostos fenólicos atuam como inúmeros benefícios à saúde, tais como as ações antioxidantes, anti-inflamatórios, antimicrobianos, antialérgicos (SINGH et al., 2017).

Nesse contexto, o consumo do açúcar provoca consequências diversas à saúde, como a disfunção da flora intestinal, marcador desordenado da dopamina, resistência à insulina (REIS et al., 2020). De acordo com Ng et al. (2019), em estudo sobre um novo adoçante composto de eritritol, xilitol e Stévia, apresentou-se quando consumido, com reduzida resposta glicêmica. E, de acordo com Pérez-Ramírez et al. (2015), a adição de Stévia em bebida trouxe resultados positivos, com a elevação da estabilidade da cor e de alguns polifenóis, mas também reduziu a perda de ABTS e atividade de eliminação de DPPH.

Sendo assim, a saúde está associada a beleza da pele, e as indústrias utilizam os alimentos para obtenção de compostos bioativos, mas a estabilidade após o processamento vêm promovendo um desafio (FARIA-SILVA et al., 2020).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Alimentos e Laboratório de Frutas e Hortaliças (LABFRUITH) - Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA), Universidade Federal de Sergipe (UFS), na cidade de São Cristóvão, Sergipe, Brasil.

4.1 Material

4.1.1 Obtenção de matéria-prima

A matéria-prima (colágeno hidrolisado, gelatina, adoçante stévia) utilizadas para obtenção das formulações das balas de gelatina, foram obtidas em Farmácia de manipulação e no Comércio Local de Aracaju – SE.

4.1.2 Obtenção da polpa de maracujá

A polpa de maracujá (*Passiflora edulis*) foi fornecida pela indústria de polpa de frutas localizada em Lagarto (10°55'00" - S; 37°40'15" - W) (BOMFIM et al., 2002; EMDAGRO, 2018), Sergipe, Brasil.

O material foi transportado em caixas térmicas até o Laboratório de Análises de Alimentos (LAA) e armazenado a -18 °C.

4.2 Métodos

4.2.1 Obtenção do suco de maracujá

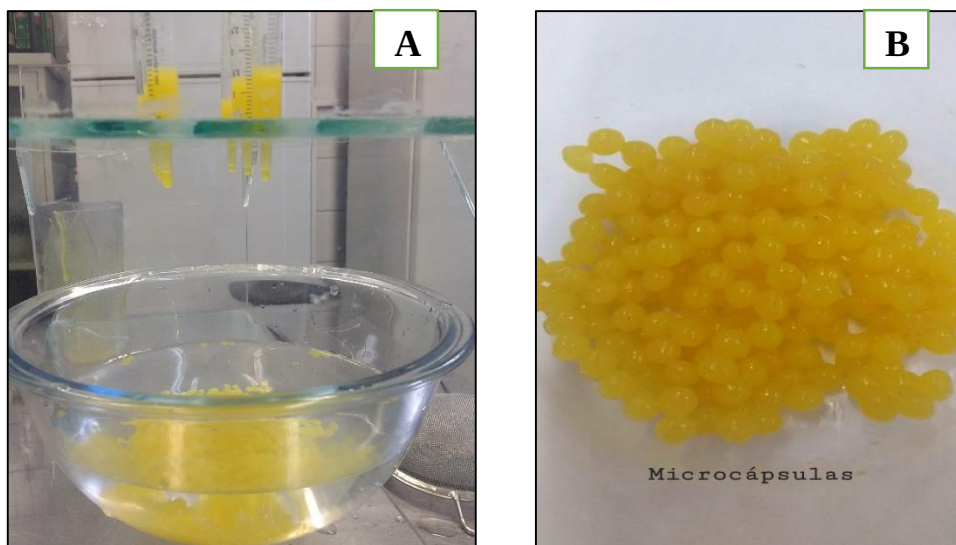
A polpa de maracujá foi filtrada em peneira e o suco foi obtido com a adição de água (30%), e seguido de até completa homogeneização em Mixer Philips Walita, potência 250W.

4.2.2 Gelificação iônica de solução com polpa de maracujá

A gelificação iônica foi realizada com a técnica de gotejamento utilizando duas soluções, de acordo com a metodologia descrita por Moraes et al. (2015). Uma solução de polpa de maracujá com alginato 2% e outra solução com cloreto de cálcio na concentração de 2%.

A solução com a polpa de maracujá foi gotejada na solução de cloreto de cálcio (Figura 6), drenadas e imersas em polpa de maracujá para retirada dos resíduos da solução iônica. Após a lavagem, acondicionadas em potes de vidro com capacidade de 100g, pasteurizadas a temperatura de 60°C durante 30 minutos e armazenadas sob refrigeração a $5 \pm 1^\circ\text{C}$. As microcápsulas (Figura 6) foram mantidas nos recipientes até o momento de incorporação nas balas de colágeno.

Figura 6 - Processamento das microcápsulas de maracujá. (A) Gelificação iônica; (B) Microcápsulas de maracujá.



Fonte: Próprio autor.

4.2.3 – Elaboração da bala bioativa

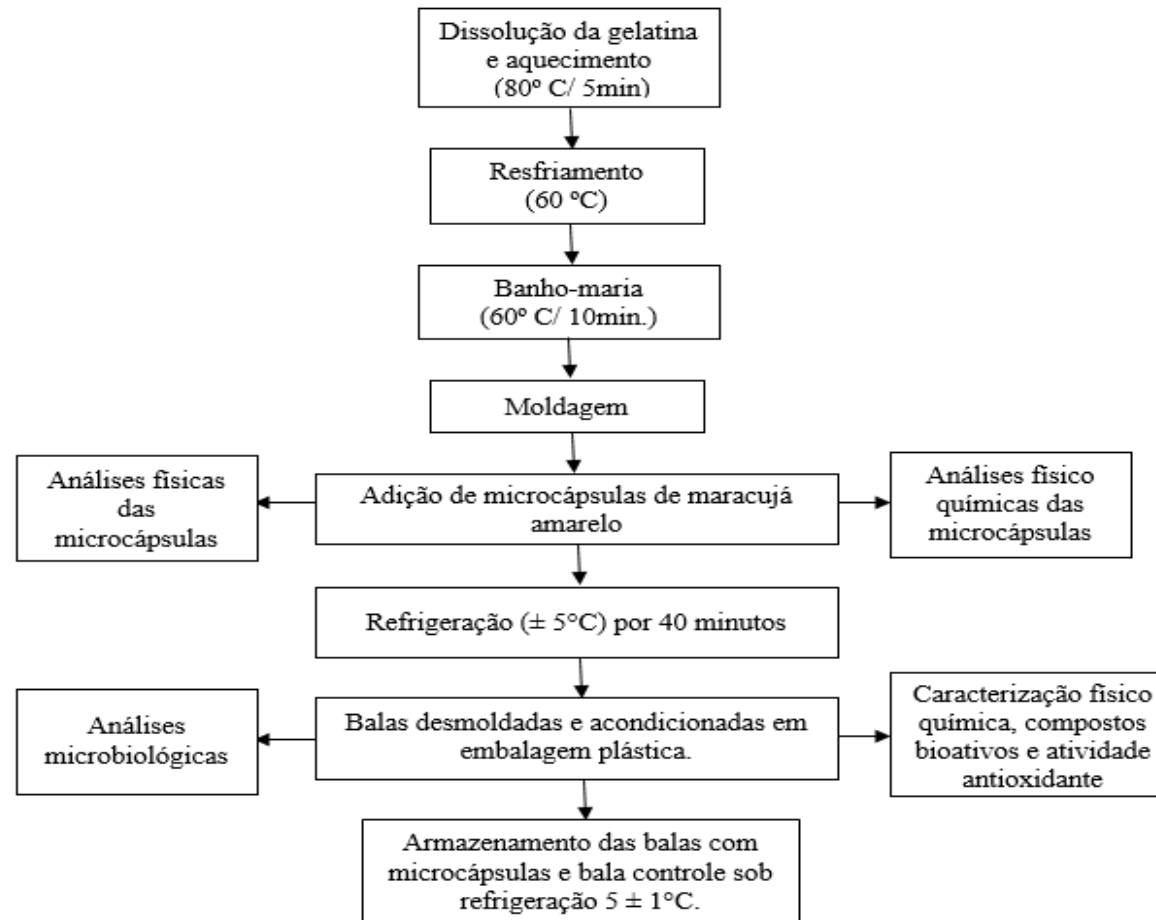
No desenvolvimento da pesquisa foram realizados testes e as formulações foram definidas. Nos testes, as balas não mantiveram-se com padrões de qualidade quando armazenadas em temperatura ambiente, comprometendo a sua estabilidade no armazenamento. Assim, ficou estabelecido o armazenamento de forma controlada, sob refrigeração.

No processamento caracterizou-se na elaboração do estudo para dois tipos de balas: bala de gelatina com colágeno e microcápsulas de maracujá e bala de gelatina com colágeno e maracujá.

Para o processamento da bala com microcápsulas, conforme fluxograma demonstrado na Figura 7, houve a dissolução da gelatina com aquecimento a 80°C, seguido de resfriamento a 60°C. Posteriormente, a solução foi mantida em banho-maria, disposição em formas de silicone para moldagem (Figura 8) e adição de microcápsulas de maracujá. As formas foram mantidas sob refrigeração, desmoldadas e acondicionadas em embalagens plásticas e armazenadas sob refrigeração a 5°C ± 1.

No processamento da bala controle, o suco de maracujá foi adicionado simultaneamente na etapa da dissolução da gelatina, e seguiu-se com todas as etapas descritas para elaboração da bala com microcápsulas, com exceção da etapa de adição das microcápsulas.

Figura 7 - Fluxograma de processamento da bala de gelatina com colágeno hidrolisado e microcápsulas de maracujá.



Fonte: Próprio autor.

Figura 8 – Processamento das balas de gelatina com colágeno. (A) Moldagem das balas; (B) Bala de gelatina com cápsulas; (C) Bala de gelatina controle.



Fonte: Próprio autor.

4.2.3.1 - Formulações das balas de gelatina

As balas de gelatina com microcápsulas e balas de gelatina controle foram formuladas de acordo com as quantidades descritas na Tabela 3. Após testes, nas balas com microcápsulas foram adicionados 2,5 g de microcápsulas de maracujá.

Tabela 3 – Formulações das balas de gelatina com microcápsulas e balas de gelatina controle.

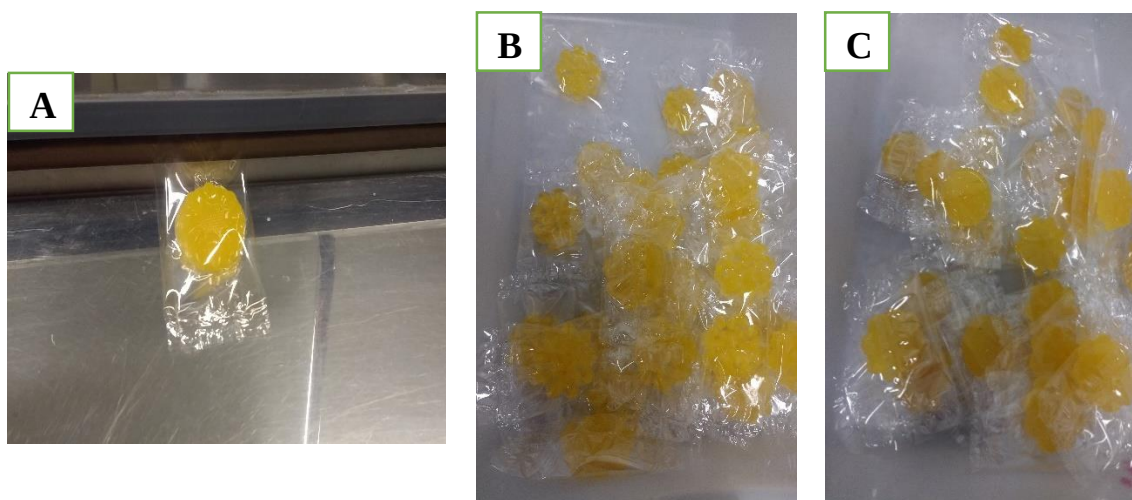
Balas	Matéria-prima				
	Gelatina (%)	Colágeno (%)	Adoçante (%)	Água/Suco (%)	Aroma
BC	20	2,5	1,25	76,25	q.s.p.
CONT	20	2,5	1,25	76,25	-

*BC= Bala com microcápsulas; CONT= Bala controle.

4.2.3.2 - Acondicionamento das balas de gelatina

As balas de gelatina após a desmoldagem das formas de silicone, foram acondicionadas em embalagens de polipropileno 5x20 estéreis (Figura 9), para evitar possíveis contaminações com microrganismos, que afetariam a qualidade do produto final a ser avaliado. Após a inserção das balas nas embalagens, estas foram seladas em seladora da marca Tec Maq modelo AP500. As amostras foram submetidas ao armazenamento em estufa climatizada com fotoperíodo e controle de temperatura e umidade, marca Eletrolab, modelo EL242, a temperatura de 5 ± 1 °C.

Figura 9- Acondicionamento das balas de gelatina com colágeno em embalagens de polipropileno.
(A) Selagem das embalagens; (B) Balas de gelatina com microcápsulas;
(C) Balas de gelatina controle.



Fonte: Próprio autor.

4.3 Análises físicas das microcápsulas de maracujá

4.3.1 Rendimento

O rendimento foi calculado a partir da pesagem do extrato de maracujá e pesagem das microcápsulas obtidas, em balança semi-analítica marca Metra, e calculando a razão entre a diferença multiplicada por 100 (Equação 1).

$$\text{Rendimento} = \frac{\text{Peso das microcápsulas}}{\text{Peso do extrato de maracujá}} \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

4.3.2 Quantidade de polpa encapsulada

A quantidade de polpa de maracujá encapsulada por gelificação iônica calcula-se com a Equação 2.

$$\%QPA = \frac{\text{Quantidade de ingrediente ativo encapsulado}}{\text{Peso das microcápsulas}} \times 100 \quad (\text{Equação 2})$$

4.3.3 Diâmetro

O diâmetro foram analisados utilizando o paquímetro digital marca Pantec, com escala de 0 a 150 nm.

4.4 Análises Físico-Químicas

O preparo de amostra para as determinações físico-químicas foi executado de acordo com o método descrito no IAL (2008). Inicialmente, as balas de gelatina foram trituradas em Mixer Philips Walita com potência de 250W, e empregando o desintegrador tipo turrax, marca Marconi, modelo MA 102, para melhor homogeneização da amostra.

Foram efetuadas análises para caracterização físico químicas da polpa de maracujá e das microcápsulas de maracujá. A caracterização teve como finalidade avaliar as propriedades físico químicas e verificar as alterações dos compostos nutricionais, após a polpa transformada em microcápsulas de maracujá.

Além disso, foi avaliado o armazenamento da bala de gelatina com microcápsulas e bala de gelatina controle por 5 tempos, durante 15 dias.

4.4.1 Cor

As leituras da cor foi obtida através da utilização de colorímetro portátil digital, da marca Konica Minolta CR-10. As análises foram realizadas diretamente sobre as microcápsulas de maracujá e sobre a superfície das balas de gelatina, através da escala Hunter (CIELAB). Neste sistema de representação de cor, os valores L^* , a^* e b^* descrevem a uniformidade da cor no espaço tridimensional, em que o valor L^* corresponde como é claro ou escuro o produto analisado (0: preto; 100: branco). Os valores de (a^*) correspondem à escala do verde ao vermelho (a^* negativo, verde; a^* positivo, vermelho) e os valores de (b^*) correspondem à escala do azul ao amarelo (b^* negativo, azul; b^* positivo, amarelo). O ângulo Hue (h°) é o ângulo de tonalidade formado entre a^* e b^* (inicia-se no eixo $+a^*$, e tem seu movimento em sentido anti-horário), C^* indicando a saturação da cor do objeto (demonstra a distância do eixo de luminosidade (L^*) e inicia-se em zero no centro). (MINOLTA, 1994).

4.4.2 Teor de Umidade

O teor de umidade foi determinado pelo método de secagem direta em estufa marca Biopar, a 105°C, seguindo o método 012/IV do IAL (2008). Foi pesado 2 g de amostra triturada em cápsula de metal previamente tarada, levando-se ao aquecimento em estufa e resfriamento em dessecador até peso constante, e para os cálculos utilizou-se da Equação 3.

$$\text{Umidade por cento } m/m = \frac{100 \times N}{P} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

N= nº de grama de umidade (perda de massa em g)

P= nº de gramas da amostra

4.4.3 Cinzas

A análise de cinzas foi realizada em mufla marca GP Científica, seguindo-se o método 018/IV do IAL (2008). O preparo da amostra para análise foi realizado pesando-se 5 g de amostra em cápsula de porcelana, previamente aquecida em mufla a 550°C, resfriada em

dessecador até a temperatura ambiente e pesada. A amostra foi carbonizada em chapa elétrica e incinerada em mufla a 550°C, até cinzas apresentar-se na cor branca ou ligeiramente acinzentada. Os cadinhos foram resfriados em dessecador e repetindo-se a operação até peso constante. Os resultados foram obtidos através dos cálculos da Equação 4.

$$\text{Cinzas por cento } m/m = \frac{100 \times N}{P} \quad (\text{Equação 4})$$

Onde:

N= nº de g de cinzas

P= nº de g da amostra

4.4.4 Atividade de Água

A atividade de água (A_w) foi medida por leitura direta em medidor eletrônico (Aqualab 4TEV-Decagon, Pullman, EUA) de acordo com a AOAC (1990).

4.4.5 pH

Para determinação do potencial hidrogênico (pH) foi utilizado o pHmetro da marca Del-Lab, seguindo-se o método descrito no método 017/IV do IAL (2008). O preparo da amostra para a análise foi realizado pesando-se 5 g de material triturado e homogeneizando-se em 50 mL de água destilada. Com o pHmetro previamente calibrado foi realizada a leitura do extrato.

4.4.6 Acidez

O teor de acidez determinou-se pelo método de acidez titulável por titulação com NaOH 0,1M padronizada, de acordo com o método 310/IV do IAL (2008), utilizando o extrato obtido para determinação de pH. Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico/100g, utilizando-se a Equação 5 descrita no método 312/IV do IAL (2008).

$$\% \text{ Ácido cítrico} = \frac{V \times F \times M \times PM}{10 \times P \times n} \quad (\text{Equação 5})$$

Onde:

V= volume de solução de hidróxido de sódio gasto na titulação em mL

M= Molaridade da solução de hidróxido de sódio

P= Massa da amostra em g

PM= Peso molecular do ácido cítrico em g (PM=192g)

n= número de hidrogênio ionizáveis do ácido cítrico (n=3)

F= Fator de correção da solução de hidróxido de sódio

4.4.7 Sólidos Solúveis (°brix)

Para a determinação de sólidos solúveis seguiu-se o método 315/IV descrito pelo IAL (2008) e utilizou-se um refratômetro digital da marca Hanna modelo HI 96801 com compensação automática de temperatura. O equipamento foi previamente calibrado com água destilada ajustando a leitura para 0 (zero) °brix. Nas amostras da polpa de maracujá foi a leitura foi de forma direta e nas amostras sólidas procede-se a diluição das mesmas (1:10), realizou-se a filtração e obtendo-se a leitura em °brix.

4.4.8 Proteínas totais

A determinação do teor de proteínas foi realizada utilizando um bloco digestor e um destilador de nitrogênio da marca Tecnal, seguindo-se o método 036/IV do IAL (2008), com adaptações. O preparo da amostra foi realizado pesando-se 0,5 g de amostra em tubos micro para digestor, com 2 g de mistura catalítica na proporção 1:10 (sulfato de cobre, sulfato de sódio) e adição de 10 mL de Ácido Sulfúrico P.A para a digestão da amostra, e foi aquecido até coloração azul-esverdeada. Após resfriamento do tubo, adicionou-se de 3 a 5 gotas de fenolftaleína a 1% e 7mL de água destilada e acoplado o tubo ao sistema de destilação. Em um erlenmeyer de 250 mL que permaneceu mergulhado na saída do condensador durante a destilação, foi adicionado 25 mL de ácido bórico a 2%, adicionou-se 2 gotas de indicador vermelho de metila 0,25% e 2 gotas de indicador verde de bromocresol 0,2%. Para a destilação, adicionou-se lentamente NaOH a 40% até pH alcalino. Destilou-se a amostra até recolhimento

no erlenmeyer de aproximadamente 100 mL de destilado. A amostra foi titulada com ácido clorídrico 0,1 N padronizado até o aparecimento de coloração avermelhada, e os resultados foram expressos em % de proteínas e utilizando-se da Equação 6.

$$\% P = \frac{V(HCl) \times f(HCl) \times N(HCl) \times F \times 1,4}{\text{Peso da amostra}} \quad (\text{Equação 6})$$

Onde:

V= volume gasto na titulação com ácido clorídrico 0,1 N

f= fator de correção da solução de ácido clorídrico 0,1 N

F= fator de correspondência nitrogênio- proteína. O valor de F para alimentos em geral é 6,25.

P= Peso da amostra

4.4.9 Hidroxiprolina

Para determinação do aminoácido hidroxiprolina seguiu-se o método 282/IV do IAL (2008). O método consiste na hidrólise de 4 g de amostra, adicionando-se 30 mL de HCl 6 M e algumas pérolas de vidro e aquecendo-se em fervura moderado por 8 horas com refluxo. A amostra foi transferida para balão de 500 mL, o volume foi completado com água, filtrada em papel de filtro e diluída. Em tubos de ensaio, pipetou-se 2 mL da diluição final e adicionou-se 1 mL da solução de Cloramina T, que atua como agente oxidante da solução. Agitou-se os tubos e foi mantido em repouso por 20 minutos à temperatura ambiente. Adicionou-se 1 mL da solução de 4-dimetilaminobenzaldeído, reagente de cor, colocou-se os tubos em banho ultra termostático da marca ACB Labor, a 60°C por 15 minutos. Transcorrido o tempo, os tubos foram resfriados em água corrente, e realizando-se a leitura em espectrofotômetro marca Rayleigh, modelo UV-2601 a 558 nm. Deste modo, o teor deste aminoácido foi determinado a partir da curva-padrão e calculada com base a equação da reta, e os resultados expressos em g de Hidroxiprolina/100g de amostra.

4.4.10 Prolina

Os teores de prolina foram determinados a partir da metodologia descrita por Bates et al. (1973). No preparo da amostra pesou-se 0,4 g de amostra, homogeneizou-se com 10 mL de ácido sulfossalicílico a 3% e filtrou-se em papel de filtro. Pipetou-se 2 mL da solução filtrada, adicionado de 2 mL da solução de nihidrina ácida e 2 mL de Ácido Acético P.A, mantido em tubos de ensaio e em banho ultra termostático da marca ACB Labor, a 100°C por 1 hora. Resfriou-se em banho de gelo, adicionou-se 4 mL de Tolueno P.A, e agitou-se em um agitador para tubos tipo Vortex, marca IKA. Após a homogeneização, a amostra apresentou-se em duas fases, e a partir da fase superior, realizou-se a leitura em espectrofotômetro marca Rayleigh, modelo UV-2601 a 520 nm. A quantificação dos teores de prolina foi realizada utilizando-se a curva-padrão e considerando a equação da reta, e os resultados expressos em mg de Prolina/100g de amostra.

4.5 Caracterização dos Compostos Bioativos e da Capacidade antioxidante

4.5.1 Ácido ascórbico

Determinado de acordo com o método nº 43.065 da AOAC (1984), modificado por Benassi e Antunes (1988), no qual substitui a solução de extração de ácido metafosfórico por ácido oxálico. Para a determinação dos teores de vitamina C, coletou-se 5 mL (amostras líquidas) e 5 g (amostras sólidas), homogeneizou-se em solução de ácido oxálico a 2% para um balão de 50 mL. Coletou-se 7 mL da solução e foi titulado com solução de DCPIP padronizada. Para padronização, pipetou-se 2 mL da solução padrão de ácido ascórbico (50 mg de ácido ascórbico em 50 mL de ácido ascórbico), adicionando-se 5 mL de solução de ácido oxálico a 2%. Titulou-se até mudança de coloração rosa.

4.5.2 Carotenoides Totais

Os teores de carotenoides foram avaliados seguindo o método proposto por Lichtenthaler (1987). Para a leitura foram extraídos os pigmentos, no qual pesou-se 1 g de amostra previamente triturada, adicionou-se 0,1 g de carbonato de cálcio e 7 mL de acetona a 80 %. Após a homogeneização, a amostra foi filtrada com papel de filtro em balão volumétrico âmbar de 10 mL, o papel foi lavado duas vezes com acetona a 80 % e o volume completado. No extrato obtido foi realizado a leitura em espectrofotômetro marca Rayleigh, modelo UV-2601, nos comprimentos de onda 470 nm, 646,8 nm e 663,2 nm e utilizando a acetona a 80% como branco.

Os teores de carotenoides foram determinados utilizando-se as Equações 7, 8 e 9 descrita por Lichtenthaler (1987), e os valores determinados foram expressos em µg/g de amostra.

$$C_a = 12,25 \cdot A_{663,2} - 2,79 \cdot A_{646,8} \quad (\text{Equação 7})$$

$$C_b = 21,50 \cdot A_{646,8} - 5,10 \cdot A_{663,2} \quad (\text{Equação 8})$$

$$C_{\text{Total}} = 7,15 \cdot A_{663,2} - 24,93 \cdot A_{646,8} \quad (\text{Equação 9})$$

4.5.3 Obtenção dos extratos para análises dos compostos fenólicos e antioxidantes

Para a determinação do teor de compostos fenólicos e avaliação da capacidade antioxidante, foram obtidos extratos aquosos das amostras da polpa, microcápsulas de maracujá, e das balas de gelatina com maracujá.

No preparo das amostras previamente trituradas, foi obtido de acordo com a metodologia descrita por Moo-Huchin et al. (2014) com modificações. Pesou-se 10 g, adicionou-se 25 mL de álcool etílico P.A, homogeneizou-se e ao abrigo da luz, agitou-se por 30 minutos a 40°C em lavadora ultrassônica marca Ecel, modelo alpha 3 L plus. Em seguida, o extrato foi filtrado em papel de filtro e armazenado em frasco âmbar a -20°C.

4.5.3.1 Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos foram determinados de acordo com o procedimento espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu, conforme a metodologia descrita por Boroski et al. (2015). Para o procedimento, em uma alíquota de 250 µl do extrato da amostra, adicionou-se 250 µl de Folin-Ciocalteu (1/1 v/v em água destilada), 500 µl da solução saturada de carbonato de sódio e 4 mL de água destilada, agitou-se os tubos e mantidos em temperatura ambiente, sob abrigo da luz por 25 minutos e centrifugou-se em centrífuga refrigerada eppendorf® 5804 R, a 3000 rpm por 10 minutos. No preparo do branco, em uma alíquota de 250 µl de metanol, acrescentou-se 250 µl de Folin-Ciocalteu (1/1 v/v em água destilada), 500 µl da solução saturada de carbonato de sódio e 4 mL de água destilada, e procedeu-se como o procedimento utilizado para a amostra. As leituras das amostras foram realizadas em espectrofotômetro marca Rayleigh, modelo UV-2601, a 720 nm. A quantificação de fenólicos foi realizada a partir de curva padrão de ácido gálico (0 a 140 mg/L). Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico/100g extrato.

4.5.3.2 Capacidade Antioxidante

A quantificação dos antioxidantes da polpa, microcápsulas de maracujá, bala com microcápsulas e bala controle de maracujá foram realizada através do método de ABTS, DPPH e FRAP.

A) ABTS

A atividade antioxidante pelo método de ABTS foi realizada conforme metodologia descrita por Boroski et al. (2015). O radical ABTS^{*+} foi preparado a partir da reação de 5 mL da solução de ABTS 7 mmol L⁻¹ com 88 µL da solução de persulfato de potássio 140 mmol L⁻¹, incubados a temperatura ambiente e na ausência da luz, durante 16 horas. Após o repouso, a solução de ABTS foi diluída em etanol P.A até obtenção de absorbância de $0,700 \pm 0,050$ em 734 nm.

Na realização do procedimento, retirou-se 30 µL do extrato, transferindo para tubos de ensaio e adicionando 3 mL do radical ABTS, homogeneizando e após 6 minutos, realizou-se a leitura em espectrofotômetro marca Rayleigh, modelo UV-2601, a 734 nm. A capacidade

antioxidante foi calculada utilizando-se da curva padrão de Trolox (0 a 2500 $\mu\text{mol/L}$) e os resultados foram expressos em μmol de equivalente Trolox/100 g de extrato de amostra.

B) DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazila)

Na avaliação da capacidade antioxidante pelo método de DPPH, seguiu-se conforme a metodologia descrita por Boroski et al. (2015). A solução de DPPH foi preparada dissolvendo 4,70 mg de DPPH em etanol e completando volume para 100 mL em balão volumétrico.

Em um tubo de ensaio, adicionou-se 600 μL do extrato e 2 mL da solução do radical DPPH e aguardou-se 30 minutos. A leitura da absorbância em 517 nm das amostras, foi realizada em espectrofotômetro marca Rayleigh, modelo UV-2601, contra o etanol como branco. O radical DPPH foi avaliado a absorbância em 517 nm. A atividade antioxidante foi calculada a partir de curva padrão de Trolox e os resultados foram expressos em equivalentes μmol de Trolox/ 100g de amostra.

C) FRAP (Capacidade de redução do Ferro)

A atividade antioxidante pelo método FRAP foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Boroski et al. (2015). Primeiramente, foi realizado a leitura da absorbância em 593 nm de 3 mL da solução do reagente FRAP, pré aquecida a 37°C, e que representou o branco.

Em tubo de ensaio, adicionou-se 3 mL do reagente FRAP a 37°C, e homogeneizaram-se 100 μL do extrato e 300 μL de água destilada. A solução foi mantida em banho ultra termostático da marca ACB Labor por 20 minutos, e a absorbância foi medida a 593 nm em espectrofotômetro marca Rayleigh, modelo UV-2601. A atividade antioxidante foi calculada a partir de curva padrão de Trolox e expressa em μmol de Trolox/ 100g de amostra.

4.6- Análise Microbiológica

Foram realizadas análises microbiológicas das microcápsulas, balas controle e balas com microcápsulas de maracujá. As análises microbiológicas das amostras teve como finalidade verificar a sanidade do produto, conforme RDC nº 12/2001, da ANVISA.

As amostras foram submetidas as análises de Coliformes a 45° C e *Salmonella sp*, e apesar de não ser requisitado pela legislação, foram realizadas também as análises microbiológicas de Coliformes a 35° C e Bolores e Leveduras, seguindo metodologias conforme estabelecido pela Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003, que oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e água, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

As amostras foram analisadas em triplicata e os resultados obtidos foram analisados conforme as normas descritas na RDC nº 12/2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que estabelece os padrões microbiológicos para alimentos.

A) Coliformes Totais e Termotolerantes

Para a realização da análise de Coliformes Totais e Termotolerantes seguiu-se a metodologia do Número mais Provável (NMP), conforme descrito por BRASIL, 2003.

Na 1ª etapa sobre o Teste Presuntivo: pesou-se 25 g da amostra e adicionando 225 ml de solução salina 0,1%, e homogeneizando por 60 segundos, sendo esta a diluição 10^{-1} . A partir da diluição inicial (10^{-1}), inoculou-se volumes de 10 mL em série de três tubos, contendo caldo lauril sulfato de sódio em concentração dupla (correspondente a diluição 10^0). Inoculou-se volumes de 1 mL da diluição inicial em série de três tubos, contendo caldo lauril sulfato de sódio em concentração simples. A partir desta diluição 10^{-1} , realizou-se a diluição (10^{-2}), em solução salina 0,1%. Inoculou-se 1 mL da diluição 10^{-2} , na terceira série de três tubos. Incubou-se os tubos a $36\pm 1^\circ\text{C}$ por 24 a 48 horas. Anotar o número de tubos positivos em cada diluição.

Na prova confirmativa para Coliformes totais, cada tubo positivo é repicado em caldo lauril sulfato de sódio da prova presuntiva, para os tubos contendo o caldo verde brilhante bile 2%. Incubando os tubos a $36\pm 1^\circ\text{C}$ por 24 a 48 horas. Avaliando e anotando o número de tubos positivos em cada série de diluição.

E para coliformes termotolerantes, repicou-se cada tubo positivo obtido na prova presuntiva, para os tubos de caldo EC. Os tubos são incubados a 45°C , por 24 a 48 horas em banho-maria. O resultado é confirmado positivo quando há a formação de gases nos tubos. Anotando a diluição utilizada e o resultado obtido em cada tubo.

B) *Salmonella* sp

Para avaliação *Salmonella* ssp, seguiu-se a metodologia descrita por (BRASIL, 2003). A metodologia é dividida em quatro etapas.

Na 1ª etapa, do Pré-enriquecimento: inicialmente as amostras de 25g são diluídas em 225ml de Caldo Lactosado, em seguida incubadas em estufa bacteriológica na temperatura de $36^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por um período de 16 a 20 horas.

Prosseguindo na 2ª etapa, o Enriquecimento Seletivo, as amostras pré-enriquecidas são incubadas em dois meios líquidos seletivos: o Caldo Tetrationato e o Caldo Rappaport-Vassiliadis. Será transferido 1mL do meio pré-enriquecido para o Caldo Tetrationato e 0,1ml (100µL) do meio pré-enriquecido para o Caldo Rappaport-Vassiliadis. Posteriormente, o Caldo Tetrationato será incubado em uma estufa bacteriológica na temperatura de $36^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por um período de 24 horas, e o Caldo Rappaport-Vassiliadis será incubado em banho-maria a $41^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ por um período de 24 a 30 horas.

E na 3ª etapa, o Isolamento e seleção, em que após 24 horas da etapa de enriquecimento, é realizado o plaqueamento. Uma alíquota de 0,1ml (100µL) de ambos os caldos são semeados para placas com Ágar Xilose Lisina Desoxicolato (XLD) e com Ágar Entérico de Hectoen (HE). Em seguida, as placas são incubadas na estufa bacteriológica a $36^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por um período de 24 horas.

E na última etapa, na identificação bioquímica, são inoculadas culturas suspeitas em testes padronizados, como os testes bioquímicos de produção de uréase, reações em ágar TSI ou ágar Kligler (KIA), descarboxilação da lisina, meio SIM, desaminação da fenilalanina, reação de Voges-Proskauer. Após aplicação do teste bioquímico, e com a leitura da prova bioquímica confirma-se a presença ou ausência da *Salmonella* spp.

C) Bolores e Leveduras

A análise foi realizada inoculando 0,1 mL de cada uma das diluições realizadas em placas de Petri secas e estéreis, contendo entre 15 a 20 mL do meio de cultura Ágar Batata Dextrose (PDA) previamente acidificado com ácido tartárico. Com o auxílio de alça de Drigalski, espalhou o inóculo na placa, até a completa absorção. As placas foram incubadas em estufa a $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, por 5 a 7 dias para realização da contagem das colônias (BRASIL, 2003).

4.7- Análise Estatística

Os dados experimentais das amostras foram obtidos em triplicatas e avaliados utilizando o programa estatístico SISVAR por intermédio de análise de variância (ANOVA) e as médias obtidas foram comparadas utilizando-se do teste de Tukey, ao nível de 0,05 de probabilidade.

Os resultados dos testes sensoriais também foram avaliados estatisticamente pelo programa computacional SISVAR, por Análise de Variância (ANOVA), teste de médias de Tukey ($p \leq 0,05$).

5.0- RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análises físicas

No rendimento obtido das microcápsulas de maracujá foi de 69,72%, devido às perdas durante o processamento e, principalmente, a apresentação de algumas microcápsulas em formato inadequado, que foram descartadas por apresentar-se diferentes do padrão estabelecido, de forma esférica e regular. O resultado obtido foi similar ao estudo em pesquisa de Xavier (2019), que verificou um rendimento de 70%, na obtenção de bebidas lácteas probióticas.

Figura 10 – Microcápsulas de maracujá.



Fonte: Próprio autor.

A quantidade de princípio ativo encapsulado (% QPA) calculada foi de 67,15 %, já que na polpa foi adicionado 30% de água e 2% de alginato de sódio na solução para a gelificação iônica. A % QPA no presente estudo, apresentou-se com resultado maior que a pesquisa de Moraes et al. (2015), com o estudo sobre a bioativação de água mineral com microcápsulas de maracujá, encontrando o valor de 65,8 % QPA.

As microcápsulas de maracujá (Figura 10) apresentaram-se com tamanho médio de 4,05 mm, confirmando os valores descritos por Baker (1986), em que na classificação das cápsulas por tamanho, define que as microcápsulas devem apresentar-se em tamanho de 0,2 a 5000 μm . Em relação ao peso das microcápsulas de maracujá, apresentaram-se com peso médio de 0,043 g, valor superior ao encontrado por Soares (2019).

5.2 Caracterização da polpa e microcápsulas de maracujá

Conforme o Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009, define a polpa de fruta como produto não fermentado, não concentrado, obtido de fruta polposa, por processo tecnológico adequado, atendido o teor mínimo de sólidos em suspensão (BRASIL, 2009).

Na polpa de fruta congelada deve ser avaliado o controle de qualidade, seguindo os indicadores físicos e químicos, como a cor, pH, sólidos solúveis, acidez titulável e vitamina C, já que são relevantes na padronização do produto e na investigação de alterações decorrentes do processamento e armazenamento (CASTRO et al., 2015). Os resultados obtidos da caracterização físico-química da polpa e microcápsulas de maracujá estão representados na Tabela 4.

Tabela 4- Caracterização físico-química da polpa e microcápsulas de maracujá.

Parâmetro	Polpa de maracujá	Microcápsula de maracujá
Umidade (%)	85,94 ± 1,96A	92,77 ± 1,96A
Cinzas (%)	0,62 ± 0,04B	1,29 ± 0,04A
Aw	0,97 ± 0,009A	0,98 ± 0,009A
ATT (g de ácido cítrico/ 100g)	3,03 ± 0,02A	0,53 ± 0,02B
pH	3,08 ± 0,006B	3,69 ± 0,006A
SST (°brix)	12,20 ± 0,02A	3,33 ± 0,02B
Proteína Total (%P)	1,52 ± 0,05A	0,77 ± 0,05B

*Médias com letras em comum maiúscula na linha, não diferem entre si a $p \leq 0,05$, entre o tempo, pelo teste Tukey.

Fonte: Próprio autor.

A teor de umidade verificada na polpa de maracujá foi de 85,94% (Tabela 4), valor inferior ao estabelecido na Tabela de Composição de Alimentos que considera 88,9% (TACO, 2011). Nas microcápsulas de maracujá, encontrou-se 92,77% de umidade, dados confirmados pelo estudo de Moraes et al., (2015), que para microcápsulas de maracujá a taxa de umidade foi de 92,98%.

No teor de cinzas da polpa de maracujá foi avaliado em 0,62% e para as microcápsulas obteve uma quantidade de 1,29%, diferenciando estatisticamente ($p \leq 0,05$). Conforme Taco (2011), a polpa de maracujá congelada estabelece um teor de cinzas de 0,5 g. O alginato, o citrato de sódio e o cloreto de cálcio da gelificação iônica, ocasiona um aumento das taxas de cinzas nas microcápsulas (MORAIS, 2015).

A Atividade de água é uma propriedade intrínseca do alimento, que considera a água disponível para reações químicas e bioquímicas, indicando a intensidade com que a água está associada a constituintes não aquosos, sendo assim a disponibilidade de nutrientes para os microrganismos (RIBEIRO; SERAVALLI, 2004).

A atividade de água da polpa e das microcápsulas de maracujá, não diferiram significativamente ($p \leq 0,05$) (Tabela 4). O nível de atividade de água para inibição dos microrganismos, sofre interferências de fatores, como a natureza dos solutos, pH, conservadores químicos, mas admite-se que a faixa de inibição para o crescimento de bactérias deterioradoras é de $A_w < 0,97$, e para bactérias normalmente com $A_w < 0,90$ (AZEREDO, 2012).

Na acidez titulável da polpa de maracujá foi verificado um teor de 3,03 (g de ácido cítrico/ 100g) e nas microcápsulas o teor foi de 0,53 (g de ácido cítrico/ 100g). De acordo com Oliveira et al. (2006), a adição de maltodextrina e água destilada em polpa, reduz a quantidade de ácidos orgânicos presentes.

O pH das amostras analisadas (Tabela 4) distinguiram estatisticamente ($p \leq 0,05$), com teor de 3,08 para a polpa de maracujá e 3,69 para as microcápsulas de maracujá. Em pesquisa Batista et al. (2013), comprovou-se na polpa de maracujá o pH de 3,26 e 2,64, com coletas e análises em 2009 e 2010, respectivamente, corroborando com os dados desse estudo. E Xavier et al. (2016), em que investigou sobre o armazenamento de pérolas de maracujá, obteve inicialmente um pH de 3,83.

A maturidade de um fruto pode ser avaliado através do teor de sólidos solúveis, e pode diversificar com a safra, fatores climáticos, variedade, solo, além do processamento e a inserção de água no processamento (CASTRO et al., 2015). O teor de sólidos solúveis da polpa de maracujá apresentou-se em 12,20 °brix e as microcápsulas de maracujá com 3,33 °brix. Confirmando estes dados, Soares (2019), verificou na polpa de maracujá o teor de sólidos solúveis de 11,77 °brix.

A taxa de proteína total da polpa de maracujá e as microcápsulas apresentaram-se com diferença significativa ($p \leq 0,05$) (Tabela 4). A polpa apresentou-se com 1,52 % P e as microcápsulas com 0,77 % P. Contrariamente, ao exposto em Taco (2011), sobre a composição das proteínas em polpa de maracujá com 0,8 g/ 100g, e Soares (2019), que verificou 0,94 g/ 100g.

Um atributo relevante de qualidade é a cor, avaliando os frutos in natura e após o processamento, como a medição instrumental da cor em polpas congeladas, realizada através

dos parâmetros L*, a* e b*, representando a época de colheita e estágio de maturação da matéria-prima (CASTRO et al., 2015). Os parâmetros de cor avaliados na polpa e na microcápsula de maracujá estão representados na Tabela 5.

Tabela 5- Parâmetros de cor (a*, b*, L* e h) da polpa e microcápsulas de maracujá.

Parâmetro	Polpa	Microcápsula de maracujá
a*	2,26B	3,47A
b*	11,80B	27,83A
L*	19,02B	34,86A
h	79,08B	87,06A

*Médias com letras em comum maiúscula na linha, não diferem entre si a $p \leq 0,05$, entre o tempo, pelo teste Tukey.

Fonte: Próprio autor.

A medição de cor por meio instrumental pelo método CIELAB, verificou-se em relação aos resultados obtidos que as amostras de polpa e microcápsula de maracujá houve diferença significativa ($p \leq 0,05$). Os dados obtidos demonstraram que a polpa caracterizou-se na cor amarela (Tabela 5).

A encapsulação é um método eficiente na conservação dos compostos bioativos, devido a sua camada protetora (RAY et al., 2016). A caracterização dos Compostos bioativos, fenólicos e a capacidade antioxidante da polpa e microcápsula de maracujá estão expressos na Tabela 6.

Tabela 6- Caracterização dos Compostos Bioativos e da Capacidade antioxidante da polpa e microcápsulas de maracujá.

Parâmetro	Polpa	Microcápsula de maracujá
Ácido Ascórbico (mg de AA/ 100g)	27,53A	22,04B
Carotenóides Totais (mg/100 g)	15,35A	16,67A
Fenólicos (mg de ácido gálico/100g extrato)	31,52A	14,64B
DPPH (μmol de TE/g de extrato)	54,38A	64,84A
FRAP (μmol de TE/g de extrato)	152,88A	200,57A
ABTS (μmol de TE/g de extrato)	424,22A	39,43B

*Médias com letras em comum maiúscula na linha, não diferem entre si a $p \leq 0,05$, entre o tempo, pelo teste Tukey.

Fonte: Próprio autor.

O teor de vitamina C diferiu significativamente ($p \leq 0,05$) (Tabela 6.) entre as amostras de polpa e microcápsulas de maracujá. A taxa de ácido ascórbico apresentou-se em 27,53 (mg de AA/ 100g), valores confirmados em Vasco et al. (2008) com 30 - 40 mg/100g. No estudo de Sanchez et al. (2020), foi encontrado valores superiores na faixa de 35,120 a 33,04 (mg/ 100g), na polpa de maracujá pasteurizada.

Os carotenóides na polpa e nas microcápsulas de maracujá não diferiram significativamente ($p \leq 0,05$), verificou-se 15,35 (mg/100 g) e 16,67 (mg/100 g), respectivamente.

Para o aumento do consumo de frutas ao longo do ano, é imprescindível o processamento, prolongando o tempo de vida útil e promovendo segurança alimentar, mas com o processamento podem ocorrer alterações e interações (SANCHEZ et al., 2020).

O teor de compostos fenólicos (Tabela 6) avaliados na polpa e na microcápsulas foram de 31,52 e 14,64, respectivamente, e não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$). Contrariamente, Vasco et al. (2008) encontrou valores sensivelmente superiores em 61 (mg GAE/ 100 g de amostra).

A capacidade antioxidante foi avaliada por três métodos: DPPH, FRAP e ABTS. A avaliação pelo método de DPPH apresentou-se na polpa e na microcápsula de maracujá com 54,38 e 64,84 (μmol de TE/g de extrato), respectivamente descritos na Tabela 6.

O maracujá apresenta um elevado valor nutricional e flavonóides, sendo relevante estudos na avaliação como um alimento funcional, com compostos bioativos e com ação antioxidante e anti inflamatórias (ZERAİK et al., 2011). Nas folhas da espécie *Passiflora edulis* é uma fonte rica em antioxidantes, e seu consumo pode minimizar as inflamações e redução da peroxidação lipídica (CAZARIN et al., 2015).

Em casos com baixa eficiência anti-radical, pode estar relacionado a ligação dos compostos fenólicos com outras moléculas, como aos carboidratos, reduzindo a sua atividade, ou são antioxidantes considerados fracos (Vasco et al., 2008).

Na quantificação da capacidade antioxidante pelo método FRAP, a polpa de maracujá apresentou-se com 152,88 (μmol de TE/g de extrato) e a microcápsula de maracujá com 200,57 (μmol de TE/g de extrato). Pelo método ABTS, na atividade verificou-se 424,22 (μmol de TE/g de extrato) para a polpa e para a microcápsula 39,43 (μmol de TE/g de extrato).

5.3 Caracterização do colágeno e gelatina quanto às proteínas

A composição dos aminoácidos é importante no controle das propriedades físico químicas da gelatina (RENUKA et al., 2019). O colágeno hidrolisado através de suas características e propriedades, como a viscosidade baixa, odor neutro, incolor, transparência, emulsificante e estabilizante, solubilidade e com baixa taxa de alergias, fornece atributos importantes para o uso em medicamentos e em diversos alimentos (DENIS et al., 2008). Com isso, a caracterização das matérias primas utilizadas, gelatina e colágeno hidrolisado foram determinadas em relação aos parâmetros de proteína total, e aos aminoácidos, hidroxiprolina e prolina representados na Tabela 7.

Tabela 7 - Caracterização do teor de proteína total, hidroxiprolina e prolina nas matérias primas: gelatina e colágeno hidrolisado.

Parâmetro	Gelatina	Colágeno hidrolisado
Proteína Total (% P)	81,41 ± 0,64A	85,07 ± 0,64A
Hidroxiprolina (g de hidroxiprolina/ 100g de amostra)	13,97 ± 0,66B	19,68 ± 0,66A
Prolina (mg de Prolina/100g de amostra)	0 ± 0,02B	10,07 ± 0,02A

*Médias com letras em comum maiúscula na linha, não diferem entre si a $p \leq 0,05$ pelo teste Tukey.

O teor de proteína total da gelatina e o colágeno hidrolisado utilizado no processamento das amostras de balas de gelatina com microcápsulas e bala controle, não diferiram significativamente ($p \leq 0,05$) (Tabela 7). A gelatina e o colágeno hidrolisado apresentaram teores de 81,41% e 85,07%, respectivamente. De acordo com Casanova et al. (2020), a gelatina comercial analisada apresentou um teor de aproximadamente de 95% de Proteína.

Em relação a quantidade de hidroxiprolina na gelatina e no colágeno hidrolisado apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$). O teor de hidroxiprolina presente na gelatina foi de 13,97 e no colágeno hidrolisado 19,68 g de hidroxiprolina/ 100g de amostra. Em pesquisa Oechsle et al. (2016), sobre a composição do colágeno da pele e osso de frango, verificou que o teor de hidroxiprolina apresentou-se em 2,56 e 4,28, respectivamente.

Nas matérias primas, gelatina e o colágeno hidrolisado o teor de prolina divergiram significativamente ($p \leq 0,05$). O colágeno hidrolisado apresentou-se com 10,07 mg de Prolina/100g de amostra, diferentemente da gelatina que não demonstrou resultado para este parâmetro avaliado (Tabela 7).

5.4- Caracterização da bala com microcápsulas e bala controle de maracujá

Nas balas com microcápsulas e bala controle, foram realizadas análises para caracterização do produto elaborado. As balas com microcápsulas apresentaram-se com peso médio de 7,35 g e a bala controle verificou-se o peso médio de 7,59 g.

5.4.1 Avaliação da umidade, cinzas e Aw

A umidade é um parâmetro relevante que pode interferir na qualidade dos alimentos e sua vida útil (BATISTA et al., 2017). Os valores da umidade entre as amostras das balas com microcápsulas e bala controle (Tabela 8), diferenciaram estatisticamente ($p \leq 0,05$). As balas com as microcápsulas apresentaram umidade de 83,18%, já nas balas controle apresentaram-se com 72,71%, onde o maracujá não encontra-se encapsulado.

As porcentagens de umidade das balas (Tabela 8), encontra-se na faixa encontrada em Azevedo et al. (2013), de 67,59% a 94,54% em bala de fruta estruturada com colágeno e gelatina. E, contrariamente ao presente estudo Lazzaroto et al. (2008), na bala de gelatina com fibras observou 19,9% de umidade.

Tabela 8 – Umidade, Cinzas e Aw da bala de gelatina com microcápsulas e bala controle.

Tratamento	Parâmetro		
	Umidade (%)	Cinzas (%)	Aw
BC	83,18 ±	0,99 ±	0,984 ±
	0,24a	0,06a	0,1a
CONT	72,71 ±	0,99 ±	0,980 ±
	0,24b	0,06a	0,1a

*Médias com letras em comum minúsculas na coluna, não diferem entre si a $p \leq 0,05$ entre os tratamentos, pelo teste Tukey.

As bala de gelatina com microcápsulas e bala controle não apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$), em relação ao teor de cinzas (Tabela 8). Estes teores de cinzas foram relativamente superiores ao encontrados nos estudos sobre balas. Em Fontoura et al. (2013), encontrou um teor de 0,75% e 0,78% em suas balas. Também Azevedo et al. (2013), obteve entre 0,38% a 0,75% no teor de cinzas. Estes resíduos por incineração ou cinzas nem sempre caracteriza toda a substância inorgânica da amostra (IAL, 2008).

A atividade de água das amostras não distinguiram estatisticamente ($p \leq 0,05$). As balas de gelatina com microcápsulas e bala controle apresentaram-se com atividade de água de 0,984

e 0,980, respectivamente (Tabela 8). Em estudo de Mutlu et al. (2018), verificou A_w de 0,73 em suas balas.

5.5- Avaliação da bala com microcápsulas e bala controle de maracujá no armazenamento

Os aspectos de controle de qualidade, armazenamento e transporte adequado, são condições com maior influência dos atributos das balas (DALL'OGGIO HOPPE et al., 2015). A avaliação de um alimento com análises físico-químicas, compostos bioativos e da sua capacidade antioxidante é imprescindível, já que pode contribuir na aceitação do consumidor, e assim confirmar a viabilidade de um alimento. A Figura 11 demonstra as balas de gelatina com colágeno e maracujá no Tempo 0.

Figura 11 - Balas de gelatina com colágeno hidrolisado no tempo 0. (A) Bala com microcápsulas; (B) Acondicionamento da bala controle.



Fonte: Próprio autor.

5.5.1 Avaliação da cor

A cor é um parâmetro fundamental na indústria de alimentos (LEE et al., 2013), além de ser um fator relevante em balas, implicando na aceitação ou rejeição pelo consumidor (BATISTA et al., 2017). A Tabela 9 demonstra os resultados dos parâmetros de cor (a^* , b^* , L^* e h).

O parâmetro a^* para as balas de gelatina com microcápsulas e controle no início do armazenamento foi respectivamente de +5,60 e +4,57, sendo que conforme o sistema CIELAB, o parâmetro de cor a^* , representa a intensidade da cor vermelha (+), e verde (-) (MUTLU et al., 2018). As balas apresentavam valores positivos, sendo assim caracterizando a coloração vermelha.

No armazenamento, as balas apresentaram para o parâmetro a^* uma aumento significativo ($p \leq 0,05$), com relação ao tempo e aos tratamentos aplicados (Tabela 9). Contrariamente, Morais (2015) constatou uma redução deste parâmetro no armazenamento de microcápsulas em água, e justificando-se pela possível reação de oxidação, visto que no armazenamento em estudo, ocorreu a deterioração do ácido ascórbico e dos carotenóides presentes. Esta alteração pode estar relacionada com o teor de carotenóides presentes, dispostos na bala de gelatina.

No parâmetro b^* , as balas com microcápsulas e bala controle apresentaram no início do armazenamento os valores respectivos de +34,67 e +27,30, indicando que as balas estavam indicando a coloração amarela conforme a escala CIE (Tabela 9). No armazenamento, a bala com microcápsula não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) em relação ao tempo, no entanto a bala controle apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$). Em relação ao tratamento, as amostras de balas de gelatina diferiram entre si ($p \leq 0,05$), com exceção do tempo 9. Os resultados positivos dos parâmetros de cor a^* e b^* , evidencia na amostra a coloração amarela com tonalidades alaranjadas (BATISTA et al., 2017).

Tabela 9- Parâmetros de cor (a*, b*, L* e h) da bala com microcápsulas e bala controle armazenadas 5 ± 1°C por 12 dias.

Parâmetro	Tratamento	Tempo (dias)				
		0	3	6	9	12
a*	BC	5,60 ± 0,23aC	7,63 ± 0,23bA	5,70 ± 0,23bC	6,93 ± 0,23bAB	6,16 ± 0,23aBC
	CONT	4,57 ± 0,23bC	8,77 ± 0,23aA	6,67 ± 0,23aB	8,43 ± 0,23aA	6,70 ± 0,23aB
b*	BC	34,67 ± 1,11aA	36,93 ± 1,11aA	34,77 ± 1,11aA	36,50 ± 1,11aA	35,03 ± 1,11aA
	CONT	27,30 ± 1,11bC	34,20 ± 1,11bAB	28,83 ± 1,11bC	35,43 ± 1,11aA	30,43 ± 1,11bBC
L*	BC	28,37 ± 0,51aA	28,73 ± 0,51aA	27,60 ± 0,51aA	28,97 ± 0,51aA	29,60 ± 0,51aA
	CONT	22,70 ± 0,51bC	25,33 ± 0,51bAB	24,13 ± 0,51bBC	27,30 ± 0,51bA	23,63 ± 0,51bBC
h	BC	80,80 ± 0,34aA	78,30 ± 0,34aC	80,63 ± 0,34aAB	79,27 ± 0,34aBC	80,00 ± 0,34aAB
	CONT	80,50 ± 0,34aA	75,63 ± 0,34bC	77,53 ± 0,34bB	76,60 ± 0,34bBC	77,60 ± 0,34bB

*Médias com letras em comum minúsculas na coluna, não diferem entre si a $p \leq 0,05$ entre os tratamentos, pelo teste Tukey.

**Médias com letras em comum maiúscula na linha, não diferem entre si a $p \leq 0,05$, entre o tempo, pelo teste Tukey.

O parâmetro L^* apresentou valores iniciais para a bala com microcápsula e controle respectivamente de 28,37 e 22,70 (Tabela 9). Comparando a pesquisa de Batista et al. (2017), verificou-se a luminosidade (L^*) de 45,20, valor inferior ao encontrado em sua pesquisa.

Na bala com microcápsula não apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$) em relação ao tempo. No entanto, a bala controle apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$). O parâmetro luminosidade L^* varia de 0 a 100, sendo que os valores baixos representa a faixa do preto, e valores maiores correspondem a faixa do branco (MUTLU et al., 2018). As balas de gelatina com microcápsula e bala controle apresentou uma variação significativa ($p \leq 0,05$).

De acordo com pesquisa de Moura et al. (2019), as diferenças de cor nos parâmetros L^* , a^* , b^* , H^* e C^* , transcorre devido ao extrato livre com maior dispersão na gelatina resultando em cor mais intensa, diferentemente das balas de gelatina com partículas, que as partículas obtidas por atomização demonstrou uma cor mais intensa das amostras com partículas.

O ângulo hue ($^\circ h$) do início do armazenamento foi de 80,80 e 80,50, respectivamente da bala com microcápsula e bala controle, caracterizando uma amostra com tonalidade amarelo alaranjado (Tabela 9), além disso as amostras não diferem entre si ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos no tempo 0.

Tabela 10- Cromaticidade (C^*) da bala com microcápsulas e bala controle armazenadas $5 \pm 1^\circ C$ por 12 dias.

Tratamento	Tempo (dias)				
	0	3	6	9	12
BC	35,13 $\pm$	37,70 $\pm$	35,23 $\pm$	37,17 $\pm$	35,57 $\pm$
	1,11aA	1,11aA	1,11aA	1,11aA	1,11aA
CONT	27,63 $\pm$	35,30 $\pm$	29,57 $\pm$	36,43 $\pm$	31,13 $\pm$ 1,1
	1,11bC	1,11aAB	1,11bC	1,11aA	1bBC

*Médias com letras em comum minúsculas na coluna, não diferem entre si a $p \leq 0,05$ entre os tratamentos, pelo teste Tukey.

**Médias com letras em comum maiúscula na linha, não diferem entre si a $p \leq 0,05$, entre o tempo, pelo teste Tukey.

No parâmetro da cromaticidade (C^*), as balas com microcápsulas mantiveram-se sem diferença significativa ($p \leq 0,05$) durante o período de armazenamento (Tabela 10). No entanto, este parâmetro apresentou-se com uma diferença significativa ($p \leq 0,05$), em relação aos tratamentos e ao tempo da bala controle. Constatou-se um acréscimo da cor durante o tempo de armazenamento da bala controle.

5.5.2 Análises físico-químicas das balas durante o armazenamento

A caracterização físico-química durante o armazenamento da bala com microcápsulas e bala controle, são apresentadas de forma comparativa na Tabela 11.

Os teores de sólidos solúveis (SST) das balas de gelatina apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), sendo que as balas controle apresentaram ligeiramente valores maiores de SST (Tabela 11). Contrariamente, Fontoura et al. (2013), encontrou um alto teor de 77-79 °brix em suas balas enriquecidas, devido a utilização de açúcares. Para valores inferiores de sólidos solúveis, a bala pode apresentar uma textura baixa, mas contrariamente, teores elevados podem favorecer na obtenção de um produto com textura superior, estimulando a rejeição do consumidor (LAZZAROTTO et al., 2008).

Após três dias de armazenamento, verificou-se que houve diferença significativa no tempo ($p < 0,05$), nos valores de sólidos solúveis das amostras de bala com microcápsula e na bala controle. Na bala com microcápsulas, houve redução de teor no 9º dia, e posteriormente sensível elevação. Enquanto a bala controle, houve aumento gradativo dos teores de sólidos solúveis. Em Moraes et al. (2015), observou que em microcápsulas de maracujá no tempo inicial, o teor de 6,17 de sólidos solúveis, e a partir do sétimo dia houve redução destes teores com apresentação de quantidade traços até o 35º dia de armazenamento.

A utilização de um meio no envoltório das microcápsulas, contribuiu para manutenção dos valores de sólidos solúveis. Nos materiais também encapsulados e armazenados em um meio diferente do interior do encapsulado, a difusão ocorre exponencialmente (LOZANO et al., 2010).

A presença de ácidos orgânicos nos alimentos, conferem um sabor ácido ou azedo nos frutos, e a avaliação da acidez é um importante parâmetro nas indústrias de alimentos, e considerado um indicador das características sensoriais de um produto, relacionando-se com a cor, aroma e sabor (AROUCHA et al., 2010). A estabilidade ou a decomposição de um alimento, pode ser avaliado através de avaliação dos teores de acidez de um produto (IAL, 2008).

Tabela 11 - Análises físico químicas de sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) e pH, em bala com microcápsulas e bala controle de maracujá, acondicionadas em embalagens plásticas, armazenadas a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ por 12 dias.

Parâmetro	Tratamento	Tempo (dias)				
		0	3	6	9	12
SST (°brix)	BC	5,67 $\pm$	6,33 $\pm$	9,33 $\pm$	4,67 $\pm$	6,00 $\pm$
		1,02bAB	1,02bAB	1,02bA	1,02bB	1,02bAB
	CONT	8,67 $\pm$	12,33 $\pm$	20,00 $\pm$	25,00 $\pm$	26,00 $\pm$
		1,02aC	1,02aC	1,02aB	1,02aA	1,02aA
ATT (g de ácido cítrico/100g)	BC	0,20 $\pm$	0,18 $\pm$	0,32 $\pm$	0,19 $\pm$	0,23 $\pm$
		0,02bB	0,02bB	0,02bA	0,02bB	0,02bAB
	CONT	0,57 $\pm$	0,70 $\pm$	0,91 $\pm$	1,35 $\pm$	1,34 $\pm$
		0,02aD	0,02aC	0,02aB	0,02aA	0,02aA
pH	BC	4,89 $\pm$	4,97 $\pm$	4,82 $\pm$	5,01 $\pm$	4,90 $\pm$
		0,05aA	0,05aA	0,05aA	0,05aA	0,05aA
	CONT	4,48 $\pm$	4,53 $\pm$	4,41 $\pm$	4,41 $\pm$	4,48 $\pm$
		0,05bA	0,05bA	0,05bA	0,05bA	0,05bA

*Médias com letras em comum minúsculas na coluna, não diferem entre si a $p \leq 0,05$ entre os tratamentos, pelo teste Tukey.

**Médias com letras em comum maiúscula na linha, não diferem entre si a $p \leq 0,05$, entre o tempo, pelo teste Tukey.

A acidez total titulável (ATT) inicial da bala com microcápsula e bala controle foi respectivamente de 0,20 e 0,57 g de ácido cítrico.100 g⁻¹ (Tabela 11). Conforme teor definido por Batista et al. (2017), que comprovou para bala de maracujá o ATT de 0,66 g de ácido cítrico.100 g⁻¹, ratificando o presente estudo.

Nos valores de ATT, houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as balas com microcápsulas e controle, sendo que as balas com microcápsulas apresentaram valores inferiores de ATT, comparando com a bala controle. Os teores de ATT da bala com microcápsulas manteve-se sem alterações significativas, com exceção do tempo 6. Em relação a bala controle, houve aumento significativo dos valores de ATT, e os tempos 9 e 12 mantiveram-se estáveis e sem mudanças significativas. O suco de frutas ocasiona um aumento nos teores de ATT nas amostras, já que apresenta na sua composição a presença de ácidos orgânicos (MUTLU et al., 2018).

O teor de pH apresentou-se com diferença significativa ($p > 0,05$) entre a bala com microcápsula e a bala controle. O pH das amostras de bala com microcápsulas e bala

controle não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) em relação aos dias de armazenamento (Tabela 11). Nas amostras, o pH foi influenciado pelo pH ácido encontrado na polpa e no suco de maracujá, que foi utilizado no processamento das microcápsulas e das balas de gelatina com maracujá.

Os ácidos são determinantes no sabor ácido característicos em balas, associando ao pH da solução (BATISTA et al., 2017). E de acordo com Garcia e Penteado (2005) os aromas de frutas são mais utilizados em gomas de gelatina, e estes são mais liberados quando o meio apresenta-se em pH ácido. Sendo assim, a acidez e o aroma justifica-se a utilização do maracujá no presente estudo.

5.5.2.1 Quantificação das proteínas

O colágeno atua como constituinte essencial dos ossos, músculos, tecidos conjuntivos e pele (MIYAB et al., 2020). Após o consumo do produto, observou-se uma ascendente elasticidade da pele, que pode representar uma consequência das proteínas do colágeno hidrolisado (CZAJKA et al., 2018). De acordo com Dille et al. (2018), a utilização da gelatina e outros gelificantes é importante porque apresentam uma capacidade ativa pela sua capacidade anfifílica. Na Tabela 12 demonstra os teores de Proteína total, Prolina e Hidroxiprolina em bala de gelatina com microcápsulas e bala controle armazenadas $5 \pm 1^\circ\text{C}$ por 12 dias.

A taxa de proteína total das amostras de bala de gelatina com microcápsulas e bala controle (Tabela 12), diferiu significativamente ($p \leq 0,05$). A bala com microcápsulas apresentou um valor inicial de 12,07 %P e a bala controle com 16,95 %P. Em relação ao tempo de armazenamento, os teores de proteínas das balas com microcápsulas discordaram estatisticamente ($p \leq 0,05$) nos tempos 3 e 12, mas houve aumento gradativo dos seus valores. Já a bala controle, houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) em relação ao tempo de armazenamento, e além disso verificou-se um acréscimo das taxas de proteínas.

Tabela 12 – Proteína total, Prolina e Hidroxiprolina em bala de gelatina com microcápsulas e bala controle armazenadas $5 \pm 1^\circ\text{C}$ por 12 dias.

Parâmetro	Tratamento	Tempo (dias)				
		0	3	6	9	12
Proteína total (%P)	BC	$12,07 \pm 0,84\text{bAB}$	$10,82 \pm 0,84\text{bB}$	$13,44 \pm 0,84\text{bAB}$	$13,69 \pm 0,84\text{bAB}$	$14,55 \pm 0,84\text{bA}$
	CONT	$16,95 \pm 0,84\text{aB}$	$18,40 \pm 0,84\text{aAB}$	$20,91 \pm 0,84\text{aA}$	$20,26 \pm 0,84\text{aAB}$	$20,93 \pm 0,84\text{aA}$
Hidroxiprolina (g de Hidroxiprolina/100g de amostra)	BC	$2,67 \pm 0,06\text{bAB}$	$2,75 \pm 0,06\text{bA}$	$2,48 \pm 0,06\text{bB}$	$1,97 \pm 0,06\text{bC}$	$2,08 \pm 0,06\text{bC}$
	CONT	$3,89 \pm 0,06\text{aA}$	$3,63 \pm 0,06\text{aB}$	$3,67 \pm 0,06\text{aAB}$	$3,17 \pm 0,06\text{aC}$	$3,22 \pm 0,06\text{aC}$
Prolina (mg de Prolina/100g de amostra)	BC	$8,19 \pm 0,36\text{bA}$	$5,06 \pm 0,36\text{bB}$	$9,40 \pm 0,36\text{bA}$	$3,32 \pm 0,36\text{bC}$	$8,15 \pm 0,36\text{bA}$
	CONT	$16,72 \pm 0,36\text{aA}$	$14,69 \pm 0,36\text{aB}$	$14,66 \pm 0,36\text{aB}$	$9,53 \pm 0,36\text{aD}$	$11,96 \pm 0,36\text{aC}$

*Médias com letras em comum minúsculas na coluna, não diferem entre si a $p \leq 0,05$ entre os tratamentos, pelo teste Tukey.

**Médias com letras em comum maiúscula na linha, não diferem entre si a $p \leq 0,05$, entre o tempo, pelo teste Tukey.

Avaliando o parâmetro hidroxiprolina (Tabela 12), as duas amostras estudadas apresentam divergência estatística entre si ($p \leq 0,05$), indicando os teores preliminares de 2,67 g de Hidroxiprolina/100g de amostra e 3,89 g de Hidroxiprolina/100g de amostra, respectivamente. Em relação ao tempo, a bala de gelatina com microcápsulas e bala controle apresentou redução significativa ($p \leq 0,05$) nos tempos 0, 3 e 6. No entanto, as duas amostras avaliadas não apresentaram esta redução significativa ($p \leq 0,05$) nos tempos 9 e 12. Em pesquisa, Shigemura et al. (2014), verificou que a ingestão do teor de hidroxiprolina de 153,8 mg ou valores superiores (por massa corporal), impulsiona um acréscimo dos níveis de hidroxiprolina no plasma.

Os teores de prolina nas amostras de bala de gelatina com microcápsulas e bala controle, apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre si, sendo que a bala controle apresentou valores superiores de taxa de prolina comparando-se com a bala com microcápsulas (Tabela 12). Durante o armazenamento, as amostras investigadas apresentaram redução significativa ($p \leq 0,05$).

As amostras de bala de gelatina com microcápsulas apresentaram em todos os parâmetros avaliados, um teor inferior comparando-se com as taxas identificadas na bala controle. Esta condição pode ser justificada pela quantidade de microcápsulas, que ocupam no interior da bala um espaço físico maior, caracterizando uma bala com peso médio inferior. A microencapsulação é utilizada na administração de medicamentos, auxiliando na biodisponibilidade e estabilidade, além de conduzir as microesferas a locais específicos do corpo, com liberação alongada e equilibrada do fármaco (DHAMECHA et al., 2019).

5.5.2.2 Avaliação da viabilidade das proteínas

As proteínas contribuem com a disponibilidade de nitrogênio e aminoácidos, suprimindo as necessidades nutricionais (TOMÉ et al., 2019). A formação do gel por proteína específica, pode apresentar interferências no processo de gelificação e em sua estrutura, devido a presença de outras proteínas (NICOLAI, 2019). A Tabela 13 demonstra o comparativo dos teores de proteína, prolina e hidroxiprolina entre as balas deste estudo, a bala de gelatina com microcápsulas e bala controle, em relação à bala comercial.

Tabela 13 – Proteína total, Prolina e Hidroxiprolina em bala de gelatina com microcápsulas e bala controle e bala comercial.

Tratamento	Parâmetro		
	Proteína total (%P)	Hidroxiprolina (g de Hidroxiprolina/100g de amostra)	Prolina (mg de Prolina/100g de amostra)
BC	12,07 ±	2,67 ±	8,19 ±
	0,79b	0,04c	0,16b
CONT	16,95 ±	3,89 ±	16,72 ±
	0,79a	0,04b	0,16a
COM	18,83 ±	4,64 ±	2,61 ±
	0,79a	0,04a	0,16b

*Médias com letras em comum minúsculas na coluna, não diferem entre si a $p \leq 0,05$ entre os tratamentos, pelo teste Tukey.

O teor de proteína total da bala controle de maracujá não distinguiram estatisticamente ($p \leq 0,05$), comparando-se com a bala comercial avaliada. A bala controle apresentou 16,95 %P, e a bala comercial apresentou 18,83 %P (Tabela 13). Diferentemente a bala com cápsulas apresentou um valor inferior e com diferença significativa ($p \leq 0,05$), demonstrando um teor de 12,07 %P. Esse valor inferior do teor de proteínas totais da bala com microcápsula, pode ser justificada pelo fato das microcápsulas preencherem um espaço maior dentro da bala, impossibilitando um preenchimento com maior quantidade do gelificante com proteínas.

As proteínas compoendo-se de hidroxiprolina, apresentam atribuições relevantes à pele e articulações (SHIGEMURA et al., 2014). No parâmetro hidroxiprolina, as balas apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$). A bala comercial apresentou teor maior com 4,64 g de Hidroxiprolina/100g de amostra, contrariamente as balas controle com 3,89 g de Hidroxiprolina/100g de amostra e a bala com microcápsulas 2,67 g de Hidroxiprolina/100g de amostra.

As taxas de prolina da bala controle discordaram significativamente ($p \leq 0,05$), em relação à bala com microcápsulas e a bala comercial analisadas. A bala controle apresentou teor superior com 16,72 mg de Prolina/100g de amostra. Nas balas de Mutlu et al. (2018), as balas produzidas com mistura a frio obtiveram valores maiores de prolina, do que quando utilizando a técnica de mistura a quente. Considerado assim, que a bala comercial apresentava-se com um período de armazenamento superior, explicando a disparidade nos valores apresentados.

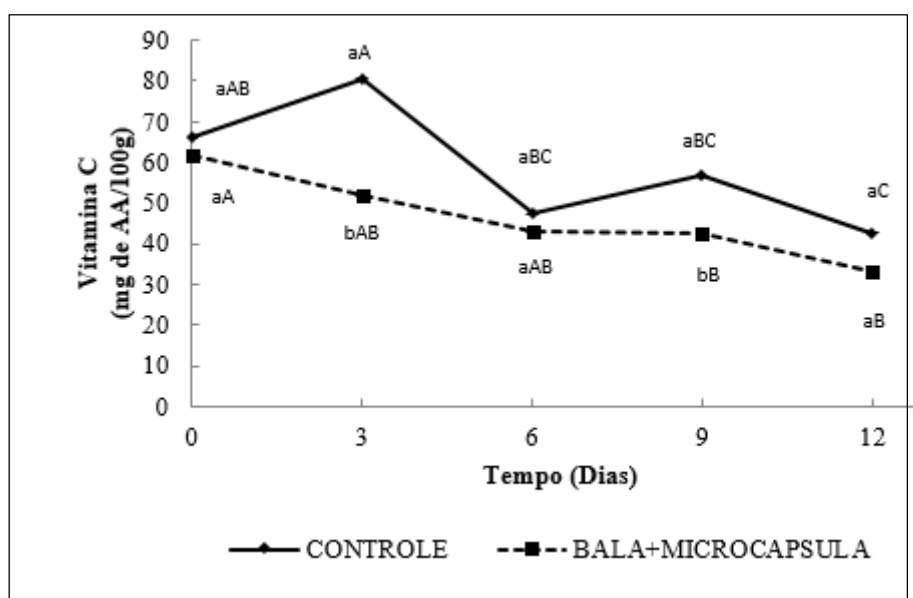
5.5.3 Caracterização dos Compostos Bioativos e da Capacidade antioxidante

5.5.3.1 Ácido ascórbico

O ácido ascórbico é uma vitamina com o uso frequente em multivitaminas, inclusive nas gomas de gelatina, no entanto é um composto suscetível a degradações, compreendendo também as reações oxidativas e não oxidativas (DILLE, 2018).

A avaliação após a elaboração imediata das amostras e em tempos regulares, auxilia no controle das vitaminas em dosagens comerciais e concentração necessária (GARCIA; PENTEADO, 2005). Desta forma, foi avaliado o teor de vitamina C (Figura 12) da bala com microcápsula e bala controle armazenadas por 12 dias.

Figura 12- Teor de Vitamina C (mg de AA/100g) da bala com microcápsulas e bala controle armazenadas a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ por 12 dias.



*Médias com letras em comum minúsculas na coluna, não diferem entre si a $p \leq 0,05$ entre os tratamentos, pelo teste Tukey.

**Médias com letras em comum maiúscula na linha, não diferem entre si a $p \leq 0,05$, entre o tempo, pelo teste Tukey.

Fonte: Próprio autor.

As amostras de balas com microcápsulas e controle apresentaram inicialmente os valores de 61,62 e 66,11 mg de AA/100g, respectivamente, sem inconformidade entre si ($p \leq 0,05$). No entanto, nos tempos 3 e 9, apresentaram diferença significativa em relação ao tratamento ($p \leq 0,05$) entre as amostras (Figura 12). A microencapsulação realizada em pesquisa

por Borrmann et al. (2013), em que quantificou no suco de maracujá encapsulado com amido *n* –octenilsuccinato com secagem por pulverização, verificou-se retenção após 77 dias de armazenamento de 77,1% e 71,5%, em 7 e 25° C, respectivamente.

No armazenamento das balas com microcápsulas e bala controle mantidas a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ por 12 dias, verificou-se que as duas balas apresentaram um comportamento de redução dos teores de vitamina C (mg de AA/100g). No entanto, a bala com microcápsula apresentou um teor de 33,21 mg de AA/100g, valor inferior ao da bala controle de 42,74 mg de AA/100g, no final do armazenamento o equivalente ao tempo 12. O ácido ascórbico é instável, e aliado a presença de metais ocasiona a perda da vitamina, sabendo-se que a gelatina apresenta em sua constituição 30 ppm de ferro e valor inferior a 10 ppm de cobre (GARCIA; PENTEADO, 2005).

5.5.3.2 Carotenoides Totais

Nos alimentos a cor é uma propriedade relevante para a qualidade e aceitação do produto pelo consumidor (YIXIAO et al., 2014). No suco de maracujá os carotenóides são responsáveis pela cor amarela presente (ZERAIK, et al., 2010).

A utilização de corantes naturais não oferecem riscos aos alérgicos, da forma que os corantes artificiais propiciam, como amarelo de tartrazina e vermelho 40, além de conceder fatores benéficos às balas (FONTOURA, 2013). Os dados sobre as concentrações totais de carotenóides em mg/100 g são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 – Carotenoides totais (mg/100 g) em bala de gelatina com microcápsulas e bala controle armazenadas $5 \pm 1^\circ\text{C}$ por 12 dias.

Tratamento	Tempo (dias)				
	0	3	6	9	12
BC	0,28 ±	0,49 ±	0,34 ±	1,30 ±	0,26 ±
	0,13aB	0,13aB	0,13aB	0,13aA	0,13aB
CONT	0,49 ±	0,79 ±	0,50 ±	0,59 ±	0,60 ±
	0,13aA	0,13aA	0,13aA	0,13bA	0,13aA

*Médias com letras em comum minúsculas na coluna, não diferem entre si a $p \leq 0,05$ entre os tratamentos, pelo teste Tukey.

**Médias com letras em comum maiúscula na linha, não diferem entre si a $p \leq 0,05$, entre o tempo, pelo teste Tukey.

Os teores de carotenóides totais (mg/100g) na bala de gelatina com microcápsulas e na bala controle, no início do armazenamento foi de 0,28 e 0,49, respectivamente. As amostras

apenas apresentaram diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) em relação aos tratamentos, no tempo 9. Na amostra de bala controle, observou-se que os valores de carotenóides não apresentaram alterações significativas ($p \leq 0,05$) entre os tempos avaliados.

Os divergentes teores de carotenóides possuem diversos fatores, como o estágio de maturação dos frutos na colheita, período da colheita, além das condições de armazenamento (PERTUZATTI, et al., 2015). Além disso, os carotenóides apresenta instabilidade com a luz, tratamento térmico e com o oxigênio, inibindo sua utilização em produtos alimentícios e farmacêuticos (PEPITO et al., 2016).

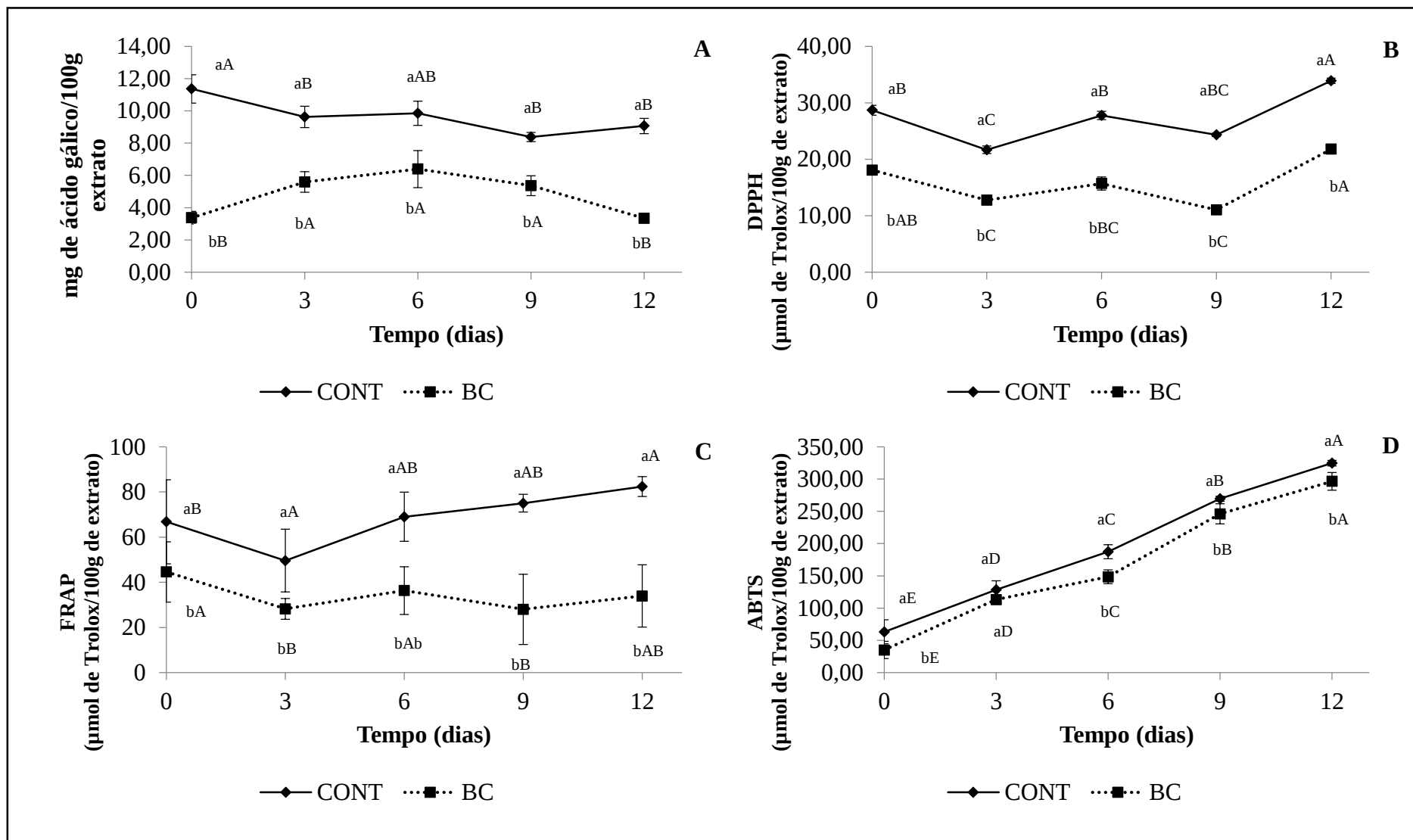
5.5.3.3 Compostos fenólicos e capacidade antioxidante da bala com microcápsula e bala controle

A quantificação dos compostos fenólicos e atividade antioxidante pelos métodos ABTS, FRAP e DPPH das balas de gelatina com microcápsulas e balas controle, estão demonstrados na Figura 13. O teor de compostos fenólicos das balas de gelatinas avaliadas no estudo, apresentaram-se com valores inferiores. O conteúdo de compostos fenólicos pelo método de Folin – Ciocalteu podem ser classificados em baixo (< 100 mg GAE/ 100 g), médio (200 – 500 mg GAE/ 100 g) e alto (> 1000 mg GAE/ 100 g) (VASCO et al., 2008).

Em pesquisa de Archaina et al. (2019), em doces liofilizados de groselha e iogurte utilizando adoçantes alternativos, verificou-se o teor de compostos fenólicos totais de 53,64 e 52,93 (mg de ácido gálico/ 100 g de matéria seca), adoçado com mel e stévia, respectivamente.

De acordo com análise de variância aplicada, o teor de compostos fenólicos apresentou-se com discordância significativa ($p \leq 0,05$) entre a bala com microcápsulas e a bala controle. Na bala com microcápsula verificou-se discreta elevação nos tempos 3, 6 e 9, sem diferença significativa ($p \leq 0,05$) nesse intervalo, e posterior redução dos seus valores. No entanto, a bala controle denotou equilíbrio a partir do tempo 9.

Figura 13- Teores de compostos fenólicos e capacidade antioxidante da bala controle e bala com microcápsula de maracujá a $5 \pm 1^\circ\text{C}$.
(A) Compostos Fenólicos; (B) DPPH; (C) FRAP; (D) ABTS.



No estudo sobre microencapsulação de fenólicos de casca de uva, Lavelli et al. (2019) comprovou a eficiência do alginato na liberação controlada por pH dos compostos fenólicos, embora o alginato atue com interação com alguns fenólicos, assim confirmou-se a liberação destes compostos em microesferas com pH 7,4.

A capacidade antioxidante pelos métodos utilizados nesse estudo: DPPH, FRAP e ABTS, apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre a bala com microcápsula e bala controle.

No método DPPH apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$), tanto entre as amostras analisadas de bala com microcápsulas e bala controle, como também no período de armazenamento. Inicialmente, a bala com microcápsulas e a bala controle apresentaram-se com 18,07 e 28,69 (μmol de Trolox/ 100 g de amostra), respectivamente. E no tempo 12 do armazenamento, apresentaram-se com 21,77 e 33,88 (μmol de Trolox/ 100 g de amostra), respectivamente.

Conforme Moura et al. (2019), em estudo sobre a liberação de antocianinas do extrato de hibisco encapsulado e aplicado em balas de gelatina, verificou-se uma capacidade antioxidante pelo método DPPH de 0,06 (μmol de equivalente Trolox/ g de amostra) para micropartículas por atomização e 0,08 (μmol de equivalente Trolox/ g de amostra) para micropartículas por gotejamento.

A capacidade antioxidante expressa pelos métodos FRAP e ABTS, também apresentaram discordância significativa ($p \leq 0,05$) entre as amostras de bala com microcápsulas e bala controle. O FRAP apresentou-se inicialmente para as amostras de bala com microcápsulas e bala controle 44,62 e 66,82 (μmol de Trolox/ 100 g de amostra), respectivamente. E ao final do armazenamento demonstraram-se com 33,96 e 82,38 (μmol de Trolox/ 100 g de amostra), respectivamente.

De acordo com Miranda et al. (2020), as balas de gelatina durante o armazenamento, apresentaram estabilidade da capacidade antioxidante pelo método ABTS. Na atomização foram obtidas partículas menores e apresentando-se eficiência em relação a encapsulação e capacidade antioxidante, no entanto a técnica de extrusão por gotejamento apresentou maior estabilidade, assim as duas técnicas são praticáveis (MOURA et al., 2018).

Na expressão dos resultados obtidos pelo método ABTS, verificou-se uma atividade inicial de 35,11 e 63,25, para a bala com microcápsula e bala controle, respectivamente. Durante o armazenamento, detectou-se diferença significativa ($p \leq 0,05$) em relação ao tempo, e

demonstrando no tempo final para a bala com microcápsula e bala controle 296,60 e 324,65, respectivamente.

Em pesquisa de Rotili et al. (2013), sobre a composição, atividade antioxidante e qualidade do maracujá-amarelo durante o armazenamento, comprovou-se que no suco, os teores de compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante não sofreram influência da temperatura. No entanto, o teor de compostos fenólicos totais aumentou com o armazenamento, e a atividade antioxidante pelo método DPPH, diminuiu durante o armazenamento.

Na escolha do melhor método para quantificação da capacidade antioxidante, é usualmente indicado os métodos FRAP e ABTS para compostos hidrofílicos, no entanto o método DPPH, é habitualmente disposto para extratos orgânicos, compondo-se de elementos hidrofílicos e lipofílicos (RUFINO et al., 2010).

Nos alimentos é importante a quantificação da sua atividade antioxidante, já que atuam como substâncias que retardam a velocidade da oxidação, através de um ou mais mecanismos, como a inibição de radicais livres e complexação de metais (DUARTE-ALMEIDA et al., 2006). A oxidação é uma reação de perda do valor nutritivo dos alimentos, pela decomposição dos ácidos graxos e produção de compostos, que podem reagir com outros constituintes nos alimentos (JARDINI; MANCINI FILHO, 2007).

6.0 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

As amostras de microcápsulas, bala com microcápsulas e bala controle de maracujá foram submetidas a análises microbiológicas, conforme a Resolução nº 12, de 02 de janeiro de 2001, da Agência Nacional da Vigilância Sanitária, que estabelece os padrões microbiológicos para alimentos.

Na Tabela 15, verificou-se que a microcápsula utilizada para produção das balas com microcápsula, encontrava-se de acordo os padrões microbiológicos descrito pela RDC nº12 da ANVISA, caracterizando a sanidade da microcápsula. Sendo observado que não apresentou contaminação para Coliformes 45°C (NMP/g) e foi constatado a ausência de *Salmonella* sp.

Tabela 15 – Resultados obtidos nas análises microbiológicas de Coliformes 45°C (NMP/g) e *Salmonella* sp. das microcápsulas, bala com microcápsulas e bala controle de maracujá armazenadas a $5 \pm 1^\circ\text{C}$.

Tratamento	Análises Microbiológicas	
	Coliformes 45°C (NMP /g) *	<i>Salmonella</i> sp.
MICROCÁPSULA	Ausência	Ausência em 25g
BC	Ausência	Ausência em 25g
CONT	Ausência	Ausência em 25g
Limite estabelecido pela Legislação Brasileira**	$< 1 \times 10^1$	Ausência em 25g

*Número mais provável por grama.

** Resolução RDC nº12 de 02/01/2001 (BRASIL, 2001).

As amostras de bala com microcápsulas e bala controle de maracujá, apresentou também resultado negativo, para Coliformes 45°C (NMP/g) e *Salmonella* sp. Demonstrando que as balas estavam adequadas ao consumo humano como estava apresentadas.

De acordo com pesquisa de Gonçalves e Rohr (2009), verificou nos estudos sobre uma bala com inulina, a presença de $< 0,3$ (NMP/g) para análise de Coliformes Termotolerantes a 45°C e ausência para *Salmonella* sp. No estudo microbiológico de Lazzaroto (2008) sobre as balas de gelatina com fibras, apresentaram resultados para Coliformes a 45°C inferiores a 1×10^1 (UFC/g) e resultado negativo para *Salmonella* sp.

Além das análises determinadas pela RDC nº12 da ANVISA para este alimento, foram realizadas as análises microbiológicas de Coliformes 35°C (NMP/g), e Bolores e Leveduras (Tabela 16) das microcápsulas, bala com microcápsulas e da bala controle de maracujá.

Tabela 16 – Resultados obtidos nas análises microbiológicas de Coliformes 35°C (NMP/g) e Bolores e Leveduras das microcápsulas, bala com microcápsulas e bala controle de maracujá armazenadas a 5 ± 1°C.

Tratamento	Análises Microbiológicas	
	Coliformes 35°C (NMP/g) *	Bolores e Leveduras
MICROCÁPSULA	Ausência	Ausência
BC	Ausência	Ausência
CONT	Ausência	Ausência

*Número mais provável por grama.

Nas amostras os resultados demonstraram que foi encontrado resultados negativos para as análises de Coliformes 35°C (NMP/g), e para Bolores e Leveduras. A análise de Bolores e Leveduras, apesar de não ser exigido pela legislação, é um parâmetro a ser considerado nas balas, devido a sua baixa atividade de água e a pressão osmótica do meio (FONTOURA, 2013).

Os resultados apresentados, indicam que as microcápsulas, bala com microcápsulas e bala controle de maracujá atenderam os padrões de qualidade no processamento, em conformidade com a legislação, assim comprovando que as amostras eram alimentos seguros e não apresentava riscos aos provadores. O tratamento térmico é um fator relevante para a qualidade microbiológica de uma amostra, além de uma vida de prateleira prolongada (FONTOURA, 2013).

7.0 CONCLUSÃO

A bala com microcápsulas em relação ao parâmetro de cor a^* , não apresentou-se com diferença significativa a ($p \leq 0,05$), em relação a todo o período de armazenamento, mas houve um restrito acréscimo destes valores, e assim manteve-se correlacionado a cor amarela. Na bala controle houve diferença significativa ($p \leq 0,05$), e apresentou-se com valor deste parâmetro inferior a bala com microcápsula. A influência da temperatura utilizado no processamento, podem ter influenciado neste comportamento dos carotenóides.

Apesar da apresentação de um potencial elevado e com perspectivas de mercado, uma possível concentração do teor de maracujá encapsulado, ou adição de maiores quantidades de microcápsulas inseridas nas balas com microcápsulas, seria uma alternativa interessante para potencializar este produto inovador.

Com as análises microbiológicas, as balas demonstraram ser um alimento seguro, e não apresentaram contaminação por microrganismos, devido ao uso de tratamento térmico no processamento das balas.

Com os resultados expostos neste trabalho, pode-se concluir que o produto obtido revela um potencial inovador. As balas de gelatina foram elaboradas com a inserção de corante natural, isento de açúcares e constituído de colágeno hidrolisado, apresentando os aminoácidos estruturais, hidroxiprolina e prolina. Além disso, seria relevante para este novo produto a aplicação de estudos futuros, como avaliar o perfil da textura e avaliar o desempenho dos compostos aromáticos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHÃO, F. R.; ROCHA, L. C. R.; SANTOS, T. A.; CARMO, E. L.; PEREIRA, L. A S; BORGES, S. V., PEREIRA, A. G. F. A., BOTREL, D. A. Microencapsulation of bioactive compounds from espresso spent coffee by spray drying. *LWT*. Volume 103, April 2019, Pages 116-124.

ADEGOKE, G.O. et al. Antioxidants and lipid oxidation in food - a critical appraisal. **Journal of Food Science & Technology**, v.35, n.4, p.283-98, 1998.

ANGELO, P.M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos: uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v.66, n.1, p.1-9, 2007.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 14thed. Arlington: A.O.A.C., 1984.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Arlington: A.O.A.C., 1996.

ARAÚJO, J. M. A., Química de alimentos: teoria e prática. 5. ed. atual. ampl. – Viçosa, MG: Ed. UFV, 2011.

ARAÚJO, J. S. F.; SOUZA, E. L.; OLIVEIRA, J. R.; GOMES, A. C. A.; KOTZEBUE, L. R. V.; AGOSTINI, D. L. S.; OLIVEIRA, D. L. V.; MAZZETTO, S. E.; SILVA, A. L.; CAVALCANTI, M. T. Microencapsulation of sweet orange essential oil (*Citrus aurantium* var. *dulcis*) by liophylization using maltodextrin and maltodextrin/gelatin mixtures: Preparation, characterization, antimicrobial and antioxidant activities. *International Journal of Biological Macromolecules*. Volume 143, 15 January 2020, Pages 991-999, 2020.

ARCHAINA, D.; SOSA, N.; RIVERO, R.; SCHEBOR, C. Freeze-dried candies from blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) and yoghurt. Physicochemical and sensorial characterization. *LWT*. Volume 100, February 2019, Pages 444-449, 2019.

AROUCHA, E. M. M.; GOIS, V. A.; LEITE, R. H. L.; SANTOS, M. C. A.; SOUZA, M. S. Acidez em frutas e hortaliças. **Revista Verde**. v.5, n.2, p.1- 4, 2010.

ARSHADY, R. Microcapsules for food. *Journal of Microencapsulation*, 10, 413-435, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CHOCOLATES, CACAU, AMENDOIM, BALAS E DERIVADOS (ABICAB). Balanço anual de Balas & Gomas reforça otimismo do setor. 2018. Disponível em: < <http://www.abicab.org.br/noticias/balanco-anual-de-balas-gomas-reforca-otimismo-do-setor-18-06-2018/>>. Acesso em: 14 jan. 2019.

AYRES, A. S. F. S. J.; ARAÚJO, L. L. S.; SOARES, T. C.; COSTA, G. M.; REGINATTO, F. H.; RAMOS, F. A.; CASTELLANOS, L.; SCHENKEL, E. P.; SOARES-RACHETTI, V. P.; ZUCOLOTTI, S. M.; GAVIOLI, E. C. Comparative central effects of the aqueous leaf extract of two populations of *Passiflora edulis*. Revista Brasileira de Farmacognosia. Volume 25, Issue 5, September–October 2015, Pages 499-505. <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2015.06.007>

AZEREDO, H. M. C. (Org.). Fundamentos de estabilidade de alimentos, editora técnica. – 2ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2012.

AZEVEDO, R. A., QUEIROZ, M. B., HERNANDES, T. FADINI, A. L., & SILVA, L. B. (2013). Bala de fruta estruturada com colágeno e gelatina. *Anais do Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica*, Campinas, SP, Brasil, 2013.

BABBAR, N.; OBEROI, H. S.; UPPAL, D. S.; PATIL, R. T. Total phenolic content and antioxidant capacity of extracts obtained from six important fruit residues. Food Research International. Volume 44, Issue 1, January 2011, Pages 391-396, 2011.

BAKER, R. Controlled release of biologically active agents. New York: John Wiley & Sons, 1986.

BATES, L.S., WALDREN, R.P. & TEARE, I.D. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant Soil 39, 205–207 (1973). <https://doi.org/10.1007/BF00018060>.

BATISTA, A. G.; OLIVEIRA, B. D'. A.; OLIVEIRA, M. A.; GUEDES, T. J.; SILVA, D. F.; PINTO, N. A. V. D. Parâmetros de qualidade de polpas de frutas congeladas: uma abordagem para produção do agronegócio familiar no Alto Vale do Jequitinhonha. Tecnol. & Ciên. Agropec., João Pessoa, v.7, n.4, p.49-54, dez. 2013.

BATISTA, L. N.; LIMA, E. J.; FERREIRA, R. S.; NETO, J. F.; OLIVEIRA, D. M.; MONTEIRO, A. R. G. Adição de polpa de maracujá na elaboração de balas comestíveis. Revista Principia. Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB | Nº 37. João Pessoa, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.18265/1517-03062015v1n37p27-33>.

BHAGWAT, P. K.; DANDGE, P.B. Collagen and collagenolytic proteases: A review. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. Volume 15, July 2018, Pages 43-55, 2018.

BELWAL, T.; DEVKOTA, H. P.; HASSAN, H. A.; AHLUWALIA, S.; RAMADÃ, M. F.; MOCAN, A.; ATANASOV, A. G. Phytopharmacology of Acerola (*Malpighia* spp.) and its potential as functional food. Trends in Food Science & Technology. Volume 74, April 2018, Pages 99-106, 2018.

BENASSI, M. T.; ANTUNES, A. J. A comparison of meta-phosphoric and oxalic acids as extractant solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. Arquivos de Biologia e Tecnologia, 31, 4, 507-513, 1988.

BILEK, S. E.; BAYRAM, S. K. Fruit juice drink production containing hydrolyzed collagen. Journal of Functional Foods. Volume 14, April 2015, Pages 562-569.

BOBBIO, P. A; BOBBIO, F. O. Química do processamento de alimentos. 2. Ed.- São Paulo: Varela, 1992.

BOMFIM, L. F. C.; COSTA, I. V.G.; BENVENUTI, M.P. Projeto Cadastro da Infraestrutura Hídrica do Nordeste: Estado de Sergipe. Diagnóstico do Município de Lagarto. Aracaju: CPRM, 2002.

BOROSKI, M.; VISENTAINER, J. V.; COTTICA, S. M.; MORAIS, D.R. Antioxidantes: princípios e métodos analíticos. 1.ed. Curitiba, Appris, 2015.

BORRMANN, D.; PIERUCCI, A. P. T. R.; LEITE, S. G. F.; LEÃO, M. H. M. R. Microencapsulation of passion fruit (*Passiflora*) juice with *n*-octenylsuccinate-derivatised starch using spray-drying. **Food and Bioproducts Processing**, n.1, v.91, p.23-27, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Secretaria de Defesa Agropecuária. Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. Instrução Normativa nº 62 de 26 de agosto de 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Decreto nº 6871, de 04 de junho de 2009. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas - Diário Oficial da União Seção 1-5 5/6/2009, Página 20.

BRASIL. Ministério da Saúde. ANVISA. Resolução nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico Sobre os Padrões Microbiológicos para Alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, 02 de janeiro de 2001.

BRASIL. Resolução RDC nº 265, de 22 de setembro de 2005. REGULAMENTO TÉCNICO PARA BALAS, BOMBONS E GOMAS DE MASCAR. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/394219/RDC_265_2005.pdf/6c0a5666-3676-42e7-ba96-bea78afb8ea1. Acesso em 09 dez. 2018.

CASANOVA, F.; MOHAMMADIFAR, M. A.; JAHROMI, M.; PETERSEN, H. O.; EYBYE, K. L.; KOBELGAARD, S.; JAKOBSEN, G.; JESSEN, F. Physico-chemical, structural and techno-functional properties of gelatin from saithe (*Pollachius virens*) skin. International Journal of Biological Macromolecules. Available online 11 April 2020.

CAZARIN, C. B. B.; SILVA, J. K.; COLOMEU, T. C.; BATISTA, A. G.; MELETTI, L. M. M.; PASCHOAL, J. A. R.; BOGUSZ JUNIOR, S.; BRAGA, P. A. C.; REYES REYES, F. G.; AUGUSTO, F.; MEIRELLES, L.R.; ZOLLNER, R. L.; MARÓSTICA JÚNIOR, M. R. Intake of *Passiflora edulis* leaf extract improves antioxidant and anti-inflammatory status in rats with 2,4,6-trinitrobenzenesulphonic acid induced colitis. Journal of Functional Foods. Volume 17, August 2015, Pages 575-586, 2015.

CASTRO, T. M. N.; ZAMBONI, P.V.; DOVADONI, S.; CUNHA NETO, A.; RODRIGUES, L. J. Parâmetros de qualidade de polpas de frutas congeladas. **Rev Inst Adolfo Lutz**. São Paulo, V.74, n.4, p.426-36, 2015.

CAZARIN, C. B. B.; SILVA, J. K.; COLOMEU, T. C.; BATISTA, A. G.; MELETTI, L. M. M.; J. A. R.; BOGUSZ JUNIOR, S.; BRAGA, P. A. C.; REYES, F. G. R.; et al. Intake of *Passiflora edulis* leaf extract improves antioxidant and anti-inflammatory status in rats with 2,4,6-trinitrobenzenesulphonic acid induced colitis. Journal of Functional Foods. Volume 17, August 2015, Pages 575-586. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.05.034>.

ÇAM, M.; İÇYER, N. C.; ERDOĞAN, F. Pomegranate peel phenolics: Microencapsulation, storage stability and potential ingredient for functional food development. LWT - Food Science and Technology. Volume 55, Issue 1, January 2014, Pages 117-123.

CEBI, N.; DOĞAN C. E.; MESE, A. E.; OZDEMİR, D.; ARICI, M.; SAGDIC, O. A rapid ATR-FTIR spectroscopic method for classification of gelatin gummy candies in relation to the gelatin source. Food Chemistry. Volume 277, 30 March 2019, Pages 373-381.

CHAMPAGNE, C. P., & FUSTIER, P. (2007). Microencapsulation for the improved delivery of bioactive compounds into foods. Current Opinion in Biotechnology, 18(2), 184–190.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. *Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio*. Lavras: ESALQ/FAEPE, 785 p, 2005.

CORRÊA, R. C. G.; PERALTA, R. M.; HAMINIUK, C. W. I.; MACIEL, G. M.; BRACHT, A.; FERREIRA, I. C. F. R. The past decade findings related with nutritional composition, bioactive molecules and biotechnological applications of *Passiflora* spp. (passion fruit). Trends in Food Science & Technology. Volume 58, December 2016, Pages 79-95.

COULTATE, T. P. Alimentos: A química de seus componentes. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 368p., 2004.

CZAJKA, A.; KANIA, E. M.; GENOVESE, L.; CORBO, A.; MERONE, G.; LUCI, C.; SIBILLA, S. Daily oral supplementation with collagen peptides combined with vitamins and other bioactive compounds improves skin elasticity and has a beneficial effect on joint and general wellbeing. Nutrition Research. Volume 57, September 2018, Pages 97-108.

DALL'OGGIO HOPPE, Camila; MALLMANN, Paula Regina; OLIVEIRA, Eniz Conceição. DETERMINAÇÃO DE UMIDADE EM BALAS DURAS E BALAS MASTIGÁVEIS. Revista Destaques Acadêmicos, [S.l.], v. 7, n. 4, dez. 2015. ISSN 2176-3070. Disponível em: <<http://www.univates.com.br/revistas/index.php/destaques/article/view/511>>. Acesso em: 22 set. 2020.

DELLA MODESTA, R.C; GONÇALVES, E.B; ROSENTHAL, A; SILVA, A.L.S; FERREIRA, J. C. S. Desenvolvimento do perfil sensorial e avaliação sensorial/instrumental de suco de maracujá. Ciências e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.25, n.2, p. 345-352, abril-junho, 2005.

DENIS, A.; BRAMBATI, N.; DESSAUVAGES, B.; GUEDJ, S.; RIDOUX, C.; MEFFRE, N.; AUTIER, C. Molecular weight determination of hydrolyzed collagens. Food Hydrocolloids. Elsevier. Volume 22, Issue 6, August 2008, Pages 989-994.

DHAMECHA, D.; MOVSAS, R.; SANO, U.; MENON, J. U. Applications of alginate microspheres in therapeutics delivery and cell culture: Past, present and future International Journal of Pharmaceutics. Volume 569, 5 October 2019, 118627, 2019.

DIAS, C. O.; ALMEIDA, J. S. O.; PINTO, S. S.; SANTANA, F. C. O.; VERRUCK, S.; MÜLLER, C. M. O.; PRUDÊNCIO, E. S.; AMBONI, R. D. M. C. Development and physico-chemical characterization of microencapsulated bifidobacteria in passion fruit juice: A functional non-dairy product for probiotic delivery. Food Bioscience. Volume 24, August 2018, Pages 26-36.

DILLE, M. J.; HATTREM, M. N.; DRAGET, K. I. **Bioactively filled gelatin gels; challenges and opportunities.** Food Hydrocolloids. Volume 76, March 2018, Pages 17-29.

DUARTE-ALMEIDA et al. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema β caroteno/ácido linoléico e método de seqüestro de radicais DPPH. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 26, p. 446-452, 2006.

EGERTON, S.; CULLOTY, S.; WHOOLEY, J.; STANTON, C.; PAUL ROSS, R. Characterization of protein hydrolysates from blue whiting (*Micromesistius poutassou*) and their application in beverage fortification. **Food Chemistry**. V.245, p.698-706, April, 2018.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde / Fábio Gelape Faleiro, Nilton Tadeu Vilela Junqueira, editores técnicos. – Brasília, DF: Embrapa, 2016. 341 p.: il.; 16 cm x 22 cm – (Coleção 500 perguntas, 500 respostas). Disponível em: <<http://mais500p500r.sct.embrapa.br/view/publicacao.php?publicacaooid=900000036>>. Acesso em de 28 de jan. de 2019.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Base de dados dos produtos: Maracujá no Brasil. Produção brasileira de maracujá em 2017. Brasília, 2018. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/maracuja>>. Acesso em 24 de jan. de 2019.

EMDAGRO- Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe. Informações Básicas Municipais: Município de Lagarto. Aracaju, 2018.

ENDO, E.; BERTOLDI, M. C.; PINHEIRO, N. M. S.; ARRUDA, A. C.; MINIM, V. P. R. Caracterização do mercado consumidor de “água aromatizada”: hábitos e motivações para o consumo. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 29, 2, 365-370, 2009.

ESPÍRITO-SANTO, A. P.; LAGAZZO, A.; SOUSA, A. L. O. P.; PEREGO, P.; CONVERTI, A.; OLIVEIRA, M. N. Rheology, spontaneous whey separation, microstructure and sensorial characteristics of probiotic yoghurts enriched with passion fruit fiber. *Food Research International*, 50, 1, 224–231, 2013.

FARIA-SILVA, C.; ASCENSO, A.; M.COSTA, A. M.; MARTO, J.; CARVALHEIRO, M.; RIBEIRO, H. M.; SIMÕES, S. Feeding the skin: A new trend in food and cosmetics convergence. *Trends in Food Science & Technology*. Volume 95, Pages 21-32, 2020.

FÁVARO-TRINDADE, C. S. et al. Revisão: encapsulação de ingredientes alimentícios. *Brazilian Journal of Food Technology*, v.11, n. 2, p.103-112, 2008.

FONTES, L. C. B. Uso de solução conservadora e de películas comestíveis em maçãs da cultivar Royal Gala minimamente processadas: efeito na fisiologia e na conservação.

Piracicaba, 2005. 118 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ).

FONTOURA, L. M.; CORREA, A.F.; VICENTE, J.; MELEIRO, C.H.A; FARALOSSO, F.B. Formulação de balas enriquecidas com ferro, cálcio, betacaroteno, licopeno e vitamina C. *Acta Tecnológica*, v.8, n.2, p.36-43, 2013.

FRANCO, B. D. G. M.; COZZOLINO, S. M. F. Segurança e alimento. São Paulo: Blucher, 2010. (Série sustentabilidade; V.2/ José Goldenberg, coordenador).

FRANCO, G. Tabela de composição química dos alimentos. 9ª ed. São Paulo: Editora Atheneu, 307p., 2008.

FREITAS, J. C. O.; PIO VIANA, A.; SANTOS, E. A.; PAIVA, C. L.; SILVA, F. H. L.; SOUZA, M. M. Sour passion fruit breeding: Strategy applied to individual selection in segregating population of *Passiflora* resistant to Cowpea aphid-born mosaic virus (CABMV). *Scientia Horticulturae*, v. 211, p. 241-247, 2016.

FRIESS, W. Collagen – biomaterial for drug delivery. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, v. 45, n. 2, p. 113-136, 1998.

GARCIA, T.; PENTEADO, M.V.C. Qualidade de balas de gelatina fortificadas com vitaminas A, C e E. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 24, n.04, 2005.

GEIGER, H. e MARKLAN, K. R. The C- glycosilflavone pattern of *Passiflora incarnata* L. *Zeitschrift-fur-Naturforschung Section C*, v. 41, p. 949-50, 1986.

GONÇALVES, A.A.; ROHR, M. Desenvolvimento de balas mastigáveis adicionadas de inulina. *Revista Alimentos e Nutrição*, v.20, n.3, p. 471-478, 2009.

GOTTLIE, M. G. V; CARVALHO, D; SCHNEIDER, R. H; CRUZ, I. B. M. Aspectos genéticos do envelhecimento e doenças associadas: uma complexa rede de interações entre genes e ambiente. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*. vol. 10, núm. 3, 2007, pp. 273-283. Universidade do Estado do Rio de Janeiro Rio de Janeiro, Brasil. Disponível em: < <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=403838775002>>. Acesso em 20 dez 2018.

GREGORY III, J. F. Vitaminas. In: DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. Química de alimentos de Fennema. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed, 900p., 2010.

GUILLERMINET, F.; BEAUPIED, H.; FABIEN-SOULÉ, V.; TOMÉ, D.; BENHAMOU, C.L.; ROUX, C.; BLAIS, A. Hydrolyzed collagen improves bone metabolism and biomechanical parameters in ovariectomized mice: An *in vitro* and *in vivo* study. *Bone*. Volume 46, Issue 3, March 2010, Pages 827-834, 2010.

HARATAKE, A.; WATASE, D.; FUJITA, T.; SETOGUCHI, S.; MATSUNAGA, K.; TAKATA, J. Effects of oral administration of collagen peptides on skin collagen content and its underlying mechanism using a newly developed low collagen skin mice model. *Journal of Functional Foods*. Volume 16, June 2015, Pages 174-182, 2015.

HO, C.; RAFI, M. M.; GHAI, G. Substâncias bioativas: nutracêuticas e tóxicas. In: DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. *Química de alimentos de Fennema*. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed, 900p., 2010.

HONG, H.; FAN, H.; CHALAMAIAH, M.; WU, J. Preparation of low-molecular-weight, collagen hydrolysates (peptides): Current progress, challenges, and future perspectives. *Food Chemistry*. Volume 301, 15 December 2019, 125222, 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2018. Banco de dados agregados. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 20 de set. 2020.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4ªed. São Paulo: IAL, 2008.

JARDINI A. F.; MANCINI F. J. Avaliação da atividade antioxidante em diferentes extratos da polpa e sementes da romã (*Punica granatum*, L.). *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, v. 43, 2007

Kim M-A; Dessirier, J-M.; Hout, D. V.; Lee, H-S. Consumer context-specific sensory acceptance tests: Effects of a cognitive warm-up on affective product discrimination. *Food Quality and Preference*. Volume 41, April 2015, Pages 163-171, 2015.

LABUSCHAGNE, P.; Impact of wall material physicochemical characteristics on the stability of encapsulated phytochemicals: A review. *Food Research International*. Volume 107, May 2018, Pages 227-247.

LAVELLI, V.; Sri Harsha, P. S. C. Microencapsulation of grape skin phenolics for pH controlled release of antiglycation agentes. *Food Research International*. Volume 119, May 2019, Pages 822-828, 2019.

LAZZAROTO, E.; CUNHA, M. A. A.; RODRIGUES, M. B.; MENDONÇA, S. N. T. G; Bala de gelatina com fibras: caracterização e avaliação sensorial. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, Ponta Grossa, v. 2, n. 1, p. 22-34, 2008.

LEE S. J, UMANO K, SHIBAMOTO T, LEE K.G. Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. Food Chemistry. 91(1): 131-137, 2005.

LEE, S. M.; LEE, K.T.; LEE, S. H.; CANÇÃO, J.K. Origin of human colour preference for food. Journal of Food Engineering. Volume 119, Issue 3, Pages 508-515, 2013.

LEON, P. G.; CHILLO, S.; CONTE, A.; GERSCHENSON, L. N.; DEL NOBILE, M. A.; ROJAS, A. M. Rheological characterization of deacylated/acylated gellan films carrying L-(p)-ascorbic acid. Food Hydrocolloids, 23, 1660–1669, 2009.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Methods of Enzymology, 148, 350-382, 1987

LIU, R. H. Potential Synergy of Phytochemicals in Cancer Prevention: Mechanism of Action. The Journal of Nutrition, 134, 12, 3479S-3485S, 2004.

LOZANO, M. I. C. Efecto de las condiciones de proceso en la conservación de alimentos encapsulados por el método de gelificación iónica. 127f. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politecnico Nacional, México.

MEDINA, S.; COLLADO-GONZÁLEZ, J.; FERRERES, F.; LONDOÑO-LONDOÑO, J.; JIMÉNEZ-CARTAGENA, C.; GUY, A.; DURAND, T.; GALANO, J-M. GIL-IZQUIERDO, A. Quantification of phytoprostanes – bioactive oxylipins – and phenolic compounds of *Passiflora edulis* Sims shell using UHPLC-QqQ-MS/MS and LC-IT-DAD-MS/MS. Food Chemistry. Volume 229, 15 August 2017, Pages 1-8.

MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal- SP. Volume Especial, E. 083-091, 2011.

MELETTI, L. M. M.; BRÜCKNER, C. H. Melhoramento Genético. In: BRÜCKNER, C. H.; PICANÇO, M. C. Maracujá: Tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, p. 345-385, 2001.

MERCADANTE AZ, BRITTON G, RODRIGUEZ-AMAYA DB 1998. Carotenoids from yellow passion fruit (*Passiflora edulis*). *J Agric Food Chem* 46: 4102-4106.

MINOLTA. Precise color communication: color control from feeling to instrumentation. Brasil: MINOLTA Co. Ltda.,1994. 49p.

MIRANDA, J. S.; COSTA, B. V.; OLIVEIRA, I. V.; LIMA, D. C. N.; MARTINS, E. M. F.; LEITE JÚNIOR, B. R. C.; BENEVENUTO, W. C. A. N.; QUEIROZ, I. C.; SILVA, R. R.; MARTINS, M. L. Probiotic jelly candies enriched with native Atlantic Forest fruits and *Bacillus coagulans* GBI-30 6086 LWT. Volume 126, May 2020.

MIRZAEI, H.; POURJAFAR, H.; HOMAYOUNI, A. Effect of calcium alginate and resistant starch microencapsulation on the survival rate of *Lactobacillus acidophilus* La5 and sensory properties in Iranian white brined cheese. *Food Chemistry*, v. 132, n. 4, p. 1966-1970, 2012.

MIYAB, K. B.; ALIPOOR, E.; VAGHARDOOST, R.; ISFEEDVAJANI, M. S.; YASERI, M.; DJAFARIAN, K.; HOSSEINZADEH-ATTAR, M.J. The effect of a hydrolyzed collagen-based supplement on wound healing in patients with burn: A randomized double-blind pilot clinical trial *Burns*. Volume 46, Issue 1, February 2020, Pages 156-163, 2020.

MONTEIRO-HARA, A.; Jidão, A.S.; MENDES, B.M.J.; TREVISAN, F.; REZENDE, J.A.M.; VIEIRA, M.L.C.; MELETTI, L.M.M.; PIEDADE, S.M.S. Genetic Transformation of Passionflower and Evaluation of R1 and R2 Generations for Resistance to Cowpea aphid borne mosaic virus. *Plant Disease*, St Paul, v. 95, n.8, p. 1021-1025, 2011.

MOO-HUCHIN, V. M.; ESTRADA-MOTA, I.; ESTRADA-LEÓN, R.; CUEVAS-GLORY, L.; ORTIZ-VÁZQUEZ, E.; VARGAS Y VARGAS, M. L.; BETANCUR-ANCONA, D.; SAURI-DUCH, E. Determination of some physicochemical characteristics, bioactive compounds and antioxidant activity of tropical fruits from Yucatan, Mexico. *Food Chemistry*. Volume 152, Pages 508-515, 2014.

MORAIS, A. B. L. Bioativação de água mineral com adição de microcápsulas de maracujá amarelo (*Passiflora edulis*) obtidas pelo processo de gelificação iônica. 2015. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, 2015.

MORAIS A. B. L., XAVIER A. C. R., SILVA G. F., SILVA M. A. A. P., PAGANI A. A. C. Bioactivation of Carbonated Mineral Water with Passion Fruit Microcapsules. **International Journal of Nutrition and Food Sciences**. v.4, n.3, p. 310-319, 2015.

MOSCATTO, J. A.; PRUDÊNCIO-FERREIRA, S. H.; HAULY, M. C. O. Farinha de yacon e inulina como ingredientes na formulação de bolo de chocolate. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 634-640, 2004.

MOURA, S. C. S. R., BERLING, C. L.; GARCIA, A. O.; QUEIROZ, M. B.; ALVIM, I. D.; HUBINGER, M. D. Release of anthocyanins from the hibiscus extract encapsulated by ionic gelation and application of microparticles in jelly candy. *Food Research International*. Volume 121, July 2019, Pages 542-552, 2019.

MUKAI-CORREA, R.; PRATA, A. S.; ALVIM, I. D.; GROSSO, C. Caracterização de microcápsulas contendo caseína e gordura vegetal hidrogenada obtidas por gelificação iônica. *Brazilian Journal of Food Technology*, 8, 1, 73-80, 2005.

MUTLU, C.; TONTUL, S. A.; ERBAS, M. Production of a minimally processed jelly candy for children using honey instead of sugar. *LWT*, v. 93, Pages 499-505, 2018.

NG, A. W. R.; GUPTA, N.; NARAYANAN, K. A polyol-stevia blended sugar replacer exhibits low glycemic response among human subjects. *Clinical Nutrition ESPEN*. Volume 33, October 2019, Pages 39-41, 2019.

NICOLAI, T. Gelation of food protein-protein mixtures. *Advances in Colloid and Interface Science*. Volume 270, Pages 147-164, 2019.

OLIVEIRA, F. M. N.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. ANÁLISE COMPARATIVA DE POLPAS DE PITANGA INTEGRAL, FORMULADA E EM PÓ. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.8, n.1, p.25-33, 2006 ISSN 1517-8595.

OLIVEIRA, D. A.; ANGONESE, M.; GOMES, C.; FERREIRA, S. R. S. Valorization of passion fruit by-products (*Passiflora edulis* sp.): Sustainable recovery and biological activities. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 111, p. 55 – 62, 2016.

OECHSLE, A. M.; AKGÜN, D.; KRAUSE, F.; MAIER, C.; GIBIS, M.; KOHLUS, R.; WEISS, J.; Microstructure and physical–chemical properties of chicken collagen. *Food Structure*. Volume 7, January 2016, Pages 29-37, 2016.

PASIN, B. L.; AZÓN, C. G.; GARRIGA, A. M. Microencapsulación com alginato en alimentos - técnicas y aplicaciones. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 3, 1, 130-151, 2012.

PAZ, M.; GÚLLON, P.; BARROSO, M.F.; CARVALHO, A.P.; DOMINGUES, V.F.; GOMES, A.M.; BECKER, H.; LONGHINOTTI, E.; DELERUE-MATOS, C. Brazilian fruit pulps as functional foods and additives: Evaluation of bioactive compounds. *Food Chemistry*. 2015; 172:462-468.

PELUZIO, M. C. G., ROSA, D.D., OLIVEIRA, V. P. Vitaminas antioxidantes. In: COSTA, N. M. B.; ROSA, C. O. B. Alimentos funcionais- componentes bioativos e efeitos fisiológicos. Rio de Janeiro: Editora Rubio, 2010.

PEREIRA, C. A. M. e VILEGAS, J. H. Y. Constituintes químicos e farmacologia do gênero *Passiflora alata* Dryander, *P. edulis* Sims e *P. incarnata* L. **Rev. Bras. Plan. Med.**, Botucatu, v. 3, n. 1, 2000.

PÉREZ-RAMÍREZ, I. F.; CASTAÑO-TOSTADO, E.; RAMÍREZ-DE LEÓN, J. A.; ROCHA-GUZMÁN, N. E.; REYNOSO-CAMACHO, R. Effect of stevia and citric acid on the stability of phenolic compounds and *in vitro* antioxidant and antidiabetic capacity of a roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) beverage. *Food Chemistry*. Volume 172, 1 April 2015, Pages 885-892, 2015.

PERTUZATTI, P. B.; SGANZERLA, M.; JACQUES, A. C.; BARCIA, M. T.; ZAMBIAZI, R.C. Carotenoids, tocopherols and ascorbic acid content in yellow passion fruit (*Passiflora edulis*) grown under different cultivation systems. *LWT. Food Science and Technology*. Volume 64, Issue 1, November 2015, Pages 259-263, 2015.

PETITO, N.L.; DIAS, D. S.; COSTA, V. G.; FALCÃO, D. Q.; ARAUJO, K. G. L. Increasing solubility of red bell pepper carotenoids by complexation with 2-hydroxypropyl- β -cyclodextrin. *Food Chemistry*. Volume 208, 1 October 2016, Pages 124-131, 2016.

PIZZONI, D.; COMPAGNONE, D.; Di NATALE, C.; D' ALESSANDRO, N.; PITTIA, P. Evaluation of aroma release of gummy candies added with strawberry flavours by gas-chromatography/mass-spectrometry and gas sensors arrays. *Journal of Food Engineering*. Volume 167, Part A, December 2015, Pages 77-86, 2015.

RAIMUNDO, K.; MAGRI, R. S.; SIMIONATO, E. M. R. S.; SAMPAIO, A. C. Avaliação física e química da polpa de maracujá congelada comercializada na região de Bauru. *Rev. Bras. Frutic.* vol.31 no.2 Jaboticabal. June 2009.

RAY, S.; RAYCHAUDHURI, U.; CHAKRABORTY, R. An overview of encapsulation of active compounds used in food products by drying technology. *Food Bioscience*. Volume 13, 1 March 2016, Pages 76-83, 2016.

RENUKA, V.; RAVISHANKAR, C. N. R.; ZYNUDHEEN, A. A.; BINDU, J.; JOSEPH, T. C. Characterization of gelatin obtained from unicorn leatherjacket (*Aluterus monoceros*) and reef cod (*Epinephelus diacanthus*) skins. LWT. Volume 116, December 2019.

REIS, D. J.; ILARDI, S. S.; NAMEKATA, M. S.; WING, E. K.; FOWLER, C. H. The depressogenic potential of added dietary sugars. *Medical Hypotheses*. Volume 134, January 2020, 109421, 2020.

REZVANI, M.; HESARI, J.; PEIGHAMBARDoust, S. H.; MANCONI, M.; HAMISHEHKAR, H.; ESCRIBANO-FERRER, E. Potential application of nanovesicles (niosomes and liposomes) for fortification of functional beverages with Isoleucine-Proline-Proline: A comparative study with central composite design approach. *Food Chemistry*. Volume 293, 30 September 2019, Pages 368-377.

RIBEIRO, E.P.; SERAVALLI, E. A. G. *Química de Alimentos*. 2^a Ed. Editora Blucher. 2007.

ROTILI, M. C. C.; COUTRO, S.; CELANT, V. M.; VORPAGEL, J. A.; BARP, F. K.; SALIBE, A. B.; BRAGA, G. C. Composição, atividade antioxidante e qualidade do maracujá-amarelo durante armazenamento. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n.1, p.227-240, 2013.

ROTTA, E. M.; RODRIGUES, C. A.; JARDIM, I. C. S. F.; MALDANER, L.; VISENTAINER, J. V. *Determination of phenolic compounds and antioxidant activity in passion fruit pulp (Passiflora spp.) using a modified QuEChERS method and UHPLC-MS/MS*. *LWT*. Volume 100, February 2019, Pages 397-403, 2019.

ROTTA, E. M.; GIROUX, H. J.; LAMOTHE, S.; BÉLANGER, D.; SABIK, H.; VISENTAINER, J. V.; BRITTEN, M. Use of passion fruit seed extract (*Passiflora edulis* Sims) to prevent lipid oxidation in dairy beverages during storage and simulated digestion. *LWT*. Volume 123, April 2020.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*. Volume 121, Issue 4, 15 August 2010, Pages 996-1002, 2010.

SANCHEZ, B. A. O.; CELESTINO, S. M. C.; GLORIA, M. B. A.; CELESTINO, I. C.; LOZADA, M. I. O.; ARAÚJO JÚNIOR, S. D.; ALENCAR, E. R.; OLIVEIRA, L. L. Pasteurization of passion fruit *Passiflora setacea* pulp to optimize bioactive compounds retention. Food Chemistry: X. Volume 6, 30 June 2020.

SANTOS, R. S. B. Estudo dos fatores que influenciam os atributos de esferas de alginato. 2012. 126f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade de Aveiro, Portugal.

SCHWARTZ, S. J.; VON ELBE, J. H.; GIUSTI, M. CORANTES. In: DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. Química de alimentos de Fennema. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed, 900p., 2010.

SHAHIDI, F., "Natural Antioxidants: An Overview," In: Shahidi Ed., Natural Antioxidants: Chemistry, Health Effects and Applications, AOCS Press, Champaign, 1997, pp. 1-11.

SHAHIDI, F., NACZK, M. Food phenolics: sources, chemistry, effects and applications. Lancaster: **Technomic**; 1995.

SHANMUGAM, S.; SANDES, R. D. D.; RAJAN, M.; NETA, M. T. S. L.; LIMA, B. S.; JESUS, M. J. M.; DENADAI, M.; NARAIN, N.; THANGARAJ, P.; SERAFIN, M. R.; QUINTANS-JÚNIOR, L.J.; ARAÚJO, A. A. S. Volatile profiling and UHPLC-QqQ-MS/MS polyphenol analysis of *Passiflora leschenaultii* DC. fruits and its anti-radical and anti-diabetic properties. Food Research International. Volume 133, July 2020, 109202.

SHIGEMURA, Y.; KUBOMURA, D.; SATO, Y.; SATO, K. Dose-dependent changes in the levels of free and peptide forms of hydroxyproline in human plasma after collagen hydrolysate ingestion. Food Chemistry. Volume 159, 15 September 2014, Pages 328-332, 2014.

SIBILLA, S.; GODFREY, M.; BREWER, S.; BUDH-RAJA, A.; GENOVESE, L. An Overview of the Beneficial Effects of Hydrolysed Collagen as a Nutraceutical on Skin Properties: Scientific Background and Clinical Studies. The Open Nutraceuticals Journal, 2015, 8, 29-42. Disponível em: < <https://benthamopen.com/contents/pdf/TONUTRAJ/TONUTRAJ-8-29.pdf>>. Acesso em 14 Jan. 2019.

SILVA, T. F.; PENNA, A. L. B. Colágeno: Características químicas e propriedades funcionais. Revista Instituto Adolfo Lutz. São Paulo, v. 71, n.3, p 530-9, 2012.

SINGH, B.; SINGH, J.P.; KAUR, A.; SINGH, N. Phenolic composition and antioxidant potential of grain legume seeds: A review. Food Research International. v.101, p.1-16, nov., 2017.

SMITH, W.; MITCHELL, P.; ROCHESTER, C. Serum beta carotene, alpha tocopherol, and age-related maculopathy: the blue mountains eye study. American Journal of Ophthalmology, 6, 838-40, 1997.

SOARES, F. M.; Processamento de gelatina de maracujá-amarelo (*passiflora edulis*) enriquecida com microcápsulas de gengibre (*zingiber officinali*) obtidas pelo processo de gelificação iônica. 2019. 97f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2019.

SULERIA, H.A.R; GOBE, G.; MASCI, P.; OSBORNE, S. A. Marine bioactive compounds and health promoting perspectives; innovation pathways for drug Discovery. Trends in Food Science & Technology. Volume 50, April 2016, Pages 44-55.

TACO. Tabela brasileira de composição de alimentos / NEPA – UNICAMP. - 4. ed. rev. e ampl. -- Campinas: NEPA- UNICAMP, 2011. 161 p.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E.; BARBETA, P. A. Análise sensorial dos alimentos. Florianópolis: UFSC, 1987.182 p., 1987.

TEIXEIRA, J.; PETRARCA, M. H.; TADIOTTI, A. C.; SYLOS, C. M. Degradação do ácido ascórbico em goiabada industrializada submetida a diferentes condições de estocagem. Alimentos e Nutrição, 17, 3, 281-286, 2006.

TOMÉ, D.; CHAUMONTET, C.; EVEN, P. C.; DARCEL, N.; AZZOUT-MARNICHE, D. Protein status modulates the rewarding value of foods and meals to maintain an adequate protein intake. Physiology & Behavior. Volume 206, 1 July 2019, Pages 7-12, 2019.

UENOJO, M.; MARÓSTICA JR, M. R.; PASTORE, G. M. Carotenóides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. Química Nova, 30, 3, 616-622, 2007.

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

VIGANÓ, J.; BRUMER, I. Z.; BRAGA, P. A. C.; SILVA, J. K.; MARÓSTICA JÚNIOR, M. R.; REYES REYES, F. G.; MARTÍNEZ, J. Pressurized liquids extraction as an alternative process to readily obtain bioactive compounds from passion fruit rinds. Food and Bioproducts Processing. Volume 100, Part A, October 2016, Pages 382-390, 2016.

WALRAND, S.; CHIOTELLI, E.; NOIRT, F.; MWEWA, S.; LASSEL, T. Consumption of a functional fermented milk containing collagen hydrolysate improves the concentration of collagen-specific amino acids in plasma. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 2008; 56(17):7790-5.

XAVIER, A. C. R.; MORAIS, A.B.L.; SILVA, D.P.; SILVA, G.F.; PAGANI, A.A.C. Pérolas de polpa de maracujá obtidas por gelificação iônica. Proceeding of ISTI/SIMTEC. v. 3, n.1, p.239-246, 2016.

XAVIER, A. C. R. **Tecnologias inovadoras na obtenção de bebidas lácteas probióticas.** Tese (Doutorado em Biotecnologia), Universidade Federal de Sergipe, 136p. 2019.

YIXIAO, S.; ZHANG, X.; PRINYAWIWATKUL, W.; XU, Z. Simultaneous determination of red and yellow artificial food colourants and carotenoid pigments in food products. Food Chemistry. Volume 157, 15 August 2014, Pages 553-558, 2014.

ZERAIK, M.L.; YARIWAKE, J. H. Quantification of isoorientin and total flavonoids in *Passiflora edulis* fruit pulp by HPLC-UV/DAD. Microchemical Journal. Volume 96, Issue 1, September 2010, Pages 86-91.

ZIBADI S, WATSON RR 2004. Passion fruit (*Passiflora edulis*): composition, efficacy and safety (Review). Evid Based Integrative Med 3: 183-187.