



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

FABIANA MELO SOARES

**PROCESSAMENTO DE GELATINA DE MARACUJÁ-
AMARELO (*PASSIFLORA EDULIS*) ENRIQUECIDA COM
MICROCÁPSULAS DE GENGIBRE (*ZINGIBER
OFFICINALI*) OBTIDAS PELO PROCESSO DE
GELIFICAÇÃO IÔNICA**

SÃO CRISTÓVÃO-SE

2019



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

FABIANA MELO SOARES

**PROCESSAMENTO DE GELATINA DE MARACUJÁ-
AMARELO (*PASSIFLORA EDULIS*) ENRIQUECIDA COM
MICROCÁPSULAS DE GENGIBRE (*ZINGIBER
OFFICINALI*) OBTIDAS PELO PROCESSO DE
GELIFICAÇÃO IÔNICA**

Dissertação apresentado ao
Programa de Pós-Graduação em
Ciência e Tecnologia de Alimentos
da Universidade Federal de Sergipe,
para Exame de Qualificação do
Mestrado.

Orientador: Profa. Dra. Alessandra
Almeida Castro Pagani.

São Cristóvão/SE
2019

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

S676p

Soares. Fabiana Melo

Processamento de gelatina de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*) enriquecida com microcápsulas de gengibre (*Zingiber officinali*) obtidas pelo processo de gelificação iônica / Fabiana Melo Soares ; orientadora Alessandra Almeida Castro Pagani. – São Cristóvão, SE, 2019.

96 f.

Dissertação (mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Sergipe, 2019.

1. Culinária (Gelatina). 2. Maracujá. 3. Gengibre. 4. Gelificação iônica. 5. Compostos bioativos. I. Pagani, Alessandra Almeida Castro, orient. II. Título.

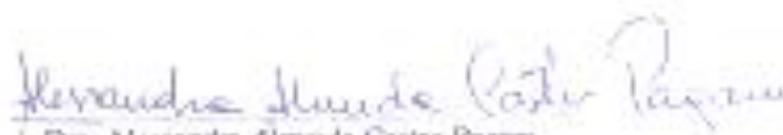
CDU: 664.38

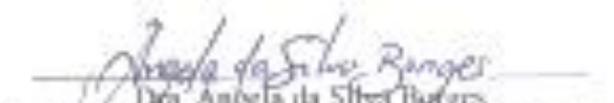
FABIANA MELO SOARES

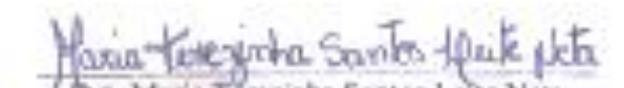
PROCESSAMENTO DE GELATINA DE MARACUJÁ-AMARELO
(*PASSIFLORA EDULIS*) ENRIQUECIDA COM MICROCAPSULAS
DE GENGIBRE (*ZINGIBER OFFICINALIS*) OBTIDAS PELO
PROCESSO DE GELIFICAÇÃO IÔNICA

Dissertação de mestrado aprovada no Programa de Pós-Graduação em Ciência e
Tecnologia de Alimentos em 28 de fevereiro de 2019

BANCA EXAMINADORA


Dra. Alessandra Almeida Castro Pagani
Orientadora PROCTA-UFS


Dra. Angela da Silva Borges
1º. Examinador/Universidade Federal de Sergipe


Dra. Maria Terezinha Santos Leite Neta
2º. Examinador/ Universidade Federal de Sergipe

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por tornar esse momento possível, ajudando-me a superar momentos difíceis e colocando pessoas certas em meu caminho. Seja feita vossa vontade.

A minha mãe Tânia Cristina, um exemplo de mulher guerreira e determinada, sempre me apoiando em minhas escolhas. Ao meu Pai João Ângelo (*in memoriam*) por sempre me incentivar e apoiar. Amo vocês.

Aos meus irmãos Fábio e Tayane por todo apoio, torcida, carinho e disposição em me ajudar.

A minha orientadora, Prof^a. Dra^a. Alessandra Almeida Castro Pagani, pelo acolhimento, orientação, ensinamentos e disponibilidade. Minha eterna gratidão.

À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos e aos professores, pelos conhecimentos divididos.

Aos Laboratórios de Análise de Alimentos, Embalagens de Alimentos e de Flavor do Departamento de Engenharia de Alimentos, Bromatologia e Técnica e Dietética do Departamento de Nutrição pelo suporte na execução deste trabalho.

As minhas chefas Prof^a. Dra^a Bárbara Melo Nascimento e Prof^a. Dra^a Viviane Rocha, meu muito obrigada a toda compreensão, atenção e apoio no decorrer do mestrado.

A Anne Xavier pela disponibilidade e concessão das polpas de maracujá.

A Hanna pela gentileza, disponibilidade e auxílio na execução das análises de atividade de água e Textura.

A Jucenir pela atenção e auxílio na execução das análises microbiológicas.

As técnicas, Patrícia, Aline, Grazi, Celeste, Lilian sempre disponíveis durante a caminhada.

A Patrícia Nogueira pela disponibilidade em contribuir sempre, nas análises, tratamento estatístico, momentos descontraídos, muito obrigada por todos os ensinamentos.

A Josi por compartilhar comigo toda a trajetória, desde a inscrição no mestrado, matrícula, aulas, trabalhos, provas, análises, foram muitos momentos alegres, dúvidas,

difíceis mas sempre com bastante aprendizado. Obrigada pela amizade e por sempre está presente.

Ao grupo Moss do mestrado (Josi, Luan, Ramon, Alan e Elizabete), muito importantes termos uns aos outros durante essa trajetória, quantos momentos incríveis compartilhados.

Ao Daniel, Anne Karoline e Alan pelo acompanhamento das análises antioxidantes e facilitar a condução de parte deste trabalho.

As colegas de trabalho Roseane, Fabrine e Érica, pelo apoio e incentivo.

À FAPITEC, pela concessão da bolsa de Mestrado.

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

Aos membros da banca examinadora pelas correções e sugestões apresentadas.

A todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para realização deste trabalho.

Os meus mais sinceros agradecimentos.

Muito obrigada!

“Comece fazendo o necessário, depois faça o que for possível, e finalmente estará fazendo o impossível. ”

(Francisco de Assis)

SOARES, F.M. **Processamento de gelatina de maracujá-amarelo (*passiflora edulis*) enriquecida com microcápsulas de gengibre obtidas pelo processo de gelificação iônica.** [Dissertação]. São Cristóvão: Programa de Pós Graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Sergipe, 2019.

RESUMO

Nos dias atuais, os consumidores são mais questionadores em relação a alimentação, exigindo melhor textura, gosto, produtos de qualidade e funcionalidade. Diante disso a indústria alimentícia vem atuando nas propriedades físico-químicas e funcionais dos alimentos. A gelatina é um alimento rico nutricionalmente, fonte proteica, com baixo teor calórico e de gorduras, podendo ser utilizada na criação de novos produtos funcionais. Estudos reportam que o maracujá (*Passiflora edulis*) possui compostos bioativos com efeitos benéficos a saúde, bem como o gengibre (*Zingiber officinali*), o qual destaca-se pelas propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias do 6-gingerol e 6-shagaol. Desta forma, a incorporação de compostos bioativos em alimentos e bebidas vem atraindo consumidores, ganhando espaço e desperta o interesse da indústria para atender as novas demandas. No entanto, boa parte dos compostos bioativos são instáveis, nem sempre biodisponíveis ou possuem sabor indesejável limitando sua aplicação em alimentos. A gelificação iônica é uma técnica de microencapsulação eficiente em inserir compostos em alimentos com a finalidade de criar uma barreira protetora e reduzir perdas nutricionais. Neste contexto, a incorporação de compostos bioativos em alimentos vem crescendo, atraído pela demanda de novos consumidores por produtos funcionais capazes de agregar saúde e prevenir doenças. Assim, o objetivo desse estudo foi desenvolver uma gelatina de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*) bioativa com microcápsulas de gengibre (*Zingiber officinali*), analisar suas propriedades físicas, químicas, antioxidantes, microbiológicas e sensoriais. Foram realizadas análises físicas, análises físico-químicas e nutricionais de teor de umidade, cinzas ou minerais, pH, acidez, sólidos solúveis (°Brix), ácido ascórbico, carotenoides totais, fenóis totais, capacidade antioxidante (FRAP, DPPH, ABTS), cor, análise microbiológica, microscópica e análise sensorial. As análises foram realizadas em triplicata, sendo os resultados expressos como média \pm desvio padrão. Diferenças foram consideradas significativas quando $p < 0,05$, utilizando o teste *t de Student* por meio do *software Sisvar*. Quanto aos parâmetros nutricionais e físico-químicos variaram de vitamina C (11,35-5,7 mg/100g), proteína (2,83- 3,45g), pH (3,29- 3,39), acidez (1,15-1,27 g de ácido cítrico/100g). Com relação aos compostos bioativos, foram encontrados teores de compostos fenólicos (24,41- 32,94 μ g EAG/g), carotenoides (157-392,23 mg/g), gingeróis (μ g/mL de Extrato de Gengibre) e capacidade antioxidante DPPH (1,87- 2,15 mmolET/g), ABTS (7,26- 8,00 mmol ET/g), FRAP (9,43- 10,24 mmolET/g). Para as análises microbiológicas não foram encontradas a presença de coliformes a 45°C, estafilococos coagulase positiva, salmonela, bolores e levedura. Com relação aos parâmetros sensoriais os atributos mais apreciados foram aroma, cor, aparência e textura. Desta forma, foi possível obter de um produto com qualidade nutricional, sensorial e microbiológica, isento da adição de corantes, açúcares e oferta de proteína de boa qualidade.

Palavras-Chaves: Gelatina, compostos bioativos, gelificação iônica, *Passiflora edulis*, *Zingiber officinali*.

SOARES, F.M. **Processing of passion fruit gelatin (*Passiflora edulis*) enriched with ginger microcapsules obtained by the ionic gelation process.** [Dissertation]. São Cristóvão: Graduate Program in Food Sciences and Technology, Federal University of Sergipe, 2019.

ABSTRACT

Nowadays, consumers are more questioning about food, requiring better texture, taste, quality products and functionality. Therefore, the food industry has been working on the physical-chemical and food properties of food. Gelatine is a nutritionally rich, protein source, with low calorie content and fats, and can be used in the generation of new products. Studies have reported that passion fruit (*Passiflora edulis*) has bioactive compounds beneficial to health, as well as ginger, with antioxidant and anti-inflammatory properties of 6-gingerol and 6-shagaol. In this way, an incorporation of bioactive compounds into foods and beverages has attracted consumers, resulting in a great interest and interest to meet the new demands. However, most of the bioactive compounds are unstable, not always bioavailable or have undesirable taste limiting their application in food. Ionic gelling is an efficient microencapsulation technique for inserting compounds into foods for the purpose of creating a protective barrier and most nutritional foods. This context is the incorporation of bioactive compounds in foods has been growing, are sought in the demand of new consumers for products. Thus, the study was developed based on the passion fruit yellow gelatin (*Passiflora edulis*) with microcapsules of ginger (*Zingiber officinali*), in its physical, chemical, antioxidant, microbiological and sensorial properties. PH, acidity, soluble solids (° Brix), ascorbic acid, total carotenoids, total phenols, antioxidant capacity (FRAP, DPPH, ABTS), color, microbiological, microscopic analysis and analysis sensory. The translations were defended in triplicate, with the results expressed as mean \pm standard deviation. Differences were isolated when $p < 0.05$, using the Student software through the Sisvar software. As for the intake of vitamin C (11.35-5.7 mg / 100g), protein (2.83-3.45g), pH (3.29-3.39), acidity (115-1.27g citric acid / 100 g). Phenolic preparation tips (24.41-32.94 μ g EAG / g), carotenoids (157-392,23 mg / g), gingerose (μ g / mL Ginger Extract) and capacity antioxidant. DPPH (1.87-2.15 mmolET / g), ABTS (7.26-8.00 mmol ET / g), FRAP (9.43-10.24 mmolET / g). Microbiological tests were not found in the presence of coliforms at 45°C, coagulase positive staphylococci, salmonella, molds and yeasts. Regarding the sensory parameters, the most appreciated attributes were aroma, color, appearance and texture. In this way, a product with nutritional, sensorial and microbiological quality, consumption of dyes, sugars and proteins of good quality was obtained.

Key Words: Gelatin, bioactive compounds, ionic gelation, *Passiflora edulis*, *Zingiber officinali*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Maracujá- azedo (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i>).	18
Figura 2- Gengibre, rizoma de gengibre e seus principais componentes ativos: 6-gingerol, 6-shogaol e 6-paradol	22
Figura 3 - Ácido ascórbico.	25
Figura 4- Estrutura dos carotenóides	27
Figura 5- Estrutura dos polifenóis	28
Figura 6- Estrutura dos polifenóis	28
Figura 7- Tipos de microcápsulas	30
Figura 8- Estrutura química do alginato de sódio.....	32
Figura 9 - Recipiente de vidro com tampa metálica para o armazenamento da gelatina	41
Figura 10- Etapas de processamento da gelatina de maracujá com microcápsulas de gengibre	42
Figura 11- Fluxograma das etapas do processo de obtenção da gelatina bioativa.....	42
Figura 12 - Paquímetro digital para medição da microcápsula.....	43
Figura 13- Amostras de gelatina de maracujá com diferentes concentrações de microcápsulas de maracujá utilizadas na análise sensorial.....	50
Figura 14- Microscopia das microcápsulas de gengibre armazenadas a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ em embalagens de vidro nos tempos: 0 dias (A e B), 7 dias (C e D). Microcápsula inteira (A e C) e Microcápsula com corte (B e D). Aproximação de 100X.	52
Figura 15- Parâmetro de dureza das gelatinas com e sem microcápsulas de gengibre em relação ao tempo de armazenamento.....	55
Figura 16- Parâmetro de resiliência das gelatinas com e sem microcápsulas de gengibre em relação ao tempo de armazenamento.	55
Figura 17- Amostra de gelatina de maracujá com 5g (A) e 10g (B) de microcápsulas	71
Figura 18- Gráfico dos parâmetros analisados no teste sensorial das gelatinas de maracujá com 5 e 10g de microcápsulas de gengibre armazenadas a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$	73
Figura 19- Índice de Aceitabilidade das gelatinas de maracujá com 5 e 10 g de.....	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Produção Brasileira de maracujá em 2016.	18
Tabela 2- Composição química da polpa de maracujá-azedo (<i>Passiflora edulis</i>) congelada e in natura.	19
Tabela 3- Composição química de gelatina em pó.	37
Tabela 4- Formulação das gelatinas de maracujá com e sem microcápsulas de gengibre.	40
Tabela 5- Parâmetros de textura de gelatinas de maracujá com e sem microcápsulas de gengibre, armazenadas a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ em embalagens de vidro.	54
Tabela 6- Caracterização físico-química e nutricional das polpas de maracujá, suco de maracujá e microcápsulas de gengibre.....	57
Tabela 7- Análises físico-químicas e nutricionais das gelatinas de maracujá com e sem microcápsulas de gengibre, armazenadas a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ em embalagens de vidro.....	62
Tabela 8- Parâmetros de cor da gelatina de maracujá com e sem microcápsulas de gengibre, armazenadas a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ em embalagens de vidro.	65
Tabela 9- Compostos bioativos na polpa e suco de maracujá, microcápsulas de gengibre e gelatinas de maracujá com e sem microcápsulas.....	67
Tabela 10- Capacidade antioxidante da polpa e suco de maracujá, microcápsula de gengibre e gelatinas com e sem microcápsulas de gengibre.....	69
Tabela 11- Resultados dos parâmetros analisados no teste sensorial das gelatinas de maracujá com 5 e 10g de microcápsulas de gengibre armazenadas a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$	71

LISTA DE ABREVIATURAS

ABTS- Ácido 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolino-6-sulfônico) (2,2'-azino-bis-3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid)

Aw – Atividade de água (water activity)

DCNT'S- Doenças Crônicas não Transmissíveis

DIC- Delineamento inteiramente casualizado

DPPH- 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)

FRAP- Capacidade de redução férrica de Plasma (Ferric-Reducing Ability of Plasma)

G- Gelatina de maracujá

G5- Gelatina de maracujá com 5g de microcápsulas de gengibre

G10- Gelatina de maracujá com 10g de microcápsulas de gengibre

IDA- Ingestão Diária Aceitável

MAPA- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

TACO- Tabela de Composição de Alimentos

TPTZ- 2,4,6-tripiridil-s-triazina (2,4,6-Tris(2-pyridyl)-s-triazine)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 Consumo de frutas	16
2.2 Maracujá	17
2.3 Gengibre	20
2.4 Compostos bioativos	23
2.4.1 Vitamina C (Ácido Ascórbico)	24
2.4.2 Carotenoides	26
2.4.3 Compostos fenólicos	28
2.5 Gelificação Iônica	30
2.6 Alginato de sódio	31
2.8 Gelatinas	35
3 OBJETIVOS	39
3.1 Objetivo Geral	39
3.2 Objetivo Específico	39
4 MATERIAL E MÉTODOS	40
4.1 Materiais	40
4.2.1 Obtenção da Gelatina	40
4.2.2 Recipiente de Armazenamento da Gelatina	41
4.2.3 Gelificação iônica	41
4.2.4 Processamento das amostras	42
4.3 Análises físicas	43
4.3.1 Rendimento	43
4.3.2 Análise do tamanho das microcápsulas	43
4.3.3 Quantidade de princípio ativo encapsulado (QPA)	43
4.3.4 Cor	44
4.3.5 Análise Microscópica	44
4.3.7 Perfil de Textura	44
4.4 Análises físico-químicas e nutricionais	44
4.4.1 Teor de umidade	45
4.4.2 Atividade de Água	45
4.4.3 Cinzas ou minerais	45
4.4.3 Proteína	45
4.4.4 pH	45
4.4.5 Acidez	46

4.4.6 Sólidos solúveis (°Brix).....	46
4.4.7 Ácido ascórbico.....	46
4.4.8 Carotenoides totais.....	46
4.4.9 Determinações de Gingerol na gelatina de maracujá-amarelo com microcápsulas de gengibre (<i>Zingiber officinali</i>).....	46
4.4.11 Capacidade antioxidante.....	48
4.4.11.1 Capacidade de redução do Ferro (<i>FRAP</i>).....	48
4.5 Análise Microbiológica.....	49
4.6 Análise Sensorial.....	49
4.7 Análise Estatística.....	50
4.7.1 Caracterização da polpa e suco de maracujá e microcápsulas de gengibre.....	50
4.7.2 Armazenamento das gelatinas de maracujá (com e sem microcápsulas de gengibre).....	50
4.7.3 Análise sensorial das gelatinas com 5 e 10 g de microcápsulas de gengibre.....	51
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	52
5.1.1 Textura.....	53
5.4 Cor das gelatinas processadas durante o armazenamento.....	64
5.5 Compostos bioativos e antioxidantes.....	65
5.5.1 Compostos bioativos.....	65
5.5.2 Antioxidantes.....	68
5.6 Análise microbiológica.....	70
5.7 Sensorial.....	70
6. CONCLUSÃO.....	75
REFERÊNCIAS.....	76
APÊNDICE A- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	94
ANEXO A- FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL.....	96

1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, os consumidores são mais conscientes e questionadores em relação a alimentação, exigindo melhor textura, sabor, qualidade e funcionalidade dos alimentos (LI; NIE, 2016; PAZ et al., 2015; SINGTHONG et al., 2014; ZHIMING et al., 2017). A busca crescente por alimentos saudáveis, funcionais e rico nutricionalmente, tais como frutas, leguminosas, cereais integrais e oleaginosas, bastante consumidos na mediterrânea, traz benefícios à saúde e longevidade (DANIELE et al., 2017; LI; NIE, 2016; MARTÍNEZ-GONZÁLEZ et al, 2015; PAZ et al., 2015; SINGTHONG et al., 2014).

O estudo de compostos bioativos em frutas agrega valor comercial e industrial, as tornam mais atrativas, alcançando mercados específicos. O desenvolvimento de novos alimentos funcionais enriquecidos com compostos bioativos são usados na redução de risco de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT's) (DANIELE et al., 2017). Assim, a incorporação de compostos bioativos em alimentos e bebidas atrai consumidores, ganhando espaço e desperta o interesse da indústria para atender as novas demandas (HOLKEN; CODEVILHA; RAGAGNIN, 2015; VENTURA et al., 2013).

Dentre os alimentos nutritivos e funcionais está a gelatina, um alimento proteico, rico em aminoácidos, hipocalórico, com propriedades que permitem a utilização no preparo de alimentos dietéticos, e funcionais em receitas doces ou salgadas, bastante crescente em grupos específicos com restrições alimentares, atletas, portadores de algumas patologias, entre outros (EGERTON et al., 2018; GALAZ, 2013). É bem aceita pelos consumidores, e pode ser armazenada sob refrigeração, o que favorece a bioativação de nutrientes que não fazem parte de sua composição (MANI-LÓPEZ et al., 2017).

Diversos alimentos possuem atividade antioxidante, os quais são promissores como alimentos funcionais ou incorporados em outros alimentos, agregando valor nutricional (PAZ et al., 2015). A exemplo o maracujá (*Passiflora edulis*), no qual o Brasil é o maior produtor mundial da fruta, rica em minerais, vitaminas, fonte de compostos bioativos como ácido ascórbico, compostos fenólicos e carotenoides, com propriedades antimicrobianas e capacidade antioxidantes em extratos de maracujá e sementes (OLIVEIRA et al. 2016; ROTILI et al., 2013; SARAVANAN et al., 2013).

Os principais compostos bioativos são os polifenóis, flavonoides, carotenóides, fitoesteróis, fosfolipídeos, organosulfurados (HOLKEN; CODEVILHA; RAGAGNIN,

2015; SINGTHONG et al., 2014). No entanto, boa parte destes compostos são instáveis, nem sempre estão biodisponíveis ou possuem sabor indesejável limitando sua aplicação em alimentos (HOLKEN; CODEVILHA; RAGAGNIN, 2015; MUNIN; EDWARDS-LÉVY, 2011). A microencapsulação é um método eficiente de inserir compostos em alimentos, tem a finalidade de criar uma barreira protetora, reduzindo perdas nutricionais ao incorporar substâncias (agente ativo) dentro de outra substância (cápsula) (MAHDAVI et al., 2016; JANISZEWSKA, 2014; SINGTHONG et al., 2014).

Técnicas de encapsulamento estão sendo desenvolvidas, a fim de concentrar compostos bioativos, com auxílio de emulsificantes naturais, tais como proteínas, polissacarídeos, criando novas aplicações para sistemas bioativos (JANISZEWSKA, 2014; NEVES et al., 2012; NEVES et al., 2015). Dentre elas a gelificação iônica, onde ocorre a microencapsulação através de uma reação envolvendo uma solução iônica e um polímero (MORAIS et al., 2015; MUNIN; EDWARDS-LÉVY, 2011).

O desenvolvimento de um novo produto com a versatilidade da gelatina contendo o real sabor da fruta, sem adição de corantes artificiais, aromatizantes e reduzido teor de açúcar, enriquecido com microcápsulas bioativas de forma a agregar valor nutricional apresenta uma tendência promissora com potencial mercadológico contribuindo para acompanhar também a satisfação dos consumidores.

Diante do contexto, a incorporação de compostos bioativos em alimentos, vem crescendo, atraído pela demanda de novos consumidores por produtos funcionais capazes de agregar saúde e prevenir doenças. Desta forma o objetivo do estudo é desenvolver uma gelatina com compostos bioativos da polpa do maracujá (*Passiflora edulis*) enriquecida com microcápsulas de gengibre (*Zingiber officinali*), analisar suas propriedades físicas, químicas, antioxidantes, microbiológicas e sensoriais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Consumo de frutas

A ingestão diária de frutas é recomendada em todo o mundo por meio de diretrizes, devido a sua variedade de nutrientes e, conseqüentemente, atuação na prevenção de doenças. O consumo deste grupo alimentar não se limita exclusivamente a preferência do alimento, passa a ser uma questão de saúde pública, devido a sua atividade antioxidante, e ao conteúdo de compostos bioativos (AHMAD et al., 2016; SERAGLIO et al., 2018; SILVA et al. 2014).

Além das propriedades antioxidantes as frutas são importantes como fontes dietéticas de vitaminas, minerais, fibras, fitoquímicos, como carotenoides e compostos fenólicos desempenham um papel fundamental na prevenção e controle de algumas doenças, entre elas, degeneração macular, catarata, DCNTs, como obesidade e doenças cardiovasculares, doenças neurodegenerativas e alguns carcinomas (DONADO-PESTANA, et al., 2015; SILVA et al. 2014).

As frutas são abundantes no mundo, porém nem todas têm seu potencial explorado, o que possivelmente geraria uma fonte futura de renda para os moradores locais, além de fonte de substâncias com interesse comercial (SERAGLIO et al., 2018). A aplicação de novas tecnologias faz desenvolver a fruticultura no mundo. As frutas tropicais estão ganhando espaço no mercado global, com foco em qualidade, a produção que era local e de subsistência até a década de 1970, vem sendo impulsionada a produzir em grandes escalas (PAZ et al., 2015).

A Ásia, América Latina, Caribe, África e Oceania lideram a produção mundial. Em 2009 a produção foi cerca de 82 milhões de toneladas, com faturamento de USD 5,4 bilhões (FAO, 2011). O Brasil está entre os maiores produtores mundiais de frutas, maior parte da produção é destinada ao mercado interno. As principais produções são bananas, maçãs, uvas, melões e frutas tropicais, especialmente manga, abacate e abacaxi. É crescente no país o cultivo de produtos orgânicos pela agricultura familiar (OECD-FAO, 2015; MALTA et al. 2013).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas e o primeiro em produção de frutas tropicais, possui uma grande variedade de culturas, favorecido devido aos diferentes climas (tropical, subtropical e temperado) em seu território (IBGE, 2015; IBGE, 2016). Possui uma região geográfica favorável ao cultivo de diversas espécies de frutas, um grande potencial devido a quantidade de espécies frutíferas nativa e exóticas

que são apreciadas pela agroindústria, uma excelente forma de atividade econômica, promovendo emprego e renda na região. Entretanto muitas frutas exóticas ainda não foram estudadas quanto ao potencial antioxidante e capacidade funcional (ALMEIDA et al., 2011; PAZ et al., 2015).

Conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) a produção de frutíferas alcançou R\$ 33,3 bilhões em 2016, São Paulo é o maior produtor nacional, com R\$ 10,3 bilhões sendo as maiores produções de Laranja (59,2%), banana (13,8%) e limão (8,4%), em seguida a Bahia com R\$ 4,1 bilhões (12,2%); banana (34,8%), mamão (16,2%) e maracujá (9,3%) (IBGE, 2015; IBGE, 2016).

A produção prevista para 2017 é de 44 milhões de toneladas, com receita aproximada de 10 bilhões de reais/ano (IBGE, 2016 A). A elevada produção agrícola do Brasil, o torna uma grande potência em beneficiamento. Aquecendo o agronegócio com melhor aproveitamento dos alimentos que em décadas passadas eram utilizados para exportação grande parte in natura (OECD-FAO, 2015).

2.2 Maracujá

A família Passifloreaceae possui diversos gêneros, dentre ele a Passiflora com aproximadamente 600 espécies descritas no mundo, destes 120 são nativas no Brasil. Porém somente algumas possuem viabilidade econômica, devido as propriedades terapêuticas e qualidade dos frutos. Entre as espécies do gênero Passiflora, a mais cultivada no Brasil e no mundo é a *Passiflora edulis Sims. F. flavicarpa*, conhecida como maracujá – amarelo ou azedo (BERNACCI et al., 2008; EMBRAPA, 2017; FRUTICULTURA, 2017, OLIVEIRA et al., 2017).

O grande número de estados brasileiros que cultivam a espécie *P. edulis* o torna o maior produtor e consumidor mundial da fruta, possivelmente isso se deve ao fato de ser nativa no território, esta espécie corresponde a 95% das dos pomares existente no país (BERNACCI et al., 2008; CERQUEIRA-SILVA et al., 2014; EMBRAPA, 2017; FRUTICULTURA, 2017, OLIVEIRA et al., 2017).

A produção brasileira corresponde a 60% do mercado mundial (OLIVEIRA, ANGONESE, GOMES et al., 2016). O maracujá é cultivado em regiões tropical e subtropical, com grande distribuição geográfica, a área plantada no Brasil em 2016 foi aproximadamente 49.889 hectares com colheita de 703,489 toneladas, a maior produção foi na região nordeste com 489.898 toneladas em 36.778 hectares, a Bahia é o maior

estado produtor com 342.780, Sergipe é o décimo quinto maior produtor, em 2016 o sertão sergipano produziu 90 toneladas, o agreste 1.776 toneladas e o leste 5.589 toneladas. Os municípios sergipanos com maior produção são lagarto 1.400 toneladas e Itaporanga d'Ájuda 1056 toneladas (EMBRAPA, 2017; IBGE, 2016).

Tabela 1- Produção Brasileira de maracujá em 2016.

Estados	Quantidade Produzida (toneladas)	Área colhida (hectares)
Norte	54.604	3.948
Nordeste	489.898	36.778
Sudeste	98.821	5.420
Sul	44.729	2.826
Centro-Oeste	14.437	917
Brasil	703.489	49.889

Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal, 2016.

É uma cultura em crescimento tanto para o consumo *in natura*, como processada na forma de suco, no entanto a produção de suco concentrado exerce maior força econômica. A fruta também é consumida em sorvetes, refrigerantes, doces, gelatinas, geleias, entre outros. É utilizado na medicina popular para tratar dores, espasmos, ansiedade, insônia epilepsia (BERNACCI; VITTA; BAKKER, 2003; CORRÊA et al., 2016; GUZMAN GUTIÉRREZ; CHILPA; JAIME, 2014; MALACRIDA; JORGE, 2012; USAID, 2014).

Figura 1 - Maracujá- azedo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*).



Fonte: Próprio autor.

O maracujá (*Passiflora sp*) é uma fruta nutritiva com aroma característico e acidez acentuada, possui teores de vitamina C, niacina, riboflavina, β -caroteno, sais minerais (potássio, fósforo, magnésio, cálcio) e fibras (CASIERRA-POSADA; JARMA-OROZCO, 2016; COELHO et al., 2010; TACO, 2011). A quantidade de ácidos presentes na fruta é importante na redução de acidulantes no processamento industrial.

Tabela 2- Composição química da polpa de maracujá-azedo (*Passiflora edulis*) congelada e in natura.

Composição Química por 100 g de alimento	Maracujá (in natura)	Maracujá (polpa congelada)
Umidade (%)	82,9	88,9
Energia (kcal)	68	39
Proteínas (g)	2,0	0,8
Lipídios (g)	2,1	0,2
Carboidratos (g)	12,3	9,6
Fibra Alimentar (g)	1,1	0,5
Cinzas (g)	0,8	0,5
Cálcio (mg)	5	5
Magnésio (mg)	28	10
Manganês (mg)	0,12	0,07
Fósforo (mg)	51	15
Ferro (mg)	0,6	0,3
Sódio (mg)	2	8
Potássio (mg)	338	228
Cobre (mg)	0,19	0,05
Zinco (mg)	0,4	0,2
Riboflavina (mg)	0,05	0,09
Piridoxina (mg)	0,05	0,06
Ácido Ascórbico (mg)	19,8	7,3

Tr: Traços; (Fonte TACO, 2011).

Santos, Andrade e Gouveia (2017) usaram o maracujá de caatinga no desenvolvimento de bebidas probióticas, fermentadas e não fermentadas. Tanto a pectina extraída da casca como a polpa da fruta foram consideradas excelentes para fortificação de probiótico em bebidas fermentadas ou não.

No estudo de Silva et al. (2014), foi realizada a quantificação e comparação dos principais compostos bioativos encontrados na polpa e subprodutos de produtos comercializados frutas tropicais do Brasil mostrando que dentre vários subprodutos de frutas tropicais, algumas apresentaram maior teor de antocianinas que a própria polpa, dentre estas o maracujá, indicando um potencial para utilização em suplementos, produtos farmacêuticos e aditivos dietéticos.

Oliveira et al. (2016) confirmou a presença de antimicrobianos e atividade antioxidante em extratos de maracujá e sementes, possivelmente atribuída a presença de compostos fenólicos, ácido oleico e linoleico (MALACRIDA; JORGE, 2012; SARAVANAN et al., 2013; ZHENG et al., 2005). A atividade antioxidante dos compostos fenólicos está associada ao combate ao dano oxidativo que atua na prevenção do envelhecimento, doenças inflamatórias e neurodegenerativas. No *P. edulis* existe

relatos na literatura presença dos fenólicos, resveratrol, piceatannol e scirpusin B (MATSUI et al., 2010; SANO et al., 2011).

No processamento da polpa de maracujá são gerados muitos resíduos, estima-se que 40% da quantidade de frutas processadas. Muitos trabalhos com os subprodutos da produção estão sendo realizados, devido as sementes serem fonte de fibra e óleo. A atividade antioxidante e antimicrobiana é atribuída aos óleos presentes nas sementes do maracujá (LOUSADA JÚNIOR et al., 2006; MALACRIDA; JORGE, 2012).

No trabalho de Malacrída e Jorge (2012), os óleos extraídos da semente apresentaram o esteárico, palmítico, oleico e linoleico, e alto teor de ácidos graxos insaturados e baixo teor de ácido graxos saturados. O aproveitamento de resíduos a partir da extração dos óleos das sementes é uma alternativa para agregar valor aos mesmos.

Compostos antimicrobianos e antioxidantes são eficientes em aumentar o tempo de vida útil e qualidade dos alimentos, sem o uso de conservantes químicos. Podem ser utilizados na produção de produtos farmacêuticos e cosméticos, porém, muitos destes compostos são sensíveis a exposição de do calor, luz e oxigênio podendo haver perdas ou redução de biodisponibilidade. Os polímeros estão sendo bastante utilizados nas técnicas de encapsulação para sancionar estes problemas, além de controlar a liberação alvo do composto ativo, mascarar odor e sabor e melhora a solubilidade aquosa (OLIVEIRA et al., 2017).

No estudo de Morais et al. (2015), foi feita a microencapsulação de pérolas de maracujá através da gelificação iônica, com uma solução de polímero e uma iônica, para obter uma água carbonatada bioativa com microcápsulas de maracujá. Foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas a cada 7 dias, durante 35 dias e constataram a bioativação da água assim como a ausência de contaminação por microrganismos.

2.3 Gengibre

O gengibre (*Zingiber officinali*) é um rizoma de odor e sabor característico, seu uso é difundido nos setores industriais e alimentício, como matéria-prima na produção de perfumes, bebidas, pães, biscoitos, geleias e bolos. É bastante consumido como tempero, suplemento dietético nas formas “in natura” ou óleos essenciais, óleo resina ou extrato (ALMEIDA; ELPO; GIROTTO, 2007; SACCHETTI et al., 2005).

Pertence à família Zingiberaceae herbácea, com 53 gêneros formando 1200 espécies. O gênero *Zingiber* possui 85 espécies. O gengibre cultivado no Brasil 70-80%

é destinado à exportação para os Estados Unidos, Holanda e Canadá (DE ALMEIDA; ELPO; GIROTTO, 2007; SACCHETTI et al., 2005).

Na medicina é usado há milhares de anos, para tratar, resfriados, enxaquecas, artrite, náuseas, dores musculares, hipercolesterolemia, úlceras, controle do diabetes mellitus tipo 2 (DM2), por possuir propriedades anticancerígenas, anti-inflamatória, antieméticos (AKASH et al, 2015; CHAN et al., 2008; DEMIN; YINGYING, 2010; KALANTARIT et al., 2017; KIM et al., 2005; KUNDU; NA; SURH, 2009; PRASAD; TYAGI, 2015).

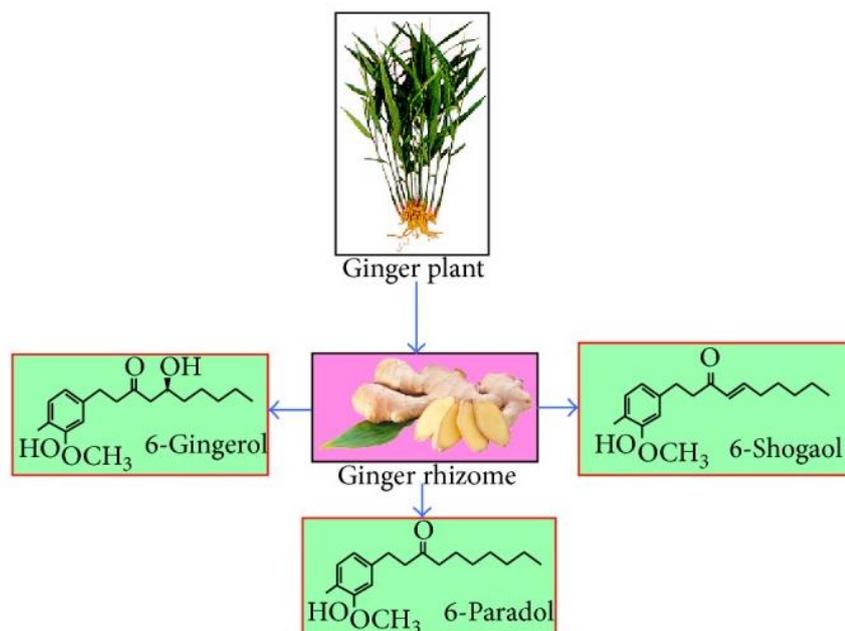
A composição química do gengibre é constituída por 50-70% de carboidratos, 3-8% de lipídios, compostos fenólicos e em monoterpenos, sesquiterpenos e derivados, foram encontradas mais de 400 substâncias (GRZANNA; LINDMARK; FRONDOZA, 2005). Dentre os compostos fenólicos com atividade farmacológica estão presentes os terpenos 6-gingerol (23–25%) presente em maior concentração, shogaol (18–25%) é mais biologicamente ativo que o 6-gingerol. Possui também minerais, fibras, aminoácidos, proteínas, vitaminas, fitoesteróis, favonoides (DANCIU et al., 2015; LANGNER; GREIFENBERG; GRUENWALD, 1998; SHUKLA; SINGH, 2007).

Estudos demonstram que a pungência característica do gengibre fresco está associada aos gingeróis, principalmente o 6-gingerol. Já no gengibre seco, a pungência é atribuída ao shogaol, principalmente o 6-shogaol, os quais são formados a partir de processo térmico (WOHLMUTH, 2005). No entanto o 6-shogaol possui propriedades anti-inflamatórias e antioxidantes superiores em comparação com 6-gingerol em gengibre seco (GOPI; VARMA; JUDE, 2016).

Atualmente alguns estudos demonstraram que nanopartículas de derivados de gengibre tais como, gingeróis e shogaóis atuam na redução da colite. Aos shogaóis são atribuídas atividade antioxidantes, anticarcinogênicas e anti-inflamatórias, é o componente maior no gengibre seco (AL-SUHAIMI; AL-RIZIZA; AL-ESSA, 2011; PENG et al., 2012; ZHANG et al., 2016).

No estudo de Soltani et al. (2018) foram avaliados e comparados os efeitos da administração oral pré-operatória de uma dose única de gengibre em náuseas e vômitos no pós-operatório de colecistectomia laparoscópica com administração do medicamento padrão para este procedimento, o ondansetron. A dose de 500mg de gengibre via oral 1 hora antes da cirurgia foi eficaz, mostrando-se segura e tolerável.

Figura 2- Gengibre, rizoma de gengibre e seus principais componentes ativos: 6-gingerol, 6-shogaol e 6-paradol



Fonte: (PRASAD & TYAGI, 2015).

Alguns estudos estão avaliando os agentes para encapsular extrato de gengibre, como Fernandes et al. (2016) que avaliaram a goma de caju e inulina como alternativa para encapsular o óleo essencial do gengibre por *spray drying* com emulsões assistidas por ultrassom, a fim de se obter um produto funcional. Dentre as proporções testadas a que apresentou eficiência e morfologia de encapsulação, não apresentando rachaduras na estrutura foi a proporção de 3:1 de goma de caju e matriz de inulina.

Dentre os compostos bioativos presentes no gengibre fresco, estão os gengirols, shogaols e zingerones (figura 2), cetonas fenólicas com distintas cadeias laterais alquila. Em destaque o 6-gingerol considerado o principal composto, após sofrer desidratação forma o 6-Shogaol um composto mais pungente e mais potente quanto aos efeitos antioxidantes, antiinflamatórios e anticarcinogênico (BHATTARAI; TRAN; DUKE, 2001; DUGASANI et al., 2009; OK; JEONG, 2012). Conforme OK e JEONG (2012), o 6-Shogaol é encontrado em menor concentração em extrato de gengibre fresco cerca de 3 a 5 mg/g, após tratamento térmico ocorre a transformação.

Ko et al. (2019), avaliaram a conversão de 6-gingerol para o 6-shogaol na polpa e casca de gengibre usando água subcrítica, controlando tempo e temperatura. Constataram o rendimento máximo destes compostos na polpa do gengibre nas seguintes condições: 6-gingerol ($0,68 \pm 0,08$ mg / g) na extração 130°C por 25 min, com o aumento da

temperatura a o rendimento foi reduzindo. Já para o 6-Shogaol a extração ($0,39 \pm 0,03$ mg / g) foi máximo para extração em 190°C durante 15 min.

No mesmo estudo, foi realizado avaliada a capacidade antioxidante pelo método FRAP, os extratos obtidos a temperaturas maiores apresentaram maiores capacidades antioxidantes ($6,43 \pm 0,11$ mg TE / g), os autores sugerem que o 6-shogaol tem um grande efeito sobre a atividade antioxidante do extrato de gengibre.

No trabalho de Mošovská et al. (2015), foram avaliados o efeito da atividade antioxidante do extrato de gengibre aos métodos de capacidade antioxidante e análise dos principais componentes, encontraram o teor de polifenóis totais de 181,41 (mg GAE / g) de extrato de gengibre.

No estudo de Jorge e Andreo (2013), o extrato de gengibre foi avaliado como um substituto do antioxidante sintético Butil-hidroquinona terciária (TBHQ), usado em óleos de soja. A estabilidade oxidativa do extrato de gengibre e de uma mistura de antioxidantes foram maiores que encontrado no antioxidante TBHQ. O gengibre e outras especiarias vem sendo estudado como antioxidantes em óleos vegetais, como substitutos de antioxidantes sintéticos, danosos a saúde (MURCIA et al., 2004).

2.4 Compostos bioativos

Os alimentos são formados por diversas moléculas, componentes complexos, incluindo água, proteínas, carboidratos, lipídios, minerais, vitaminas, enzimas, pigmentos, fitoquímicos, e outras substâncias funcionais. (ZHIMING et al., 2017). Conforme Zhiming et al. (2017) essas moléculas podem ter ou não afinidade com a água (hidrofílica, hidrofóbica), que poderá ou não interagir com hidrocolóides e/ou pontes de hidrogênio. Essas interações estão relacionadas as propriedades funcionais, nutricionais e organolépticas dos alimentos, podendo ser desejáveis, como a melhora da funcionalidade e qualidade do alimento, e indesejáveis como a redução da estabilidade e funcionalidade (ZHIMING et al., 2017; PATEL, 2013).

Conforme Fennema, Damodaran & Parkin, (2010), substâncias bioativas são classificadas em nutracêuticas e tóxicas. As nutracêuticas são compostos ativos e derivados naturais que trazem benefícios a saúde, na prevenção de doenças, possuem propriedades medicinais. As tóxicas são compostos químicos de ocorrência natural ou introduzidos por processos que exercem efeitos adversos.

Compostos bioativos são substâncias químicas presentes naturalmente nos alimentos, benéficas a saúde. A Resolução RDC n°. 2, de 07 de janeiro de 2002, define

os compostos bioativos em: além dos nutrientes, substâncias não-nutrientes, que possuem ação metabólica ou fisiológica específica (BRASIL, 2002; HOLKEN; CODEVILHA; RAGAGNIN, 2015; MUNIN; EDWARDS-LÉVY, 2011). São considerados os antioxidantes, aminoácidos, minerais, vitaminas e até mesmo moléculas pequenas tais como células, enzimas e microrganismos probiótico, que trazem benefícios à saúde (MUNIN; EDWARDS-LÉVY, 2011; PASIN; AZÓN; GARRIGA, 2012).

O estudo de compostos bioativos em frutas, as tornam mais atrativas no comercio, alcançando mercados específicos. Trabalhos com compostos bioativos para o consumo humano, grande parte envolve atividade antioxidantes relacionada a benefícios a saúde (GIAMPIERI; ALVAREZ-SUAREZ; BATTINO, 2014; PAZ et al., 2015).

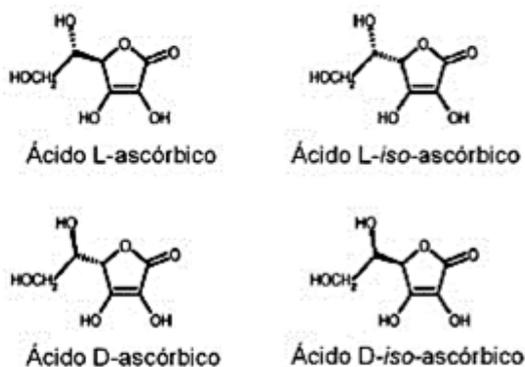
Em nível celular, diversos antioxidantes tem a função de desestabilizar ou estabilizar radicais livres impedindo lesões celulares, ações de bastante relevância na manutenção e preservação da saúde. Está amplamente descrito na literatura a ação destes na prevenção de diversas patologias, como as doenças degenerativas, cardiovasculares, ateroscleróticas, inflamatórias, crônicas e alguns tipos de câncer (ALVAREZ-SUAREZ et al., 2017; GIAMPIERI; ALVAREZ-SUAREZ; BATTINO, 2014; PAZ et al., 2015).

O corpo humano é dotado de mecanismos de defesa endógeno no combate ao estresse oxidativo, além disso, fontes dietéticas de fitoquímicos, como compostos fenólicos e carotenoides também exercem sua importância. Diversos alimentos possuem elevada atividade antioxidante atuando como alimentos funcionais e podendo ser incorporados em outros alimentos, agregando valor nutricional (PAZ et al., 2015). A bioativação em produtos alimentícios pode ser obtida pela inserção de alimentos fonte de fitoquímicos em outra matriz que não o possui (MORAIS et al., 2015).

2.4.1 Vitamina C (Ácido Ascórbico)

O ácido ascórbico (vitamina C), uma lactona sintetizada a partir da oxidação da glicose e derivada do ácido glucônico, é uma vitamina hidrossolúvel, muito sensível a degradação por oxidação. Desperta interesse na indústria por desempenhar diversas funções, é um antioxidante usado como ingrediente ou aditivo, além de trazer benefícios a saúde, na formação de colágeno, previne resfriado, escorbuto, anemia, doença obstrutiva pulmonar, doença cardíaca, controla os sintomas da asma, cura catarata reduz risco de câncer, fortalecimento da imunidade entre outros (COMUNIAN et al., 2013; EFSA, 2013; FATA et al., 2017; SCHLUETER; JOHNSTON, 2011; VALDÉS, 2006).

Figura 3 - Ácido ascórbico.



Fonte: Oliveira et al., 2012.

O ácido ascórbico, é um nutriente essencial para seres humanos, as plantas e a maioria dos animais sintetizam, com exceção dos humanos e primatas. Para atender as recomendações diárias, se faz necessário a ingestão de alimentos fontes. Recomenda-se a ingestão diária (RDA) de 75 mg/dia para mulheres e 90 mg/dia para homens, a recomendação varia entre os países, e é aumentada nos portadores de doenças crônicas (câncer e diabetes) tabagista, idosos, gestantes e lactantes. É um importante antioxidante, atua nas espécies eliminatórias de oxigênio (ROS) (FANG et al., 2017; ILSI, 2012; NISHIKIMI et al., 1994; VALDÉS, 2006).

Conforme Valdés (2006), o ácido ascórbico está associado a diversas funções fisiológicas, dentre elas, prevenção da oxidação de lipoproteínas de baixa densidade, participação no metabolismo do ferro, conversão de ácido fólico em folínico, participação no metabolismo da tirosina e na neoglicogênese, hidroxilação de lisina e prolina, síntese de catecolaminas, proteção de polimorfonuclear. Atua também como cofator de enzimas que participam na formação de alguns neurotransmissores, colágeno e L-carnitina (LI; SCHELLHORN, 2007).

É um marcador de qualidade sensorial e nutricional, por ser um composto muito instável é facilmente degradado, os principais fatores são a alta sensibilidade ao calor alta concentração de oxigênio que pode levar a oxidação, pH (alcalino), íons metálicos, atividade da água (BOSCH et al., 2013; VAN BREE et al., 2012). (ALVAREZ-SUAREZ et al., 2017; FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010; SILVA et al., 2014; TACO, 2011). Rodriguez-Amaya (2012), relatou teores de vitamina C no suco de maracujá roxo 29,8 mg e no suco de maracujá amarelo 18,2 mg.

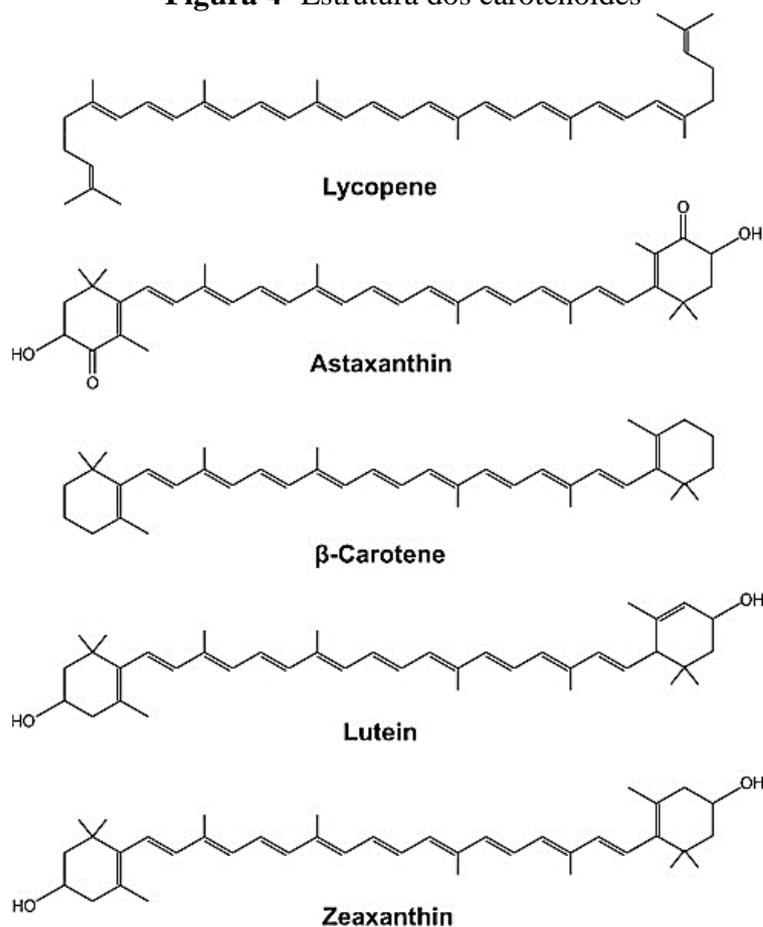
2.4.2 Carotenoides

Os carotenoides fazem parte dos compostos bioativos importantes na prevenção de doenças. Formam um grupo de 600 compostos lipossolúveis, destes 50 estão presentes na dieta humana, promove cores nas plantas que vão do vermelho ao laranja, do amarelo ao marrom (KULCZYŃSKI et al., 2017). São classificados como poliisoprenóides formado por 8 unidades de isopreno, subdividido em dois subgrupos conforme sua estrutura química, podem ter forma acíclica, monocíclica ou bicíclicas. Formam o grupo dos carotenos (α -caroteno, β -caroteno e licopeno) e xantofilas seus derivados oxigenados (zeaxantina, luteína, astaxantina e β -criptoxantina) (CHITARRA; CHITARRA, 2005; ELDAHSHAN; SINGAB, 2013; IGIELSKA-KALWAT, GOŚCIAŃSKA, & NOWAK, 2015).

Os carotenoides são amplamente distribuídos na natureza, alguns são precursores da vitamina A (α -caroteno, β -caroteno, criptoxantina), é um pigmento de coloração laranja, vermelha ou amarela em frutas (KULCZYŃSKI et al., 2017; PIERSON et al., 2012). No estudo de Silva et al. (2014) com frutas tropicais, a polpa acerola ($2623.57 \pm 262.42 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ de base seca) seguida pelo mamão ($2024.68 \pm 199.86 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ de base seca) foram as que apresentaram maior teor de β -caroteno, dentre as analisadas.

É reconhecido que polifenóis, fitoquímicos, como vitamina C e carotenóides, possuem propriedades biológicas importantes referente ao potencial de ativar alguns mecanismos moleculares relacionados à resposta antioxidante e capacidade antioxidante (GIAMPIER; ALVAREZ-SUAREZ; BATTINO, 2014).

Dentre os carotenoides, o licopeno é um pigmento natural, hidrocarboneto alifático, acíclico, formado por 40 átomos de carbono, sem saturação, não forma vitamina A devido aos anéis iônicos serem abertos, no entanto possui maior capacidade de eliminar o oxigênio singlete. Sua principal fonte é o tomate e produtos do tomate (KULCZYŃSKI et al., 2017; SILVA et al., 2014). Esses compostos bioativos através de suas propriedades antioxidantes, podem inibir radicais livres por transferência de elétrons, adição e por transferência de átomos de hidrogênio (KULCZYŃSKI et al., 2017).

Figura 4- Estrutura dos carotenóides

Fonte: KULCZYŃSKI et al., 2017.

O maracujá é uma fruta rica possui uma variedade de nutrientes, dentre ele carotenóides, como componente principal os β -carotenos, com atividade de pró-vitamina A. (DOS REIS et al., 2018). Silva et al. (2014) avaliaram o perfil de carotenóides em maracujá amarelo (*Passiflora edulis Sims*) e encontraram para 1362,07 μ g/100g de β -caroteno e 57,93 μ g/100g de licopeno.

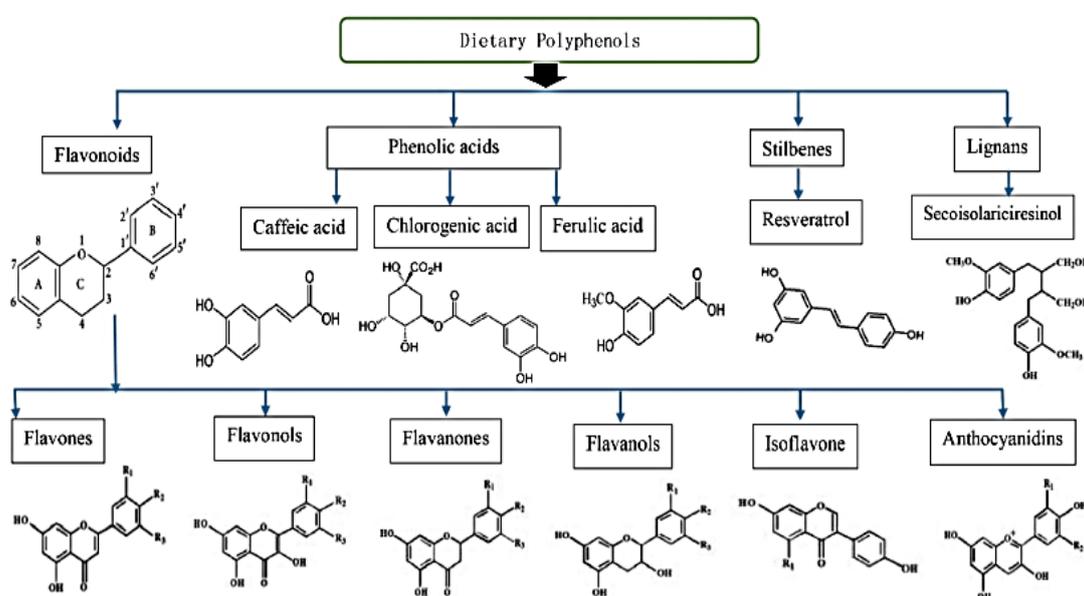
O estresse oxidativo é um precursor de doenças cardiovasculares, os carotenóides impedem seu desenvolvimento. Agem evitando o desgaste macular e a formação de catarata, atuam melhorando o sistema imunológico (KULCZYŃSKI et al., 2017). Para a proteção dos danos oxidativos, a ingestão de fontes alimentares de compostos bioativos são de suma importância. O que desafia a ciência moderna na busca de produtos funcionais que promova esse benefício a saúde, ofertando alimentos funcionais com boa estabilidade e biodisponibilidade atendendo aos anseios do mercado consumidor (ALVAREZ-SUAREZ et al., 2017).

2.4.3 Compostos fenólicos

Os polifenóis são um grupo grande e variado de fitoquímicos que possuem anéis benzênicos/fenol. São metabólitos secundários encontrados em plantas, essenciais pra o seu crescimento e reprodução, formam uma grande família de substâncias variadas, de composição simples a complexa (BRUNETON, 2009; HANHINEVA et al. 2010). Estão amplamente distribuídos na natureza no reino vegetal, seja em hortaliças, cereais, chá, café e frutas (maçãs, cerejas, uvas, peras), os teores variam de 200 a 300 mg de polifenóis por 100 g de peso fresco. Os compostos bioativos são os que mais contribuem para as características antioxidantes da fruta (DE ANTOS, SANCHEZ - MORENO, PASCUAL-TERESA, 2006; PANDEY; RIZVI, 2009).

Dentre os diversos tipos de compostos fenólicos, recebem maior destaque o grupo dos flavonoides e os ácidos fenólicos (PANDEY; RIZVI, 2009). Estipula-se que os flavonoides representem dois terços dos compostos fenólicos em nossa dieta, com mais de 4000 tipos de flavonoides já foram identificados (LIU, 2004). No grupo dos flavonoides inclui as flavonas, flavonóis, flavanóis, flavanonas, isoflavonas e antocianinas (MUNIN, EDWARDS-LÉVY, 2011, WILLIAMSON, 2017).

Figura 5- Estrutura dos polifenóis



Fonte: Kim, Keogh e Clifton (2016).

Antocianinas são substâncias de coloração viva, como as cores vermelha, roxa e azul de compostos de cores vivas. É considerado a classe de compostos fenólicos mais

consumida, nos Estados Unidos estima-se que a ingestão diária de 12,5 mg dia. A acerola e o morango são excelentes fontes deste composto (SILVA et al., 2014; WU et al. 2006).

Evidências científicas demonstram a relação do estresse oxidativo na osteoporose associada ao envelhecimento ósseo, existem hipóteses que a atividade antioxidante das antocianinas, presentes em frutas possam reduzir ou prevenir a reabsorção e deterioração óssea. No entanto, a maioria dos estudos são *in vitro*, requerem uma aplicação em humanos para que possa ser recomendado como estratégia na prevenção desta patologia (MELOUGH; SUN; CHUN, 2017).

As frutas são fontes de compostos fenólicos bioativos os quais são de fundamental importância na supressão de radicais livres (MALTA et al. 2013). Alguns estudos reportam a relação do efeito protetor antimutagênico e anticancerígeno e atividade antioxidante dos compostos fenólicos, relatando a capacidade de inibir a multiplicação celular *in vitro* (KIM et al., 2010). Dentre os benefícios a saúde, os compostos fenólicos agem como antioxidantes, imunomoduladores, antiinflamatórios, antimicrobianos, anticancerígenos, antitrombóticos, anti-úlceras, antiarterogênicos, antialérgicos, cardioprotetores e analgésicos (SINGH et al., 2017).

Conforme Williamson (2017), o efeito dos polifenóis na redução de incidência de doenças é reforçado pela epidemiologia, onde as bebidas e alimentos que contém esses compostos protegem contra doenças crônicas, dentre elas a diabetes tipo e cardiovasculares (KIM, KEOGH, CLIFTON, 2016; PANG et al. 2016). Estes estudos são realizados em animais, *in vitro* e de intervenção em humanos. Outros estudos recentes mostram que além de excelentes antioxidantes os compostos fenólicos podem ser antimicrobianos (CHAKRABORTY; MITRA, 2008).

Pesquisas e aplicação de polifenóis despertam o interesse da indústria por alimentos funcionais, farmacêuticos e nutracêuticos, por seus efeitos benéficos a saúde. As plantas são ótimas fontes destes compostos antioxidantes, o consumo direto ou incorporação em alimentos processados é crescente. Porém, para que haja efetividade desejada em relação a bioatividade, biodisponibilidade e manutenção da estabilidade desses compostos bioativos, são aplicadas algumas técnicas como a microencapsulação que auxiliam na preservação e mascara o sabor desagradável (FANG; BHANDARI, 2010; LUPO et al., 2014; PAZ et al., 2015).

2.5 Gelificação Iônica

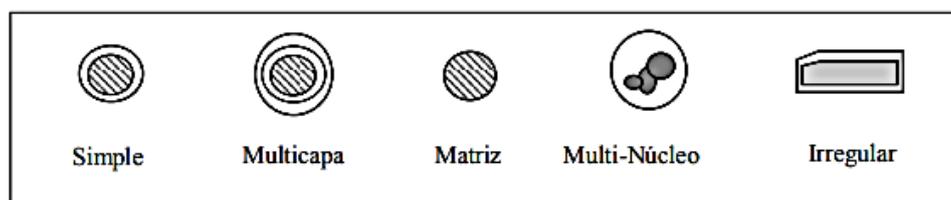
A técnica de microencapsulação é um procedimento no qual micropartículas ou micro gotas são envolvidas por um revestimento homogêneo ou heterogêneo associado a cápsulas com várias aplicações (BORGOGNA et al., 2010). Outro conceito a descreve como uma barreira para atrasar reações químicas envolvendo-a e prolongando a vida útil do produto, disponibilizando o composto encapsulado, controle a liberação do composto encapsulado, além de promover a proteção, estruturação e funcionalidade, facilitando sua manipulação transformando um material gasoso ou líquido em um sólido denominado microcápsula (AUGUSTIN; HEMAR, 2009; FANG; BHANDARI, 2010).

Conforme a necessidade de aplicação as partículas podem desempenhar diversas funções: proteção de um composto instável ou frágil, aprisionar um composto (aromas, pesticidas, solventes orgânicos, óleos essenciais), blindar o usuário dos efeitos colaterais do composto encapsulado, alterar a densidade de um sólido, dentre outras (GOUIN, 2004; ZUIDAM e SHIMONI, 2010). No estudo de Lupo et al, (2015) foi realizada a microencapsulação através da gelificação para proteger, mascarar o sabor, controlar a liberação do composto ativo e evitar alteração na cor do extrato de cacau um fruto rico em oxidante, fonte de polifenóis.

Os produtos microencapsulados são largamente utilizados e variados seguimentos da indústria, farmacêutica, cosmética, alimentícias, medicina veterinária, produtos agrícolas, dentre outros (MUNIN; EDWARDS-LÉVY, 2011; RAY; RAYCHAUDHURI; CHAKRABORTY, 2016). As microcápsulas são inovadoras na biotecnologia e ciência dos alimentos, seu uso é amplo, podendo ser aplicado na incorporação de compostos bioativos, enzimas, aditivos voláteis, probióticos (LUPO et al., 2014).

Microcápsula é o produto do processo de microencapsulação, é formado por uma membrana esférica, semipermeável, fina e forte que envolve um núcleo sólido, líquido ou gasoso com um diâmetro que varia de 0,2 a 5000 μm (MUNIN; EDWARDS-LÉVY, 2011; PASIN, AZÓN E GARRIGA et al., 2012).

Figura 7- Tipos de microcápsulas



Fonte: Pasin, Azón e Garriga et al., (2012).

Dentre os métodos de processamento de alimentos, a gelificação é um método novo que está em ascensão, pode ser aplicado em polpas de frutas (PAGANI, et al., 2014). O processo viabiliza a inserção de aromas e compostos bioativos em alimentos. Conforme Castro Pagani et al. (2014), consiste em uma armadilha líquida em um filme de gelificação controlada, no qual o produto gerado pode apresentar várias formas, tais como fios, gotículas, entre outros.

Existem diversos métodos de encapsulação, classificados em métodos físicos, químicos e físico-químicos (MUNIN; EDWARDS-LÉVY, 2011). A gelificação iônica é um método físico-químico rápido, de baixo custo com procedimento simples, no qual ocorre a extrusão de uma solução aquosa de polímero por meio de um bico ou seringa, em que o material ativo é disperso ou dissolvido. Uma fase dispersante recebe as gotículas, onde ocorre a transformação em partículas esféricas de gel de sabor e textura especial (HOLKEN; CODEVILHA; RAGAGNIN, 2015; MUNIN; EDWARDS-LÉVY, 2011; VANDAMME; PONCELET; SUBRA-PATERNAULT, 2007, MORAIS et al., 2016).

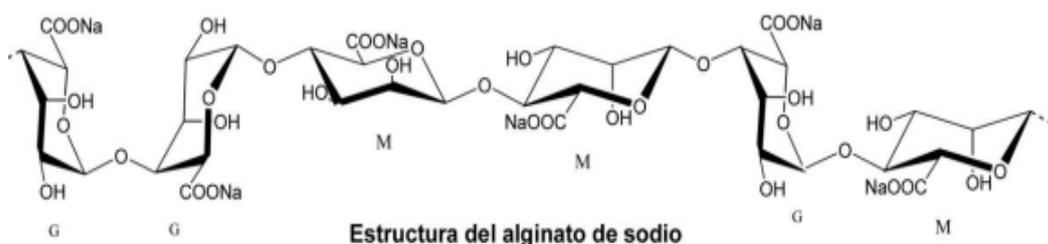
A microencapsulação está sendo usada para incorporar ingredientes, compostos bioativos, minimizando os problemas de perdas de nutrientes ocasionados por fatores externos (pH, luz, O₂, temperatura, solventes, presença de enzimas, proteínas e íons metálicos). Os compostos amenizando tais como, polifenóis, cores, antioxidantes, enzimas, aditivos voláteis e bactérias em pequenas cápsulas (GOUIN, 2004; ZUIDAM e SHIMONI, 2010).

2.6 Alginato de sódio

Os hidrocolóides são um grupo diversificado, conhecidos por gomas, uma série de polímeros de cadeia longa, proteínas e polissacarídeos, amplamente utilizados na indústria de alimentos como aditivos alimentares, devido a função de melhorar textura por possuir propriedades hidrofílicas, retarda a retrogradação do amido, e retém umidade. São obtidas de diversas fontes, como semente, algas, exsudatos de árvores, modificações químicas de polissacarídeos naturais, biossíntese microbiana (ADITIVOS E INGREDIENTES, 2012; LI; NIE, 2016). Conforme Nussinovitch e Hirashima (2014), o comércio de hidrocolóides é composto aproximadamente por 70% de amidos, 12% de gelatina, 5% de pectina, 5% de carragenina e 4% de goma de xantano, seguido de LBG e alginatos.

É um sal de um ácido poliurônico, o ácido algínico, possui estrutura linear e pertence ao grupo dos Glucomanano. Dentre os sais de alginato o mais usado é o de sódio, devido a sua elevada solubilidade em água fria e reversibilidade de sol-gel, o que não ocorre com outros íons, a exemplo o de cálcio (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010; FUNAMI et al., 2009). O alginato de sódio é um copolímero linear formado por dois blocos por unidades de ácido β -D-manurônico (M) e ácido α -L-gulurônico (G) unidos por ligações 1,4glicosídicas podendo variar em composição e sequência, é extraído de algas marinhas marrons (*macrocytis*, *Fucus*, *Laminaria ascophilum*), encontrado em mares e oceanos frios e profundos. (LI; NIE, 2016; NUSSINOVITCH, HIRASHIMA, 2014; FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010).

Figura 8- Estrutura química do alginato de sódio



Fonte: ZAIXSO et al., 2015.

Possuem um alto grau de dispersão, solúveis totalmente/parcialmente, aumentam de volume em água. A maioria dos que são usados como gelificantes são extraídos de plantas e são considerados fibra dietética, e possuem aplicação variada na indústria de alimentos. (ADITIVOS E INGREDIENTES, 2012; LI; NIE, 2016). Estas exercem benefícios a saúde, auxiliam no controle de peso, previnem doenças cardiovasculares e DM2, regulam o trânsito intestinal, entre outras (LI; NIE, 2016; MUDGIL; BARAK, 2013).

Os alginato são polímeros bastante utilizado na indústria de alimentos para a microencapsulação de compostos bioativos, é versátil, econômico e não tóxico. Devido a suas características e propriedades de gelificação, espessamento e estabilização que possibilita a formação de uma matriz de gel, melhoraram a biodisponibilidade e estabilidade, e protegem os compostos bioativos do calor e umidade, por consequência aumentam o tempo de prateleira. Trazem benefícios na aplicação industrial e para a saúde, por conter fibra alimentar, com a ingestão diária recomendada por diretrizes auxilia na redução da glicemia, colesterolemia e efeito probiótico (FUNAMI et al., 2009; GOH;

HENG; CHAN et al., 2012; MÜLLER; SANTOS; BRIGIDO, 2011; PASIN, AZÓN E GARRIGA et al., 2012; MORAIS et al., 2016).

Muitos estudos estão utilizando o alginato um biopolímero polianiónico aplicado na incorporação de compostos bioativos e probióticos, devido a sua biodegradabilidade e atoxicidade (LUPO et al., 2015; MANI-LÓPEZ et al., 2017). A escolha de um hidrocolóide depende da sua segurança ao consumir. O alginato de sódio é considerado um alimento seguro “GRAS”, na pretensão de seu uso (CFR No. 184.1724) (LI; NIE, 2016).

Segundo a RDC nº 386 (Brasil, 1999), houve uma avaliação toxicológica através da Joint FAO/WHO Expert *Committee on Food Additives* - JECFA, onde foi estabelecida a uma Ingestão Diária Aceitável - IDA - "não especificado", ou seja, estes aditivos inclusos nesta resolução podem ser utilizados em quantidade suficiente para obter o efeito tecnológico necessário. Conforme está resolução, o cloreto de cálcio pode ser utilizado como agente de firmeza e estabilizante o alginato de sódio pode ser utilizado como espessante, estabilizante e gelificante.

No trabalho de Moraes et al. (2015), o alginato de sódio foi utilizado no processo de gelificação iônica do suco de maracujá, usando a metodologia de gotejamento. Para a obtenção da água bioativa com microcápsulas de maracujá-amarelo.

2.7 Produtos enriquecidos com microcápsulas

A microencapsulação por gelificação iônica é um método de processamento que está sendo utilizado em polpas de frutas. Existe no Brasil a patente do invento “Bebidas fortificadas com microcápsulas de polpa de frutas”, destinada ao processamento de microcápsulas de polpa de frutas por gelificação iônica com soluções de hidrocolóides para o enriquecimento de bebidas destinadas ao consumo humano (UFS, 2014). A literatura traz alguns estudos, que foram possíveis processar microcápsulas com a polpa de mamão e maracujá (PAGANI et al., 2014; XAVIER, 2014).

No trabalho de Pagani et al. (2014) foi possível obter gotículas de papaia por esferificação básica, verificar as alterações físico-químicas, microbiológicas e microscópicas. As gotículas obtidas foram armazenadas por 21 dias em recipientes de vidro e polipropileno a $5 \pm 1^\circ\text{C}$. As análises físico-químicas e microbiológica estavam conforme a legislação até o 21º dia de armazenamento nos dois recipientes de conservação. Nas características físico-químicas das microcápsulas houve diminuição nos teores de proteína, Brix, "razão", vitamina C, carotenoides totais, licopeno e beta-

caroteno ao longo do tempo, em ambos os recipientes. Os resultados encontrados comprovam que as mesmas são viáveis para futuras comercializações, e a embalagem de polipropileno preservou melhor os nutrientes.

No estudo de Pagani et al. (2014A), foi avaliado o comportamento do sabor das gotas de papaia obtidas pelo processo de gelificação iônica e correlacionados os dados gerados a partir do nariz eletrônico com o da análise sensorial durante 16 dias de armazenamento a ± 5 °C. Na avaliação sensorial houve uma pequena redução na aceitação, já os dados obtidos pelo nariz eletrônico tiveram alterações sutis no sabor durante o armazenamento, houve um pequeno aumento na concentração de solventes orgânicos e na concentração de amônia e sulfeto de hidrogênio. A gelificação iônica gerou gotas com boa estabilidade sensorial, as técnicas utilizadas houveram correlação satisfatória entre os dados de análise sensorial gerados pelos sensores do nariz eletrônico.

No trabalho de Xavier et al. (2016), foi avaliado o efeito no processo de gelificação iônico da polpa de maracujá e a vida de prateleira do produto, verificando as mudanças físico-químicas e microbiológica, e analisado o tempo de armazenamento destes produtos quando acondicionados em embalagens de vidro submetidos ao armazenamento refrigerado 5 ± 1 °C. A vida de prateleira foi 21 dias a 5°C, não foram observadas diferenças significativas durante o armazenamento nos teores de carotenoides, umidade, cinzas e brix, vitamina C.

Morais et al. (2016) bioativou água mineral gasificada com as microcápsulas de maracujá-azedo e avaliou tempo de prateleira, realizando análises microbiológica e microscopia. Foi observado o aumento significativo da umidade e a redução de teor de cinzas, TSS, ácido ascórbico, carotenóides e cor parâmetro L, ocorreu uma diminuição significativa nas microcápsulas de maracujá-amarelo armazenadas em água com gás a 5 ± 1 ° C em embalagens de vidro por 35 dias.

Borrmann et al. (2013), foi observada a eficiência da técnica de microencapsulação no aumento de vida útil do suco de maracujá encapsulado com amido *n*-octenilsuccinato com secagem pulverização e armazenado em duas temperaturas diferentes 7 e 25 °C. Após 77 dias de armazenamento as amostras retiveram 77,1% (7°C) e 71,5% (25°) de vitamina C. A técnica de secagem mostrou-se uma opção à liofilização, foi capaz de manter a vitamina C durante o armazenamento e conservação.

Kuck e Noreña (2016) microencapsularam o extrato obtido da casca de uva Bordo, uma variedade rica em polifenóis. Os extratos foram secos por liofilização e *spray drying*,

os agentes encapsulantes usados foram goma arábica (GA), goma guar parcialmente hidrolisada (PHGG) e polidextrose (PD). Houve retenção de fenólicos variou de 81,4% a 95,3% e antocianinas de 80,8% a 99,6%, e a atividade antioxidante variou de 45,4% a 83,7%. Os tratamentos secos por spray-drying apresentaram menores teores de umidade, atividade de água e tamanho de partícula, já as por liofilização foram menos higroscópicas e com formato irregular. A técnica de spray-drying associada ao uso de 5% de PHGG e 5% de PD foi o melhor tratamento.

2.8 Gelatinas

O *Foods Chemicals Codex* define gelatina, como o produto obtido a partir da hidrólise ácida, alcalina ou enzimática do colágeno, o principal componente proteico da pele, ossos e tecido conjuntivo dos animais, incluindo peixes e aves. É classificada conforme o tratamento precursor, derivada de um ácido é do tipo A (ponto isoelétrico em pHw 8 e 9), derivada de um álcali é tipo B (ponto isoelétrico a pHw 4 e 5). As propriedades da gelatina são influenciadas por fatores intrínsecos como a fonte, idade do animal e tipo do colágeno (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011; GELATIN MANUFACTURERS INSTITUTE OF AMERICA, 2012; JOHNSTON-BANKS, 1990).

No Brasil conforme decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017, gelatina é o produto obtido por meio de hidrólise térmica, química ou enzimática, ou a combinação desses processos, da proteína colagênica presente nas cartilagens, nos tendões, nas peles, nas aparas e nos ossos das diferentes espécies animais, seguida de purificação, filtração e esterilização, concentração e secagem. Especifica que quando houver a hidrólise completa das proteínas colagênicas, de modo que o produto perca seu poder de gelificação, ele é designado como gelatina hidrolisada. No preparo da gelatina é permitido apenas o uso de matérias-primas procedentes de animais que não tenham sofrido qualquer restrição pela inspeção oficial (BRASIL, 2017).

No processamento industrial a gelatina em pó branco, insípido e inodoro é a forma mais comum, porém ela pode ter diferentes formas, como folha/ foliar que é derivada da gelatina em pó, produzida através da dissolução a vácuo, posteriormente sofre aquecimento e é escoada sobre um tambor rotativo resfriado, formando um filme de gelatina que em seguida é cortado do comprimento desejado. Seu uso se estende ao doméstico, padarias, culinária, açougue, confeitaria entre outras. A grande vantagem deste formato é facilmente dividida em porções conforme a solicitada nas receitas, além da aparência estética (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011; GME, 2008).

A Gelatina instantânea é obtida a partir do processo de secagem através de cilindro ou *spray*, como não corre a gelificação as moléculas geradas são amorfas e finas. Pode ser processada sob refrigeração, é aplicada para estabilizar alimentos em produtos sensíveis ao calor e que não devem receber aquecimento, tais como sobremesas, bolos, doces e frios (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011; GME, 2008). Existe também as gelatinas obtidas por hidrólise de gelatina por ação de enzimas que reduzem as partículas da gelatina, são consideradas formas especiais de gelatina, o produto final é um pó solúvel em água fria (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011).

Segundo Pérez-Mateos, Montero e Gómez-guillén (2009), grande parte da gelatina é obtida de pele e ossos de mamíferos, especialmente em pele de porco (46%), bovina (29,4%) e ossos de carne suína e bovina (23,1%). No entanto, nas últimas décadas cresceu a interesse por fontes alternativas de gelatina. Assim como a agregar valor aos subprodutos de produção de carnes, peixes e frutos do mar, para o desenvolvimento de produtos alimentares e/ou ingredientes saudáveis e funcionais, com a utilização dos mesmos na extração de gelatina de forma mais sustentável (GÓMEZ-GUILLÉN; GIMÉNEZ, et al., 2011; PAL; SURESH, 2016).

Se faz necessário identificar as fontes de gelatinas, devido a questões ambientais, religiosas, de segurança alimentares, devido a encefalopatia espongiforme bovina (BSE) e a febre aftosa, oferecendo um risco a saúde. Além de relatos de reação alérgica no consumo de gelatina bovina e porcina, não sendo relatada em gelatina de peixe (CHO et al., 2005; PAL; NIDHEESH; SURESH, 2015; SAKAGUCHI et al., 2000).

A gelatina é muito aproveitada em vários segmentos industriais, alimentícia, farmacêutica, cosméticos, fotográfica (GÓMEZ-GUILLÉN et al., 2011). Conforme Yang & Wang (2009), as propriedades físicas da gelatina são determinantes na qualidade e aplicação, uma vez que exercem influência na sua estrutura.

Na indústria de alimentos é um dos ingredientes mais utilizados, atua em funções variadas, tais como, emulsificante, espumante, estabilizadores, agentes gelificantes, agentes clarificantes, espessantes, materiais formadores de película biodegradáveis e agentes microencapsulantes entre outros. As principais aplicações se deve a formação de gel e propriedades viscoelásticas (GÓMEZ-GUILLÉN et al., 2011; LI; NIE, 2016).

Uma propriedade bastante relevante é a firmeza, representada pela força de geleificação, no qual as gelatinas são classificadas e comercializadas, varia entre 50 a 300 Bloom. São consideradas de alto Bloom valor acima de 220, médio Bloom entre 120 a

220 e baixo Bloom menor que 120. Essa característica é relevante uma vez que o alto Bloom é exerce influência na solidificação, ponto de fusão, na secagem do produto final e a redução do gelificante (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011).

Devido a sua natureza higroscópica, a gelatina tende a se dissolver ou aumentar de tamanho quando exposta a alimentos com elevada umidade, o que pode torna limitante sua aplicação. Ao mesmo tempo fomenta novas pesquisas para elucidar esses problemas, com soluções relacionadas a combinação de gelatina com biopolímeros variadas de características, afim de melhorar as propriedades mecânicas e resistência a água, visando uma maior aplicação tanto em embalagens de alimentos como para fins médicos (FARRIS et al., 2009; GÓMEZ-GUILLÉN; GIMÉNEZ, et al., 2011; PÉREZ-MATEOS, MONTERO; GÓMEZ-GUILLÉN, 2009).

Tabela 3- Composição química de gelatina em pó.

Composição Química por 100 g de alimento	Gelatina, sabores variados, pó
Umidade (%)	1,2
Energia (kcal)	380
Proteínas (g)	8,9
Lipídios (g)	Tr
Colesterol (mg)	NA
Carboidratos (g)	89,2
Cinzas (g)	0,6
Cálcio (mg)	27
Magnésio (mg)	2
Manganês (mg)	0,03
Fósforo (mg)	2
Ferro (mg)	0,3
Sódio (mg)	235
Potássio (mg)	7
Ácido Ascórbico (mg)	40,0

Tr: Traços; (Fonte TACO, 2011).

A demanda por alimentos proteicos é crescente, devido ao reconhecimento da proteína de boa qualidade como um nutriente essencial para a saúde e nutrição,

principalmente em grupos populacionais com restrição alimentares, como portadores de algumas doenças, enfermidades, atletas e idosos, os quais, muitas das vezes recorrem a suplementação para atingir as recomendações diárias deste grupo alimentar (EGERTON et al., 2018). As principais fontes proteicas usadas em suplementos são os produtos lácteos e a soja (GALAZ, 2013).

No entanto a gelatina um produto natural e puro, obtida a partir de colágeno animal, uma excelente fonte de proteína (84 a 90%) e 18 aminoácidos, destes 8 são essenciais, em grande concentração a glicina, prolina e hidroxiprolina, sais minerais 2%, isenta de gordura, colesterol e ácido úrico. Por essas características de composição nutricional torna-se um ingrediente bastante procurado na obtenção de produtos dietéticos. Devido as suas propriedades permite seu uso em diferentes preparações funcionais, seja doce ou salgada o que é uma tendência entre grupos específicos de consumidores (GME, 2008; FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011).

A gelatina é derivada de “gelata”, em latim significa forma gel em água. Seu uso gelatina em produtos alimentares de sobremesas é mais difundido devido a sua característica de derretimento quando levado a boca (*melt-in-the-mouth*), o que proporciona uma liberação de sabor. Misturas de vários tipos de gelatina promovem uma variedade de texturas, assim como o derretimento do gel (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011; ZHOU; REGENSTEIN, 2007).

A gelatina é utilizada em diversos ramos da indústria, é bem aceita pelos consumidores, podem ser armazenadas e comercializadas sob refrigeração, o que a torna uma opção para incluir nutrientes que originalmente não fazem parte do alimento (MANI-LÓPEZ et al., 2017). Alguns estudos como o de Mani-López et al. (2017), adicionaram na gelatina de manga o probiótico *L. fermentum* encapsulado com alginato em grânulos aromatizados, e avaliaram durante 28 dias a 5°C.

Os estudos científicos exercem influência sobre as tendências de consumo, sendo crescente o mercado de alimentos funcionais, uma vez que as escolhas alimentares individuais são com base na relação entre alimentos e saúde (BURITI et al., 2016).

Diante do exposto, verifica-se que as frutas e gengibre apresentam um potencial para agregar valor nutricional a alimentos, justificando o presente estudo o qual irá incorporar compostos bioativos presentes no maracujá em gelatina, e no gengibre com a adição de microcápsulas de gengibre, obtida através da técnica de gelificação iônica, e analisar suas propriedades físicas, químicas, antioxidantes, microbiológicas e sensoriais.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma gelatina de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*) bioativa com microcápsulas de gengibre (*Zingiber officinali*).

3.2 Objetivo Específico

- ✓ Realizar a caracterização físico-química e nutricional das polpas, suco e gelatina de maracujá-amarelo (umidade, cinzas, pH, sólidos solúveis totais, acidez, ácido ascórbico, carotenoides totais, compostos fenólicos e cor);
- ✓ Obter microcápsulas de gengibre pelo processo de gelificação iônica com o alginato de sódio e cloreto de cálcio;
- ✓ Analisar fisicamente as microcápsulas de gengibre (tamanho, rendimento, quantidade do princípio ativo, cor);
- ✓ Avaliar a estabilidade físico-química, nutricional, microbiológica e microscópica das gelatinas com e sem microcápsulas de gengibre durante o armazenamento refrigerado ($5\pm 1^{\circ}\text{C}$) em copos de vidro;
- ✓ Verificar a migração de compostos das microcápsulas para a gelatina;
- ✓ Avaliar a aceitação e a intenção de compra desses produtos por meio da análise afetiva de aceitação.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Laboratório de Análise de Alimento do Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA) o processamento e as Análises Físico-Químicas, Microscópica e Microbiológica, e a análise sensorial foi realizada no Laboratório de Técnica e Dietética do Departamento de Nutrição (DNUT), Universidade Federal de Sergipe (UFS), na cidade de São Cristóvão, Sergipe, Brasil.

4.1 Materiais

As polpas do maracujá-amarelo foram fornecidas pela Gran Ville Indústria de Sucos e Polpas Congeladas Lagarto- Sergipe, Brasil. O material foi conduzido em caixas térmicas até o Laboratório de Análises de Alimentos (LAA) e armazenado a -18 °C. A gelatina sabor natural e adoçante estévia (marcas registradas) e o gengibre (*Zingiber officinali*) foram obtidos no comércio local da cidade de Aracaju–SE, o gengibre é procedente do estado do Espírito Santo, Brasil.

4.2 Polpa de maracujá

A polpa de maracujá foi filtrada em peneira de aço inoxidável, posteriormente foi inserida em sua composição 50% de água, para obtenção do suco de maracujá a 50% seguido de homogeneização em um liquidificador industrial Arbel LQX®. Assim, foi obtido o suco de maracujá para elaboração da gelatina de maracujá.

4.2.1 Obtenção da Gelatina

O sachê de gelatina sabor natural (12g) foi inserido em um recipiente, em seguida adicionado 225 mL de suco de maracujá a 50%, realizou-se a homogeneização até dissolver por completo em fogo baixo por 2 minutos. Em seguida foi adicionado mais 225 mL de suco de maracujá 50% e porcionado nos potes de vidro. As concentrações dos ingredientes utilizados estão descritas na Tabela 4.

Tabela 4- Formulação das gelatinas de maracujá com e sem microcápsulas de gengibre.

Ingredientes	G	G5	G10
Gelatina sem sabor	12g	12g	12g
Suco de Maracujá a 50%	450 mL	450 mL	450 mL
Adoçante Estévia	40 gotas	40 gotas	40 gotas
Microcápsulas de gengibre	-	5g	10g

G= Gelatina de maracujá; G5= Gelatina de maracujá com 5 g de microcápsulas de gengibre. G10= Gelatina de maracujá com 10 g de microcápsulas de gengibre.

4.2.2 Recipiente de Armazenamento da Gelatina

A lavagem dos potes de vidros (120mL) e as tampas foram realizadas com detergente neutro, e em seguida levados para a esterilização em água quente por aproximadamente 15 a 20 minutos em uma temperatura de 100 °C para a eliminação de microrganismos, que afetam a qualidade final do produto, e levados para secarem em bancada a temperatura ambiente.

Figura 9 - Recipiente de vidro com tampa metálica para o armazenamento da gelatina Bioativa com microcápsulas de maracujá-amarelo



Fonte: Próprio autor.

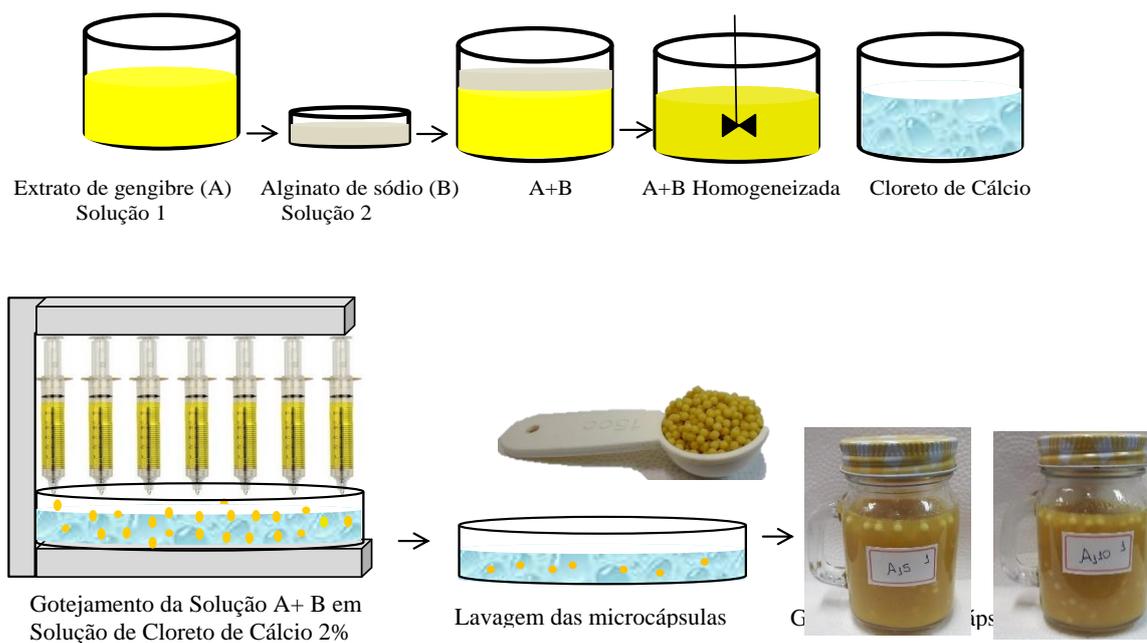
4.2.3 Gelificação iônica

A gelificação iônica foi realizada através da metodologia de gotejamento (Figura 9), no qual serão utilizadas duas soluções: *Solução (1)*: uma solução composta de extrato de gengibre (50% do caldo de gengibre, 50% de água) e alginato de sódio a 1,0%.

Ao extrato de gengibre (A) foi adicionado alginato de sódio (B), foi realizada a homogeneização em mix (Philco, Modelo 700 / 700 Watts®), posteriormente essa mistura foi inserida em seringa que por ação da gravidade foram gotejadas na solução de cloreto de cálcio a 2%. As microcápsulas obtidas foram retiradas da solução por peneiras para drenagem e imersas em um recipiente com água para a retirada de algum resíduo da solução de cloreto de cálcio, em seguida submetida a outra drenagem.

Após a lavagem, as embalagens foram esterilizadas em seguida foram adicionadas as gelatinas de maracujá sem e com microcápsulas (10g ou 5g de microcápsulas em cada recipiente) (Figura 9). O produto foi vedado, pasteurizado a 60°C por 30 minutos e armazenado a 5 ± 1 °C em expositores por 7 dias.

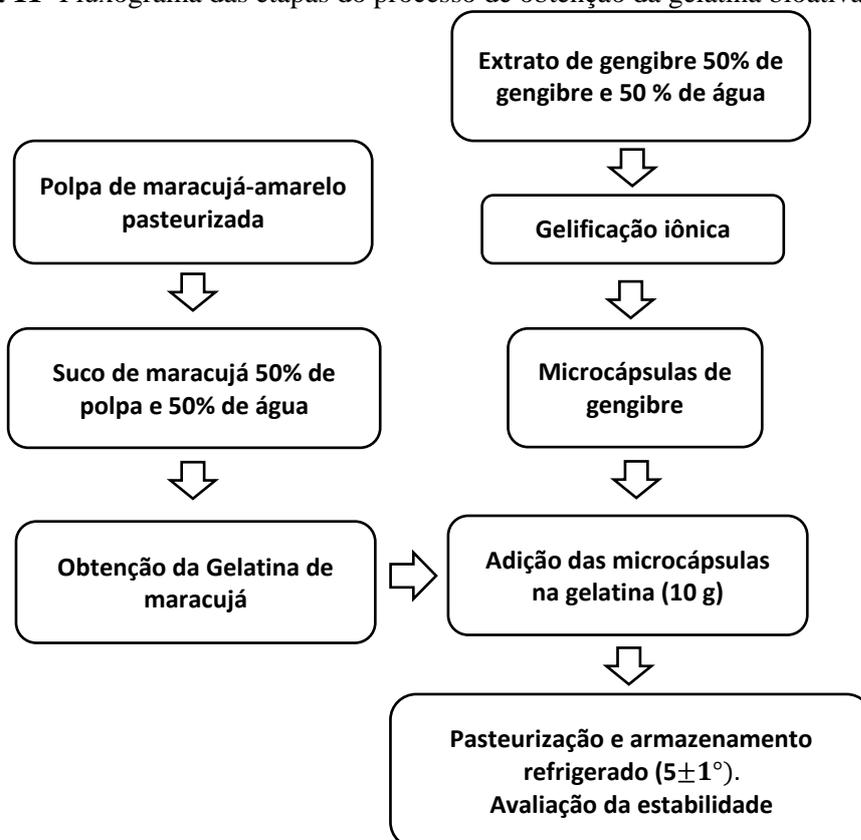
Figura 10- Etapas de processamento da gelatina de maracujá com microcápsulas de gengibre



Fonte: Próprio autor.

4.2.4 Processamento das amostras

Figura 11- Fluxograma das etapas do processo de obtenção da gelatina bioativa



Fonte: Próprio autor.

4.3 Análises físicas

As análises das microcápsulas de gengibre armazenadas em gelatina foram realizadas com 0 dias e após 7 dias, em três repetições, os resultados foram expressos pelas médias dos valores incluindo o desvio padrão.

4.3.1 Rendimento

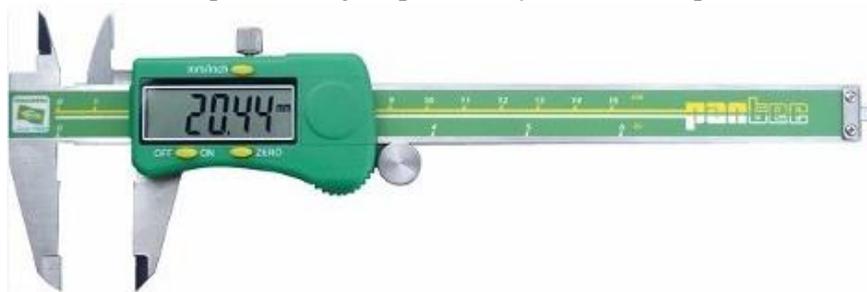
O rendimento foi obtido por meio da pesagem do extrato do gengibre e em seguida a pesagem após a obtenção das microcápsulas, calculando-se a razão entre a diferença multiplicada por 100 (OLIVEIRA, 2011).

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

4.3.2 Análise do tamanho das microcápsulas

Foram avaliados o tamanho das microcápsulas de gengibre utilizando um paquímetro digital Pantec® com a escala de 0 a 150 mm.

Figura 12 - Paquímetro digital para medição da microcápsula.



Fonte: próprio autor.

4.3.3 Quantidade de princípio ativo encapsulado (QPA)

Foi feita referência a quantidade de princípio ativo encapsulado (extrato de gengibre) nas microcápsulas, e se calcula com a seguinte equação.

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

4.3.4 Cor

A análise instrumental de cor foi realizada no suco, polpa, microcápsulas de gengibre e gelatinas de maracujá com e sem microcápsulas de gengibre em diferentes proporções, durante o armazenamento 0 e 7 dias para verificar alterações. Foram obtidas com a utilização do colorímetro (Konica Minolta®, mod. CR-10, Japão). No qual luminosidade (L) é um parâmetro que pode variar do zero (preto) a 100 (branco); a* varia de vermelho (+a) a verde (-a); b* refere-se à variação de cor entre o amarelo (+b) e o azul (-b) e; ângulo Hue (Hue°) varia de 0 a 360°, sendo que o 0° corresponde à cor vermelha, 90° corresponde ao amarelo, 180° ao verde e 270° ao azul.

4.3.5 Análise Microscópica

A microscopia foi realizada no dia 0 e com 7 dias para verificar a morfologia das microcápsulas de maracujá-amarelo armazenadas em gelatina. Nesta análise, foi utilizado o microscópio digital da marca Dino-Lite Plus®, Modelo AM313T com aproximação de 230x.

4.3.7 Perfil de Textura

Para a determinação da textura instrumental das gelatinas foi realizada o teste de compressão e as propriedades analisadas foram: dureza/firmeza, resiliência, deformação, ciclo de trabalho de dureza, nos tempos de armazenamento 18, 48, 96 e 168 horas. Foi utilizado o analisador de textura CT-3 (Brookfield, Estados Unidos), com célula de carga 25kg, carga de gatilho 7g, velocidade 0,5mm/s, o probe utilizado foi o modelo esférico modelo (TA3/100). Os parâmetros foram obtidos com o software do aparelho. As leituras foram realizadas em três repetições em temperatura ambiente.

4.4 Análises físico-químicas e nutricionais

Foram realizadas análises em três repetições da caracterização suco, polpa, microcápsulas de gengibre e gelatinas de maracujá com e sem microcápsulas de gengibre em diferentes proporções no dia 0 e com 7 dias a 5±1°C. As amostras foram submetidas às seguintes análises:

4.4.1 Teor de umidade

O teor de umidade foi determinado pelo método de secagem direta em estufa a 105°C até peso constante, seguindo o método 920.151 da *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 1997).

4.4.2 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).

4.4.3 Cinzas ou minerais

O teor de cinzas foi realizado através do método de incineração em mufla segundo metodologia descrita pelo método 940.26 da *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 1997).

4.4.3 Proteína

O nitrogênio das amostras foi determinado pelo método semi-micro Kjeldahl. A matéria orgânica total foi submetida ao processo de digestão sob aquecimento com ácido sulfúrico, na presença de mistura catalisadora composta de sulfato de cobre pentahidratado e sulfato de potássio anidro (1:19) até que carbono, hidrogênio e enxofre sejam oxidados. O nitrogênio da proteína foi reduzido e transformado em sulfato de amônia. Cerca de 100 mg de amostra foram digeridas por aproximadamente 8 horas a 350°C. O fator de 5,55 foi utilizado como fator de conversão de nitrogênio para o cálculo de proteínas totais (AOAC 1995).

4.4.4 pH

Para determinação do pH foi utilizado o método potenciométrico com o pHmetro Digital microprocessado (DLA-PH Del Lab®), previamente calibrado com soluções tampão de pH 7,0 e 4,0, seguindo metodologia da *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC 2005).

4.4.5 Acidez

O teor de acidez foi determinado pelo método de acidez titulável determinada por titulação com NaOH 0,1M de acordo com o método nº 22.058 da AOAC (1984) e expressa em g de ácido cítrico/100g.

4.4.6 Sólidos solúveis (°Brix)

Para a determinação do teor de sólidos solúveis da amostra a 20°C foi utilizado o refratômetro digital Kruss Optronic Germany® (DR201-95) o resultado foi expresso em °Brix de acordo com o método refratométrico nº 932.12 da AOAC (1997).

4.4.7 Ácido ascórbico

O teor de ácido ascórbico (vitamina C) foi realizado através do método iodométrico, titulação com iodato de potássio (KIO₃), sendo os resultados expressos em mg/100mL, conforme metodologia estabelecida pelo Instituto Adolfo Lutz (método 364/IV) (IAL,2005).

4.4.8 Carotenoides totais

Os teores de carotenoides foram avaliados seguindo o método proposto por Lichtenthaler (1987) expressos em mg/g.

4.4.9 Determinações de Gingerol na gelatina de maracujá-amarelo com microcápsulas de gengibre (*Zingiber officinali*)

A determinação do Gingerol no extrato do gengibre (*Zingiber officinali*) foi obtida através do método espectroscópico de UV, seguindo a metodologia proposta por Shind Sachin et al. (2012) com adaptações.

Para a obtenção do extrato de gengibre foi pesado (balança analítica Radwag ®) 20g de gengibre seco, macerados e filtrados com álcool etílico absoluto 99,8% P.A, completando o volume de 100 mL. A solução foi inserida em um evaporador rotativo (Fisatom mod. 802®) até a obtenção de uma massa pastosa. Esta foi resuspensa em 50 mL de metanol P.A, na qual foi retirada uma alíquota para uma solução estoque de 1000 µg/mL de extrato de gengibre e completada o volume de 10 mL com metanol PA. Desta solução foram realizadas as diluições de 20-120 µg/mL para a obtenção da curva de calibração. A varredura foi realizada com a solução de 100 µg/mL de extrato na faixa de

200-400 nm em espectrofotômetro- UV (Rayleigh UV- 2691®), o λ máximo foi 281 nm. O Valor de Coeficiente (r^2) 0,9978, e equação de regressão $y = 0,0053x - 0,037$.

Após a obtenção da curva de calibração, foram estimados os teores de gingerol nas microcápsulas de gengibre, gelatina de maracujá e gelatina de maracujá bioativada com microcápsulas de gengibre. Foram obtidos três extratos para cada amostra, trituradas em mixer (Philco 700®) até a homogeneização, destas 100 μ g foram pesados, macerados, diluídos e filtrados com metanol PA para balão volumétrico de 10 mL, a leitura em espectrofotômetro a 281 nm.

4.4.10 Obtenção dos extratos

Para a determinação de substâncias fenólicas totais e avaliação capacidade antioxidante *in vitro*, foram obtidos extratos aquoso das amostras de polpa, suco, microcápsulas e gelatinas de maracujá com e sem microcápsulas.

As amostras foram liofilizadas, posteriormente 5 g foram dissolvidas em 50 mL de álcool etílico (80%) sob agitação por 1h em agitador magnético. O sobrenadante obtido foi filtrado e o volume final, corrigido para 50 mL e realizada a rotoevaporação. Para avaliar a quantidade de solutos dispersos e para realização das análises subsequentes, os extratos foram novamente liofilizados. Com os extratos liofilizados foram feitos extratos aquosos nas concentrações 5.000; 2,500; 1000; 300, 100, 30 e 10 μ g/mL.

4.4.10.1 Fenólicos totais

O teor de compostos fenólicos totais foi determinado conforme procedimento descrito por Singleton e Rossi (1965), com modificações. Uma alíquota de 0,25 mL dos extratos foi misturada com 2,5 mL de água e 0,25 mL do reagente de Folin-Ciocalteu. Após 5 minutos à temperatura ambiente, 250 μ L de solução de carbonato de sódio (10%) foram adicionados e a mistura mantida à temperatura ambiente, com luminosidade controlada, por 60 minutos. As leituras de absorbância a 720 nm foram realizadas em leitor de placas multi (Detection microplate reader Synergy–BIOTEK, Vermont, EUA), o conteúdo de fenólicos totais foi calculado por meio de curva padrão de ácido gálico (16 a 100 mg/L). Os resultados foram expressos em mg de equivalente ácido gálico por 100 g de extrato de gengibre liofilizado (mg AGE.100g-1 PF).

4.4.11 Capacidade antioxidante

4.4.11.1 Capacidade de redução do Ferro (FRAP)

A atividade antioxidante pelo método FRAP foi realizada conforme Oyaizu (1986) com algumas modificações. Alíquotas de 9 μL de cada extrato (em diferentes concentrações) foram pipetadas em microplaca, na qual foram acrescentados 27 μL de água destilada e 270 μL do reagente FRAP. A placa foi incubada a 37°C durante 30 minutos e a leitura foi realizada a 595 nm em leitor de placas multi (Detection microplate reader Synergy–BIOTEK, Vermont, EUA). A quantificação foi realizada utilizando uma curva analítica de Trolox, e os resultados expressos em μM de equivalentes de Trolox/ g de extrato de gengibre liofilizado.

4.4.11.2 ABTS

A capacidade antioxidante foi estimada de acordo com procedimento proposto por Re et al. (1999), com algumas modificações. O radical ABTS $\bullet+$ foi preparado a partir da reação de 7 mM de solução aquosa de ABTS com 140 mM de persulfato de potássio, deixando a mistura à temperatura ambiente por 16 horas, na ausência de luz. Em seguida, a solução de ABTS foi diluída com etanol para obter uma absorbância de $0,70 \pm 0,05$ a 734 nm. Alíquotas de 30 μL de cada extrato foram adicionadas a 300 μL do radical ABTS, e as absorbâncias da mistura foram registradas nos tempos no tempo de 0, 6 e 15 minutos em leitor de placas multi (Detection microplate reader Synergy–BIOTEK, Vermont, EUA). A capacidade antioxidante foi calculada utilizando-se curva padrão de Trolox (100 a 2000 μM) e suas respectivas porcentagens de inibição, e os resultados do ensaio foram expressos em μmol de equivalente de Trolox/g de extrato de gengibre liofilizado.

4.4.11.3 Varredura do radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil)

O sequestro de radical DPPH \bullet foi avaliado conforme método descrito por Brand-Willians et al. (1995) com modificações. Alíquotas de 50 μL de cada extrato foram adicionadas a 150 μL de solução metanólica de DPPH \bullet (6×10^{-5}) mol/L. A redução do radical DPPH \bullet foi medida a 515 nm em leitor de placas multi (Detection microplate reader Synergy–BIOTEK, Vermont, EUA) após 30 minutos de repouso. A partir de uma curva de calibração Trolox, os resultados foram expressos como mmol de equivalente de Trolox/g de extrato de gengibre liofilizado.

4.5 Análise Microbiológica

Foram efetuadas análises microbiológicas nas gelatinas de maracujá sem e com microcápsulas de gengibre. Essas análises têm como a finalidade de verificar a sanidade do produto e a avaliação da vida de prateleira foram realizadas no tempo 0 e com 15 dias.

A técnica do Número Mais Provável (NMP) foi utilizada para quantificar os Contagem Aeróbica Total, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* (BRASIL, 2001). A contagem de bolores e leveduras foi realizada em superfície com o meio de cultura Ágar Batata Dextrose (PDA) acidificado com ácido tartárico e solidificado, as placas foram incubadas em estufa a 25°C por 48 horas, após este período procedeu-se a contagem dos bolores e leveduras crescentes nas placas, e obtenção da média em UFC/mL (BRASIL, 2003).

4.6 Análise Sensorial

O estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Sergipe (CAEE nº 98684318.0.0000.5546). A análise sensorial foi conduzida seguindo os aspectos legais necessários para sua aplicação. Os provadores receberam um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) informando os objetivos do estudo, a participação e a ausência de riscos à saúde (Apêndice A). Foram realizadas análises microbiológica das amostras das gelatinas para verificar se todas as formulações estavam dentro dos padrões estabelecidos.

A análise sensorial das gelatinas foi realizada no Laboratório de Técnica e Dietética do Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Sergipe, em cabines individuais com 101 provadores voluntários não treinados: professores, estudantes e técnicos. Antes dos testes, os provadores receberam instruções sobre o teste sensorial e escala utilizada. Os consumidores realizaram o teste de aceitação e intenção de compra. Através de uma ficha (Anexo A) na qual apresenta-se uma escala estruturada de 9 pontos, que variam de “desgostei muitíssimo” a “gostei muitíssimo”, e uma escala de intenção de compra, que varia de “certamente não compraria” a “certamente compraria”.

As amostras servidas foram apresentadas a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ numa quantidade de 30mL, em copos descartáveis de 50mL, codificados com números de três algarismos e servidos em cabines individuais, sempre acompanhados de um copo de água potável disponível (STONE; SIDEL, 2004).

Figura 13- Amostras de gelatina de maracujá com diferentes concentrações de microcápsulas de maracujá utilizadas na análise sensorial



Fonte: Próprio autor.

Para o cálculo do Índice de Aceitabilidade (I.A) de cada preparação, foi utilizada a seguinte expressão (TEIXEIRA et al., 1987):

$$\text{Índice de aceitabilidade (\%)} = \frac{A \times 100}{B} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde: A = nota média obtida para o atributo avaliado;

B = nota máxima dada para o atributo avaliado.

4.7 Análise Estatística

4.7.1 Caracterização da polpa e suco de maracujá e microcápsulas de gengibre

Os tratamentos estatísticos dos dados de caracterização foram realizados em três repetições e avaliados estatisticamente pelo programa computacional Sisvar® versão 5.6®, por Análise de Variância (ANOVA), desenvolvido por Ferreira (1998). Foi utilizado o Teste de *Tukey*, a ($P = 0,05$), para detecção de diferenças de médias entre a polpa, o suco e as microcápsulas recém-processadas.

4.7.2 Armazenamento das gelatinas de maracujá (com e sem microcápsulas de gengibre)

O delineamento estatístico utilizado durante o armazenamento foi um delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 3 (tratamentos) x 2 (tempos). As análises estatísticas foram avaliados pelo programa computacional *Sisvar*® versão 5.6, por Análise de Variância (ANOVA). As médias do tratamento adicional x

fatorial foram comparadas pelo teste F, sendo feito desdobramento quando significativo. As médias foram comparadas pelo teste de *Tukey* ($P = 0,05$).

4.7.3 Análise sensorial das gelatinas com 5 e 10 g de microcápsulas de gengibre

Os resultados dos testes sensoriais foram avaliados estatisticamente pelo programa computacional *Sisvar*® versão 5.6, por Análise de Variância (ANOVA) e de *Tukey* ($P = 0,05$).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

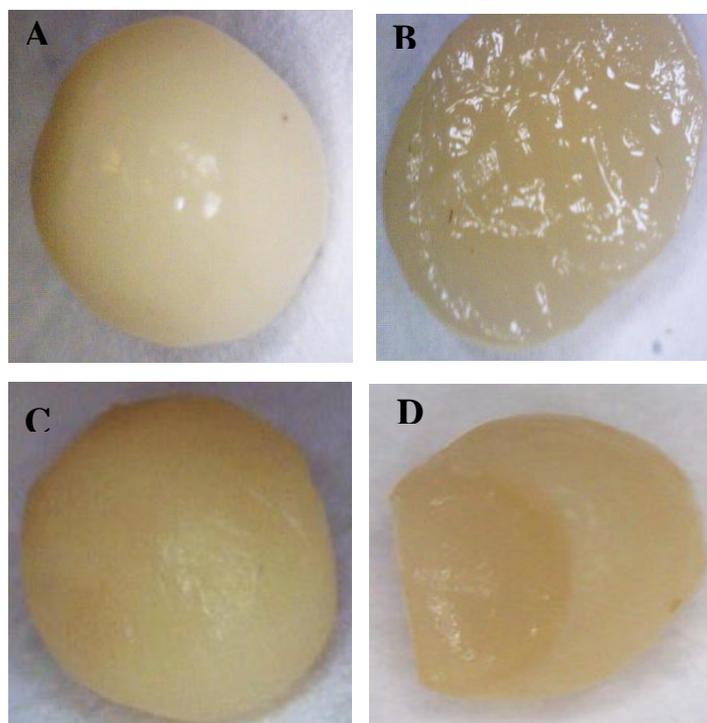
5.1 Análises Físicas

O rendimento das microcápsulas de gengibre foi 70,06%, devido às perdas do produto durante o processamento, algumas microcápsulas apresentaram formato inadequado, assim foram descartadas.

A quantidade de princípio ativo encapsulado (QPA) foi 71,36%, uma vez que o extrato de gengibre foi diluído a 50%. QPA maior que o estudo de Moraes et al. (2015), com bioativação de água mineral com microcápsulas de maracujá amarelo, que encontrou 65,8%.

O método de gelificação iônica através da técnica de extrusão usando como gelificante o alginato de sódio permitiu a produção de microcápsulas esféricas assim como outros estudos que utilizaram o mesmo gelificante (MANI-LÓPEZ et al., 2017; MORAIS et al., 2015) (figura 13A). Observa-se diferença entre as microcápsulas no intervalo de 7 dias, na figura 13D é possível ver a gelificação mais intensa e menor teor de umidade que no dia 0 (Figura 13B).

Figura 14- Microscopia das microcápsulas de gengibre armazenadas a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ em embalagens de vidro nos tempos: 0 dias (A e B), 7 dias (C e D). Microcápsula inteira (A e C) e Microcápsula com corte (B e D). Aproximação de 100X.



Fonte: Próprio autor (2019).

Na microencapsulação as micropartículas formadas podem ser classificadas como microcápsulas e microesferas. Como pode ser observado na figura 13D, foram obtidas microcápsulas, uma camada de polímero age como um filme protegendo substância ativa (RÉ, 2000).

O tamanho médio das microcápsulas de gengibre obtidas no estudo ficou em torno de 3,5 mm ($\pm 0,37$). No trabalho de Guimarães et al. (2013) foi utilizado a mesma concentração de 1% alginato que o presente estudo obtendo microcápsulas aromatizadas a base de peixe (atum de cavala a 1%) e probióticos tamanho médio de $2,8 \pm 0,05$ mm. As partículas são definidas de três formas de acordo com o tamanho em: macro >5000 μm ; micro 0,2 a 5000 μm e nano $< 0,2$ μm (MAIA, 2013). O peso médio das microcápsulas de gengibre foi 33, 8 mg ($\pm 0,004$).

O tamanho das microcápsulas varia com a viscosidade do alginato e diâmetro das agulhas usadas no gotejamento. Soluções de alginato mais viscosas formam partículas maiores e mais esféricas e o diâmetro da seringa influenciam na formação (BADWAN et al., 1985; MANI-LÓPEZ et al., 2017). Alguns métodos são usados para obtenção de micropartículas de diâmetro menor que 0,2 μm entre eles coacervação, atomização e emulsificação.

5.1.1 Textura

A Tabela 5 mostra os resultados do perfil de textura das gelatinas processadas através das propriedades dureza, resiliência, deformação da dureza, ciclo de trabalho de dureza, ciclo total de trabalho.

Neste experimento, a textura foi avaliada através da compressão, no qual é medida a força necessária para provocar determinada deformação ou qual a deformação causada por uma força (CIVILLE; SZCZESNIAK, 1973). Observa-se na tabela 5 que para a maioria dos parâmetros analisados o ponto máximo de gelificação ocorreu tempo de 48 horas de armazenamento.

Segundo Aditivos e Ingredientes (2012) no início do resfriamento da gelatina ocorre o aumento da viscosidade, até a formação completa do gel, com aumento progressivo até o equilíbrio aproximadamente 18 horas de maturação. A firmeza da gelatina varia com a concentração e firmeza intrínseca da gelatina utilizada, temperatura, presença de eletrólitos e outros ingredientes.

Tabela 5- Parâmetros de textura de gelatinas de maracujá com e sem microcápsulas de gengibre, armazenadas a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ em embalagens de vidro.

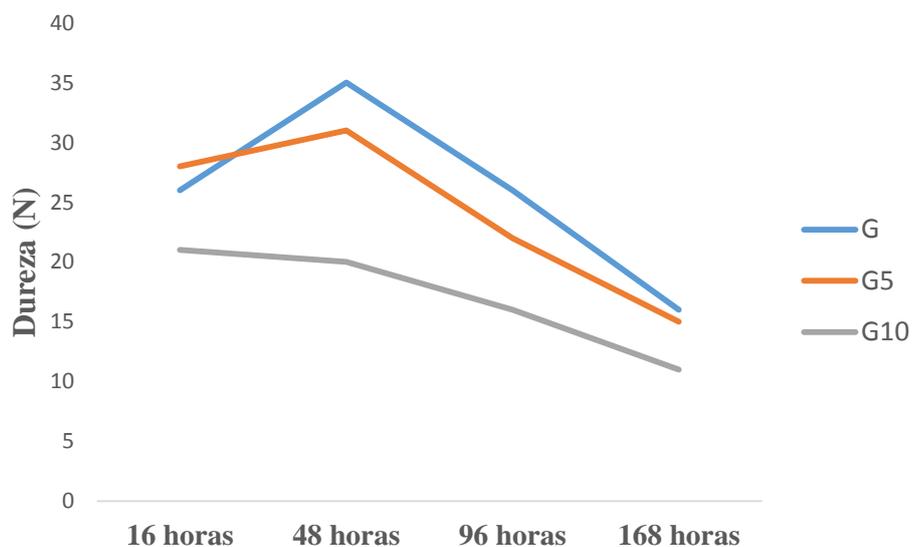
Variáveis	Armazenamento (Horas)	Gelatina de Maracujá	Gelatina com 5g de microcápsulas de Gengibre	Gelatina com 10g de microcápsulas de Gengibre
Dureza (N)	18	26 ^{Ab}	28 ^{Aa}	21 ^{Ba}
	48	35 ^{Aa}	31 ^{Aa}	20 ^{Ba}
	96	26 ^{Ab}	22 ^{Ab}	16 ^{Bab}
	168	16 ^{Ac}	15 ^{Abc}	11 ^{Bb}
Resiliência	18	0,84 ^{Aa}	0,84 ^{Aab}	0,8 ^{Aa}
	48	0,85 ^{Aa}	0,86 ^{Aa}	0,84 ^{Aa}
	96	0,79 ^{Aa}	0,76 ^{Ab}	0,66 ^{Bb}
Deformação Dureza (mm)	18	3,98 ^{Aa}	3,98 ^{Aa}	3,88 ^{Aa}
	48	3,93 ^{Aa}	4 ^{Aa}	3,88 ^{Aa}
	96	3,84 ^{Aa}	3,66 ^{Aa}	3,99 ^{Aa}
	168	3,92 ^{Aa}	3,99 ^{Aa}	3,35 ^{Bb}
Ciclo de Trabalho de Dureza (mJ)	18	0,63 ^{Ab}	0,65 ^{Ab}	0,4 ^{Bb}
	48	0,85 ^{Aa}	0,8 ^{Aa}	0,6 ^{Ba}
	96	0,6 ^{Ab}	0,45 ^{Bc}	0,4 ^{Bb}
	168	0,4 ^{Ac}	0,35 ^{ABd}	0,3 ^{Bc}
Ciclo Total de Trabalho (mJ)	18	1,17 ^{Ab}	1,15 ^{Aa}	0,75 ^{Ba}
	48	1,55 ^{Aa}	1,4 ^{Aa}	0,95 ^{Ba}
	96	1 ^{Ab}	0,8 ^{ABb}	0,7 ^{Bab}
	168	0,6 ^{Ac}	0,6 ^{Ab}	0,45 ^{Ab}

Médias seguidas pela mesma letra Maiúscula, na linha, não diferem estatisticamente, a,b = Letras diferentes na mesma coluna indicam que há diferenças significativas entre as amostras pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A dureza consiste na força para realizar deformação, em termos sensoriais é a força necessária para a compressão do alimento entre os dentes molares (sólidos) ou entre a língua e o palate (líquidos) (CIVILLE; SZCZESNIAK, 1973). A gelatina de maracujá sem microcápsulas de gengibre apresentou maior dureza em relação as amostras com microcápsulas, o ponto máximo foi em 48 horas de armazenamento (figura 14).

Observa-se que a presença das microcápsulas em maior concentração influenciou na redução da dureza da gelatina, possivelmente agregou umidade com o aumento da gelificação das microcápsulas liberando o exudato (água) para o meio externo (gelatina) tornando-a mais fluida que as outras amostras. Para o aumento da dureza nas gelatinas, sugere-se o aumento da concentração da gelatina em pó em relação ao suco.

Figura 15- Parâmetro de dureza das gelatinas com e sem microcápsulas de gengibre em relação ao tempo de armazenamento.

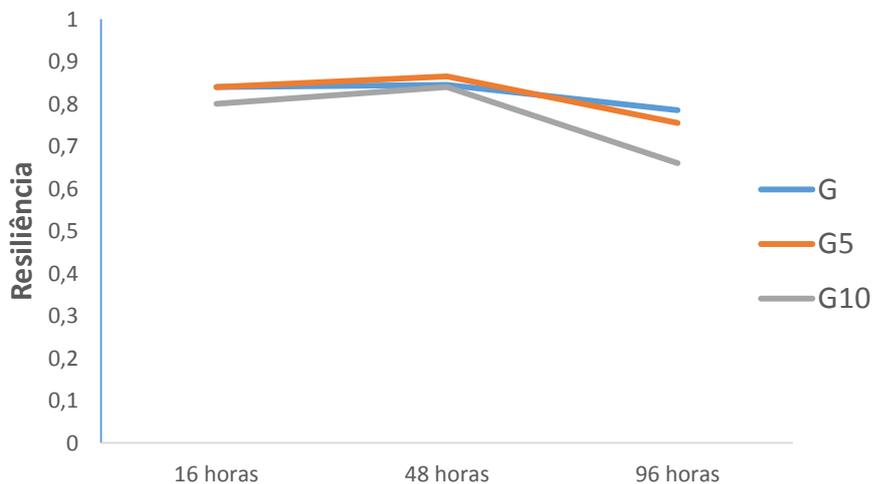


*G= Gelatina de maracujá; G5 Gelatina de maracujá com 5 g de microcápsulas de gengibre.
G10= Gelatina de maracujá com 10 g de microcápsulas de gengibre.

Fonte: Próprio autor.

O parâmetro resiliência avalia o grau em que a amostra retorna à forma original (elasticidade). Observa-se que na (figura 15) os valores foram bastante similares entre as gelatinas, com ponto máximo em 48 horas de armazenamento.

Figura 16- Parâmetro de resiliência das gelatinas com e sem microcápsulas de gengibre em relação ao tempo de armazenamento.



*G= Gelatina de maracujá; G5 Gelatina de maracujá com 5 g de microcápsulas de gengibre.
G10= Gelatina de maracujá com 10 g de microcápsulas de gengibre.

Fonte: Próprio autor.

5.2 Caracterização da polpa de maracujá, suco de maracujá e microcápsulas de gengibre

Os resultados da caracterização físico-química e nutricional: umidade, cinzas, proteína, pH, acidez, vitamina C, sólidos solúveis, atividade de água (Aw), cor (CELAB) da polpa de maracujá, suco de maracujá e microcápsulas de gengibre estão apresentados na Tabela 6.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), denomina polpa de maracujá como “o produto não fermentado e não diluído, obtido da parte comestível do maracujá (*Passiflora, spp.*), através de processo tecnológico adequado, com teor mínimo de sólidos totais (Brasil, 2000). O decreto nº 6.871, de 04 de junho de 2009, define suco ou sumo como a bebida não fermentada, não concentrada, ressalvados os casos a seguir especificados, e não diluída, destinada ao consumo, obtida da fruta madura e sã, ou parte do vegetal de origem, por processamento tecnológico adequado, submetida a tratamento que assegure a sua apresentação e conservação até o momento do consumo (BRASIL, 2009).

De acordo com Castro et al. (2015) a qualidade da polpa de fruta congelada depende da preservação dos nutrientes e das suas qualidades microbiológicas, físicas, químicas e sensoriais. Os valores encontrados para a caracterização da polpa de maracujá estão conforme o regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de maracujá, de acordo com a legislação brasileira, o pH pode variar de 2,7 a 3,6, acidez total de 2,5(g/100g ácido cítrico), teor de sólidos solúveis mínimo de 11 ° Brix, a 20° C. Parâmetros fundamentais para o controle de qualidade de polpas de frutas congeladas.

Os valores da umidade entre as amostras foram diferentes estatisticamente ($p < 0,05$), dados apresentados na Tabela 6. Na polpa de maracujá foi menor em relação ao suco de maracujá e as microcápsulas de gengibre, devido as diluições de 50% da polpa para a obtenção do suco, posteriormente foi utilizado no preparo das gelatinas de maracujá, assim como foi realizada a diluição do extrato de gengibre no preparo das microcápsulas.

O teor de umidade da polpa de maracujá foi 88,21%, similar a encontrada na Tabela de Composição de Alimentos 88,9% (TACO, 2011) em polpa de maracujá congelada e 85,62% em polpa de maracujá em Rodriguez-Amaya (2012). No suco de

maracujá a umidade encontrada foi 93,96%, maior que no relatado por Rodriguez-Amaya (2012) 84,21%, possivelmente foram diferentes diluições entre os sucos.

Foi encontrada diferença estatística significativa ($p < 0,05$) nos teores de cinzas, nota-se que as microcápsulas apresentaram maiores teores, possivelmente atribuído a incorporação de alginato e cloreto de cálcio utilizados no processamento das microcápsulas (Tabela 6). Os valores de cinzas da polpa de maracujá 0,59g foram similares ao da TACO 0,5g (TACO, 2011), e ligeiramente maior que o encontrado por Rodriguez-Amaya (2012) 0,34g. A legislação brasileira não recomenda valores máximo ou mínimo para cinzas em polpas de fruta (BRASIL, 2000).

Pode-se observar que houve diferença estatística ($p < 0,05$) na análise de proteína entre as amostras. A polpa apresentou 0,94 g de proteína, similar ao descrito na TACO (2011) 0,8g. O valor encontrado no suco foi de 0,46 g possivelmente devido a diluição realizada. As frutas de forma geral não apresentam conteúdos expressivos de proteínas.

Tabela 6- Caracterização físico-química e nutricional das polpas de maracujá, suco de maracujá e microcápsulas de gengibre.

Análises	Polpa de Maracujá	Suco de Maracujá	Microcápsula de Gengibre
Umidade (%)	88,21±0,12 ^c	93,96±0,03 ^a	92,42±0,26 ^b
Cinzas (%)	0,59±0,01 ^b	0,28±0,02 ^c	0,89±0,01 ^a
Proteína (g/100g)	0,94±0,00 ^b	0,46±0,00 ^c	1,2±0,18 ^a
pH	3,05±0,02 ^b	3,09±0,02 ^b	5,29±0,02 ^a
Acidez (g de ácido cítrico/100g)	3,06±0,16 ^a	1,47±0,10 ^b	0,1 ± 0,0 ^c
Vitamina C (mg/100g)	27,15±0,21 ^a	12,3±0,42 ^b	0,0 ± 0,0 ^c
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	11,77±0,06 ^a	6,1±0,17 ^b	1,0±0,1 ^c
Aw	0,965±0,0 ^b	0,980±0,0 ^{a,b}	0,988±0,0 ^a
Cor (L)	37,43±0,15 ^c	39,33±0,63 ^b	59,07±0,23 ^a
Cor (A)	1,51±1,8 ^b	1,27±0,06 ^b	4,06±0,25 ^a
Cor (B)	3,88±0,1 ^c	4,77±0,18 ^b	36,63±0,25 ^a
Cor (°Hue)	68,72±2,03 ^c	75,07±0,44 ^b	83,66±0,31 ^a

Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação aos valores de pH, a polpa utilizada em nosso estudo foi similar ao encontrado em outros estudos, 2,8-3,38 Castro et al. (2015), 2,95 em Couto et al. (2011), 3,07 em Morais et al (2015), 3,29 Lima et al. (2015). Estudos reportam que as polpas de frutas devem se manter com valores de pH inferiores a 4,5, sendo importante para a sua conservação não requerendo altos tratamentos térmicos, assim não prejudica a qualidade do produto (SANTOS et al., 2008). Os alimentos com baixo pH tendem a ter uma maior

conservação sobre microrganismos, sua acidez tem relação direta com a microbiota alterante (GONDIM, 2013; RAIMUNDO, 2009).

Para o parâmetro de acidez titulável observa-se uma diferença estatística entre as amostras, descritos na tabela 6. A polpa por ser mais concentrada apresentou maiores teores de ácidos orgânicos. Os valores encontrados neste trabalho foram superiores aos relatos dos estudos de Lima et al. (2015), com 1,66 de ácido cítrico/100g e Castro et al., (2015) variou de 2,52-2,57 de ácido cítrico/100g. No maracujá o ácido predominante é o ácido cítrico, este ácido é um indicador de estado de maturação em frutas e varia conforme a espécie. Ocorre o declínio a medida que o fruto amadurece sendo transformado em açúcares no processo respiratório ou ciclo de Krebs (BUENO et al., 2002; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Na Tabela 6 é apresentada a concentração de ácido ascórbico nas amostras, observa-se que houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os teores de ácido ascórbico. Nas microcápsulas de gengibre não foram encontradas esta vitamina. São poucos dados encontrados na literatura sobre ácido ascórbico em gengibre. Oboh, Akinyemi e Ademiluyi (2012) relataram 1,83 mmol / 100 g e 0,91 mmol / 100 g no gengibre vermelho e branco respectivamente. No experimento com secagem de tomate e gengibre, foram encontrados no gengibre fresco 0,45 mmol/100 g de ácido ascórbico (GÜMÜSAY et al., 2015).

A polpa de maracujá apresentou valor médio de ácido ascórbico de 27,15 mg/100g (Tabela 6), corroborando com o estudo de Vasco et al. (2008) com 30-40 mg/100g, maior ao encontrado por Lima et al. (2015), 6,21 mg/100g, Morais et al. (2015) 10,2 mg/100g e Castro et al. (2015) que variaram de 5,85 a 16,38 mg/100g de vitamina C em polpa congelada de maracujá.

O ácido ascórbico está amplamente presente em frutas, principalmente as cítricas. É um antioxidante bastante sensível a degradação, seja no processamento ou armazenamento, devido a essa instabilidade sua retenção é usada como marcador de qualidade e estado de conservação. As concentrações podem variar de acordo com a espécie, grau de maturação, temperatura, intensidade da luz, procedência e tipo de tecido (BOSCH et al., 2013; CASTRO et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2012A; PEREIRA et al., 2006; VAN BREE et al., 2012).

Entre as amostras houve diferença estatística ($p < 0,05$) para sólidos solúveis (Tabela 6). A polpa de maracujá apresentou valores maiores em comparação ao suco e as

microcápsulas, assim como no estudo de Morais et al. (2015), com 11,4 (°Brix) para polpa e 8,79 (°Brix) para o suco. No entanto no estudo citado, a adição de água para o preparo do suco foi menor que o presente estudo, justificando a menor redução de sólidos solúveis. O decréscimo de teores de sólidos solúveis no suco ($6,1 \pm 0,17$) em relação a polpa ($11,77 \pm 0,17$) ocorreu pela adição de água no seu preparo (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os teores de Sólidos Solúveis Totais (°Brix) indicam índice de maturação e a quantidade de substâncias dissolvidas no suco, não representa o valor exato de açúcares devido a outras substâncias que também estão dissolvidas no meio celular, tais como vitaminas, fenólicos, ácidos orgânicos e pectinas. Avalia indiretamente o conteúdo de açúcares, pois estes constituem entre 85 a 90 % destes compostos solubilizados no fruto. Os sólidos solúveis aumentam a concentração conforme o fruto amadurece (CHITARRA; CHITARRA, 2005; PEREIRA et al., 2006).

Para o parâmetro atividade de água (A_w) houve diferença estatística ($p < 0,05$) entre as amostras de polpa de maracujá e microcápsulas de gengibre. A A_w é uma propriedade intrínseca do alimento, que avalia a água disponível para reações químicas e bioquímicas, indica a intensidade com que a água está associada a constituintes não aquosos, ou seja, a disponibilidade de nutrientes para os microrganismos (RIBEIRO; SERAVALLI, 2004).

Esta propriedade pode ser reduzida aumentando os solutos na fase aquosa do alimento, como sal ou açúcar, nas gelatinas ocorreu o processo inverso, com o aumento de solvente na diluição da polpa de maracujá e extrato de gengibre, corroborando com a alta umidade ($A_w > 0,90$) (RIBEIRO; SERAVALLI, 2004).

Por meio dos valores obtidos na medição da cor pelo método CIELAB verificou-se, em termos de luminosidade (L^*), coloração mais escura para polpa e suco de maracujá e mais clara para as microcápsulas de gengibre. Com relação à coordenada a^* , os valores indicam que as amostras encontram-se na faixa ligeiramente vermelha (valores positivos), enquanto para coordenada b^* , as amostras apresentam uma tonalidade amarelada, corroborando com o ângulo Hue indicando a coloração tendendo ao amarelo das amostras analisadas. Observa-se que as colorações foram mais intensas nas microcápsulas.

5.3 Caracterização das gelatinas de maracujá durante o armazenamento

A caracterização físico-química das gelatinas é fundamental, pois auxilia na observação dos aspectos que tornarão o produto aceito ou não pelo consumidor. A Tabela 7 apresenta a comparação das análises físico-químicas e nutricionais das gelatinas de maracujá com e sem microcápsulas de gengibre.

Os teores de umidade das gelatinas apresentaram diferença significativa entre a gelatina com 10g de microcápsulas e as gelatinas de maracujá sem microcápsulas e com 5g de microcápsulas no tempo 0. Já entre o tempo 7 houve diferença entre as gelatinas com proporções diferentes de microcápsulas. Entre os tempos de armazenamento houve diferença significativa entre todas as amostras.

Esse aumento da umidade durante o armazenamento foi observado nos estudos de Pagani et al. (2014) com gotas de mamão (*Carica papaya L.*) e Morais et al. (2015) com microcápsulas de maracujá na bioativação de água mineral. Esse aumento pode ser associado a imersão em água que ocorre no processamento das microcápsulas, que pode ter sido absorvida pelas gotículas (PAGANI et al., 2014).

Entre os valores de cinzas encontrados não houve diferença significativa entre as amostras e entre os tempos de armazenamento. Durante o armazenamento observou-se um discreto aumento nos teores de cinzas das amostras, assim como no estudo de Pagani et al. 2014.

A quantidade de proteína na gelatina de maracujá sem microcápsulas foi maior e apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) em relação as gelatinas com microcápsulas, nestas os teores foram similares. Houve diferença significativa em todas as gelatinas nos tempos 0 e 7 dias. As gelatinas elaboradas não são classificadas como alimento fonte de proteína, segundo a agência nacional de vigilância sanitária, RDC nº54, de 12 de novembro de 2012, determina que produtos nomeados fontes em proteína apresentem 6g/100g e aminoácidos essenciais.

A gelatina é uma excelente fonte de proteína de alta qualidade biológica, oferta um alto teor de aminoácidos, não possui açúcares e colesterol, e apresenta uma boa digestibilidade (ADITIVOS E INGREDIENTES, 2012; KARAYANNAKIDIS; ZOTOS, 2016; NUR HANANI, 2016). No experimento de BERTÉ et al. (2011), foram elaboradas 7 gelatinas funcionais de erva-mate, com diferentes tipos e proporções de fibra alimentar, o teor proteico variou de 3,16- 3,27g, semelhante ao presente estudo, onde os valores observados foram de 3,45- 2,83 g/100g. Possivelmente devido a diluição do suco de

maracujá para o preparo das gelatinas, uma vez que o pó de gelatina utilizado (12g) contém 10g de proteína.

A segurança alimentar e qualidade do alimento estão relacionadas a fatores como a atividade de água, temperatura e pH influenciando no crescimento microbiano. A atividade de água determina o quanto o alimento é perecível. O alto teor de umidade está relacionado ao crescimento microbiano, reações enzimáticas e químicas, exerce influência sobre a textura, sabor, cor, aparência, valor nutricional e estabilidade do alimento, que estão relacionadas com o tempo de prateleira do produto (LEISTNER; GOULD; HURDLE, 2002; RAMÍREZ-JIMÉNEZ et al., 2003; RIBEIRO; SERAVALLI, 2004). Entre os valores de pH houve diferença significativa ($p < 0,05$) nas amostras e entre os tempos de armazenamento. Houve aumento do pH das gelatinas durante o armazenamento, assim como no estudo de Mani-López et al. (2017) que adicionaram *Lactobacillus fermentum* microencapsulado em pérolas de alginato aromatizado em gelatinas de néctar de manga.

O pH das amostras seguiu influência do pH ácido da polpa e do suco de maracujá utilizado no preparo das gelatinas, mantendo a acidez elevada que é característica do fruto maracujá. Observa-se que mesmo havendo diferença significativa, as microcápsulas de gengibre pouco influenciaram no pH das gelatinas com microcápsulas.

Como o pH das gelatinas estão na da faixa de $pH < 4,0$, classificando-as como alimento muito ácido, uma característica importante que torna o meio favorável a redução da capacidade de desenvolvimento microbiano sem adicionar acidulante, tornando-as estáveis a deterioração. Observa-se que durante o armazenamento de 0 a 7 dias, houve um aumento significativo ($p < 0,05$) no pH das amostras, esse aumento tem influência com a vida de prateleira do produto, uma vez que ocorre a redução da resistência microbiana (XAVIER et al., 2016). O pH influencia na textura de gelatinas e geleias, palatibilidade (retém sabor e aroma), estima o tempo de esterilização, e a escolha de aditivos (CECCHI, 2003).

Tabela 7- Análises físico-químicas e nutricionais das gelatinas de maracujá com e sem microcápsulas de gengibre, armazenadas a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ em embalagens de vidro.

Variáveis	Armazenamento (dias)	Gelatina de Maracujá	Gelatina de Maracujá com 5g de Microcápsula de Gengibre	Gelatina de Maracujá com 10g de Microcápsula de Gengibre
Umidade (%)	0	$91,98 \pm 0,06^{\text{Bb}}$	$92,15 \pm 0,05^{\text{Bb}}$	$93,39 \pm 0,2^{\text{Aa}}$
	7	$92,84 \pm 0,04^{\text{Aa}}$	$93,02 \pm 0,06^{\text{Aa}}$	$92,74 \pm 0,1^{\text{Bb}}$
Cinzas (%)	0	$0,35 \pm 0,02^{\text{Aa}}$	$0,38 \pm 0,01^{\text{Aa}}$	$0,37 \pm 0,01^{\text{Aa}}$
	7	$0,37 \pm 0,09^{\text{Aa}}$	$0,42 \pm 0,07^{\text{Aa}}$	$0,47 \pm 0,05^{\text{Aa}}$
Proteína (g/100g)	0	$3,45 \pm 0,21^{\text{Aa}}$	$2,83 \pm 0,02^{\text{Ba}}$	$2,86 \pm 0,01^{\text{Ba}}$
	7	$3,13 \pm 0,13^{\text{Ab}}$	$2,61 \pm 0,08^{\text{Bb}}$	$2,56 \pm 0,0^{\text{Bb}}$
pH	0	$3,29 \pm 0,01^{\text{Cb}}$	$3,34 \pm 0,03^{\text{Bb}}$	$3,39 \pm 0,0^{\text{Ab}}$
	7	$3,83 \pm 0,01^{\text{Ca}}$	$3,88 \pm 0,01^{\text{Ba}}$	$3,93 \pm 0,01^{\text{Aa}}$
Acidez (g de ácido cítrico/100g)	0	$1,27 \pm 0,01^{\text{Aa}}$	$1,21 \pm 0,01^{\text{Ba}}$	$1,15 \pm 0,00^{\text{Ca}}$
	7	$1,29 \pm 0,02^{\text{Aa}}$	$1,22 \pm 0,01^{\text{Ba}}$	$1,16 \pm 0,02^{\text{Ba}}$
Vitamina C (mg/100g)	0	$6,92 \pm 0,16^{\text{Ab}}$	$5,72 \pm 0,08^{\text{Bb}}$	$5,70 \pm 0,04^{\text{Bb}}$
	7	$11,35 \pm 0,35^{\text{Aa}}$	$10,19 \pm 0,87^{\text{Ba}}$	$9,44 \pm 0,83^{\text{Ba}}$
Sólidos Solúveis Totais ($^\circ\text{Brix}$)	0	$9,03 \pm 0,15^{\text{Aa}}$	$8,43 \pm 0,06^{\text{Ba}}$	$7,83 \pm 0,06^{\text{Ca}}$
	7	$8,85 \pm 0,07^{\text{Ab}}$	$8,15 \pm 0,07^{\text{Bb}}$	$7,73 \pm 0,15^{\text{Ca}}$
Aw	0	$0,995 \pm 0,00^{\text{Aa}}$	$0,994 \pm 0,00^{\text{Aa}}$	$0,994 \pm 0,01^{\text{Aa}}$
	7	$0,996 \pm 0,00^{\text{Aa}}$	$0,993 \pm 0,00^{\text{Aa}}$	$0,995 \pm 0,01^{\text{Aa}}$

¹Médias; ²Médias seguidas pela mesma letra Maiúscula, na linha, não diferem estatisticamente, a,b = Letras diferentes na mesma coluna indicam que há diferenças significativas entre as amostras pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nos valores de acidez houve diferença significativa ($p < 0,05$) para as três gelatinas no tempo 0 dias e entre a gelatina sem microcápsulas com as com microcápsulas no tempo 7 dias. Já entre os tempos de armazenamento não houve diferença entre as amostras nos tempos de armazenamento. Observa-se que os maiores teores de ácido cítrico foram encontrados nas gelatinas de maracujá sem microcápsulas de gengibre, conforme o aumento da quantidade de microcápsulas, menores foram as concentrações encontradas. Corroborando com os resultados da determinação da acidez na caracterização das microcápsulas de gengibre (Tabela 5).

A quantidade de ácidos orgânicos presentes tem influência na redução ou não utilização de acidulantes no processamento industrial. Avaliar a acidez é um importante indicador de qualidade, tem relação com a cor, sabor e aroma que estão ligadas a características sensoriais do produto (AROCHA et al., 2010).

A vitamina C é um nutriente essencial na dieta humana fornecida através de frutas e verduras, atua na formação do tecido conjuntivo, atividade antioxidante, produção de anticorpos e hormônios (OLIVEIRA; GODOY; PRADO, 2012). Na indústria de alimentos é utilizado por sua ação antioxidante agindo na conservação de alimentos, além de proporcionar atua como um marcador de qualidade nutricional, sensorial e qualidade.

As gelatinas elaboradas não são classificadas como alimento fonte de vitamina C, segundo a agência nacional de vigilância sanitária, RDC nº54, de 12 de novembro de 2012, determina que produtos nomeados fontes em vitaminas ou minerais apresentem no mínimo 15% das recomendações diárias de vitamina. No presente estudo os teores encontrados superam as recomendações diárias de 12,6% a 15,13% para mulheres saudáveis e de 10,5% a 12,6% para homens saudáveis. Entre os valores encontrados houve diferença significativa entre a gelatina sem microcápsulas e as gelatinas sem microcápsulas e entre as amostras nos tempos de armazenamento.

Os teores de sólidos solúveis totais diferiram significativamente entre as três amostras e entre os tempos de armazenamento nas gelatinas sem microcápsulas de gengibre e com 5 g. Observa-se que os valores de sólidos solúveis reduziram ligeiramente durante o armazenamento e com o aumento do teor de microcápsulas de gengibre nas gelatinas. Similar ao estudo de Mani-López et al. (2017), onde avaliaram a viabilidade de *L. fermentum* em microcápsulas de alginato aromatizados inseridos em gelatina de manga. Essa sucinta redução foi atribuída a reduzida atividade metabólica, consumindo poucos açúcares.

Para atividade de água não houve diferença significativa entre as gelatinas e entre os tempos de armazenamento. Com os valores obtidos neste trabalho, podemos classificar as gelatinas como alimentos de alta umidade ($A_w > 0,90$), o que demonstra que as gelatinas seguiram influência do suco de maracujá. A alta atividade de água é favorável ao crescimento de fungos, leveduras e bactérias, para o controle de qualidade das gelatinas foi utilizada a refrigeração a $\pm 5^\circ\text{C}$ e o pH muito ácido auxilia na preservação.

As gelatinas elaboradas se mostram uma excelente opção de alimento, contém nutrientes do suco de maracujá e do extrato de gengibre como fontes de compostos bioativos, possui teores proteicos de alta qualidade biológica e vitamina C. Não possuem conservantes, corantes e é adoçado com estévia, um edulcorante natural. O desenvolvimento de produtos saudáveis e com funcionalidade contribuem para o crescimento deste tipo de mercado, aumentando assim, a oferta e variedade de alimentos para essa crescente demanda de novos consumidores exigentes e preocupados com a saúde.

5.4 Cor das gelatinas processadas durante o armazenamento

A cor é um dos atributos mais relevantes para a aceitação ou rejeição de alimentos e bebidas pelo consumidor, é indicador de qualidade de alimentos *in natura* e processados (DELLA MODESTA, 1989; SEBASTIANY; REGO; VITAL, 2009). A Tabela 8 mostra os resultados dos parâmetros de cores através dos parâmetros L (Luminosidade), a^* e b^* é calculado o ângulo Hue, que expressa a tonalidade ou matriz da amostra.

Houve um aumento dos valores do parâmetro L durante o armazenamento, a variação foi significativa ($p < 0,05$) entre as gelatinas e entre os tempos de armazenamento nas gelatinas com 5 e 10g de microcápsulas de gengibre, sendo possível observar um pequeno clareamento das amostras.

Os carotenoides são os principais pigmentos responsáveis pela coloração amarela do maracujá e, por conseguinte das gelatinas de maracujá. Principalmente pelas xantofila e caroteno, responsáveis pela cor amarela, sendo observadas na coordenada “b”. (BRASIL, 2000; KULCZYŃSKI et al., 2017; ZERAIK et al., 2010).

Tabela 8- Parâmetros de cor da gelatina de maracujá com e sem microcápsulas de gengibre, armazenadas a $5\pm 1^\circ\text{C}$ em embalagens de vidro.

Variáveis	Armazenamento (dias)	Gelatina de Maracujá	Gelatina com 5g de microcápsulas de Gengibre	Gelatina com 10g de microcápsulas de Gengibre
L	0	40,06 \pm 0,83 ^{Aa}	37,1 \pm 0,53 ^{Ab}	38,83 \pm 0,75 ^{Ab}
	7	41,53 \pm 5,13 ^{Aa}	44,83 \pm 1,71 ^{Aa}	47,43 \pm 6,88 ^{Aa}
A	0	1,83 \pm 0,15 ^{Ab}	1,46 \pm 0,23 ^{Aa}	1,36 \pm 0,15 ^{Aa}
	7	2,76 ^{Aa} \pm 0,41 ^{Aa}	1,06 \pm 0,21 ^{Ba}	1,2 \pm 0,1 ^{Ba}
B	0	24,26 \pm 0,95 ^{Aa}	19,8 \pm 0,9 ^{Ab}	21,23 \pm 1,1 ^{Ab}
	7	28,36 \pm 5,15 ^{Aa}	26,6 \pm 1,73 ^{Aa}	26,56 \pm 3,95 ^{Aa}
Hue°	0	85,63 \pm 0,32 ^{Ab}	85,8 \pm 0,32 ^{Ab}	86,36 \pm 0,4 ^{Ab}
	7	84,43 \pm 0,47 ^{Ba}	87,76 \pm 0,23 ^{Aa}	87,43 \pm 0,4 ^{Aa}

¹Médias; ²Médias seguidas pela mesma letra Maiúscula, na linha, não diferem estatisticamente, a,b = Letras diferentes na mesma coluna indicam que há diferenças significativas entre as amostras pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No sistema CIELAB, o ângulo na faixa de 0° a 90° tende ao amarelo quanto maior o valor, e ao azul quanto menor for. Os valores do ângulo Hue variaram durante o armazenamento (84,43 a 87,76), confirmando a tendência das amostras para o tom amarelo. A cor amarela das gelatinas se deve ao uso de polpa de maracujá, seguindo os critérios de características e de composição da legislação brasileira, a mesma deve possuir uma coloração de amarelo a alaranjado (BRASIL, 2001).

Observa-se o aumento deste parâmetro, sendo somente significativo entre os dias de armazenamento na gelatina de maracujá com 5g de microcápsulas de gengibre. O que evidencia uma migração dos compostos presentes nas microcápsulas para a gelatina durante os tempos de armazenamento. A técnica de microencapsulação aumenta a estabilidade de carotenoides evitando a degradação, possibilita a dispersão em meio aquoso, e o uso em alimentos (BURIN et al., 2011; GHARSALLOUI et al., 2007).

5.5 Compostos bioativos e antioxidantes

5.5.1 Compostos bioativos

Com este estudo foi comprovado que o produto elaborado possui quantidades satisfatória de compostos bioativos como pode ser visualizado na Tabela 9.

Dentre as amostras analisadas a microcápsulas de gengibre apresenta maior teor de compostos fenólicos com 50,12 (mgEAG/g), observa-se que foi possível aumentar a oferta destes bioativos nas gelatinas enriquecidas com as microcápsulas. Jelleda et al.

(2015) encontrou $160,13 \pm 4,39$ (mgEAG/g) em extrato metanólico de gengibre fresco. Vale ressaltar que o extrato de gengibre das microcápsulas é diluído em água a 50%.

Segundo Vasco et al. (2008), o conteúdo de fenólicos dos alimentos pode ser classificado em: baixo (<100 mg GAE / 100g), médio (100 – 500 mg GAE/100g) e alto (>500 mg GAE/100g), tanto as microcápsulas quanto as gelatinas apresentaram baixos teores destes compostos. Ainda no estudo de Vasco et al. (2008) com frutas exóticas do equador, o maracujá amarelo também apresentou valores (<100 mg GAE / 100g), 61 ± 32 mg GAE / 100g.

Observa-se redução discreta dos compostos fenólicos durante o armazenamento das gelatinas, significativamente entre as gelatinas com microcápsulas de gengibre. Houve também perda destes compostos durante o armazenamento no estudo de Xavier et al. (2016) com microcápsulas de maracujá semelhantes ao presente estudo, os teores iniciais foram $304,77 \pm 110,38$ (mg GAE / 100g), após 7 dias passaram a $269,11 \pm 38$ mg GAE / 100g). Demonstrando que as microcápsulas de alginato ofereceram proteção para esses compostos.

Os conteúdos médios de carotenoides totais encontrados na polpa de maracujá amarelo foram de 172,35 mg / g, nas microcápsulas de gengibre 253,42 mg/g. Entre as gelatinas de maracujá, a que apresentava maior proporção de microcápsulas demonstrou maiores teores com 393 mg/g. Sabe-se que os carotenoides são compostos bioativos presentes em frutas e hortaliças que exercem a importante função na dieta humana, além de atuar como antioxidante na proteção de células da ação de radicais livres, agindo prevenção de doenças, como câncer, aterosclerose, catarata, alguns são precursores de vitamina A (RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA; AMAYA-FARFAN, 2008; SILVA et al., 2015; ZERAIK et al., 2010).

Durante o armazenamento das gelatinas foi observada a redução dos teores de carotenoides (5 a 60%). Alguns fatores promovem a alteração na estrutura dos mesmos, dentre eles, temperatura, luz, oxigênio e o pH ácido. Essas mudanças causam a oxidação ou isomerização das duplas ligações (LESSA, 2011). Os divergentes teores de compostos bioativos possuem vários fatores condicionantes, desde condições de crescimento, tempo de colheita, armazenamento e processamento (MASULLO et al., 2015).

Tabela 9- Compostos bioativos na polpa e suco de maracujá, microcápsulas de gengibre e gelatinas de maracujá com e sem microcápsulas.

Compostos bioativos	Armazenamento (dias)	Polpa de Maracujá	Suco de Maracujá	Microcápsula de Gengibre	Gelatina de Maracujá*	Gelatina com 5g de microcápsulas de Gengibre*	Gelatina com 10g de microcápsulas de Gengibre*
Compostos fenólicos (mg EAG/g)	0	30,86 ^c	25,10 ^b	50,12 ^a	24,41 ^{Ca}	28,31 ^{Ba}	32,94 ^{Aa}
	7	-	-	-	24,04 ^{Ba}	26,19 ^{ABb}	28,35 ^{Ab}
Carotenoides (mg/g)	0	172,35 ^b	165,81 ^c	253,42 ^a	157,79 ^{Ca}	204,24 ^{Ba}	392,23 ^{Aa}
	7	-	-	-	149,44 ^{Aa}	147,14 ^{Ab}	144,14 ^{Ab}
Gengirol (µg/mL de Extrato de Gengibre)	0	6,98 ^c	8,42 ^b	48,42 ^a	6,98 ^{Ab}	7,8 ^{Ab}	7,26 ^{Aa}
	7	-	-	-	7,36 ^{ABa}	8,11 ^{Aa}	7,25 ^B

Resultados expressos em média ± desvio padrão. ET: equivanete de Trolox; EAG: equivalente de ácido gálico. Médias seguidas pela mesma letra Maiúscula, na linha, não diferem estatisticamente. Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si ($p < 0,05$). * DIC (delineamento inteiramente casualizado) em esquema fatorial 3 (tratamentos) x 2 (tempos).

Para os resultados de gingeróis totais, observa-se o maior teor de gingeróis nas microcápsulas de gengibres com 48,42 ($\mu\text{g/mL}$ de extrato de gengibre), foi possível um leve aumento destes compostos nas gelatinas de maracujá 7,26- 7,8 ($\mu\text{g/mL}$ de extrato de gengibre). O método de quantificação de gingeróis em extrato de gengibre utilizado no presente estudo possui o viés de quantificar compostos que também não são gingeróis, por este motivo os resultados são expressos em extrato de gengibre.

5.5.2 Antioxidantes

Na análise de redução do radical DPPH, as microcápsulas de gengibre apresentaram diferença significativa em relação a polpa, suco e microcápsula. A polpa apresentou maior valor de atividade antioxidante. Entre as gelatinas houve diferença significativa, sendo que a gelatina de maracujá sem microcápsulas apresentou maior atividade antioxidante em relação as gelatinas com microcápsulas (Tabela 10).

A atividade antioxidante para o Radical DPPH em todas as amostras foi considerada de baixa eficiência antirradical (1,59- 2,15 mol Trolox/g), assim no estudo de Vasco et al. (2008), o maracujá amarelo apresentou (0.5 ± 0.3 mol Trolox/g), e 0.20 ± 0.03 mg/g de extrato seco de polpa de maracujá amarelo Dos Reis et al. (2018). Segundo Vasco et al. (2008), a baixa eficiência dos frutos pode ocorrer devido a ligação dos compostos fenólicos com outras moléculas como, por exemplo, o carboidrato ocasionando redução da atividade antioxidante. Vale ressaltar que as microcápsulas possuem o material de parede (alginato) que possivelmente pode ter influência na atividade antioxidante.

Fernandes et al. (2016), avaliaram parâmetros químicos e antioxidantes de formas secas de rizomas de gengibre, dentre essas formas, foram avaliados o gengibre fresco, secos e secas em pó; sendo que o gengibre seco apresentou a melhor atividade antioxidante. Segundo os autores o extrato metanólico de gengibre seco foi o mais eficaz na redução do radical DPPH, $0,29 \pm 0,001$, seguido do extrato fresco $0,36 \pm 0,01$, e extrato seco em pó $0,42 \pm 0,01$. No presente estudo as microcápsulas de extrato de gengibre fresco apresentaram redução de 1,59 (mmolET/g de extrato de gengibre liofilizado).

Tabela 10- Capacidade antioxidante da polpa e suco de maracujá, microcápsula de gengibre e gelatinas com e sem microcápsulas de gengibre.

Amostras	Armazenamento (dias)	Polpa de Maracujá	Suco de Maracujá	Microcápsula de Gengibre	Gelatina de Maracujá*	Gelatina com 5g de microcápsulas de Gengibre*	Gelatina com 10g de microcápsulas de Gengibre*
DPPH (mmolET/g)	0	1,95 ^a	1,89 ^b	1,59 ^c	2,15 ^{Aa}	1,95 ^{Ba}	1,87 ^{Ba}
	7	-	-	-	1,97 ^{Ab}	1,94 ^{Aa}	1,86 ^{Aa}
ABTS (mmol ET/g)	0	7,94 ^a	7,85 ^a	6,24 ^b	8,00 ^{Aa}	7,47 ^{Bb}	7,26 ^{Ba}
	7	-	-	-	8,01 ^{Aa}	7,78 ^{ABa}	7,30 ^{Ba}
FRAP (mmolET/g)	0	9,37 ^b	8,83 ^c	20,02 ^a	9,43 ^{Aa}	9,7 ^{Aa}	10,24 ^{Aa}
	7	-	-	-	8,83 ^{Bb}	9,25 ^{Ba}	10,36 ^{Aa}

Resultados expressos em média \pm desvio padrão. ET: equivanete de Trolox; EAG: equivalente de ácido gálico. Médias seguidas pela mesma letra Maiúscula, na linha, não diferem estatisticamente. Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si ($p < 0,05$). * DIC (delineamento inteiramente casualizado) em esquema fatorial 3 (tratamentos) x 2 (tempos).

Na quantificação da capacidade antioxidante pelo método da captação do radical ABTS, todas as amostras apresentaram atividade antioxidante, a polpa de maracujá com 7,94 (mmol ET/g), suco 7,85 (mmol ET/g) e a gelatina de maracujá com 8,00 (mmol ET/g) apresentou maior valor entre as amostras avaliadas.

Com relação ao método FRAP ou capacidade de redução de íon férrico (complexo amarelo férrico-TPTZ) a um complexo azul (ferroso-TPTZ) (NILSSON et al., 2005), a microcápsula de gengibre e a gelatina de maracujá com 10 g de microcápsulas apresentaram maior capacidade de redução 20,02 (mmol ET/g), 10,24 (mmol ET/g) respectivamente em relação as outras amostras.

5.6 Análise microbiológica

As análises microbiológicas das gelatinas formuladas avaliadas durante o período de armazenamento mostraram ausência de Coliformes a 45°C/g, estafilococos coagulase positiva/g, *Salmonella* spp, bolores e leveduras. Essas formulações estão dentro dos limites estabelecidos pela RDC n°12, de 02 de janeiro de 2001, que preconiza padrões máximos de 10⁴ UFC.g-1 para bolores e leveduras, 10 NMP.g-1 para coliformes a 45 °C, 10² NMP.g-1 estafilococos coagulase positiva/g e ausência de *Salmonella* sp. em 25 g da amostra. Confirma as condições e procedimentos sanitários adequados durante o processamento e segurança para o consumo humano (ANVISA, 2001). Não foram observadas nas gelatinas alterações como fermentação, produção de gases ou presença de colônia de microrganismos.

5.7 Sensorial

A avaliação foi realizada por meio do teste de aceitação e intenção de compra com 101 provadores voluntários não treinados selecionados de forma aleatória, sendo 64,36% composta por mulheres e idade média de 23,67 anos ±5,11.

O teste tem como finalidade verificar a resposta sensorial dos consumidores potenciais, em relação as gelatinas de maracujá com diferentes percentuais de microcápsulas de gengibre (Figura 16), os valores médios em relação aos parâmetros sensoriais aroma, cor, aparência, sabor, textura, impressão global e intenção de compra estão representadas na Tabela 11.

Figura 17- Amostra de gelatina de maracujá com 5g (A) e 10g (B) de microcápsulas de gengibre usadas na análise sensorial



Fonte: Próprio autor.

Dentre os atributos avaliados, os mais apreciados pelos provadores foram aroma, cor, aparência e textura, as médias na escala correspondem na escala hedônica a “Gostei moderadamente” em ambas as gelatinas. Mesmo não havendo diferença significativa entre esses atributos em relação aos tipos de gelatina observa-se que a aceitação foi ligeiramente maior na gelatina com menor concentração de microcápsulas de gengibre.

O maracujá é uma fruta tropical popular e bastante apreciada por suas características organolépticas peculiares, com aroma acentuado de floral de éster com uma exótica nota sulfurosa, acidez e sabor marcantes, o que contribui para uma melhor aceitação no atributo aroma (COELHO et al., 2010; CORRÊA et al., 2016; DELIZA et al., 2005; MIRODDI et al., 2013). Na formulação da gelatina foi possível observar a formação de gel e a boa gelatinização, cor característica do fruto maracujá, o que corroborou para a melhor aceitação dos atributos cor, aparência e textura, uma vez que a cor influencia diretamente na aceitação de outros parâmetros.

Tabela 11- Resultados dos parâmetros analisados no teste sensorial das gelatinas de maracujá com 5 e 10g de microcápsulas de gengibre armazenadas a $5\pm 1^\circ\text{C}$.

Atributos	Gelatina de maracujá com 5g de microcápsulas de gengibre	Gelatina de maracujá com 10g de microcápsulas de gengibre
	Média	Média
Aroma ¹	7,21± 1,42 ^a	6,92±1,53 ^a
Cor ¹	7,63±1,13 ^a	7,52±1,23 ^a
Aparência ¹	7,25±1,26 ^a	7,06±1,43 ^a
Sabor ¹	6,08±1,9 ^a	5,37±1,93 ^b
Textura ¹	7,33±1,42 ^a	7,0±1,7 ^a
Impressão global ¹	6,63±1,57 ^a	6,13±1,78 ^b
Intenção de compra ²	5,62±2,23 ^a	4,52±2,26 ^b

¹ Escala hedônica: 9 = gostei extremamente; 1= desgostei extremamente.

² Intenção de compra: 9 = certamente compraria; 1 = certamente não compraria.

Dentre os parâmetros avaliados, houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras nos atributos sabor, impressão global e intenção de compra (Tabela 11). O sabor na gelatina de menor proporção de cápsulas (5g) teve valores médios “Gostei ligeiramente”, já a de maior proporção (10g) correspondeu a “Nem gostei/nem desgostei”. Possivelmente a menor aceitação deste atributo se deve ao acentuado sabor pungente e ácido do gengibre, relatado por alguns provadores que sugeriram a redução na quantidade de microcápsulas de gengibre. Essa pungência do gengibre é atribuída ao óleo resina, formado por compostos como gingeróis, shogaols e outros compostos (SHUKLA; GOUD; DAS et al., 2019).

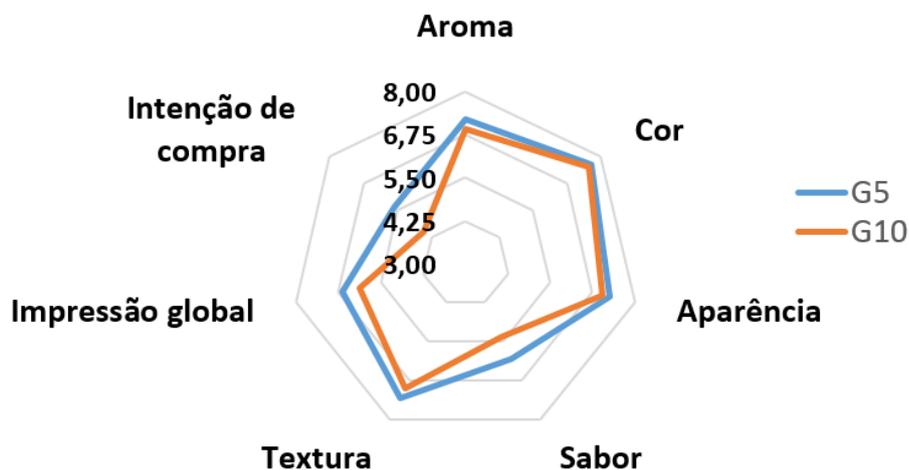
No estudo de Barbosa et al. (2013), foram elaboradas gelatinas com frutas liofilizadas, alguns provadores sugeriram que o produto deveria ser mais doce, assim como no presente estudo. Essa preferência por sabores doces é instintiva nos seres humanos associada a fonte energética, já os sabores azedos e amargos são evitados por serem atribuídos a toxicidade (PLOTNIK; KOUYOUMDJIAN, 2011).

Os consumidores estão habituados a consumir gelatinas comerciais que, em sua maioria, são acrescidas de açúcar e corantes artificiais, sendo mais doces que a deste estudo no qual foi usado apenas o açúcar natural do maracujá (frutose) e o edulcorante natural estévia. A mudança no estilo de vida da população mundial com alimentos gordurosos e açucarados fez aumentar as taxas de DCNTs, alternativas de alimentos saborosos e com menor percentual de gordura e açúcar é um desafio aliado a manutenção das propriedades sensoriais do produto original (ALIJA, TALENS, 2012).

A impressão global avalia a impressão causada pelo produto como um todo, sem representar a média dos outros atributos avaliados (GOMES e PENNA, 2009). Na escala os valores médios obtidos para esse atributo os classifica como “gostei moderadamente” para ambas as gelatinas. A intenção de compra média para a gelatina de menor concentração de microcápsulas foi “talvez comprasse/ talvez não comprasse” e a de maior concentração ficou um pouco abaixo de “talvez comprasse/ talvez não comprasse”.

Na figura 17 estão representados graficamente os resultados obtidos na análise sensorial, trata-se se de uma figura de coordenadas polares, onde o valor médio atribuído pelos provadores é marcado no eixo correspondente para cada parâmetro avaliado. O centro da figura corresponde ao ponto zero da escala utilizada na avaliação, e a intensidade cresce do centro para a periferia.

Figura 18- Gráfico dos parâmetros analisados no teste sensorial das gelatinas de maracujá com 5 e 10g de microcápsulas de gengibre armazenadas a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$



G= Gelatina de maracujá; G5 Gelatina de maracujá com 5 g de microcápsulas de gengibre. G10= Gelatina de maracujá com 10 g de microcápsulas de gengibre.

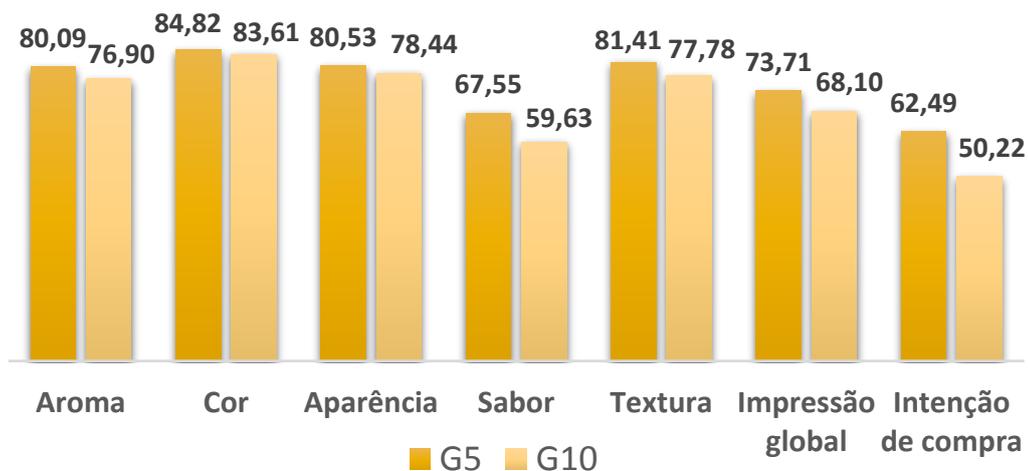
Fonte: Próprio autor.

Observa-se a similaridade entre as amostras, exceto entre os atributos sabor e intenção de compra. O sabor foi o atributo que menos agradou os provadores. Porém, observa-se que a formulação com menos microcápsulas (5g) apresentou médias ligeiramente superiores para os três atributos avaliados.

Na figura 18 encontra-se o índice de aceitabilidade para as duas formulações de gelatina. Segundo Teixeira et al. (1987), para que o produto seja aceito sensorialmente faz-se necessário a obtenção de um índice de aceitabilidade mínimo de 70%. No desenvolvimento de novos produtos é essencial avaliar aceitabilidade, uma vez que reflete a expectativa do consumidor (MOSCATTO et al., 2004). Antes de ofertar novos produtos, vários testes, inclusive sensoriais devem ser realizados, pois auxiliam a entender a necessidade do consumidor. Os testes afetivos são de fundamental importância nesse processo de entendimento de preferências (RESURRECCIÓN, 2003).

As amostras atingiram o índice mínimo de aceitabilidade (70%). Nos atributos sabor e intenção de compra as duas formulações foram inferiores ao valor mínimo de aceitação, na impressão global somente a gelatina com maior percentual de microcápsulas ficou abaixo do limite, abaixo de 70%.

Figura 19- Índice de Aceitabilidade das gelatinas de maracujá com 5 e 10 g de microcápsulas de gengibre



G= Gelatina de maracujá; G5 Gelatina de maracujá com 5 g de microcápsulas de gengibre. G10= Gelatina de maracujá com 10 g de microcápsulas de gengibre.

Fonte: Próprio autor.

Diante dos resultados de aceitação sensorial, constata-se que o produto tem potencial mercadológico, requerendo alguns ajustes. E se faz necessária a aplicação de testes sensoriais para o público alvo para o consumo deste tipo de produto, isento de açúcar e conservantes.

6. CONCLUSÃO

Diante dos resultados encontrados pode-se concluir que foi possível a obtenção de um produto com qualidade nutricional, sensorial e microbiológica, isento da adição de corantes, açúcares e oferta de proteína de boa qualidade, podendo atender a demandas da população por produtos saudáveis que além de fornecer sabores, aromas e texturas, promovam benefícios a saúde.

De acordo com as análises físico-químicas, os valores de pH, acidez e vitamina C demonstraram propriedades relacionadas a manutenção da qualidade final do produto e os aspectos sensoriais, associado ao perfil de compostos bioativos e atividade antioxidante que puderam ser melhorados com a adição das microcápsulas de gengibre. Desta forma, pode-se destacar a utilização do mesmo com um importante potencial de mercado agregado a sua proposta inovadora.

No entanto, se faz necessária alternativas de adequações em relação a textura com a secagem, redução do tamanho das microcápsulas, regulação da intensidade do sabor pungente do gengibre, além do aumento de vida de prateleira sem alterar as características nutricionais, sensoriais e microbiológicas.

REFERÊNCIAS

ADITIVOS E INGREDIENTES. Hidrocoloides - funções e aplicabilidade. Aditivos & Ingredientes, São Paulo. Disponível em: http://insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/385.pdf. Acesso em: 28 de outubro de 2017.

AHMAD, N.; ZUO, Y.; LU, X.; ANWAR, F.; HAMEED, S. Characterization of free and conjugated phenolic compounds in fruits of selected wild plants. **Food Chemistry**, v.190, p.80–89, 2016.

AKASH, M.S.H.; REHMAN, K.; TARIQ, M.; CHEN, S. Zingiber officinale and Type 2 Diabetes Mellitus: Evidence from Experimental Studies. **Critical Reviews™ in Eukaryotic Gene Expression**. v.5, n.2, p91-112, 2015.

ALIJA, J.; TALENS, C. New concept of desserts with no added sugar **International Journal of Gastronomy and Food Science**. v.1, p. 116–122, 2012.

ALMEIDA, M.B.; SOUSA, P.H.; ARRIAGA, A.M.; PRADO, G.M.; MAGALHÃES, C.E.; MAIA, G.A.; *et al.* Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**, v.44, p. 2155-2159, 2011.

AL-SUHAIMI, E.A.; AL-RIZIZA, N.A.; AL-ESSA, R.A. Physiological and Therapeutic Role of Ginger and Turmeric in Endocrine Functions. **Am J Chin Med**. n.39, p. 215-31, 2011.

ALVES, C. Q.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P.; BAHIA, M. V.; AGUIAR, R. M. Métodos para determinação de atividade antioxidante *in vitro* em substratos orgânicos. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 10, p. 2202-2210, 2010.

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

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **O Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 14^a ed. Arlington; AOAC, 1984.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **O Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15^a ed. Arlington; AOAC, 1990.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 16^a ed. Washington, 850p. v.2. 1997.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18^a ed. Washington: AOAC, 2005.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 16^a ed. Arlington: AOAC, 1995, v. 1.

AUGUSTIN, M.A.; HEMAR, Y. Nano- and micro-structured assemblies for encapsulation of food ingredients. **Chem Soc Ver**. v. 38, p.902–912, 2009.

BADWAN, A.A.; ABUMALOOH, A.; SALLAM, E.; ABUKALAF, A.; JAWAN, O.A. Sustained release dru delivery system using calcium alginate beads, Drug. **Development and Industrial Pharmacy**, New York, v.11, p.239-256, 1985.

BARBOSA, M.I. M. J.; SANTOS, R. B.; CHARÃO, K. S.; SOUTO, R. M.; JÚNIOR, J. L. B. Desenvolvimento e análise sensorial de gelatina elaborada com frutas liofilizadas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.15, n.2, p.129-136, 2013.

BENASSI, M.T.; ANTUNES, A.J. A comparison of metaphosphoric and oxalic acids as extractants solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. **Arq Biol Tecnol.**, v.31, n.4, p.507–13, 1988.

BERNACCI, L.C.; SOARES-SCOTT, M.D.; JUNQUEIRA, N.T.V.; PASSOS, I.R.S.; MELETTI, L.M.M. *Passiflora edulis* Sims: the correct taxonomic way to cite the yellow passion fruit (and of others colors), **Braz. Magazine Fruitculture**, v.30, p.566-576, 2008.

BERNACCI, L.C.; VITTA, F.A.; BAKKER, Y.V. Passifloraceae. In: WANDERLEY, M.G.L.; SHEPHERD, G.J.; GIULIETT, A.M.; MELHEM, T.S. (Ed.). **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. São Paulo: RiMa/FAPESP, 2003. v. 3, p. 247-274.

BERTÉ, K. A. S.; IZIDORO, D. R.; DUTRA, F. L.G.; HOFFMANN-RIBANI, R. Desenvolvimento de gelatina funcional de erva-mate. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.2, p.354-360, fev, 2011.

BHATTARAI, S.; TRAN, V. H.; DUKE, C. C. The stability of gingerol and shogaol in aqueous solutions. **Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 90, n.10, p.1658-1664, 2001.

BORGOGNA, M.; BELLICH, B.; ZORZIN, L.; LAPASIN, R.; CESÀRO, A. Food microencapsulation of bioactive compounds: rheological and thermal characterisation of non-conventional gelling system. **Food chemistry**. v.122, n.2, p.416-423, 2010.

BOROSKI, M.; VISENTAINER, J. V.; COTTICA, S. M.; MORAIS, D. M. de. **Antioxidantes princípios e métodos analíticos**. 1^oed., 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**. v.91, p.23–27, 2013.

BOSCH, V.; CILLA, A.; GARCÍA-LLATAS, G.; GILABERT, V.; BOIX, R.; ALEGRÍA, A. Kinetics of ascorbic acid degradation in fruit-based infant foods during storage. **Journal of Food Engineering**, v.116, n.2, p.298–303, 2013.

BRAND-WILLIAMS; W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel Wissenschaften und Technologie**, London, v. 28, p. 25-30, 1995.

BRANDT, M. A., SKINNER, E. Z., AND COLEMAN, J. A. 'Texture Profile Method', **J. Food Sci.** v.28, p.404, 1963.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Ministério da Saúde. Resolução nº 386 de 05 de agosto de 1999. Regulamento Técnico que aprova o uso de Aditivos Alimentares segundo as Boas Práticas de Fabricação e suas funções. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, Seção 1, pt.1, 09 agosto 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Abastecimento e 2. Pecuária. Instrução Normativa nº 01, de 07 de Janeiro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de fruta. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 10 jan. 2000. Seção 1, nº 06. p.54.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 12 de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, Seção 1, 10 de janeiro de 2001.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017**. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Brasília, DF: Seção 1, 30 de março 2002.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 2, de 07 de janeiro de 2002**. Aprova o regulamento técnico de substâncias bioativas e probióticos isolados com alegação de propriedades funcional e ou de saúde. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, Seção 1, 09 janeiro 2002.

BRASIL. 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. MAPA - Ministério da Agricultura e abastecimento. Diário Oficial da União Seção 1-5 5/6/2009, Página 20 (Publicação Original).

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 54, de 12 de Novembro de 2012. Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 13 nov. 2012

BRUNETON, J. **Pharmacognosie: Phytochimie, Plantes médicinales**; Tec & Doc Lavoisier: Paris, France, 2009.

BUENO, S.M.; LOPES, M.R.V.; GRACIANO, R.A.S. et al. Avaliação da qualidade de polpas de frutas congeladas. **Rev Inst Adolfo Lutz**, São Jose do Rio Preto, v.1, p.121-126, dez, 2002.

BURIN, V. M.; ROSSA, P. N.; FERREIRA-LIMA, N. E.; HILLMANN, M. C. R.; BOIRDIGNON-LUIZ, M. T. Anthocyanins: optimisation of extraction from Cabernet Sauvignon grapes, microcapsulation and stability in soft drink **International Journal of Food Science and Technology**. v. 46, p.186–193, 2011.

BURITI, F.C.A.; BEDANI, R.; SAAD, S.M.I. Probiotic and Prebiotic Dairy Desserts: Bioactive Foods in Health Promotion. **In: Probiotics, prebiotics, and synbiotics**. London: Elsevier Applied Science Publishers, 1 ed., 2016, p.345–360.

CASIERRA-POSADA, F.; JARMA-OROZCO, A. Nutritional composition of Passiflora species. MSJ Simmonds, VR Preedy (Eds.), **Nutritional Composition of Fruit Crops**, Academic Press, San Diego, p. 517 – 534, 2016.

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.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos**. 2. ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2003.

CERQUEIRA-SILVA, C. B. M.; CONCEIÇÃO, L. D. H. C. S.; SOUZA, A. P.; CORRÊA, R. X. History of passion fruit ripening in relation to the current situation in Brazil and perspectives of Brazilian passion fruit cultivation. **European Journal of Plant Pathology**, v.139, p. 261-270, 2014.

CHAN, E.W.C.; LIM, Y.Y, WONG LF, et al. Antioxidant and tyrosinase inhibition properties of leaves and rhizomes of ginger species. **Food Chem**. v.109, p.477-83, 2008.

CHAKRABORTY, M.; MITRA, A. The antioxidant and antimicrobial properties of the methanolic extract from *Cocos nucifera* mesocarp **Food Chemistry**, v.107; p. 994-999, 2008.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2ª ed. Lavras: UFLA, 785p., 2005.

CHO, S.M; GU, Y.S.; KIM, S.B. Extracting optimization and physical properties of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) skin gelatin compared to mammalian gelatins. **Food Hydrocolloids**, v.19, p.221-229, 2005.

CIVILLE, C. V.; SZCZESNIAK, A. S. Guidelines to training a texture profile panel. **Journal of Texture Studies**, Westport, v. 4, n. 2, p. 204-223, 1973.

COELHO, A. A., CENCI, S. A., RESENDE, E. D. Qualidade do suco de maracujá amarelo em diferentes pontos de colheita e após o amadurecimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 722-729, maio/jun., 2010.

COMUNIAN, T.A.; THOMAZINI, M.; ALVES, A.J.G.; JUNIOR, F.M.E.; BALIEIRO, J.C.C.; FAVARO-TRINDADE, C.S. Microencapsulation of ascorbic acid by complex coacervation: Protection and controlled release. **Food Research International**, v.52, p.373–379, 2013.

CORRÊA, R. G.; PERALTA, R. M.; HAMINIUK, C. W. I.; MACIEL, G. M.; BRACHT, A.; FERREIRA, I. C. F. R. In the last decade, the findings related to nutritional production, bioactive molecules and biotechnological applications of *Passiflora* spp. (passion fruit) **Trends in Food Science and Technology**, v.58, p. 79-95, 2016.

DANCIU, C.; VLAIA, L.; FETEA, F.; HANCIANU, M.; CORICOVAC DE, CIURLEA, S.A.; SICA, C.M. et al. Evaluation of the phenolic profile, antioxidant and anticancer potential of two main representatives of the Zingiberaceae family against murine melanoma cells B164A5. **Bio Med Biol Res central**, v.1, p. 1-9, 2015.

DANIELE, N.D.; NOCE, A.; VIDIRI, M.F.; MORICONI, E.; MARRONE, G.; ANNICCHIARICO-PETRUZZELLI, M.; D'URSO, G.; TESAURO, M.; ROVELLA, V.; DE LORENZO, A. Impact of Mediterranean diet on metabolic syndrome, cancer and longevity. **Oncotarget**, v. 8, n. 5, p.8947-8979, 2017.

DE ALMEIDA, N. G; ELPO, E. R. S.; GIROTTO, A. Aspectos econômicos da cultura do gengibre. Curitiba: Secretaria de Estado de Agricultura e do Abastecimento, Departamento de Economia Rural, p.9, 2007.

DE ANTOS, B.; SANCHEZ-MORENO, C.; DE PASCUAL-TERESA, S.; CANO, M.P. Fruit freezing principles. Y.H. Hui (Ed.), **Handbook of Fruit and Fruit Processing**, Blackwell Publishing, Iowa, USA, p.59-80, 2006.

DELIZA, R. **The effects of expectation on sensory perception and acceptance**. 1996. 198 p. Tese (Doutorado) - School of Food Biosciences, The University of Reading. Inglaterra.

DELIZA, R.; MACFIE, H. J. H. The generation of sensory expectation by external cues and its effect on sensory perception and hedonic ratings: A review. **Journal of Sensory Studies**, v.11, n.2, p.103-128, 1996.

DELIZA, R.; ROSENTHAL, A.; SILVA, A. L. S. Consumer attitude towards information on non conventional technology. **Trends in Food Science and Technology**, v.14, n.1, p.39-43, 2003.

DELIZA, R.; MACFIE, H., HEDDERLEY, D. The consumer sensory perception of passion-fruit juice using free-choice profiling. **Journal of Sensory Studies** v. 20, p.17-27, 2005.

DELLA MODESTA, R. C. **Análise sensorial de alimentos e bebidas**. Centro Nacional de Pesquisa de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos (CTAA). Rio de Janeiro: EMBRAPA, 120p., 1989.

DEMIN G., YINGYING Z. Comparative antibacterial activities of crude polysaccharides and flavonoids of *Zingiber officinale* and their extraction. **American Journal of Tropical Medicine**. v.5, p.235-238, 2010.

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

DONADO-PESTANA, C.M.; BELCHIOR, T.; FESTUCCIA, W.T.; GENOVESE, M.I. Phenolic compounds from cambuci (*Campomanesia phaea* O. Berg) fruit attenuate glucose intolerance and adipose tissue inflammation induced by a high-fat, high-sucrose diet. **Food Research International**, v.69, p.170–178, 2015.

DOS REIS, L. C. R., FACCO, E. M. P., SALVADOR, M., FLÔRES, S. H., & DE OLIVEIRA RIOS, A. Antioxidant potential and physicochemical characterization of yellow, purple and orange passion fruit. *Journal of Food Science and Technology*, v.55, n.7, p. 2679–2691, 2018.

DUTCOSKY, S. D. Análise sensorial de alimentos. 2 ed. ver. e ampl. Curitiba: Champagnat, 2007. 239 p.

DUGASANI, S. P.; NADARAJAH, V. D.; BALIJEPALLI, M. K.; TANDRA, S.; KORLAKUNTA, J. N. Efeitos antioxidantes e anti-inflamatórios comparativos de [6] -gingerol, [8] -gingerol, [10] -gingerol e [6] -shogaol. **J Ethnopharmacol.** v.127, p.515-520, 2009.

EFSA. Scientific opinion on dietary reference values for vitamin C. **European Food Safety Authority Journal**, v.11, n.11, p. 3418-3485, 2013.

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.

ELDAHSHAN, O.A.; SINGAB, A.N. Carotenoids. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry.** v.2, n.1, p. 225-234, 2013.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. CNPMF - Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura. Maracujá. EMBRAPA: Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/maracuja> >. Acesso em 23 de novembro de 2017.

FANG, Z.; BHANDARI, B. Encapsulation of polyphenols – a review. **Trends in Food Science & Technology.** v.21, n.10, p.510-523, oct, 2010.

FANG, T.; ZHEN, Q.; LIAO L.; OWITI, A.; ZHAO, L.; KORBAN, S.S.; HAN, Y.; Variation of ascorbic acid concentration in fruits of cultivated and wild apples, **Food Chemistry**, v.225, p.132-137, Jun., 2017.

FARRIS, S., SCHAICH, K. M., LIU, L., PIERGIOVANNI, L., & YAM, K. L. Development of polyion-complex hydrogels as an alternative approach for the production of bio-based polymers for food packaging applications: a review. **Trends in Food Science and Technology**, v.20, n.8, p. 316-332, 2009.

FATA, N.A.; GEORGÉ, S.;DLALAH, N.; RENARD, C.M.G.C. Influence of partial pressure of oxygen on ascorbic acid degradation at canning temperature. **Innovative Food Science & Emerging Technologies.** Available online 13 November 2017.

FERNANDES, R.V.B.; BOTRELA, D.A.; SILVA, E.K.; BORGESA, S.V.; OLIVEIRA, C.R.; YOSHIDAD, M.I.; FEITOSA, J.P.A.; PAULA, R.C.M. Cashew gum and inulin: new alternative for ginger essential oil microencapsulation. **Polymers Carbohydrates**, v. 153, November 20, p. 133-142, 2016.

FERREIRA, D. F. Sistema de análise de Variância de Dados Balanceados. Pacote computacional. DEX- UFLA. Lavras. 1998.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Gelatina. 2011. **Food Ingredients Brasil** , n.18. p.57-64, 2011.

FRUTICULTURA: **Comercialização do Maracujá**. Disponível em:< <http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/maracuja2.html#30> – COMERCIALIZAÇÃO DO MARACUJÁ>. Acesso em: 18 nov 2017.

FUNAMI, T.; FANG, Y.; NODA, S.; ISHIHARA, S.; NAKAUMA, M.; DRAGET I. NISHINARI, K.; PHILLIPS, G. O. Rheological properties of sodium alginate in an aqueous system during gelation in relation to supermolecular structures and Ca²⁺ binding. **Food Hydrocolloids**, v. 23, n. 7, p. 1746-1756, 2009.

GALAZ, G.A. An overview on the history of sports nutrition beverages. **In: Nutrition and enhanced sports performance: muscle building, endurance, and strength**. San Diego, California: Academic Press, 2013, p. 205-210.

GELATIN MANUFACTURERS INSTITUTE OF AMERICA. GELATIN HANDBOOK. P.25, 2012. Disponível em http://www.gelatin-gmia.com/images/GMIA_Gelatin_Manual_2012.pdf. Acesso em 18 de setembro de 2017.

GELATIN MANUFACTURERS OF EUROPE (GME). 2008. Disponível em: < www.gelatine.org>. Acesso em: 28 de outubro de 2017.

GHARSALLAOUI, A.; ROUDAUT, G.; CHAMBIN, O.; VOILLEY, A.; SAUREL, RÉMI. Applications of spray-drying in microencapsulation of food ingredients: An overview. **Food Research International**. v. 40, n.9, November, p.1107-1121, 2007.

GIAMPIERI, F.; ALVAREZ-SUAREZ, J. M.; BATTINO, M. Strawberry and Human Health: Effects beyond Antioxidant Activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.62, p.3867-3876, 2014.

GONDIM, P. J.; SILVA, S. D. M.; PEREIRA, W. E.; DANTAS, A. L.; NETO, J. R. C.; dos SANTOS, L. F. Qualidade de frutos de acessos de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 11, p. 1217-1221, 2013.

GOH, C.H.; HENG, P.W.S.; CHAN, L.W. Alginates as a useful natural polymer for microencapsulation and therapeutic applications. **Carbohydrate Polymers**, v.88, n.1, p.1-12, 2012.

GOUIN, S. Microcapsulation of S. Gouin : industrial evaluation of existing technologies and trends Trends. **Food Science and Technology**, v.15, p. 330 – 347, 2004.

GOMES, R. G.; PENNA, A. L. B. Características reológicas e sensoriais de bebidas lácteas funcionais. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 629-646, 2009.

GÓMEZ-GUILLÉN, M.C.; GIMÉNEZ, B.; LÓPEZ-CABALLERO, M.E.; MONTERO, M.P. Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review. **Food Hydrocolloids**, v. 25, p.1813-1827, 2011.

GOPI, S.; VARMA, K.; JUDE, S. Study on the temperature-dependent conversion of active ginger componentes. **International Journal of Pharmaceutical Sciences**, v.6, p. 1344 – 1347, 2016.

GRZANNA, R.; LINDMARK, L.; FRONDOZA, C.G. Ginger - an herbal medicine with broad anti-inflammatory actions. **Journal of medical foods**. n.8, v. 2, p. 125-132, 2005.

GUIMARÃES, R. R. VENDRAMINI, A. L. A.; SANTOS, A. C.; LEITE, S. G. F.; MIGUEL, M. A. L. Development of probiotic beads similar to fish eggs. **Journal of Functional Foods**. v.5, p. 968 – 973, 2013.

GÜMÜSAY, O. G.; BORAZAN, A. A. ERCAL, N.; DEMIRKOL, O. Drying effects on the antioxidant properties of tomatoes and ginger. **Food Chemistry**. v. 173, p.156–162, 2015.

GUZMAN GUTIÉRREZ, S.L.; CHILPA, R.R.; JAIME, H.B. Medicinal plants for the treatment of nervios, anxiety, and depression in Mexican traditional medicine, **Rev. Bras. Farmacogn**. v.24, p.591-608, 2014.

HANHINEVA, K.; TORRONEN, R.; BONDIA-PONS, I.; PEKKINEN, J.; KOLEHMAINEN, M.; MYKKANEN, H.; POUTANEN, K. Impact of dietary polyphenols on carbohydrate metabolism. **Int. J. Mol. Sci.**, v.11, p.1365–1402, 2010.

HEIM, K. E.; TAGLIAFERRO, A. R.; BOBILYA, D. J. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structureactivity relationships. **J Nutr Biochem**. v. 13, p.572-584, 2002.

HOLKEM, A.T.; CODEVILLA, C.F.; MENEZES, C.R. Emulsificação/gelificação iônica interna: Alternativa para microencapsulação de compostos bioativos. **Ciência e Natura**, Ed. Especial-Nano e Microencapsulação de compostos bioativos e probióticos em alimentos, v.37, p. 116–124, Santa Maria, dez., 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Produção Agrícola Municipal - culturas temporárias e permanentes**. Rio de Janeiro: IBGE, v. 42, 57p., 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Produção Agrícola Municipal - culturas temporárias e permanentes**. Rio de Janeiro: IBGE, v. 43, 62p., 2016.

IBGE. **Sistema IBGE de recuperação automática**: banco de dados agregados. 2016 A. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 13 novembro de 2017.

IGIELSKA-KALWAT, J.; GOŚCIAŃSKA, J.; NOWAK, I. **Carotenoids as natural antioxidants**. **Postepy Higieny i Medycyny Doswiadczalnej**, v.69, p.418-428, 2015.

ILSI Brasil. **Funções Plenamente Reconhecidas de Nutrientes: Ácido ascórbico (Vitamina C)** São Paulo: ILSI Brasil- Internaonal Life SciencesInstitute do Brasil, v.21, 12p, 2012.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Food Chemicals Codex: Fifth Edition.** Washington,DC: **The National Academies Press.** 2003. *Disponível em:* <<https://www.nap.edu/catalog/10731/food-chemicals-codex-fifth-edition>>. Acesso em: 28 de outubro de 2017.

IAL. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos: normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 4. ed. São Paulo-SP: ANVISA; 2005. 432 p.

JANISZEWSKA, E. Microencapsulated beetroot juice as a potential source of betalain. **Powder Technology.** v.264, p.190–196, 2014.

JELLEDA, A.; FERNANDES, Â.; BARROS, L.; CHAHDOURA, H.; ACHOUR, L.; FERREIRA, I. C. F. R.; CHEIKHA, H. B. Chemical and antioxidant parameters of dried forms of ginger rhizomes. **Industrial Crops and Products.** v.77, p. 30–35, 2015.

JOHNSTON-BANKS, F. A. Gelatin. In P. Harris (Ed.), **Food gels.** London: Elsevier Applied Science Publishers, 1990, p.233-289.

JORGE, N.; ANDREO, D. Antioxidant activity of ginger extract (*zingiber officinale*) in soybean oil under thermoxidation. **Nutrition & Food Science,** v. 43, n.1, p. 49-54, 2013.

GALLARDO,,. C.; JIMENÉZ, L.; GARCÍA-CONESA, M. T. Food Chem. v. 99, p. 455—463, 2006.

KARAYANNAKIDIS, P. D.; ZOTOS A. Processing by-products as a potential source of gelatine: a review. **J. Aquat. Food Prod. Technol.** v.25, p. 65 – 92, 2016.

KUCK, L. S.; NOREÑA, C.P.Z. Microencapsulation of grape (*Vitis labrusca var. Bordo*) skin phenolic extract using gum Arabic, polydextrose, and partially hydrolyzed guar gum as encapsulating agentes. **Food Chemistry.** v. 194, p. 569–576. 2016.

KIM, E.C.; MIN. J.K.; KIM, T.Y.; LEE, S.J; YANG, H.O.; HAN, S.; KIM, Y.M.; KWON, Y.G. [6]-Gingerol, um ingrediente pungente do gengibre, inibe a angiogênese *in vitro e in vivo* . **Biochem Biophys Res Commun.** v.335, p. 300–308, 2005.

KIM, H.; MOON, J.; KIM, H.; LEE, D.; CHOI, H.; KIM, Y.; *et al.* **Antioxidant and antiproliferative activities of mango (*Mangifera indica* L.) flesh and peel.** **Food Chemistry,** v.121,p. 429-436, 2010.

KIM, Y.; KEOGH, J.B.; CLIFTON, P.M. Polyphenols and Glycemic Control. **Nutrients,** v.8, n.1, Jan., 2016.

KO, M. J.; NAM, H. H.; CHUNG, M. S. Conversion of 6-gingerol to 6-shogaol in ginger (*Zingiber officinale*) pulp and peel during subcritical water extraction. **Food Chemistry.** v. 270, p.149–155, 2019.

KUNDU, J.K.; NA, H.K.; SURH, Y.J. Substances derived from fibers with preventive and therapeutic potential for câncer. **Forum Nutr,** v.61, p. 182-192, 2009.

KULCZYŃSKI, B.; GRAMZA-MICHAŁOWSKA, A.; KOBUS-CISOWSKA, J.; KMIĘCIK, D. The role of carotenoids in the prevention and treatment of cardiovascular disease – Current state of knowledge. **Journal of Functional Foods** v.38, p.45-65, nov., 2017.

LANGNER, E.; GREIFENBERG, S.; GRUENWALD J. Ginger: history and use. **Advances in Therapy**. v.15, n.1, p.25–44, 1998.

LEISTNER, L., GOULD G.W. Hurdle Technologies, Combination Treatments for Food Stability, Safety and Quality, New York, **Kluwer Academic/Plenum Publishers**, 2002.

LESSA, A. O. **Determinação do teor de compostos fitoquímicos e estudo do potencial para processamento da polpa de frutos de maracujás da espécie silvestres (Passiflora setacea DC, Passiflora cincinnata MAST) Bahia**. 2011. 83fl. Dissertação do programa de pós-graduação “Strito Senso” do curso de Especialização em Engenharia e Alimentos. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2011.

LESSA, A. O. Determinação do teor de compostos fitoquímicos e estudo do potencial

LI, J.M.; NIE, S.P. The functional and nutritional aspects of hydrocolloids in foods. **Food Hydrocolloids**, v.53, p.46-61, 2016.

LI, Y.; SCHELLHORN, H.E. New developments and novel therapeutic perspectives for vitamin C. **The Journal of nutrition**, v.137, n.10, p.2171-2184, 2007.

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

LIMA, T.S .L.; CAVALCANTE, C. L.; SOUSA, D. G.; SILVA, P. H. A.; SOBRINHO, L. G. A. Avaliação da composição físico-química de polpas de frutas comercializadas em cinco cidades do alto sertão paraibano. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n.2, p. 49 - 55, abr-jun, 2015.

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

LOUSADA JÚNIOR, J.E.; COSTA, J.M.C.; NEIVA, J.N.M.; RODRIGUEZ, N.M. Physical-chemical characterization of tropical fruit by-products for use in animal feed. **Rev Ciênc Agron**. v.37, n.1, p.70-6, 2006.

LUPO, B. et al. Preparation of alginate microspheres by emulsification/internal gelation to encapsulate cocoa polyphenols, **Food Hydrocolloids**, v.38, p.56-65, 2014.

LUPO, B.; MAESTRO, A.; GUTIERREZ, J.M.; GONZALEZ, C. Characterization of alginate beads with encapsulated cocoa extract to prepare functional food: Comparison of two gelation mechanisms. **Food Hydrocolloids**. v.49, p. 25-34, 2015.

MAHDAVI, S. A.; JAFARI, S. M.; ASSADPOOR, E.; DEHNA, D. Microencapsulation optimization of natural anthocyanins with maltodextrin, gum Arabic and gelatina. **International journal of biological macromolecules**, v. 85, p.379-385, 2016.

- MAIA, J. L. Desenvolvimento de microcápsulas contendo as antocianinas presentes no corante do extrato do jambo por polimerização interfacial. Dissertação (mestrado). [Mestrado em Engenharia Química] – Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 2013.
- MALACRIDA, C.R.; JORGE, N. Yellow passion fruit seed oil (*Passiflora edulis f. flavicarpa*): Physical and chemical characteristics. **Braz. Arch. Biol. Technol.** v.55, p.127–134, 2012.
- MALTA, L. G.; TESSARO, E. P.; EBERLIN, M.; PASTORE, G.; M.; LIU, R. H. Assessment of antioxidant and antiproliferative activities and the identification of phenolic compounds of exotic Brazilian fruits. **Food research international**, v. 53, n. 1, p. 417-425, 2013.
- MANI-LÓPEZ, E.; JIMÉNEZ-HERNÁNDEZ, E.; LÓPEZ-MALO E.P.A. Viability of *Lactobacillus fermentum* microencapsulated in flavoured alginate beads and added to a gelatine dessert. **Journal of Functional Foods**, v. 38, p. 447–453, 2017.
- MASULLO, M.; MONTORO, P.; MARI, A.; PIZZA, S. Piacente medicinal plants for the treatment of women's disorders: analytical strategies to ensure quality, safety and efficacy. **J. Pharm. Biomed. Anal.**, v.13, p. 189 – 211, 2015.
- MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, M.A.; SALAS-SALVADÓ, J.; ESTRUCH, R.; CORELLA, D.D.; FITÓ, M.; ROS, E. “Benefits of the mediterranean diet: insights from the PREDIMED study,” **Progress in Cardiovascular Diseases**, vol. 58, pp. 50–60, 2015.
- MATSUI, Y.; SUGIYAMA, K.; KAMEI, M.; TAKAHASHI, T. SUZUKI, T.; KATAGATA, Y.; ITO, T. Extract of passion fruit (*Passiflora edulis*) seed containing high amounts of piceatannol inhibits melanogenesis and promotes collagen synthesis, **J. Agric. Food Chem.** v.58, p.11112–11118, 2010.
- MELOUGH, M.M.; SUN, X.; CHUN, O.K. The Role of AOPP in Age-Related Bone Loss and the Potential Benefits of Berry Anthocyanins. **Nutrients**, v.9, n.7, p.789-798, Jul., 2017.
- MIRODDI, M.; CALAPAI, G.; NAVARRA, M.; MINCIULLO, P. L.; S. Gangemi *Passiflora incarnata* L.: Ethnopharmacology, clinical application, safety and evaluation of clinical trials. **Journal of Ethnopharmacology**, v.150, p. 791 – 804, 2013.
- 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.
- MORAIS, A.B.L.; XAVIER, A.C.R.; SILVA, G.F.; SILVA, M.A.A.P.; PAGANI, A. A. C. Estudo microbiológico e microscópico de água mineral bioativada com microcápsulas de maracujá (*Passiflora edulis*). **Proceeding of ISTI/SIMTEC**, v. 3, p. 275-280, 2016.
- 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.

- MOŠOVSKÁ, S.; NOVÁKOVÁ, D.; KALIŇÁK, M. Antioxidant activity of ginger extract and identification of its active components. **Acta Chimica Slovaca**, v. 8, n. 2, p. 115–119, 2015.
- MUDGIL, D.; BARAK, S. Composition, properties and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: a review. **International Journal of Biological Macromolecules**, v.61, p.1-6, 2013.
- MÜLLER, J. M.; SANTOS, R. L.; BRIGIDO, R. V. Produção de alginato por microrganismos. **Polímeros**, v.21, n.4, p.305-310, 2011.
- MUNIN, A., EDWARDS-LÉVY, F. Encapsulation of natural polyphenolic compounds: a review, **Pharmaceutics**, v. 3, p. 793–829, 2011.
- MURCIA, M. A.; EGEA, I.; ROMOJARO, F.; PARRAS, P.; JIMÉNEZ, A. M.; MARTÍNEZ-TOMÉ, M. Antioxidant evaluation in dessert spices compared with common food additives, influence of irradiation procedure. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 52, p. 1872- 1881, 2004.
- NEVES, M. A., HASHEMI, J., PRENTICE, C. Development of novel bioactives delivery systems by micro/nanotechnology, **Current Opinion in Food Science**, v. 1, p. 7-12, 2015.
- NEVES, M.A.; NAKAJIMA M.; KOBAYASHI, I. Nanotechnology for bioactives delivery systems. **J Food Drug Anal**, v.20, p.184- 188, 2012.
- NILSSON, J.; PILLAI, D.; ONNING, G.; PERSSON, C.; NILSSON, A.; AKESSON, B. Comparison of the 2,20 -azinobis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) methods to asses the total antioxidant capacity in extracts of fruit and vegetables. **Molecular Nutrition and Food Research**, v.49, p.239–246, 2005.
- NISHIKIMI, M.; FUKUYAMA, R.; MINOSHIMA, S.; SHIMIZU, N.; YAGI, K. Cloning and chromosomal mapping of the human nonfunctional gene for L-gulonogamma-lactone oxidase, the enzyme for L-ascorbic acid biosynthesis missing in man. **Journal of Biological CHEMISTRY**, V.269, N.18, P.13685-13688, 1994.
- NUR HANANI, Z. A. Gelatin. Reference Module in Food Science. **Encyclopedia of Food and Health**. p. 191-195, 2016.
- NUSSINOVITCH, A.; HIRASHIMA, M. **Cooking innovaations: using hydrocolloids for thickening, gelling, and emulsification**. Florida: CRC, 2014.
- OBOH, G., AKINYEMI, A. J.; ADEMILUYI, A. O. Antioxidant and inhibitory effect of red ginger (*Zingiber officinale* var. *Rubra*) and white ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) on Fe²⁺ induced lipid peroxidation in rat brain in vitro. **Experimental and Toxicologic Pathology**, v.64, n.1–2, p.31–36, 2012.
- OECD/Food and Agriculture Organization of the United Nations, **OECD-FAO Agricultural Outlook 2015**, OECD Publishing, Paris, p.144, july, 2015.

OFFICIAL PROCEDURE OF THE GELATIN MANUFACTURERS INSTITUTE OF AMERICA, Revised July 2013. Disponível em: <http://www.gelatin-gmia.com>. Acesso em: 22 de novembro de 2017.

OK, S.; JEONG, W. S. Optimization of extraction conditions for the 6-shogaol-rich 412 extract from ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). **Preventive Nutrition and Food Science**, v.413, n.17, s.2, p.166-171, 2012.

OLIVEIRA, M. C. Estudo do processo de obtenção de gotas de mamão (*carica papaya* L.) por esferificação. 2011. 69 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Universidade Federal de Sergipe, 2011.

OLIVEIRA, R.G.; GODOY, H.T.; PRADO, M.A. Quantificação dos isômeros ácido L-ascórbico e ácido D-iso-ascórbico em geleias de frutas por cromatografia líquida de alta eficiência. **Quím. Nova**, v.35, n.5, São Paulo, 2012.

OLIVEIRA, E. S.; BARBOSA, J. B.; TALMA, S. V, PEREIRA, S. M. F. Qualidade de polpas de frutas congeladas comercializadas em Campos de Goytacazes – RJ. **Rev Vértices**. v.14, n.1, p.73-80, 2012A.

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.

OLIVEIRA, D.A.; ANGONESE, M.; FERREIRAA, S.R.S.; GOMES, C.L. Nanoencapsulation of passion fruit by-products extracts for enhanced antimicrobial activity. **Food and bioproducts processing**, v.104, p.137–146, 2017.

OYAIZU, M. Studies on products of browning reactions: antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. **Japanese Journal of Nutrition**, v.44, p.307–315, 1986.

PAGANI, A. A. C.; OLIVEIRA, M. C.; XAVIER, A. C. R.; MORAIS, A. B. L.; NUNES, T. P.; SILVA, G. F. Study of the process of getting the drops of papaya (*carica papaya* L.) per basic spherification. **International Journal of Engineering and Innovative Technology**, v.4, n.6, dec., 2014.

PAGANI, A. A. C.; OLIVEIRA, M. D.C.; CARDOSO, C. A.V.; SILVA, M. A. A.P. Análisis del aroma de las gotas de papaya mediante los métodos de nariz electrónica y aceptabilidad sensorial. [analysis the flavor of papaya drops by the methods of electronic nose and sensory acceptability]. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**, v.13, n.2, p.163 – 170, mar.,2014A.

PAL, G.K.; NIDHEESH, T.; SURESH, P.V. COMPARATIVE study on characteristics and in vitro fibril formation ability of acid and pepsin soluble collagen from the skin of catla (*Catla catla*) and rohu (*Labeo rohita*). *Food Research International*, v.76, p.804-812, 2015.

PAL, G.K.; SURESH, P.V. Sustainable valorisation of seafood by-products: Recovery of collagen and development of collagen-based novel functional food ingredients. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.37, p.201-215, oct., 2016

PANDEY, K.B.; RIZVI, S.I. Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. **Oxid. Med. Cell. Longev.**, v.2, p.270–278, 2009.

PANG, J.; ZHANG, Z.; ZHENG, T.Z.; *et al.* Green tea consumption and risk of cardiovascular and ischemic related diseases: a meta-analysis. **International Journal of Cardiology**, v.202, p.967–74, 2016.

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

PAZ, M.; GULLON, 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**, v.172, p. 462–468, 2015.

PENG, F.; TAO, Q.; WU, X.; DOU, H.; SPENCER, S.; MANG, C. Cytotoxic, cytoprotective and antioxidant effects of phenolic compounds isolated from fresh ginger. **Phytotherapy**, v.3, p. 568-585, 2012.

PEREIRA., J. M. A. T. K.; OLIVEIRA, K. A. M.; SOARES, N. F. F.; GONÇALVES, M. P. J. C.; PINTO, C. L. O.; FONTES, E. A. F. Avaliação da qualidade físico-química, microbiológica e microscópica de polpas de frutas congeladas comercializadas na cidade de Viçosa-MG. **Alim Nutr**. v.17, n.4, p. 437-42, 2006.

PÉREZ-MATEOS, M.; MONTERO, P.; GÓMEZ-GUILLÉN, M.C. Formulation and stability of biodegradable films made from cod gelatin and sunflower oil blends. **Food Hydrocolloids**, v. 22, n.4, p.53-61, 2009.

PIERSON, J.T.; DIETZGEN, R.G.; SHAW, P.N.; ROBERTS-THOMSON, S.J.; MONTEITH, G.R.; GIDLEY, M. J. Major Australian tropical fruits biodiversity: bioactive compounds and their bioactivities. **Molecular Nutrition & Food Research**, v.56, p.357–387, 2012.

PLOTNIK AND KOUYOUMDJIAN, R. Plotnik, H. Kouyoumdjian. Introduction to Psychology (9th Ed.), Cengage Learning, United Kingdom (2011).

PRASAD, S.; TYAGI, A.K. Ginger and its constituents: role in the prevention and treatment of gastrointestinal cancer. **Gastroent. Practical Res**. p.1-11, 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**. v.31, n.2, p. 539-43, 2009.

RAMÍREZ-JIMÉNEZ, A.; GUERRA-HERNÁNDEZ, E.; VILLA NOVA, B.G. Evolution on non enzymatic browning during storage. **Food Chemistry**, v. 83, p.219-225, 2003.

RAY, S.; RAYCHAUDHURI, U.; CHAKRABORTY, R. An overview of the encapsulation of active compounds used in food products by drying technology. **Food Bioscience**. v.13, p. 76-83, Mar., 2016.

RÉ, M.I. microencapsulação: em busca de produtos “inteligentes”. *Ciência hoje*, v.27, n.162, p.24-29, 2000.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology & Medicine**, New York, v. 26, n. 9-10, p. 1231-1237, 1999.

REIN, M.J.; RENOUF, M.; CRUZ-HERNANDEZ, C.; ACTIS-GORETTA, L.; THAKKAR, S.K.; PINTO, M.S. Bioavailability of bioactive food compounds: a challenging journey to bioefficacy. **Br J Clin Pharmacol**. v.75, v.3, p.588–602, Mar., 2013.

RIBEIRO, E. P., SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. Ed. 2ª. São Paulo: Edgard Blücher, Instituto Mauá de Tecnologia, 2004. 184 p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; KIMURA, M., AMAYA-FARFAN, J. Fontes Brasileiras de Carotenóides: tabela de composição de carotenóides em alimentos - Brasília: MMA/SBF, 2008. 100p

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Passion fruit. In M. Siddiq, S. Ahmed, M. G. Lobo, & F. Ozadali (Eds.), **Tropical and subtropical fruits: Postharvest physiology, processing and packaging**. NY: Wiley-Blackwell, 2012, p. 325 – 329.

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.

SANO, S.; SUGIYAMA, K.; ITO, T.; KATANO, Y.; ISHIHATA, A. Identification of the strong vasorelaxing substance scirpusin B, a dimer of piceatannol, from passion fruit (*Passiflora edulis*) seed, **J. Agric. Food Chem.**, v.59, p.6209–6213, 2011.

SANTOS, C. A. A.; COELHO, A. F. S.; CARREIRO, S. C. Avaliação microbiológica de polpas de frutas congeladas. **Ciênc Tecnol Alim**. v.28, n.4, p.913-15, 2008.

SANTOS, E.; ANDRADE, R.; GOUVEIA, E. Utilization of the pectin and pulp of the passion fruit from Caatinga as probiotic food carriers. **Food Bioscience**. v.20, p.56-61, dec., 2017.

SARAVANAN, S.; PARIMELAZHAGAN, T. Total phenolic content, free radical scavenging and antimicrobial activities of *Passiflora subpeltata* seeds, **J. Appl. Pharm. Sci.**, v.3, p.67–72, 2013.

SCHLUETER, A.K.; JOHNSTON, C.S. Vitamin C: overview and update. **Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine**, v.16, n.1, p.49-57, 2011.

SEBASTIANY, E.; REGO, E. R.; VITAL, M. J. S. Qualidade microbiológica de polpas de frutas congeladas. **Rev Inst Adolfo Lutz**. v.68, n.2, p.224-31, 2009.

SERAGLIO, S.K.T.; SCHULZ, M.; NEHRING, P.; BETTA, F.D.; VALESE, A.C.; DAGUER, H.; GONZAGA, L.V.; FETT, R.; COSTA, A.C.O. Nutritional and bioactive potential of Myrtaceae fruits during ripening. Nutritional and bioactive potential of Myrtaceae fruits during ripening. **Food Chemistry**, v.239, p.649–656, 2018.

SILVA, L.M.R.; FIGUEIREDO, E.A.T.; RICARDO, N.M.P.S.; VIEIRA, I.G.P.; FIGUEIREDO, R.W.; BRASIL, I.M.; GOMES, C.L. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v.143, p.398–404, 2014.

SILVA, E. P.; BECKER, F. S.; SILVA, F. A.; SOARES JÚNIOR, M. S.; CALIARI, M.; DAMIANI, C. Bebidas mistas de extratos de arroz com maracujá e mamão. **Rev Inst Adolfo Lutz**. São Paulo, v.74, n.1, p.49-56, 2015.

SHINDE SACHIM K.; GRAMPUROHIT NIRMALA D.; BANERJEE SUBIR K.; JADHAV SURESH L.; GAIKWAD DUSHYANT D. Developament and validation of UV spectroscopic method for the quick estimation of gingirol from Zingiber officinali rhizome extract. **International Research Journal of Pharmacy**. n. 3, v.5, p. 234-237. 2012.

SHUKLA Y., SINGH M. Cancer preventive properties of ginger: a brief review. **Food and Chemical Toxicology**. v.45, n.5, p.683–690, 2007.

SHUKLA, A.; GOUD, V. V.; DAS, C. Antioxidant potential and nutritional compositions of selected ginger varieties found in Northeast India. **Industrial Crops and Products**. v.128, February, Pages 167-176, 2019.

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.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagent. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 16, n. 3, p. 144-158, 1965.

SINGTHONG, J.; OONSIVILAI, R.; OONMETTA-AREE, J.; NINGSANOND, S. Bioactive Compounds and Encapsulation of Yanang (*Tiliacora Triandra*) Leaves. **Afr J Tradit Complement Altern Med**. v.11, n.3, p.76–84, 2014.

SOLTANI, E.; JANGJOO, A.; AFZAL AGHAEI M.; DALILI, A. Effects of preoperative administration of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) on postoperative nausea and vomiting after laparoscopic cholecystectomy. **Journal of Traditional and Complementary Medicine**. v.8, July, p. 387-390, 2018.

STONE, H.; SIDEL, J. Sensory evaluation practices. **Academic Press**: New York. 3ed. 2004. 377p.

SZCZESNIAK, A. S. 'Classification of Textural Characteristics', **J. Food Sci.** v.28, p.385, 1963.

TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 4ª ed. Campinas: Núcleo de Estudos e pesquisas em Alimentação- UNICAMP, 161 p., 2011.

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

THARANATHAN, R.N. Biodegradable films and composite coatings: past, present and future. **Trends in Food Science and Technology**, v.14, n.3, p.71-78, 2003.

UFS (Universidade Federal de Sergipe), São Cristóvão - SE, Alaíza Barros Lima Morais, Anne Caroline Rocha Xavier, Gabriel Francisco da Silva, Maria Aparecida Azevedo Pereira da Silva, German Dario Pagani e Alessandra Almeida Castro Pagani. **Bebidas fortificadas com microcápsulas de polpa de frutas**. BR 10 2014 024628 2. 12 set. 2014. Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

U.S. Department of Agriculture and U.S. Department of Health and Human Services. **Scientific Report of the 2015 Dietary Guidelines Advisory Committee**. Washington (DC): US Department of Health and Human Services; 2015.

U.S. Pharmacopoeia 34/National Formulary 29. **Food Chemicals Codex 7**. United States Pharmacopoeial Convention, Inc., Rockville, MD. 2011.

USAID. The US market for fresh passion fruit. **Acesso Market Brief** 16. Dec., 2014. Disponível em: http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00KP21.pdf.>. Acesso em 10 de dezembro de 2017.

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.

VALDÉS, F. Vitamina C. **Actas Dermosifiliogr.**, v.97, n.9, p.557-68, 2006.

VAN BREE, I.; BAETENS, J. M.; SAMAPUNDO, S.; DEVLIEGHERE, F.; LALEMAN, R.; VANDEKINDEREN, I.; DE MEULENAER, B. Modelling the degradation kinetics of vitamin C in fruit juice in relation to the initial headspace oxygen concentration. **Food Chemistry**. v.134, n.1, p.207–214, 2012.

VANDAMME, T.F.; PONCELET, D.; SUBRA-PATERNAULT, P. **Microencapsulation: des sciences aux technologies**. Paris: Lavoisier Tec & Doc, 2007. 348 p.

VENTURA, J.; ALARCÓN-AGUILAR, F.; ROMAN-RAMOS, R.; CAMPOS-SEPULVEDA, E.; REYES-VEGA, M.L.; BOONE-VILLA, V.D.; JASSO-VILLAGÓMEZ, E.I.; AGUILAR, C.N. Quality and antioxidant properties of a reduced-sugar pomegranate juice jelly with an aqueous extract of pomegranate peels. **Food Chemistry**, v.136, p.109–115, 2013.

WILLIAMSON, G. The role of polyphenols in modern nutrition. **Nutr Bull.**, v.42, n.3,p.226-235, sep., 2017.

WOHLMUTH, H.; LEACH, D.N.; SMITH, M.K.; MYERS, S.P. Gingerol content of diploid and tetraploid clones of ginger (*Zingiber Officinale* Roscoe. **Journal Agricultural and Food Chemistry**. Easton, v.53, n.14, p. 5772-5778, july 2005.

WU, X.; BEECHER, G. R.; HOLDEN, J. M.; HAYTOWITZ, D. B.; GEBHARDT, S. E.; PRIOR, R. L. Concentrations of anthocyanins in common foods in the United States and estimation of normal consumption. **J. Agric. Food Chem.** v.54, p.4069–4075, 2006.

XAVIER, A. C. R. **Pérolas de maracujá obtido por processo de gelificação iônica**. 2014. 77 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Universidade Federal de Sergipe, 2014.

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.

YANG, H.; WANG, Y. Effects of concentration on nanostructural images and physical properties of gelatin from channel catfish skins. **Food Hydrocolloids**, v. 23, p. 577–584, 2009.

ZAIKSO, A.L.B.; CIANCIA, M.; CEREZO, A.S.; PIRIZ, M.L.; CASAS, G.N.; EYRAS, M.C. Utilización de las macroalgas marinas de la cost argentina y sus hidrocoloides. In: **Recursos biológicos bentónicos: La Zona Costera Patagónica Argentina**. 1 ed., vol. 1., 1cap., Comodoro Rivadavia: Universitaria de la Patagonia - EDUPA, 2015, p.3-60.

ZERAIK, M. L.; PEREIRA, C. A. M.; ZUIN, V. G.; YARIWAKE, J. H. Maracujá: um alimento funcional? **Rev. Bras. Farmacogn. Braz. J. Pharmacogn.** v.20, n.3: Jun./Jul. 2010.

ZHANG, M. Z.; VIENNOIS, E.; PRASAD, M. et al. Edible ginger-derived nanoparticles: A novel therapeutic approach for the prevention and treatment of inflammatory bowel disease and colitis-associated cancer. **Biomaterials**. v.101, p.321-40, 2016.

ZHENG, C.J.; YOO, J.S.; LEE, T.G.; CHO, H.Y.; KIM, Y.H.; KIM, W.G. Fatty acid synthesis is a target for antibacterial activity of unsaturated fatty acids. **FEBS Lett.** v.579, p. 5157–5162, 2005.

ZHIMING G.; YAPENG F.; YIPING, C.; HUA, L.; NISHINARI, K.; PHILLIPS, G.O. Hydrocolloid-food component interactions. **Food Hydrocolloids**, v.68, p. 149-156, 2017.

ZHOU, P.; REGENSTEIN, J. M. Comparison of water gel desserts from fish skin and pork gelatins using instrumental measurements. **Journal of Food Science**, v.72, n.4, p.196-201, 2007.

ZUIDAM, N. J.; SHIMONI, E. Overview of microencapsulation use in food products or processes and methods to make them. In: Zuidam NJ, Nedovic VA. **Encapsulation technique for active food ingredients and food processing**, Springer, NewYork, p.3–29, 2010.

APÊNDICE A- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE ALIMENTOS**

Convidamos o (a) Sr. (Sra) a participar do estudo “Processamento de gelatina de maracujá-amarelo (*Passiflora Edulis*) enriquecida com microcápsulas de gengibre (*Zingiber Officinali*) obtidas pelo processo de gelificação iônica” cujo objetivo realizar a caracterização físico-química e nutricional das polpas, suco e gelatina de maracujá-amarelo com microcápsulas de gengibre e aceitação sensorial da gelatina enriquecida com microcápsulas. A participação nesse estudo é voluntária e você tem a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e desta forma não mais participar do estudo, sem que isto lhe traga qualquer prejuízo.

Título da pesquisa: Processamento de gelatina de maracujá-amarelo (*Passiflora Edulis*) enriquecida com microcápsulas de gengibre (*Zingiber Officinali*) obtidas pelo processo de gelificação iônica.

Pesquisadora responsável: Fabiana Melo Soares

Objetivo: Desenvolver uma gelatina bioativa com microcápsulas de maracujá-amarelo, analisar suas propriedades físicas, químicas, antioxidantes, microbiológicas e sensoriais.

Procedimentos do estudo: Para tal, será necessário avaliar as amostras de gelatina de maracujá com e sem microcápsulas de gengibre e responder a uma ficha de aceitação, nas quais as amostras são avaliadas através de escores de aceitação e intensidade de atributos como: aroma, cor, aparência, sabor, textura, impressão global e intenção de compra.

Crterios de inclusão: Adultos na faixa etária entre 18 e 50 anos, interessadas e disponíveis para avaliar as amostras, e que não possuam aversão ao produto.

Riscos: Caso se enquadre nos critérios de inclusão e se disponha voluntariamente para participar do estudo, os riscos e desconfortos serão mínimos.

Benefícios: Oferecer um produto com propriedades nutricionais de interesse para a saúde e as informações geradas sobre os atributos sensoriais auxiliarão na comercialização e como importante parâmetro de qualidade.

Confidencialidade do estudo: Será preservada sua identidade e privacidade. Os resultados serão divulgados apenas em análise agrupada em publicações científicas. Asseguramos que não haverá despesa de qualquer natureza. A decisão de participar é

pessoal e livre, assim como poderá interromper a qualquer momento a participação na pesquisa.

Custos da participação: Não haverá nenhum custo financeiro para participar da pesquisa.

O (a) senhor (a) receberá uma cópia deste termo onde consta o celular/e-mail da pesquisadora responsável, podendo tirar as suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento. Desde já agradecemos.

Fabiana Melo Soares
Pesquisadora responsável
Cel: (79) 988080019
e-mail: fms.14@hotmail.com

CONSENTIMENTO PARA PARTICIPAÇÃO

Eu, _____,
declaro estar ciente do inteiro teor deste TERMO DE CONSENTIMENTO e estou de acordo em participar do estudo proposto, sabendo que dele poderei desistir a qualquer momento, sem sofrer qualquer punição ou constrangimento.

Assinatura do participante

Assinatura da pesquisadora

Aracaju, _____ de _____ de _____.

ANEXO A- FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL

Nome: _____ **Data:** ____/____/____

1 Você está recebendo duas amostras de gelatina de maracujá com diferentes quantidades de microcápsulas de gengibre. Prove e utilizando a escala abaixo, avalie o quanto você gostou ou desgostou da **GELATINA**. Avalie quanto aos atributos **AROMA, COR, APARÊNCIA, SABOR, TEXTURA E IMPRESSÃO GLOBAL**. Após avaliar a primeira amostra, beba água e repita o procedimento para a amostra que está à sua direita

- 9 Gostei extremamente (ADOREI)
- 8 Gostei muito
- 7 Gostei moderadamente
- 6 Gostei ligeiramente
- 5 Nem gostei/nem desgostei
- 4 Desgostei Ligeiramente
- 3 Desgostei moderadamente
- 2 Desgostei muito
- 1 Desgostei extremamente (DETESTEI)

Número da Amostra	Aroma	Cor	Aparência	Sabor	Textura	Impressão Global

2. Indique na escala abaixo o grau de certeza com que você **compraria ou não compraria** o produto se ele estivesse à venda.

- 9. Certamente compraria
- 8.
- 7. Possivelmente compraria
- 6.
- 5. Talvez comprasse/ talvez não comprasse
- 4.
- 3. Possivelmente não compraria
- 2.
- 1. Certamente não compraria

Número da Amostra	Nota

Comentários:
