



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOQUÍMICA E BIOLOGIA MOLECULAR
BACHARELADO EM BIOTECNOLOGIA

BRUNA DE ARAÚJO SILVA

ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DE GELATINAS VEGETAIS
DE GOIABA (*Psidium guajava L.*) FRENTE AO ARMAZENAMENTO A
DIFERENTES TEMPERATURAS

FORTALEZA

2021

BRUNA DE ARAÚJO SILVA

ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DE GELATINAS VEGETAIS DE
GOIABA (*Psidium guajava L.*) FRENTE AO ARMAZENAMENTO A DIFERENTES
TEMPERATURAS

Monografia apresentada ao curso de Bacharelado em Biotecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Biotecnologia.

Orientadora: Prof. Dra. Marjory Lima Holanda Araújo.

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S578a Silva, Bruna de Araújo.

Elaboração e avaliação da estabilidade de gelatinas vegetais de goiaba (*Psidium guajava* L.) frente ao armazenamento a diferentes temperaturas / Bruna de Araújo Silva. – 2021.
59 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará,
Centro de Ciências, Curso de Biotecnologia, Fortaleza, 2021.

Orientação: Profa. Dra. Marjory Lima Holanda Araújo.

1. *Psidium guajava* L.. 2. Caracterização. 3. Sobremesa. 4. Armazenamento. I. Título.

CDD 661

BRUNA DE ARAÚJO SILVA

ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DE GELATINAS VEGETAIS DE
GOIABA (*Psidium guajava L.*) FRENTE AO ARMAZENAMENTO A DIFERENTES
TEMPERATURAS

Monografia apresentada ao curso de Bacharelado em Biotecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Biotecnologia.

Orientadora: Prof. Dra. Marjory Lima Holanda Araújo

Aprovada em: ___/___/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Marjory Lima Holanda Araújo (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dra. Ticiania de Brito Lima Holanda

Me. Acrísio José Uchôa Bastos Filho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Natureza e tudo que é divino.

As mulheres que me rodeiam e me dão força.

A minha família e amigos pelo apoio
incondicional.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Ceará, pelos anos de ensino, formação acadêmica e humana, e pela oportunidade de me inserir nas atividades de capacitação em pesquisa realizadas em parceria com o Laboratório de Biotecnologia de Algas e Bioprocessos – BioAp, sob coordenação conjunta da Dra. Marjory Lima Holanda Araújo e Dr. Nicholas Costa Barroso.

À Prof. Dra. Marjory Lima Holanda Araújo, pela orientação nesses últimos anos, por ter me recebido em sua equipe, e por ser um exemplo de conduta, profissionalismo e humanidade tanto na Biotecnologia quanto no meio acadêmico. Muitíssimo obrigada!

À Ticiane de Brito e Ingrid Queiroz, por me acompanharem durante esse projeto, pelas orientações e ensinamentos em laboratório, pela paciência e pelas gargalhadas compartilhadas. Muito obrigada!

Aos integrantes do BioAp, pelos anos de convivência e trocas mútuas, pela amizade e por me aceitarem de forma tão acolhedora no laboratório. Foi muito prazeroso conviver diariamente com vocês durante minha vivência acadêmica.

Aos meus amigos e companheiros de caminhada, Amanda, Cristiane, Larissa, Lennon, Lucas, Mateusim, Milena e Rhaynan. Minha caminhada na UFC se divide entre os anos antes e após conhece-los. O que seria de mim, uma simples Bryba sem meus amigos e confederados, sem os momentos de troca, apoio, carinho e aprendizado que a gente compartilhou, e compartilha até hoje. Obrigada por terem me chamado naquele dia, obrigada também pelos cafés e companhias nas tardes desses últimos anos, na maioria das vezes esses momentos melhoravam completamente meu dia!

Ao meu amigo de monografia Daniel Maciel, pela ajuda, pelas risadas compartilhadas e por dividir comigo o pódio de última da T6 a se formar. Obrigada!

À minha família, Vanusa, Ivanildo, Brena, Thaynara, Samuel e Nicolas. Vocês são minha base, meu porto seguro e o meu maior tesouro. Obrigada por aguentarem meu mau humor e minha falta de paciência, especialmente nesses últimos meses. Obrigada a todos por me inspirarem a ser uma pessoa melhor, por me ensinarem todos os dias sobre empatia, carinho e cuidado. Obrigada Mãe e Pai por todos os esforços para me garantir uma vida digna e por investir o tempo de vocês na minha formação até hoje. Obrigada Eninha, Samuel, Thay

e Nicolas por sempre cuidarem de mim e por me fazer rir das coisas mais bobas. Agradeço sempre ao Divino pela sorte de ter todos vocês em minha vida!

Às mulheres da minha família que vieram antes de mim, minhas avós, tias e primas por serem minha inspiração de força e caráter nesse mundo. Muito obrigada!

À minha segunda família, Rodrigo e Kauany. Obrigada por se dividirem comigo há não sei mais quantos anos, parece que vocês sempre fizeram parte da minha existência antes mesmo de eu lembrar. Obrigada por se construírem comigo, botar fé nas mínimas coisas que eu faço e por me ensinarem tanto. Vocês são meu coração de corpo inteiro!

Aos meus gatos, Maria José, Bola e Dino, e meu cachorro Bolt. Obrigada por escolherem a nossa casa e por nos escolherem como família, agradeço de coração pelo carinho, descontração e companheirismo, especialmente nesses últimos anos.

Agradeço aos professores do corpo docente do Bacharelado em Biotecnologia, por dividirem seus conhecimentos nessa grandiosa tarefa de difundir a Ciência.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos!

*“Não acho que quem ganhar ou quem perder,
nem quem ganhar nem perder, vai ganhar ou
perder. Vai todo mundo perder.”*

Dilma Rousseff

RESUMO

A busca crescente por produtos saudáveis que apresentem boas características sensoriais, nutricionais, e propriedades funcionais juntamente com a conveniência de consumo tem crescido nas últimas décadas. O aparecimento de nichos de mercado e consumo que preconizam produtos de origem vegetal, sem adição de conservantes e outros aditivos alimentares, tem se mostrado cada vez mais crescente atualmente com o advento do veganismo. Produtos à base de frutas se mostram cada vez mais como alternativas para a redução do uso de aditivos artificiais, sendo capazes de conferir sabor, aroma e cor aos produtos de forma natural e saudável. O Brasil é um dos maiores produtores de frutas no mundo, dentre essas a Goiaba (*Psidium guajava L.*) é um dos mais importantes cultivares, especialmente para o mercado interno, apresentando boa aceitação de consumo *in natura*, além de apresentar qualidades físico-químicas de grande interesse industrial. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo elaborar e avaliar os aspectos físico-químicos e microbiológicos de gelatinas vegetais de goiaba. As gelatinas de goiaba foram elaboradas seguindo formulação e processo produtivo desenvolvidos no laboratório de Biotecnologia de Algas e Bioprocessos (BioAP), e foram analisadas a cada 15 dias de armazenamento sob refrigeração (5°C) e temperatura ambiente (25°C). Os produtos armazenados por 60 dias, apresentaram estabilidade quanto ao teor de sólidos solúveis, pH e acidez titulável, no entanto apresentou uma redução nos teores de açúcares totais e açúcar redutor, sobretudo nas amostras não refrigeradas. Após 7 dias de armazenamento da gelatina vegetal à 25°C foi observada a formação de bolores na superfície do produto, diferente das amostras armazenadas a 5°C que permaneceram estáveis por todo o tempo de armazenamento. A coloração do produto também foi afetada pelo período de armazenamento nas duas condições. Diante dos resultados, foi possível concluir que a gelatina vegetal de goiaba apresenta-se como um produto promissor para o mercado e estável sob temperatura de refrigeração por até 15 dias de armazenamento.

Palavras-chave: Vegano. Caracterização. Sobremesa. Vegetal.

RESUMEN

La creciente búsqueda de productos saludables que tengan buenas propiedades sensoriales, nutricionales y funcionales junto con la conveniencia de su consumo ha crecido en las últimas décadas. La aparición de nichos de mercado y de consumo que abogan por productos de origen vegetal, sin la adición de conservantes y otros aditivos alimentarios, se ha mostrado cada vez más creciente con la llegada del veganismo. Los productos a base de frutas se muestran cada vez más como alternativas para reducir el uso de aditivos artificiales, pudiendo impartir sabor, aroma y color a los productos de forma natural y saludable. Brasil es uno de los mayores productores de frutas del mundo, entre los cuales la Guayaba (*Psidium guajava* L.) es uno de los cultivares más importantes, especialmente para el mercado interno, presentando buena aceptación del consumo fresco, además de presentar físico-químico Cualidades de gran interés industrial. De esta forma, el presente trabajo tuvo como objetivo elaborar y evaluar los aspectos fisicoquímicos y microbiológicos de las gelatinas vegetales de guayaba. Las gelatinas de guayaba se prepararon siguiendo el proceso de formulación y producción desarrollado en el laboratorio de Biotecnología de Bioprocesos y Algas (BioAP), y se analizaron cada 15 días de almacenamiento en refrigeración (5°C) y temperatura ambiente (25°C). Los productos almacenados por 60 días, mostraron estabilidad en términos de sólidos solubles, pH y acidez titulable, sin embargo mostró una reducción en los contenidos de azúcares totales y azúcares reductores, especialmente en muestras no enfriadas. Luego de 7 días de almacenamiento de gelatina vegetal a 25°C, se observó formación de moho en la superficie del producto, a diferencia de las muestras almacenadas a 5°C que permanecieron estables durante todo el tiempo de almacenamiento. El color del producto también se vio afectado por el período de almacenamiento en ambas condiciones. A la vista de los resultados, se pudo concluir que la gelatina vegetal de guayaba se presenta como un producto prometedor para el mercado y estable a temperatura de refrigeración hasta por 15 días de almacenamiento.

Palabras clave: Vegano. Descripción. Postre. Vegetal.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - DADOS DESTAQUES DA PESQUISA SOBRE VEGETARIANISMO REALIZADA PELO IBOPE EM 2018 NO BRASIL.....	15
FIGURA 2 - ESTRUTURA QUÍMICA DE POLISSACARÍDEOS BIOSINTETIZADOS POR ALGAS RODÓFITAS. A: ÁGAR E B: CARRAGENANAS.	22
FIGURA 3 - QUANTIDADE DE GOIABAS PRODUZIDAS, EM TONELADAS, NO PERÍODO DE 2009 A 2019.....	28
FIGURA 4 - GELATINA VEGETAL DE GOIABA DURANTE ANÁLISE NO TEMPO T:0.....	35
FIGURA 5 – ASPECTO VISUAL DAS GELATINAS VEGETAIS SABOR GOIABA REFRIGERADAS (À ESQUERDA) E AS NÃO REFRIGERADAS (À DIREITA), APÓS 25 DIAS DE ARMAZENAMENTO....	36
FIGURA 6 - ASPECTO VISUAL DAS AMOSTRAS DO GRUPO NÃO REFRIGERADAS (ARMAZENADAS SOB TEMPERATURA AMBIENTE) CONTAMINADAS APÓS 7 DIAS DE ANÁLISE, APRESENTANDO DIFERENTES TIPOS DE CONTAMINAÇÃO FÚNGICA E BACTERIANA.	48

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - AÇÚCAR REDUTOR DE GELATINAS VEGETAIS DE GOIABA ARMAZENADAS POR PERÍODO DE 60 DIAS. AMOSTRAS REFRIGERADAS (A) E NÃO REFRIGERADAS (B), NO DECORRER DO PERÍODO DE ANÁLISES.	41
GRÁFICO 2 - AÇÚCAR TOTAL DE GELATINAS VEGETAIS DE GOIABA ARMAZENADAS POR PERÍODO DE 60 DIAS. AMOSTRAS REFRIGERADAS (A) E NÃO REFRIGERADAS (B), NO DECORRER DO PERÍODO DE ANÁLISES.	42
GRÁFICO 3 - MÉDIA DOS VALORES DE PH NAS AMOSTRAS REFRIGERADAS (A) E NÃO REFRIGERADAS (B), NO DECORRER DO PERÍODO DE ANÁLISES.	43
GRÁFICO 4 - ACIDEZ TITULÁVEL (G DE ÁC. CÍTRICO/100G DE PRODUTO) NAS AMOSTRAS GELATINAS VEGETAIS DE GOIABA REFRIGERADAS (A) E NÃO REFRIGERADAS (B), NO DECORRER DE 60 DIAS DE ARMAZENAMENTO.	45
GRÁFICO 5 - RELAÇÃO SST/AT NAS AMOSTRAS REFRIGERADAS (A) E NÃO REFRIGERADAS (B), NO DECORRER DO PERÍODO DE ANÁLISES.	46

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DA GOIABA POR 100G DE PORÇÃO COMESTÍVEL.....	24
TABELA 2 - PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS PARA SUCO DE GOIABA SEGUNDO A INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 37 DE 1º DE OUTUBRO DE 2018 DO MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO/SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA.	26
TABELA 3 - PRODUÇÃO MUNDIAL DE GOIABA POR PAÍS NO PERÍODO DE 2000-2004 (X1000 T)..	27
TABELA 4 - PRODUÇÃO E VALOR DA PRODUÇÃO DA GOIABA NO BRASIL EM 2019.	28
TABELA 5 - CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA GELATINA VEGETAL DE GOIABA ARMAZENADAS SOB REFRIGERAÇÃO E À TEMPERATURA AMBIENTE.	38
TABELA 6 – SINÉRESE DA GELATINA VEGETAL DE GOIABA ARMAZENADAS A TEMPERATURA AMBIENTE E SOB REFRIGERAÇÃO POR PERÍODO DE 60 DIAS.....	39
TABELA 7 - CONTAGEM DE CÉLULAS VIÁVEIS EM PLACA DAS GELATINAS DE GOIABA ARMAZENADAS SOB REFRIGERAÇÃO E TEMPERATURA AMBIENTE.....	47

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Mercado de produtos naturais e veganos	14
1.2 O consumo de gelatinas.....	17
1.3 Ficocolóides	21
1.4 Aspectos gerais da Goiaba	23
2 OBJETIVOS	30
2.1. Objetivo Geral	30
2.2. Objetivos Específicos.....	30
3 MATERIAIS E MÉTODOS	31
3.1. Elaboração das gelatinas vegetais sabor goiaba	31
3.2. Estabilidade da gelatina vegetal de goiaba.....	31
3.2.1. Sólidos solúveis totais	32
3.2.2. Determinação de Sinérese	32
3.2.3. Açúcar redutor	32
3.2.4. Açúcar total.....	33
3.2.5. pH e Acidez titulável	33
3.2.6. Relação SST/At.....	34
3.3. Análises Microbiológicas.....	34
3.4. Análises Estatísticas.....	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
4.1. Elaboração da gelatina vegetal sabor Goiaba.....	35
4.2 Estabilidade da gelatina vegetal de Goiaba.....	36
4.2.1. Sólidos solúveis totais (^oBrix).....	38
4.2.2. Determinação de Sinérese	39
4.2.3. Açúcar redutor	40
4.2.4. Açúcar total.....	42
4.2.5. pH e Acidez titulável	43
4.2.6. Relação SST/AT.....	45
4.3. Análises Microbiológicas.....	47
5 CONCLUSÃO.....	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

1 INTRODUÇÃO

1.1 Mercado de produtos naturais e veganos

Nas últimas décadas, um aumento na procura por alimentos mais saudáveis no Brasil e em muitos países ocidentais tem sido observado (ALI; ALI, 2020). O conceito de alimentos saudáveis tem sido relacionado a produtos que apresentem baixo aporte calórico, que apresentem baixo teor de colesterol e baixo teor de gorduras saturadas (MACHADO, 2012). Desta forma, dietas centradas em produtos à base de plantas estão cada vez mais em alta nos mercados brasileiro e mundial, uma vez que a negatividade associada a produtos à base de carne ou de origem animal também vem crescendo (SPENCER *et al.*, 2021).

A crescente inserção de frutas, vegetais e produtos *plant-based* não se delimita apenas a consumidores veganos e vegetarianos, mas também a uma parcela crescente da população que associa a melhora da saúde à diminuição do consumo de produtos de origem animal, e, por consequência, à diminuição de ingestão de gorduras saturadas, direcionando assim, o consumo para uma dieta com menor risco de desenvolvimento de doenças não transmissíveis como obesidade, doenças cardiovasculares, hipertensão, colesterol alto, e diabetes tipo II (SPENCER *et al.*, 2021).

Em estudo realizado pelo Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística (IBOPE) em parceria com a Sociedade Vegetariana Brasileira (SVB) no ano de 2018, cerca de 7 milhões de brasileiros declararam-se adeptos ao veganismo no país. A mesma pesquisa apresentou que 14% da população se declara como vegetariana. Essas taxas sobem para 16% quando se analisa grandes capitais metropolitanas como São Paulo, Curitiba, Recife e Rio de Janeiro. A consulta também avaliou o crescente interesse dos entrevistados por produtos veganos, chegando a taxas de 55% para entrevistados que afirmaram o interesse em consumir mais produtos veganos se estivessem melhor indicados nas embalagens, e a taxas de 60% de interesse em consumir produtos veganos que apresentem os mesmos preços dos produtos já rotineiros oferecidos ao consumidor (IBOPE, 2018).

A Figura 1 apresenta os dados destaques da pesquisa sobre vegetarianismo realizada pelo IBOPE em parceria com a SVB em 2018 no Brasil.

Figura 1 - Dados destaques da pesquisa sobre vegetarianismo realizada pelo IBOPE em 2018 no Brasil.



Fonte: Sociedade Vegetariana Brasileira, 2018.

Mesmo não havendo no Brasil uma apuração específica das dimensões do mercado de produtos veganos, a Associação Brasileira de Supermercados (ABRAS) afirma que a demanda por produtos vegetarianos é maior do que a oferta no país e por produtos veganos, especificamente, a oferta ainda é insuficiente para contemplar de forma efetiva esse nicho de mercado. Em relatório apresentado no site da ABRAS, acerca da aceitação e procura por alimentos vegetais, aproximadamente 90% dos consumidores demonstraram interesse por esses produtos no ano de 2020. Ainda de acordo com o relatório, os principais fatores na decisão de compra dos produtos *plant based* se dá em razão do cuidado com a saúde (56%) e das qualidades nutritivas (28%) e 26% dos consumidores se mostraram dispostos a provarem novos sabores (ABRAS, 2020).

Importante destacar ainda que, no Brasil e no mundo, é comum a oferta de produtos veganos com características complementares capazes de atender ao público celíaco ou que apresentem interesse em produtos naturais e saudáveis, sem aditivos ou orgânicos, o que sinaliza aos empreendedores desse mercado a capacidade de explorar a intersecção dos produtos que atendam consumidores de interesses comuns. Configurando dessa forma, a

capacidade dos alimentos certificados como veganos serem consumidos por diferentes nichos de mercado (KAPP, 2019).

Diante deste cenário, é possível perceber a procura por novas fontes naturais com potencial uso como aditivos, capazes de suprir as necessidades da indústria, da mesma forma que se adequam às necessidades do mercado consumidor atual. Fontes vegetais têm representado a principal matriz para obtenção de compostos aromáticos naturais, antioxidantes, corantes e agentes de corpo, sendo esses representantes das principais classes de aditivos utilizados pela indústria de alimentos. Frutas comerciais e exóticas apresentam altas quantidades de compostos bioativos e são as fontes mais promissoras de moléculas antioxidantes, corantes e aromatizantes, por apresentarem em sua composição compostos fenólicos, compostos aromáticos e carotenoides, que podem atuar sinergicamente como agentes de características organolépticas em alimentos, sem a necessidade de inserção de aditivos sintéticos (PEREIRA, J. M. G. *et al.*, 2020).

O consumo de produtos como: polpas, sucos, néctares e frutas liofilizadas, se mostra como uma interessante alternativa natural de substituição aos compostos artificiais, além de carregarem em si uma complexidade inerente de bioativos responsáveis por conferir características palatáveis de interesse (PEREIRA, J. M. G. *et al.*, 2020).

Como sugerido, frutos e produtos derivados têm sido demandados de forma exponencial, uma vez que esses alimentos tendem a manter seu valor nutricional, suas propriedades físico-químicas e atributos sensoriais, sendo fatores chave no desenvolvimento de novos produtos (DA COSTA, 2018). A manutenção do aspecto de frescor e a possibilidade de consumo imediato de produtos alimentícios podem se tornar parte integrante de um estilo de vida saudável em todo mundo, em especial devido às características intrínsecas que resultam em benefícios à saúde como manutenção do peso, associado à conveniência e à palatabilidade (RAYBAUDI-MASSILIA; MOSQUEDA-MELGAR; MARTÍN-BELLOSO, 2008). Nesse contexto, vale ressaltar, que os produtos que os produtos que apresentam maior aceitabilidade dos consumidores são: massas no geral, iogurtes, biscoitos, sorvetes e sobremesas (ABRAS, 2020).

1.2 O consumo de gelatinas

A gelatina encontra-se entre as sobremesas com elevada aceitação em todas as faixas etárias de consumo, especialmente por ser de fácil preparo, saborosa e refrescante (MARTINS *et al.*, 2013). Essa sobremesa é encontrada em sua grande maioria na forma de sachês em pó para hidratação e posterior consumo, e apenas uma minoria está disponível convenientemente no mercado, ou seja, pronta para consumo. De ambas as formas, as gelatinas industrializadas apresentam em sua composição uma série de aditivos alimentares artificiais como edulcorantes, conservantes, aromatizantes e, principalmente, corantes que podem provocar alergias e/ou intoxicação em pessoas que já possuem sensibilidade à algumas dessas substâncias (SOUZA, J. D. C. *et al.*, 2018).

As gelatinas convencionais são, em sua grande maioria, derivadas da hidrólise parcial ácida ou alcalina que rompe as ligações cruzadas entre as cadeias polipeptídicas do colágeno, obtidos comumente a partir da pele, tecido conjuntivo, tendões e ossos de mamíferos. São um grupo de hidrocolóides proteicos, formados a partir de uma mistura heterogênea de peptídeos, dos quais a glicina, a prolina e a hidroxiprolina constituem mais da metade dos 1.000 resíduos de aminoácidos presentes em cada uma das três cadeias formadoras do colágeno. Essas sequências de aminoácidos irão variar de acordo com a fonte, o tipo e condições da hidrólise aplicada, podendo originar géis transparentes, elásticos e termorreversíveis (LIU *et al.*, 2015).

As principais fontes desses insumos são pele de suínos ou pele e ossos de bovinos, possivelmente devido a facilidade de aquisição, já que são resíduos da indústria de carnes e apresentam baixo custo como matéria-prima impactando positivamente, reduzindo o custo final do produto (KARIM; BHAT, 2008). No entanto, a matéria-prima dessas gelatinas não é aceitável para um crescente grupo de consumidores que não adquirem produtos de origem animal, devido às questões culturais, religiosas ou por escolha individual. A crescente adesão global às tendências do veganismo e ao consumo sustentável fomenta uma demanda por novas fontes de gelatinas que atendam às necessidades de consumidores diversos (CHELIKANI *et al.*, 2021).

Apesar de ser um produto bastante inserido na indústria de alimentos, há uma crescente preocupação dos pesquisadores e cientistas acerca da segurança de gelatinas convencionais, em virtude da capacidade ou não do colágeno e das gelatinas derivadas de tecidos animais serem capazes de transmitir vetores patogênicos, a exemplo dos príons

causadores da doença da “vaca louca” (KARIM; BHAT, 2009). Desta forma, opções de agentes gelificantes que possam ser utilizadas em dietas *plant-based* são de grande interesse para a indústria atual, desde que apresentem propriedades similares a versatilidade, propriedade espessante e gelificante das gelatinas convencionais (CHELIKANI *et al.*, 2021).

Atualmente, a grande maioria das gelatinas industrializadas disponíveis no mercado brasileiro, encontra-se na forma de pó para o preparo doméstico. Esses produtos são constituídos basicamente por gelatina adicionada de vários ingredientes artificiais, como açúcar e/ou edulcorantes, aromatizantes, reguladores de acidez e corantes aprovados pela Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (ANVISA, 2005).

Presentes como ingredientes dos mais diversos alimentos e bebidas industrializadas, os edulcorantes são componentes que compreendem um grupo de substâncias, utilizadas em substituição à sacarose, que compartilham a propriedade de interagir com receptores do paladar (quimiorreceptores) e produzir sensações percebíveis como doce. Em produtos específicos, direcionados a um público com restrições dietéticas, são capazes de adoçar sem serem metabolizadas pelo organismo e sem necessidade para o aporte calórico insignificante (GURGEL FERNANDES *et al.*, 2009). São classificados em duas categorias, naturais e artificiais, sendo aplicados não apenas em alimentos, como também medicamentos, produtos de higiene bucal e adoçantes de mesa, apresentando a capacidade de encobrir características sensoriais indesejáveis e reduzindo a incidência de cáries (HONORATO *et al.*, 2013).

É possível encontrar trabalhos na literatura que indiquem efeitos adversos ao consumo contínuo de edulcorantes, como a resistência à insulina, complicações vasculares, renais, oculares, obesidade, aumento do colesterol-LDL e dos triglicerídeos, bem como o aumento da massa gorda total e visceral e a acumulação de gordura no fígado (esteatose hepática). Edulcorantes como manitol, lactitol e xilitol, apesar de se encontrarem na classificação de adoçantes naturais, podem apresentar efeito laxativo em doses inapropriadas, e o xilitol em doses pequenas e uso contínuo pode causar alterações no organismo levando a falência hepática e distúrbios glicêmicos (TEIXEIRA; GONÇALVES; VIEIRA, 2011).

Para a classe de edulcorantes artificiais, o aspartame se mostrou contraindicado para casos de fenilcetonúria e relacionado com a possibilidade de desenvolvimento de tumor cerebral, reações alérgicas, leucemia, Doença de Parkinson e Alzheimer. Já o ciclamato de sódio e a sacarina, ambos apresentam contraindicações nos casos de doença renal e

hipertensão e combinados, estão associados ao desenvolvimento de câncer de bexiga (TEIXEIRA; GONÇALVES; VIEIRA, 2011).

Os aromatizantes são aditivos amplamente consumidos pela população e são aplicados em alimentos processados como refeições congeladas, biscoitos, pipocas, lanches, pães e sobremesas para aumentar a palatabilidade, conferindo aroma, sabor e refrescância aos produtos sem conferir características nutritivas (KONISHI; HAYASHI; FUKUSHIMA, 2014). São divididos nas seguintes classes: aromatizantes naturais, sintéticos idênticos aos naturais e sintéticos artificiais de reação ou transformação e de fumaça. Vale ressaltar, que para cada classe de aromatizante adicionado, vários outros compostos químicos são necessários para garantir a estabilidade e característica do *flavor* específico, sendo eles antioxidantes, antiespumantes, sequestrantes, conservantes, emulsificantes e estabilizantes, reguladores de acidez, realçadores de sabor, antiaglutinantes e corantes (ANVISA, 2007).

A classe dos aromatizantes é responsável por cerca de 50% do faturamento anual do mercado de aditivos no Brasil, destes, os aromatizantes artificiais, obtidos pelo processo de síntese, são muito mais utilizados na indústria de alimentos devido seu alto poder aromatizante, baixo custo e elevada persistência do aroma. Os aromas artificiais não apresentam perigo de toxicidade quando aplicados em baixas doses, mas quando as doses são elevadas, podem acarretar ações irritantes e narcóticas, outros podem produzir toxicidade crônica a longo prazo de exposição, quando empregados em doses superiores às recomendadas (CAMPOS HONORATO; BATISTA, 2013).

Os corantes são aditivos alimentares presentes nas formulações de gelatinas e outros processados alimentícios. São definidos como toda substância que confere, intensifica ou restaura a cor de um alimento. Desta forma, são adicionados aos alimentos com o objetivo principal de restituir a aparência original (alterada durante alguma fase do processamento, estocagem ou distribuição), tornando-o alimento visualmente mais atraente para o público alvo, conferindo cor aos incolores e reforçando a cor já presente nos alimentos. Junto aos aromatizantes, os corantes são responsáveis por associar as características visuais e palatáveis de determinado alimento ou produto (CONSTANT; STRINGHETA; SANDI, 2002).

Segundo a Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos em Resolução N°44 de 1978, os corantes permitidos em alimentos e bebidas são classificados da seguinte forma: corante natural que é obtido a partir de matriz vegetal, ou animal, cujo princípio do corante tenha sido isolado com emprego de processo tecnológico adequado; corante orgânico artificial é aquele obtido por síntese orgânica, mas que não ocorre de forma

natural; corante orgânico sintético idêntico ao natural é o corante cuja estrutura química se assemelha a do princípio isolado do corante natural; por fim, corante inorgânico ou pigmento que são aqueles obtidos a partir de substâncias minerais e submetidos à processos de elaboração e purificação adequados para seu emprego em alimentos (BRASIL, 1978).

Os corantes são o grupo de aditivos mais controversos e com comprovações científicas apresentando malefícios diretos do seu consumo. Estudos indicam que o corante amarelo tartrazina, por exemplo, está relacionado a hipersensibilidade alimentar, ocasionando predisposição a reações alérgicas e redução da imunidade. Além disso, apresenta reconhecida associação ao aparecimento de sintomas de hiperatividade, aumento de eosinófilos no sangue e inibição da síntese de tromboxano. Também apresenta manifestações de reações clínicas, como urticária, rinite, asma, bronquite e angioedema (AUN *et al.*, 2011).

Essas reações não são exclusivas da tartrazina, outros corantes artificiais apresentam reações de diminuição da síntese de tromboxanos, assim como complicações sanguíneas que levam o aparecimento de vasculite, manchas indolores na pele e problemas gástricos. Outro exemplo é o corante carmim, pertencente a classe dos corantes naturais, o qual está ligado à incidência de aparecimento de crises asmáticas, sensibilização, anafilaxia e reações alérgicas dermatológicas (CAMPOS HONORATO; BATISTA, 2013).

Experimentos recentes vêm mostrando a ação cancerígena e tóxica dos corantes alimentares, por exemplo, o vermelho escarlata ou corante azoico, os quais apresentaram a capacidade de desenvolver adenomas hepáticos e crescimento anormal da pele. Já o azul brilhante promoveu o desencadeamento de eczemas, asma e hiperatividade em crianças. O vermelho eritrosina foi relacionado ao aumento das taxas do hormônio tireoidiano na corrente sanguínea se consumido em altas quantidades, desencadeando hipotireoidismo e demais complicações (DE SOUZA, B. A. *et al.*, 2019).

Apesar dos aditivos serem componentes importantes presentes em alimentos industrializados e ultra processados, o crescente consumo desses alimentos tem gerado preocupações mundiais acerca da segurança alimentar, tendo em vista que a garantia de segurança desses ingredientes está relacionada a Ingestão Diária Aceitável (IDA), e esta, por sua vez, vem crescendo devido ao aumento do consumo de produtos processados nos últimos anos (DE SOUZA, B. A. *et al.*, 2019). Apresentando um histórico crescente de contradições, estudos indicam que o consumo periódico e contínuo de aditivos, causam reações adversas, agudas ou crônicas, no organismo tais como reações tóxicas no metabolismo desencadeantes

de alergias, alterações neurocomportamentais e carcinogenicidade, esta última verificada a longo prazo de ingestão (POLÔNIO; PERES, 2009).

Diante dos riscos que envolvem o consumo constante de produtos que apresentam aditivos alimentícios na sua composição, especialmente os sintéticos ou artificiais, consumidores têm mostrado maior aceitabilidade para produtos industrializados que apresentem ingredientes de origem natural e com adição mínima desses compostos. Em estudo realizado com consumidores alemães, foi possível perceber que a aceitação e percepção benéfica de produtos contendo corantes e edulcorantes foram bastante baixas para ambos os aditivos, enquanto a percepção de risco para esses produtos se mostrou bastante elevada. Os consumidores também se mostraram mais confiantes em consumir produtos naturais e mostraram uma maior reprovação geral a produtos contendo corantes sintéticos (BEARTH; COUSIN; SIEGRIST, 2014).

Da mesma forma, substituintes vegetais aos agentes de corpo, classe de aditivos responsáveis pelas características de textura e palato, como a gelatina de origem animal, também se mostram cada vez mais necessários. Dentre os agentes de corpo mais utilizados, os mono e polissacarídeos são as principais classes de bioativos capazes de atuar como agente espessante, ligante, adoçante, emulsificante e gelificante (PEREIRA, J. M. G. *et al.*, 2020). A utilização desses polissacarídeos, juntamente com polpa de fruta, possibilita a formação de produtos com alto valor agregado, e alta concentração de nutrientes, podendo ser comparado com a ingestão de frutas frescas, sem perda da qualidade sensorial, capaz de fornecer a quantidade de fibras dietéticas necessárias e outros componentes bioativos de forma instantânea, apropriado para atender às necessidades diárias humanas (SUN-WATERHOUSE *et al.*, 2010).

1.3 Ficocolóides

Os ficocolóides são polissacarídeos coloidais proveniente de algas, que apresentam a capacidade de formar géis em soluções aquosas. São uma das fontes mais tradicionais de agentes de corpo, sendo os mais utilizados o alginato, o ágar e a carragenana. Exibem múltiplas funcionalidades nos alimentos, incluindo capacidade de espessamento, gelificação, retenção de água, dispersão, estabilização e são utilizados como modificadores de

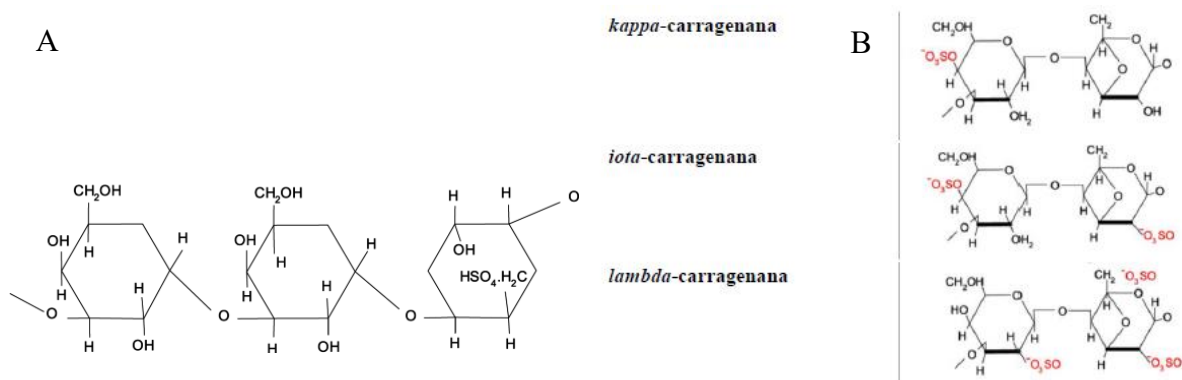
textura em quase todos os produtos alimentícios processados (DA COSTA, 2018; SAHA; BHATTACHARYA, 2010).

Os principais grupos de macroalgas capazes de produzir ficocolóides são as vermelhas (Rhodophyta) produtoras de galactanas sulfatadas (carragenanas e ágar) e as algas marrons ou pardas (Ochrophyta) produtoras de alginatos (PEREIRA, L. *et al.*, 2009).

As Rhodophytas se caracterizam pelo conteúdo de polissacarídeos complexos, denominados ágares e carragenanas cujas especificidades estão relacionadas às suas estruturas químicas. Os ágares são polissacarídeos sulfatados que contém em sua estrutura uma mistura heterogênea de agarose e agarpectina. Já as carragenanas dependem da natureza dos cátions associados, podendo formar estruturas de géis rígidos quando na presença de K^+ (*kappa*-carragenana), estruturas de géis elásticos quando na presença de sais de cálcio (*iota*-carragenana) ou estruturas não gelificantes devido à elevada presença de sulfatos (*lambda*-carragenana). As carragenanas são um dos polissacarídeos de maior valor agregado para a indústria de alimentos devido sua vasta gama de aplicações e variações nas características dos géis. À temperatura ambiente, a estrutura dos géis podem ser firmes ou elásticas, transparentes ou turvas, termo reversíveis ou estáveis ao calor e podem apresentar uma alta ou baixa temperatura de fusão/gelificação (SANTOS; URREA-VICTORIA, 2016).

A Figura 2 apresenta a estrutura química do ágar e das carragenanas, sendo a característica responsável por diferenciar a força dos géis.

Figura 2 - Estrutura química de polissacarídeos biossintetizados por algas Rodófitas. A: ágar e B: carragenanas.



Fonte: SANTOS; URREA-VICTORIA, 2016

Por apresentar uma alta afinidade com a caseína, que é a proteína do leite, a *kappa* carragenana é bastante aplicada como agente gelificante em produtos lácteos. A *iota* carragenana é bastante aplicada em sobremesas, doces e confeitados, devido sua capacidade

de produzir um gel de dureza similar ao da gelatina, mas apresentando um ponto de fusão mais elevado, mantendo sua estrutura mesmo em condições de temperaturas mais altas. Pode ser utilizada tanto na estruturação de produtos alimentícios, como em processos de clarificação e refinação de sucos, cervejas, vinhos e vinagretes, achocolatados, xaropes, sucos de frutas em pó e *shakes diet* (PANGESTUTI; KIM, 2014).

1.4 Aspectos gerais da Goiaba

A goiabeira (*Psidium guajava L.*) é uma planta pertencente à família das *Myrtaceae*, e é considerada a espécie mais conhecida e de alta importância econômica dentre o gênero *Psidium*, que agrupa mais de 150 espécies de árvores e arbustos. A fruta, goiaba, é originária das áreas tropicais americanas, e ocorre de forma natural desde o México até o sul do Brasil, sendo atualmente encontrada em cultivos presentes em todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo (CLARETO, 2007).

A goiaba é um dos frutos de maior importância nas regiões tropicais e subtropicais não só devido ao seu elevado valor nutritivo, mas também pela excelente aceitação do consumo *in natura*, pela capacidade de desenvolvimento em condições desfavoráveis e pela grande aplicação na indústria de alimentos. No decorrer do seu processamento, não apresenta problemas relacionados à sua textura, forma, escurecimento enzimático ou outros, sendo uma das frutas mais interessantes de ser processada e principalmente considerada uma das mais importantes matérias-primas para a industrialização de sucos, polpas e néctares. Desse modo, além do seu consumo *in natura*, ela é utilizada na fabricação de doces, compotas, geleias, frutas em calda, purês, alimentos para crianças, xaropes, vinhos, entre outros produtos. Em sua forma não processada, a goiaba apresenta bastante vitamina C, quantidades razoáveis de provitamina A e vitaminas do complexo B, além de quantidades expressivas de sais minerais como cálcio, fósforo e ferro (BRUNINI; OLIVEIRA; VARANDA, 2003; CAVALINI, 2004).

Tanto as espécies de polpa branca ou vermelha apresentam notáveis qualidades nutricionais como componentes nutracêuticos, altos níveis de antioxidantes, e abundância em nutrientes bioativos além dos complexos vitamínicos (LIMA MAIA *et al.*, 2020). De acordo com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos, 100 gramas da goiaba vermelha crua e com casca apresenta em sua composição aproximadamente 85% de umidade, 1% de proteína, 6% de fibra e 13% de carboidrato apresentando 54 kcal de energia (NÚCLEO DE ESTUDOS

E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO - NEPA, 2011).

Sendo um grande destaque entre os frutos brasileiros, não apenas pelo seu valor comercial, mas também pelo seu valor nutritivo já citado, aroma e sabor característico, a goiaba é conhecida como uma “superfruta”, pela sua importância em termo de vitaminas e sementes ricas em ômega 3, ômega 6, ácidos poli-insaturados, riboflavina, proteínas, além de quantidades consideráveis de polifenóis e carotenoides – especialmente Licopeno, que pertencem às principais classes de pigmentos antioxidantes. Quando comparadas, as goiabas vermelhas, que são as espécies mais cultivadas no Brasil, têm um valor mais alto como fonte de antioxidantes do que goiabas brancas (NIMISHA *et al.*, 2013). Tais características são importantes quando o destino da produção é o consumo *in natura*, mas podem representar uma redução no uso de aditivos químicos nos frutos processados (GONZAGA NETO, 2002).

Tabela 1 - Composição nutricional da goiaba por 100g de porção comestível.

Nutrientes	Valor em 100g de polpa
Água (g)	80,80
Energia (kcal)	68,00
Proteínas (g)	2,55
Lipídios Totais (g)	0,95
Cinzas (g)	1,39
Carboidratos (g)	14,32
Fibra Total Dietética (g)	5,40
Açúcar Total (g)	8,92
Minerais	
Cálcio (mg)	18,00
Ferro (mg)	0,26
Magnésio (mg)	22,00
Fósforo (mg)	40,00
Potássio (mg)	417,00
Sódio (mg)	2,00
Zinco (mg)	0,23
Cobre (mg)	0,23
Manganês (mg)	0,15
Selênio (mg)	0,60
Vitaminas	
Vitamina C (mg)	228,30
Tiamina (mg)	0,067
Riboflavina	0,040
Niacina (mg)	1,084
Ácido Pantotênico (mg)	0,451
Vitamina B-6 (mg)	0,110

Folato total (mcg)	49,00
Vitamina A, IU (IU)	624,00
β -caroteno (mcg)	374,00
Licopeno (mcg)	5204,00
Vitamina E (α -tocoferol) (mg)	0,730
Vitamina K (filoquinona) (mcg)	2,600

Fonte: DA SILVA, 2007

Além da capacidade nutricional, apresentando uma grande diversidade de compostos bioativos (Tabela 1), a goiaba se mostra bastante versátil para a indústria de alimentos devido, também, às características físico-químicas intrínsecas da fruta. A acidez presente nos frutos é devida, principalmente, à presença de ácido cítrico e málico (CHAN; KWOK, 1975), podendo variar entre valores de 0,24 a 1,79 mL de ácido cítrico por 100 g de polpa (SILVA, E. C. da; MAGALHÃES; GONÇALVES, 2009), o que permite classificá-la como sendo de sabor moderado e bem aceito pelo consumo *in natura*. A acidez também é uma determinação para especificação técnica do produto, sendo importante na comercialização (OLIVEIRA *et al.*, 1999).

Os sólidos solúveis totais indicam a quantidade, em gramas, dos sólidos que se encontram dissolvidos nos produtos provenientes de frutas. São frequentemente designados em °Brix e apresentam capacidade de crescimento dos valores de acordo com o estado de maturação do fruto (ABREU, 2010). Altos teores de SST são desejáveis tanto para frutos destinados ao consumo *in natura* quanto para a indústria, no último caso, podem diminuir o custo do processamento em larga escala (AUXILIADORA *et al.*, 2002).

Os principais açúcares solúveis presentes em frutos maduros são a glicose, sacarose e frutose, e os mesmos correspondem de 65% a 85% do teor de sólidos solúveis totais (ABREU, 2010).

Um dos principais fatores responsáveis por sinalizar o índice de maturação para goiabas é a relação SST/AT (sólidos solúveis totais/acidez titulável), valores acima de 25 são indesejáveis, pois as frutas apresentam sabor desagradável ao paladar dos consumidores (AUXILIADORA *et al.*, 2002).

Os carotenoides constituem um grupo de compostos antioxidantes responsáveis pela coloração amarela, laranja e vermelha presente em muitos alimentos de origem vegetal e alguns de origem animal. São também citados como responsáveis pela diminuição do risco de aparecimento de doenças como câncer e doenças cardiovasculares (MATIOLI; RODRIGUEZ-AMAYA, 2003). Dentre os carotenoides, o licopeno vem se destacando devido a sua possível

ação anticâncer, especialmente de próstata, e doenças cardiovasculares. Previne a oxidação do colesterol LD, e reduz significativamente os níveis deste colesterol, conseqüentemente reduzindo o risco de infarto quando mais de 40 mg são consumidos diariamente (AGARWAL; RAO, 2000).

A goiaba vermelha apresenta um teor de carotenoides, na sua grande maioria o licopeno, em até 6212 mcg/100 g, sendo superior aos valores encontrados em algumas frutas como: pitanga (1640 mcg/100 g), manga (1300 mcg/100 g) e mamão (859 mcg/ 100 g) (SILVA; NAVES, 2001).

A vitamina C é um dos componentes com maior significado para a nutrição humana, presente em frutas, em destaque para acerola, caju e goiaba (LEE; KADER, 2000). O ácido ascórbico desempenha diversas reações bioquímicas e participa de várias funções biológicas relacionadas ao sistema imune, além da formação do colágeno, absorção de ferro, inibição da formação de nitrosaminas e atividade antioxidante (DAVEY *et al.*, 2000). Na goiaba, é possível encontrar teores entre 80 e 372 mg/100g de ácido ascórbico, apresentando variações de acordo com as condições climáticas, temperatura, umidade do solo, cultivo e variedade, além do grau de maturação do fruto (ABREU, 2010).

A Instrução Normativa nº 37, de 1º de outubro de 2018 que determina os parâmetros analíticos de suco e de polpa de frutas, dois produtos base para a indústria além da fruta *in natura*, preconiza os padrões de identidade e qualidade para o suco de goiaba (Tabela 2).

Tabela 2 - Parâmetros físico-químicos para suco de goiaba segundo a Instrução Normativa Nº 37 de 1º de outubro de 2018 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Secretaria de Defesa Agropecuária.

Parâmetros	Mínimo	Máximo
Sólidos solúveis em °Brix, a 20° C	7	-
pH	3,5	-
Acidez Total expressa em ácido cítrico (g/100g)	0,4	-
Açúcares Totais (g/100g)	-	15
Ácido ascórbico (mg/100g)	24	-

Fonte: BRASIL, 2018

A importância econômica da goiaba pode ser mensurada por diversas perspectivas, seja pelo seu consumo, pelo seu volume de produção e valor como matéria

prima e por investimentos em pesquisas relacionadas ao fruto (VITTI; DE LIMA; FILHO, 2020). O aumento na produção de goiaba no Brasil está relacionado não somente ao crescimento do consumo *in natura*, mas também ao aumento do consumo de seus derivados industriais (QUINTAL *et al.*, 2017).

De acordo com a Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados (Abrafrutas), o Brasil se encontra entre os maiores países produtores de frutas no mundo (Tabela 3). A produção total das principais espécies frutícolas foi estimada em 43 milhões de toneladas apenas em 2019 (CARVALHO, 2020). Em relação à goiaba, o Brasil também se apresenta como um dos cinco maiores produtores mundiais da fruta, especialmente a variante de polpa vermelha, chegando a produzir cerca de 584.223 toneladas em 2019, como pode ser observado na Tabela 3 (IBGE, 2019).

Tabela 3 - Produção mundial de goiaba por país no período de 2000-2004 (x1000 t).

País	2000	2001	2002	2003	2004
Índia	1.710,5	1.631,5	1.715,5	1.700,0	1.200,0
Paquistão	494,5	525,5	550,0	580,0	600,0
México	254,2	263,4	283,3	299,2	317,0
Brasil	117,6	281,1	300,0	300,0	300,0
Egito	216,8	228,8	243,9	231,2	230,0
Tailândia	170,1	154,4	160,0	160,0	160,0
Colômbia	130,6	149,6	145,0	145,7	154,7
Indonésia	137,6	138,1	138,1	138,1	138,1
Venezuela	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0
Sudão	96,3	100,0	100,0	100,0	100,0
Bangladesh	48,0	49,0	49,9	50,9	51,8
Vietnã	38,5	37,8	34,0	35,0	35,0
Malásia	11,7	13,0	13,1	24,8	28,9
Total	3646,2	3792,2	3952,9	3984,8	4035,5

Fonte: VITTI, 2017

Na tabela 4 é possível visualizar o volume, em toneladas, de goiabas produzidas nas regiões brasileiras. A região nordeste se mostra como a principal produtora de goiaba no Brasil, além de apresentar a maior renda gerada por esse cultivar. A região do semiárido nordestino apresentou um aumento na produção de goiaba vermelha, especialmente após a expansão da região irrigatória do Vale do São Francisco, o que gerou o surgimento de novos polos de produção, principalmente no Ceará e Rio Grande do Norte, gerando milhares de empregos diretos e indiretos no setor produtivo da região. Os estados de Pernambuco, São Paulo, Goiás e Bahia são os maiores produtores de goiaba, totalizando mais de 70% da

produção nacional (EMBRAPA, 2010; VITTI, 2017).

Tabela 4 - Produção e Valor da produção da goiaba no Brasil em 2019.

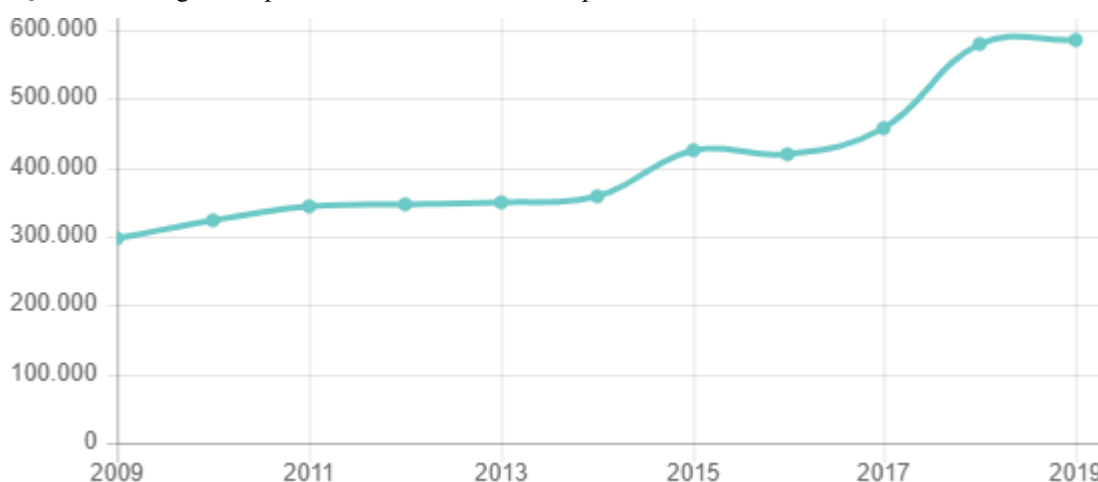
Região	Produção (Toneladas)	Valor da produção (Mil Reais)
Norte	6137	12195
Nordeste	292887	497245
Sudeste	239804	319359
Sul	32353	81029
Centro-Oeste	13042	17108
Brasil	584223	926936

Fonte: IBGE, 2019

De modo geral, a produção anual de goiaba no Brasil demonstrou um crescimento nos últimos anos, devido, principalmente, à extensa divulgação no mercado interno e externo das qualidades nutricionais, sensoriais e funcionais da fruta, as quais podem se destacar o elevado teor de vitamina C, fibra alimentar, componentes antioxidantes e suas características palatáveis (OSORIO; CARRIAZO; BARBOSA, 2011).

Segundo dados do IBGE, a produção nacional de goiabas no período de 2009 a 2019, apresentou um aumento ocasionado por uma maior demanda de consumo doméstico e industrial, e também pelo crescimento de áreas plantadas no Nordeste (Figura 3).

Figura 3 - Quantidade de goiabas produzidas, em toneladas, no período de 2009 a 2019.



Fonte: IBGE, 2019.

Levando-se em consideração que grande parte da produção de frutos de goiabeira se concentra no período de janeiro a março, há uma necessidade do aproveitamento dos

excedentes de produção ao longo do ano. Dessa forma, pequenas e médias indústrias, na maioria das vezes exclusivas de goiaba, são responsáveis pelo processamento primário da fruta na forma de polpa. As polpas são normalmente comercializadas para consumo direto ou adquiridas por grandes indústrias como matéria-prima para a elaboração de sucos, néctares, doces, geleias e outros produtos já citados anteriormente (CRUZ, 2013).

A goiaba brasileira, especialmente a de polpa vermelha, encontra-se em um momento especial nos últimos anos, com a perspectiva de finalmente conseguir maior destaque na comercialização de frutas e seus derivados (KADAM; KAUSHIK; KUMAR, 2012). Embora o Brasil seja um dos grandes produtores mundiais de goiaba, sua participação no mercado internacional da fruta *in natura* e seus derivados é inexpressiva. O país produziu cerca de 300 mil toneladas de goiaba em 2000 e exportou apenas 0,06% desse volume, o que faz a produção brasileira depender quase exclusivamente do mercado interno. O aumento da competitividade da goiaba e seus produtos se faz necessário no Brasil, pela possibilidade de alavancar um grande volume de exportação, além de proporcionar a geração de milhares de empregos em toda cadeia produtiva (FILHO, 2020).

Com as recentes mudanças nos hábitos alimentares dos consumidores, há uma crescente demanda por novos produtos no mercado, que apresentem características nutricionais de interesse, além de benefícios para a saúde. Desta forma, tornou-se fundamental para a indústria e para produtores o desenvolvimento de produtos que abasteçam essa procura. Nesse contexto, a goiaba se apresenta como uma fruta de grande interesse devido ao seu valor nutricional, sabor agradável, alta palatabilidade e disponibilidade em abundância a preço moderado. Devido apresentar uma vida de prateleira bastante limitada, o investimento em novos produtos pode aumentar a disponibilidade da fruta, além de estabilizar o preço durante a alta estação (KADAM; KAUSHIK; KUMAR, 2012).

Em virtude do aumento no interesse por frutas tropicais e seus derivados na última década, países europeus e norte-americanos têm solicitado importações, facilitando novas possibilidades de negócios com polpas e frutos naturais produzidos no Brasil. Empresas especializadas em exportação de polpa de goiaba estão se organizando para a inserção de um novo mercado da fruta direcionado para o comércio internacional, de acordo com as normas e necessidades de cada país (PEREIRA DE OLIVEIRA *et al.*, 2012).

2 OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Elaborar e avaliar as estabilidades físico-químicas e microbiológica de gelatinas vegetais de goiaba preparadas a base de matérias-primas naturais, visando o desenvolvimento de um produto alimentício inovador, de base vegetal, pronto para consumo, nutritivo, livre de conservantes e aditivos alimentares artificiais.

2.2. Objetivos Específicos

- Desenvolver, propor e selecionar uma formulação para a gelatina vegetal de goiaba;
- Avaliar as características físico-químicas da gelatina vegetal de goiaba, armazenadas à temperatura ambiente e sob refrigeração;
- Avaliar as características microbiológicas da gelatina vegetal de goiaba, armazenadas à temperatura ambiente e sob refrigeração;

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Elaboração das gelatinas vegetais sabor goiaba

A formulação da gelatina vegetal de goiaba foi desenvolvida no Laboratório de Biotecnologia de Algas e Bioprocessos (BioAP), sediado no Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, utilizando matérias-primas disponíveis no mercado de Fortaleza e cedidas pelos proprietários da empresa Nossa Goma (Horizonte, CE), parceira do BioAP/UFC no desenvolvimento do projeto intitulado “Estabilidades físico-química e microbiológica de extratos vegetais gelificados com polissacarídeos sulfatados de macroalgas marinhas”. A formulação do produto, bem como o processo produtivo foram ocultados no trabalho em função da proteção da propriedade intelectual solicitada ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) por meio do número do processo BR 10 202100663 6. As gelatinas vegetais de goiaba foram envasadas em embalagens plásticas, lacradas à quente com tampa de alumínio, em condições assépticas e distribuídas igualmente em dois grupos para armazenamento sob condições de refrigeração ($5 \pm 2^\circ\text{C}$) e à temperatura ambiente (25°C). Após 24 h de preparo, as diferentes formulações da gelatina vegetal de goiaba foram degustadas por membros do laboratório e da empresa para aprovação do produto, avaliando principalmente os atributos de aparência como cor e firmeza do gel, bem como textura, sabor e doçura. A degustação visou principalmente selecionar uma formulação

3.2. Estabilidade da gelatina vegetal de goiaba

Para cada grupo de amostras, refrigeradas e não-refrigeradas, foram preparadas 12 unidades de gelatina de goiaba, totalizando 24 amostras para armazenamento até 60 dias. A cada 15 dias, duas amostras refrigeradas (R) e duas não refrigeradas (NR) foram recolhidas de forma aleatória para análise.

As análises foram realizadas em triplicata, para a diminuição do erro amostral.

3.2.1. Sólidos solúveis totais

A análise dos sólidos solúveis totais foi realizada com o auxílio do refratômetro analógico. Após desconstrução do gel e mistura, as amostras foram centrifugadas a 15.000 rpm por 10 minutos, à temperatura ambiente (24° C) para separação dos sólidos suspensos. O sobrenadante foi utilizado para a análise de sólidos solúveis totais. Os resultados foram expressos em °Brix.

3.2.2. Determinação de Sinérese

A sinérese foi determinada por gravimetria utilizando-se uma micropipeta de 100-1000 µL e Béquer de 50 mL para recolher o líquido presente sobre a superfície das amostras. O volume do líquido dispensado no Béquer foi medido com auxílio da micropipeta e pesado, sendo o resultado utilizado para o cálculo da porcentagem de sinérese de acordo com a Equação 1:

$$\text{Sinérese (\%)} = \frac{\text{gramas de líquido liberado}}{100g \text{ (total da amostra)}} \quad \text{Eq. (1)}$$

3.2.3. Açúcar redutor

A determinação de açúcar redutor foi realizada segundo o método de Somogyi-Nelson, de acordo com MALDONADE e colab. (2013). A curva padrão foi elaborada com D-galactose 500 mg/L. As gelatinas foram misturadas e diluídas na proporção de 1:100 (1 mL de amostra para 99 mL de água filtrada). Em seguida, pipetou-se 100 µL das amostras e foram adicionados 200 µL do reagente SN-I, na sequência os tubos de ensaio foram aquecidos em banho maria a 100°C por 6 minutos. Posteriormente, os tubos foram resfriados em banho de gelo por 5 minutos e em sequência foram adicionados 200 µL do reagente SN-II sob agitação. Após repouso de 5 minutos, adicionou-se 2,5 mL de água destilada à amostra e realizou-se a leitura da absorbância em espectrofotômetro (Armensham Bioscience Ultrospec 2100 pro) a 540 nm. Os resultados foram expressos em g/100g de produto.

3.2.4. Açúcar total

O açúcar total foi determinado pelo método do Ácido sulfúrico, de acordo com Demiate et al. (2002). A curva padrão foi elaborada com D-galactose 500 mg/L. As gelatinas foram misturadas para desconstrução do gel e diluídas na proporção de 1:10.000. Em seguida, 500 µL das amostras correspondentes aos grupos refrigerados (R1 e R2) e não refrigerados (NR1 e NR2), foram transferidos para tubos de ensaio e levados para a capela. Cada tubo recebeu 1,5 mL de ácido sulfúrico concentrado e, após resfriamento em banho de gelo por 5 minutos, realizou-se a leitura da absorbância em espectrofotômetro (Armensham Bioscience Ultrospec 2100 pro) a 315 nm. Os resultados foram expressos em g/100g de produto.

3.2.5. pH e Acidez titulável

Os valores de pH das amostras foram determinados utilizando o pHmetro de bancada (Tecnopon mpa-2010). Já para as análises de acidez titulável, as gelatinas foram misturadas e em seguida centrifugadas a 15.000 rpm por 10 minutos, à temperatura ambiente (25°C), tendo o sobrenadante separado e o sedimento vegetal descartado. Em seguida, 10 mL do sobrenadante foi adicionado a um béquer juntamente com 45 mL de água destilada e duas gotas de fenolftaleína 1%. Para a medição do pH, a mistura do béquer foi mantida em contato com o sensor do pHmetro a temperatura ambiente e, após a estabilização dos valores, se iniciou a titulação com solução de NaOH 0,1 mol/L, até o pH em torno de 8,2 ser atingido, finalizando desta forma a determinação da acidez titulável.

O volume de solução utilizada para titular as amostras foram aplicados na Equação 2 para quantificação do teor de ácido cítrico (ATT) presente nas amostras.

$$ATT \text{ (g/100 g de amostra)} = \frac{n \times N \times Eq}{10 \times p} \quad \text{Eq. (2)}$$

Onde:

n = volume da solução de hidróxido de sódio gastos na titulação em mL

N = normalidade da solução de hidróxido de sódio

Eq = equivalente-grama do ácido

p = massa da amostra em grama

3.2.6. Relação SST/At

A relação SST/At foi obtida através do quociente entre essas duas determinações (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

3.3. Análises Microbiológicas

Para a análise microbiológica foi aplicado o método Drop Plate, realizado em câmara de fluxo laminar. As amostras de gelatina foram mixadas para a quebra do gel e aumento da fluidez, e em seguida pipetou-se 1000 µL das gelatinas em 9 mL de solução salina previamente preparada, formando uma solução diluída na proporção 1:10. Posteriormente mais duas diluições em sequência foram realizadas, 1:100 e 1:1000. As diluições foram realizadas em amostras dos grupos refrigeradas (R1 e R2) e não refrigeradas (NR1 e NR2). As placas contendo meio de cultura padrão (Yeast extract powder RM027, Himedia) foram separadas em três áreas e 3 gotas de 20 µL de cada diluição foram dispensados em cada área. As placas foram incubadas em estufa bacteriológica a 27 °C por 48 horas.

Passado esse período foi realizada a contagem de unidades formadoras de colônias utilizando o contador de colônias (Ion CC90). Os resultados foram expressos em UFC/mL.

3.4. Análises Estatísticas

Os cálculos das médias e desvio padrão de cada grupo foram realizadas no Office Excel (Microsoft), juntamente com a produção dos gráficos e tabelas. Para as análises de variância, aplicou-se ANOVA, onde as médias foram comparadas através do teste de Tukey ao nível de 5% de significância, utilizando o programa Past versão 4.03.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Elaboração da gelatina vegetal sabor Goiaba

A gelatina vegetal de goiaba produzida por uma das formulações apresentadas pela equipe do BioAP apresentou aparência de gel firme e a coloração característica de produtos derivados da fruta (Figura 4). O aroma característico da fruta também foi preservado no produto. Sob aspectos visuais de textura e sabor, o produto agradou os representantes da empresa parceira por apresentar atributos sensoriais característicos da fruta, remetendo ao conceito de produto natural, além de doçura adequada ao paladar do público alvo consumidor.

Figura 4 - Gelatina vegetal de goiaba durante análise no tempo t:0.



Fonte: Elaborada pela autora

Durante a elaboração de estruturados de goiaba formulados com ágar, pesquisadores observaram que as amostras preparadas com 0,75% do ficocolóide obtiveram maiores valores de aceitação para os tributos aparência e cor, tratando-se de um produto capaz de se assemelhar a goiaba *in natura*, mantendo sua refrescância e o equilíbrio entre a acidez e quantidade de açúcares intrínseco da fruta, sem o acréscimo de qualquer tipo de aditivo alimentar ao produto (DA COSTA, 2018).

Em estudo realizado por Fiszman e Durán (1992), géis de carragenana contendo polpa de frutas e sacarose, mostraram uma significativa diminuição na força do gel, devido principalmente as interações entre as partículas da fruta e a rede tridimensional do gel de

carragenana, impactando na estruturação desse complexo. Apesar do significativo efeito negativo da polpa, a presença de sacarose foi capaz de aumentar a resistência à ruptura e a firmeza em géis contendo polpa de fruta e *kappa*-carragenana (FISZMAN; DURÁN, 1992).

4.2 Estabilidade da gelatina vegetal de Goiaba

A estabilidade visual e olfativa das gelatinas se mantiveram estáveis até a análise t:15 dias. Após esse período, mais especificamente após 25 dias, houve uma mudança drástica de coloração presente nas gelatinas do grupo refrigeradas (R) que apresentaram uma perda de pigmentação em comparação com as gelatinas não refrigeradas (NR) como é possível ver na Figura 5. Os dois tratamentos também apresentaram uma diminuição na intensidade dos aromas frutais.

Figura 5 – Aspecto visual das gelatinas vegetais sabor goiaba refrigeradas (à esquerda) e as não refrigeradas (à direita), após 25 dias de armazenamento.



Fonte: Elaborada pela autora

A perda da coloração foi inesperada, especialmente no grupo amostral refrigeradas, em que, teoricamente, a baixa temperatura seria capaz de reduzir a velocidade das reações, mantendo por um período de tempo maior, os parâmetros de cor iniciais da gelatina.

O licopeno, carotenoide em maior quantidade em goiabas vermelhas, é responsável pela pigmentação da goiaba e de produtos derivados da mesma. Por apresentar características antioxidantes, é uma substância sensível a fatores como a luz, temperatura, pH

e ao oxigênio (CLARETO, 2007). De acordo com Corrêa (2002), néctares de goiaba estocados sob temperatura ambiente apresentaram perdas de 12,6% a 14,6% no teor de licopeno, enquanto que nos néctares que foram estocados sob refrigeração, as perdas alcançaram valores entre 17,7% a 22,0%. Dessa forma, é possível deduzir que a perda de coloração das gelatinas do grupo refrigeradas, podem ocorrer de forma mais intensa, sendo consequências de reações bioquímicas que não dependem necessariamente da exposição à luz e ao calor (CORRÊA, 2002).

Ao estudar a cinética de degradação do licopeno em polpa de tomate processada termicamente, pesquisadores concluíram que amostras contendo maiores teores de açúcar, sólidos solúveis, pH e de acidez demonstraram um decréscimo mais acentuado no teor de licopeno (SHARMA; LE MAGUER, 1996).

No período de 30 a 60 dias de armazenamento, todas as formulações, nos dois tratamentos, passaram a apresentar alterações na coloração. O grupo das refrigeradas continuaram a apresentar perda de coloração. E no caso das não refrigeradas, houve uma intensificação do vermelho na coloração das gelatinas e o aparecimento de aromas mais adocicados, similares a geleias e doces de goiaba.

Devido ao alto teor de ácido ascórbico em goiabas, cerca de 228,30 mg por 100 g de polpa, reações de degradação da vitamina C também podem ter sido responsáveis pelo escurecimento ocorrido nas gelatinas não refrigeradas. As reações de degradação do ácido ascórbico são de natureza predominantemente não-enzimáticas, em condições aeróbicas o ácido ascórbico passa por uma série de reações que acabam formando o hidroxifurfural, e o hidroximetilfurfural, já em condições anaeróbicas, a vitamina C decompõe-se e acaba formando o furfural levando a formação de compostos escuros que são responsáveis pelo escurecimento em sucos (*browning*) (MONTEIRO, 2009).

Ao analisar a estabilidade de bebida mista de goiaba acrescida de água de coco, pesquisadores perceberam um aumento na intensidade da coloração amarela em amostras estocadas sob temperatura ambiente, impulsionada pela diminuição da coloração vermelha, sendo essas consequências características do decréscimo de licopeno. Apesar do aumento de coloração amarela também ter ocorrido em amostras estocadas sob refrigeração, as amostras sob temperatura ambiente apresentaram um maior aumento desse parâmetro e destruição do pigmento, mas este foi mascarado pelo escurecimento não-enzimático (CORRÊA, 2002; SHIGEMATSU *et al.*, 2019).

Para fins de análise, as características físico-químicas das gelatinas de goiaba armazenadas sob refrigeração e à temperatura ambiente durante o período de análise de 60 dias foram reunidas e mostradas na Tabela 5.

Tabela 5 - Características físico-químicas da gelatina vegetal de goiaba armazenadas sob refrigeração e à temperatura ambiente.

Tempo de armazenamento (dias)	S (%)	SST (°Brix)	AT (g/100g)	AR (g/100g)	At (g/100g)	pH	SST/At
Refrigeradas							
0	0,000	15	17,968 ^a	1,710 ^a	0,137	4,041 ^a	109,829
15	0,004	15	15,038 ^a	1,027 ^a	0,209	3,884 ^b	71,845
30	0,000	15	16,962 ^a	1,661 ^a	0,235	4,002 ^a	63,900
45	0,018	15	16,424 ^a	7,210 ^b	0,226	3,930 ^a	66,312
60	0,014	15	7,078 ^b	1,143 ^a	0,230	4,062 ^a	65,106
Não Refrigeradas							
0	0,000	15	14,447 ^a	3,310 ^a	0,143	4,041 ^a	104,935
15	0,026	15	17,103 ^a	7,169 ^a	0,233	3,873 ^b	64,492
30	0,099	15	14,306 ^a	7,900 ^a	0,188	4,014 ^a	83,363
45	0,011	15	17,421 ^a	12,194 ^b	0,226	3,927 ^a	66,335
60	0,054	15	8,975 ^a	0,791 ^a	0,226	4,043 ^a	66,312

S= percentual de sinérese; SST= sólidos solúveis totais; AT= açúcar total; AR= açúcar redutor; At= acidez titulável; SST/At= relação entre sólidos solúveis totais e acidez titulável.

Médias com expoentes diferentes indicam diferença significativa em relação a t:0 (p <0,05)

Fonte: Elaborado pela autora

4.2.1. Sólidos solúveis totais (°Brix)

Os teores de Sólidos Solúveis Totais (SST) das gelatinas vegetais de goiaba armazenadas sob refrigeração e à temperatura ambiente não variaram durante todo período de armazenamento, apresentado valor de 15 °Brix nas triplicatas analisadas.

Em análises realizadas com a polpa da goiaba *in natura*, Motta *et al.* (2015) encontraram valores de SST entre 8,76 e 11,73°Brix, no entanto, o produto em análise possui outros sólidos dissolvidos que fazem parte da formulação e que contribuem para o aumento do teor para 15 °Brix.

A avaliação de néctares de goiaba formulados com adição de soro de leite, Silva *et al.* (2019) observaram que não houve variação significativa dos valores de SST analisados de 0 a 28 dias, nas três formulações propostas. Os produtos apresentaram valores de 11,3 a 13,5°Brix nas diferentes formulações (SILVA *et al.*, 2019).

O teor elevado de sólidos solúveis apresentado pelo produto está de acordo com pesquisas que mostram maior aceitabilidade do consumidor brasileiro para produtos com valores acima de 14 °Brix (AUXILIADORA *et al.*, 2002).

4.2.2. Determinação de Sinérese

A sinérese da gelatina vegetal de goiaba armazenada a temperatura ambiente e sob refrigeração por período de 60 dias está mostrada na Tabela 6.

Tabela 6 – Sinérese da gelatina vegetal de goiaba armazenadas a temperatura ambiente e sob refrigeração por período de 60 dias.

Amostras	Período de Armazenamento (dias)				
	0	15	30	45	60
Refrigerada	0,000±0,000	0,004±0,001	0,000±0,000	0,018±0,003	0,014±0,019
Não Refrigerada	0,000±0,000	0,026±0,004	0,099±0,006	0,011±0,015	0,054±0,000

Os valores de sinérese estão em porcentagem (g de líquido liberado/100g de produto).

Fonte: Elaborada pela autora

A porcentagem de sinérese presente nas gelatinas refrigeradas variou de 0 a 0,018% e nas gelatinas não refrigeradas o percentual foi de 0 a 0,099%, mostrando uma sinérese baixa e sem diferença significativa no decorrer do tempo de armazenamento dos dois grupos amostrais nas diferentes temperaturas.

Resultado similar foi encontrado por Fiszman e Durán (1992) ao analisar o efeito de polpas de frutas sobre as características reológicas de géis aquosos à base de carragenana,

concluindo que a presença das partículas em suspensão proveniente das frutas influenciou na estabilização da rede do gel, diminuindo a exsudação de líquido, em comparação com géis preparados apenas com água, possibilitando uma maior imobilização da água na estrutura tridimensional (FISZMAN; DURÁN, 1992).

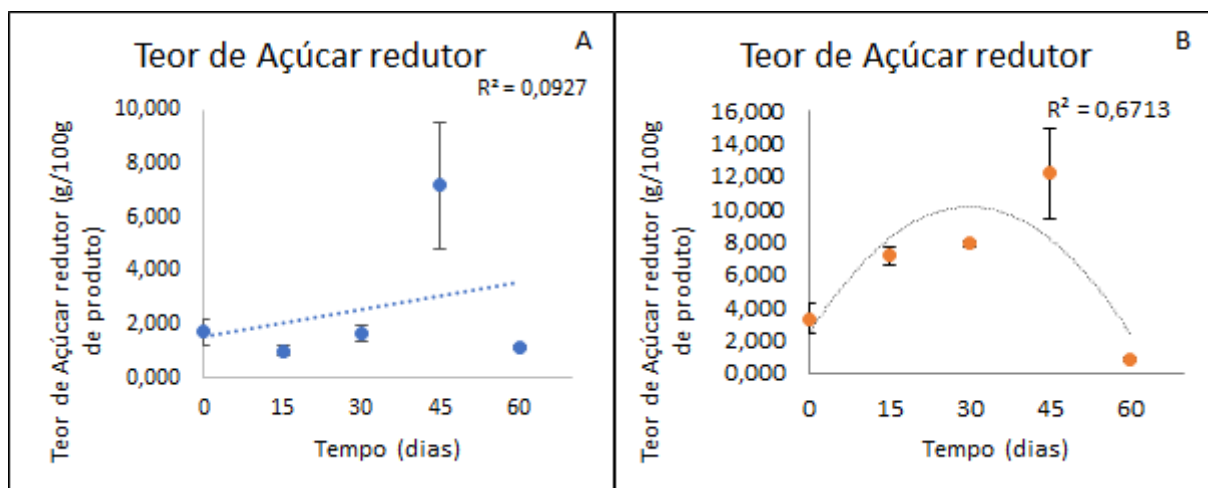
Na elaboração de tofu com adição de carragenanas, Shen e Kuo (2017) concluíram que a adição de maiores concentrações de carragenana aumentou o rendimento na formação da estrutura do tofu nas formulações. Apesar de intensificar o rendimento, o aumento na concentração de carragenana também influenciou na elevação dos níveis de sinérese. Isso ocorreu porque no caso do tofu, a adição de maiores concentrações de carragenana causou a formação de ligações cruzadas entre as proteínas do tofu e a estrutura do gel, forçando a exsudação da água do complexo (SHEN; KUO, 2017).

De acordo com Mao, Tang e Swanson (2001) géis contendo ágar se mostram bastante propensos a apresentarem maiores taxas de sinérese devido a sua estrutura mais rígida e quebradiça. Quanto menor for a força do gel, maior será a sua taxa de sinérese. Dessa forma é sempre necessário reduzir a concentração de ficocolóide na formulação para diminuir a expulsão da água. Já os géis de carragenana, especialmente misturas contendo a *k*-carragenana, se mostram mais elásticos o que impacta na diminuição do grau de sinérese, mantendo por mais tempo a estrutura do produto em pequenas quantidades do ficocolóide (MAO; TANG; SWANSON, 2001).

4.2.3. Açúcar redutor

Os teores de açúcar redutor observados nas gelatinas vegetais de goiaba armazenadas por período de 60 dias sob refrigeração e à temperatura ambiente estão mostrados no Gráfico 1. Os resultados mostraram uma tendência de leve redução do açúcar redutor ao longo do tempo de armazenamento das amostras refrigeradas, variando de 1,710g/100g no tempo t:0 a 1,143g/100g no tempo t:60 dias, ao passo que as amostras não refrigeradas apresentaram uma tendência de leve aumento, variando de 3,310g/100g no tempo t:0 a 0,791 no tempo t:60 dias.

Gráfico 1 - Açúcar redutor de gelatinas vegetais de goiaba armazenadas por período de 60 dias. Amostras refrigeradas (A) e não refrigeradas (B), no decorrer do período de análises.



Fonte: Elaborado pela autora

Os teores de açúcares redutores variaram de 1,027 a 7,210g/100g nas amostras das gelatinas resfriadas, e de 0,708 a 12,194g/100g nas amostras das gelatinas não refrigeradas. As análises de variância mostraram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as médias das amostras refrigeradas nos períodos avaliados. Ao avaliar a diferença das médias entre os períodos de análise, o teste de Tukey mostrou que as médias dos açúcares redutores passaram a diferir de t:0 a partir de 45 dias de análises

As amostras não refrigeradas apresentaram de forma similar diferenças significativas ($p < 0,05$) nas médias das quantidades de açúcar redutor no decorrer do tempo de análise. Ao avaliar a diferença das médias entre os períodos de análise, o teste de Tukey sinalizou que as médias dos açúcares redutores passaram a diferir de t:0 a partir de 45 dias de análise.

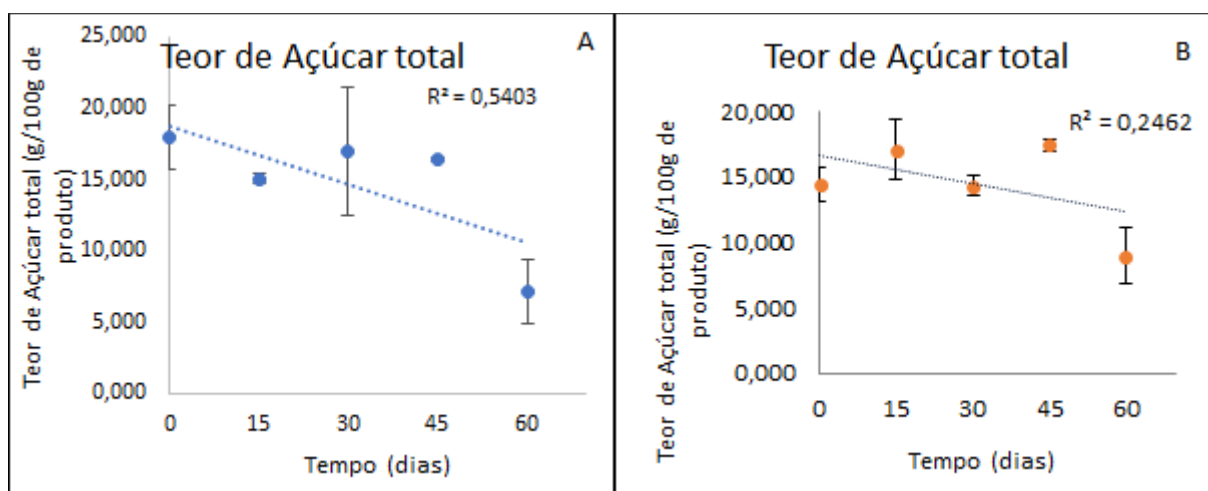
Os teores obtidos nos grupos refrigeradas e não refrigeradas, apresentaram um aumento no decorrer do período de armazenamento, esse aumento pode ser proveniente da hidrólise de polissacarídeos ou devido à desidratação resultante da perda de umidade e diminuição da acidez na formulação final, ocasionado por alterações fisiológicas durante o armazenamento. Percebe-se que as amostras não refrigeradas apresentaram um aumento acentuado dos valores, podendo indicar que as reações de hidrólise sejam aceleradas em temperaturas elevadas (FREITAS, 2020).

Devido a um comportamento anormal das médias em 45 dias de armazenamento, talvez seja necessário refazer as análises estatísticas, desconsiderando esse ponto, já que nos dois grupos amostrais essa análise se comportou de forma atípica com relação aos valores anteriores, o que pode ter dificultado uma tendência confiável dos resultados. Em razão do método de Somogyi-Nelson apresentar várias etapas, algum erro referente dessas etapas pode ter causado uma quantificação errônea do teor de açúcar redutor nas gelatinas em 45 dias de armazenamento, acarretando em valores fora da curva para os dois grupos amostrais.

4.2.4. Açúcar total

Os teores de Açúcar Total da gelatina vegetal de goiaba apresentaram uma tendência de queda no decorrer do período de armazenamento, como mostrado no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Açúcar total de gelatinas vegetais de goiaba armazenadas por período de 60 dias. Amostras refrigeradas (A) e não refrigeradas (B), no decorrer do período de análises.



Fonte: Elaborado pela autora

Teores de Açúcar Total variaram de 17,968g/100g no t:0 a 7,078g/100g no t:60 dias de armazenamento das amostras de gelatinas refrigeradas, e de 17,421g/100g no t:0 a 8,975g/100g no t:60 dias de armazenamento das amostras de gelatina não refrigeradas, apresentando tendências similares de redução do teor de açúcar total durante o período de armazenamento avaliada. A tendência de redução do teor de açúcar total foi confirmada pela análise de variância mostrou diferença significativas ($p < 0,05$) entre os dados avaliados do período de armazenamento, sendo o teor

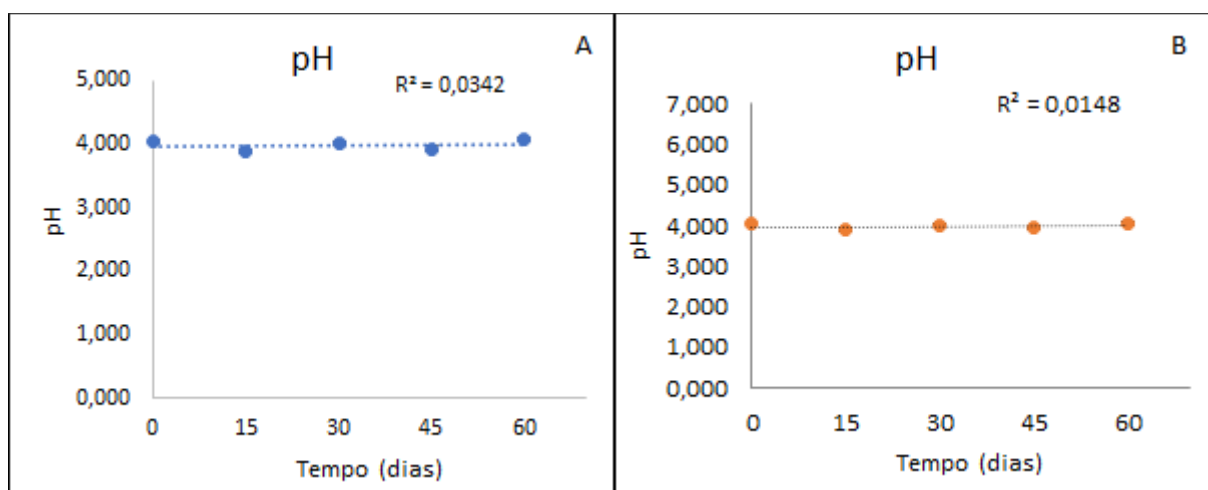
no t:0 diferente significativamente do teor no t:60 dias de armazenamento para ambas as amostras refrigeradas e não refrigeradas.

Os açúcares solúveis presentes nas frutas e seus derivados são um dos componentes responsáveis pela doçura e flavor almejado pelos consumidores, por meio de balanço sensorial com ácidos presentes. No decorrer da maturação, há um aumento no conteúdo de açúcares proveniente da hidrólise de carboidratos de reserva, resultando na produção de açúcares solúveis totais (FERREIRA VIDAL, 2010). A diminuição dos açúcares totais demonstrada pelas análises pode ser um indicativo de perda de flavor indesejado em produtos à base de frutas. Mesmo com a diminuição dos açúcares totais, vale salientar que esses monossacarídeos não atuam de forma isolada, mas em conjunto com os componentes ácidos, sendo o equilíbrio desses parâmetros fundamentais para a manutenção da qualidade (CONEGLIAN; RODRIGUES; BRASIL, 1993).

4.2.5. pH e Acidez titulável

Os valores de pH das amostras variaram de 3,884 a 4,062 para as amostras refrigeradas, e de 3,873 a 4,043 nas amostras não refrigeradas (Figura 5).

Gráfico 3 - Média dos valores de pH nas amostras refrigeradas (A) e não refrigeradas (B), no decorrer do período de análises.



Fonte: Elaborado pela autora.

As análises de variância apontaram diferenças significativas ($p < 0,05$) nas médias de pH das amostras refrigeradas. Ao avaliar a diferença das médias entre os períodos de

análise, foram observadas diferenças significativas entre t:0 e t:15, entre t:15 e t:30 e entre t:45 e t:60. Dessa forma, entende-se que as médias do pH das refrigeradas passaram a diferir significativamente de t:0 a partir de 15 dias de análise.

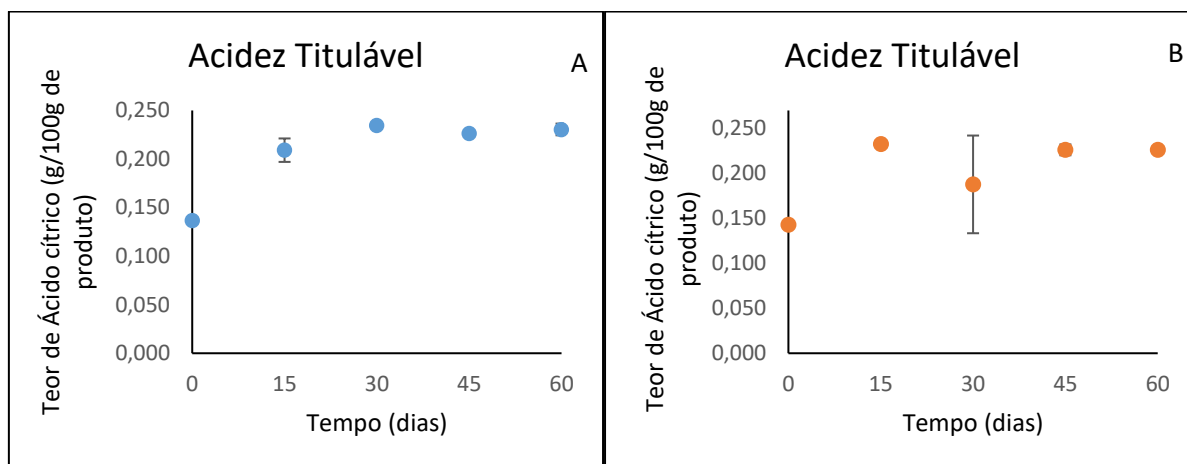
Para as médias de pH nas amostras não refrigeradas também houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre t:0 e t:15, entre t:15 e t:30 e entre t:15 e t:60. De forma geral, entende-se que as médias do pH nas amostras não refrigeradas passaram a diferir significativamente de t:0 a partir de 15 dias de análise.

O pH é a variável que determina a concentração hidrogeniônica da solução testada. Quando há a elevação dos valores de pH de forma significativa, uma das explicações seria a ocorrência das reações bioquímicas direcionando o conteúdo de ácidos orgânicos para o ciclo de Krebs, ou a transformação dos mesmos em açúcares, durante um possível processo respiratório (FERREIRA VIDAL, 2010). Apesar das diferenças significativas, os valores de pH se mantiveram na mesma faixa de valores, sendo possível concluir que a presença do gelificante foi eficaz em indisponibilizar a água presente na formulação final, evitando que algumas reações bioquímicas ocorressem a ponto de influenciar grandes mudanças nos valores de pH nos períodos analisados. A sinérese não significativa nas amostras, também pode ser um indicativo de eficácia da indisponibilização da água.

O teor de Acidez titulável é a representação quantitativa de todos os grupamentos ácidos presentes numa solução, no caso das análises, o ácido cítrico foi o foco de dimensionamento da acidez total titulável realizado na caracterização das gelatinas.

Para as amostras refrigeradas houve uma variação de 0,137g de ác. cítrico/100g no t:0 a 0,235g de ác. cítrico/100g no t:60 dias de armazenamento, já nas amostras não refrigeradas, houve uma variação de 0,143g de ác. cítrico/100g no t:0 a 0,226g de ác. cítrico/100g no t:60 dias de armazenamento (Gráfico 4).

Gráfico 4 - Acidez titulável (g de ác. cítrico/100g de produto) nas amostras gelatinas vegetais de goiaba refrigeradas (A) e não refrigeradas (B), no decorrer de 60 dias de armazenamento.



Fonte: Elaborado pela autora

As amostras refrigeradas e não refrigeradas apresentaram comportamentos similares no decorrer do tempo de armazenamento, apresentando diferenças significativas ($p > 0,05$) nos teores de ácido cítrico.

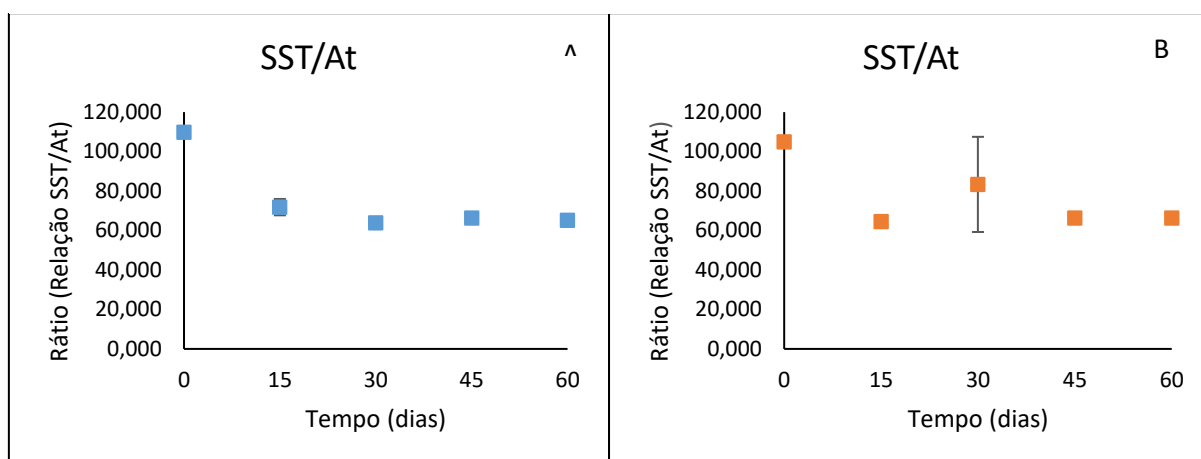
Ao analisar a acidez titulável de goiabas desidratadas osmoticamente e *in natura*, Ventura (2004) encontrou valores de 0,336 a 0,418g ácido cítrico/100g de fruta, sendo considerada uma acidez elevada e de grande interesse para a indústria de alimentos, por diminuir a necessidade de processamento e acréscimo de aditivos alimentares. Valores mais brandos de acidez se mostraram mais desejáveis quando o objetivo é o consumo *in natura* (VENTURA, 2004).

Durante análise de estruturados de goiaba produzidos com diferentes concentrações de ficocolóides, Da Costa (2018) encontrou valores de acidez que variaram de 0,590 a 0,630g de ácido cítrico/100g de produto. Os valores foram considerados acima do esperado para estruturados de goiaba (DA COSTA, 2018).

4.2.6. Relação SST/AT

As amostras refrigeradas apresentaram uma variação de 109,829 no tempo t:0 a 65,106 no t:60 dias de armazenamento na relação SST/AT, e as amostras não refrigeradas apresentaram uma variação de 104,935 no t:0 a 66,312 no t:60 dias de armazenamento (Gráfico 5).

Gráfico 5 - Relação SST/AT nas amostras refrigeradas (A) e não refrigeradas (B), no decorrer do período de análises.



Fonte: Elaborada pela autora

As amostras refrigeradas e não refrigeradas não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) acerca da relação SST/At durante todo o período de armazenamento do produto, devido a repetição dos valores das médias em alguns dos tempos analisados.

Como não foram encontrados valores de referência para gelatinas vegetais de goiaba, não foi possível uma comparação para analisar se os valores obtidos estão dentro de uma faixa desejada de resultados.

Segundo Silveira (2008) a relação SST/At é fundamental na avaliação do sabor, sendo mais eficiente que a quantificação de açúcares e acidez isoladamente. Quanto maior é essa relação, mais representativa é a quantidade de sólidos na forma de açúcares em relação a quantidade de ácido orgânicos presente na fruta (SILVEIRA, 2008). Como não houve variação dos sólidos solúveis totais nas gelatinas expostas aos dois tipos de armazenamento, pode-se concluir que a variação encontrada com o tempo foi consequência direta da diminuição da acidez titulável nas gelatinas, o que indica uma diminuição do equilíbrio entre esses dois fatores, causado pelo aumento da concentração de ácidos orgânicos no produto.

Ao avaliar as características físico-químicas de polpas de goiaba congeladas, Almeida (2013) encontrou valores de 13,03% para a relação SST/At da fruta. A recomendação como ponto de colheita visando um sabor mais agradável ao paladar, é que se alcance um valor entre 10,00 e 12,30 para essa relação em frutas *in natura*.

4.3. Análises Microbiológicas

As análises microbiológicas mostraram a presença de crescimento de colônias microbianas em períodos de tempos de armazenamento diferentes para os dois grupos. No grupo das amostras refrigeradas, a presença de células viáveis só foi visualizada após 30 dias de armazenamento. No entanto, o grupo amostral não refrigeradas apresentou crescimento de colônias já após 15 dias de armazenamento (Tabela 7).

Tabela 7 - Contagem de células viáveis em placa das gelatinas de goiaba armazenadas sob refrigeração e temperatura ambiente.

Tempo de armazenamento (dias)	Contagem de Células Viáveis (UFC/mL)	
	Refrigeradas	Não refrigeradas
0	0	0
15	0	Incontável
30	Incontável	0
45	Incontável	Incontável
60	2.850	3.900

Fonte: Elaborada pela autora.

Segundo a Resolução Nº 12, de 02 de janeiro de 2001 do Ministério da Saúde, a tolerância máxima para a presença de microrganismos em alimentos à base de frutas como purês, doces em pasta ou massa e similares, incluindo geleias e doces em caldas prontos para consumo, se encontra na faixa de 10^4 UFC/mL ou g. Para polpas de frutas concentradas ou não, com ou sem tratamento térmico, mantidas refrigeradas ou congeladas, o limite aceitável é de 10^2 (BRASIL, 2001).

Apesar de indicar a presença de incontáveis unidades formadoras de colônias nos dias 30 e 45 de análise nas amostras refrigeradas, e 15 e 45 nas mostras não refrigeradas, o dia

mais tardio de análise apresentou uma contagem de colônias aceitável de acordo com a legislação já citada para purês, doces, geleias e similares não comercialmente estéreis (BRASIL, 2001).

Já algumas amostras do grupo não refrigerada apresentaram contaminações fúngicas bem desenvolvidas e visíveis a olho (Figura 6) na superfície do produto logo após 7 dias de armazenamento.

Figura 6 - Aspecto visual das amostras do grupo não refrigeradas (armazenadas sob temperatura ambiente) contaminadas após 7 dias de análise, apresentando diferentes tipos de contaminação fúngica e bacteriana.



Fonte: Elaborada pela autora

As colônias apresentadas se mostraram bastante similares a colônias de fungos filamentosos (bolors) devido aos aspectos visuais apresentarem bordas bem definidas, textura e relevo variáveis. As colorações não apresentaram semelhança, o que indica a contaminação de diferentes tipos de fungos. A textura das colônias se mostram aveludadas e algodonosas, indicando a formação de filamentos pulverulentos aéreos. Devido aos valores de pH das amostras armazenadas a temperatura ambiente variarem entre 3,873 a 4,032 (classificados como alimentos ácidos), há uma maior propensão dessas amostras sofrerem contaminação por leveduras e bolors, pois são organismos que apresentam bom crescimento em condições ácidas (EEEP, 2012). Segundo Brackett e Splittstoesser (2001), altos teores de ácidos orgânicos e açúcares nas frutas, geralmente permitem a contaminação predominante de bolors e leveduras (BRACKETT; SPLITTSTOESSER, 2001).

Por ter apresentado uma grande parte dos resultados de contagem de células viáveis como incontáveis, há uma possibilidade do método *drop plate* não ser capaz de quantificar de forma eficiente as contaminações, gerando um grande número de colônias incontáveis. É possível que as diluições escolhidas e o meio padrão tenham influenciado um crescimento elevado de contaminações não sendo significativo para as gelatinas vegetais de goiaba.

Diante do exposto, torna-se necessária a adequação da metodologia para a contagem de células viáveis para gelatinas vegetais de goiaba, a fim de que resultados mais precisos possam ser obtidos, caracterizando melhor a contaminação microbiológica desse produto inovador.

5 CONCLUSÃO

As formulações desenvolvidas no BioAP, bem como o processo produtivo, da gelatina vegetal de goiaba foram adequadas à obtenção de um produto com características de aparência, cor, aroma e textura satisfatórias, sem adição de conservantes, com propriedades físico-químicas estáveis de armazenamento por 15 dias sob refrigeração e com elevado potencial de mercado por atender diferentes quesitos relacionados às tendências de mercado para o setor de alimentos, incluindo veganos e vegetarianos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, J. R. de. Monitoramento de alterações físicas, químicas e fisiológicas durante o amadurecimento de goiabas cv “pedro sato”. 2010. [s. l.], 2010.

AGARWAL, S.; RAO, A. V. Tomato lycopene and its role in human health and chronic diseases. **Cmaj**, [s. l.], v. 163, n. 6, p. 739–744, 2000. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2004.05.023>

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, A. Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 05 de 15 de Janeiro de 2007. **Diário Oficial da União - DOU**, [s. l.], p. 1–11, 2007. Available at: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/resolucao-rdc-no-2-de-15-de-janeiro-de-2007.pdf/view>. Acesso em: 20 mar. 2021.

ALI, T.; ALI, J. Factors affecting the consumers’ willingness to pay for health and wellness food products. **Journal of Agriculture and Food Research**, [s. l.], v. 2, p. 100076, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2020.100076>

ANVISA. Rdc Nº 273, De 2005 - Regulamento Técnico Para Misturas Para O Preparo De Alimentos E Alimentos Prontos Para O Consumo. **Official Diary of the Union**, [s. l.], v. 2005, p. 184, 2005.

AUXILIADORA, M. *et al.* Caracterização dos frutos de goiabeira e seleção de cultivares na região do submédio do São Francisco **Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal-SP**. [S. l.: s. n.], 2002.

BEARTH, A.; COUSIN, M. E.; SIEGRIST, M. The consumer’s perception of artificial food additives: Influences on acceptance, risk and benefit perceptions. **Food Quality and Preference**, [s. l.], v. 38, p. 14–23, 2014. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2014.05.008>

BRACKETT, R. E.; SPLITTSTOESSER, D. F. Fruits and Vegetables. *In*: COMPENDIUM OF METHODS FOR THE MICROBIOLOGICAL EXAMINATION OF FOODS. [S. l.]: **American Public Health Association**, 2001. Available at: <https://doi.org/10.2105/9780875531755ch50>

BRASIL. BRASIL.Rdc Nº 12, De 2001. Aprova o Regulamento Técnico Sobre Os Padrões

Microbiológicos Para Alimentos. Orgão emissor: ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Diário Oficial da União**, [s. l.], v. 2001, p. 5, 2001.

BRASIL. Resolução nº 44 de 25 de novembro de 1977. Considera corante a substância ou a mistura de substâncias que possuem a propriedade de conferir ou intensificar a coloração de alimento(e bebida). **D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo**, de 01 de fevereiro de 1978., [S. l.: s. n.], 1978. p. 1–5. Available at: <http://www.sucosconcentrados.com.br/wp-content/uploads/2015/07/RESOLUCAO-Nº-44-DE-1977-Corantes-CNNPA.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2021.

BRUNINI, M. A.; OLIVEIRA, A. L. de; VARANDA, D. B. Avaliação da qualidade de polpa de goiaba “Paluma” armazenada a -20°C. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s. l.], v. 25, n. 3, p. 394–396, 2003. Available at: <https://doi.org/10.1590/s0100-29452003000300008>. Acesso em: 28 mar. 2021.

CAMPOS HONORATO, T.; BATISTA, E. Aditivos alimentares: aplicações e toxicologia Food additives: applications and toxicology. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, [s. l.], n. 5, p. 1–11, 2013. Available at: <http://revista.gvaa.com.br>

CARVALHO, C. de. **Anuário brasileiro de horti&fruti 2020**. [s. l.], p. 51, 2020.

CAVALINI, F. C. Índices de maturação , ponto de colheita e padrão respiratório de goiabas ‘ kumagai ’ e ‘ paluma ’. 2004. [s. l.], 2004.

CHAN, H. T.; KWOK, S. C. M. Identification and determination of sugars in some tropical fruit products. **Journal of Food Science**, [s. l.], v. 40, n. 2, p. 419–420, 1975. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1975.tb02218.x>. Acesso em: 28 mar. 2021.

CHELIKANI, V. *et al.* Novel viscoelastic gelling agent with unique physico-chemical properties. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 344, p. 128715, 2021. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128715>

CLARETO, S. S. Estudo da concentração de licopeno da polpa de goiaba utilizando o processo de microfiltração. 2007. - **Universidade Estadual de Campinas - SP**, [s. l.], 2007.

CONSTANT, P. B. L.; STRINGHETA, P. C.; SANDI, D. Corantes alimentícios. **Boletim do**

Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, [s. l.], v. 20, n. 2, 2002. Available at: <https://doi.org/10.5380/cep.v20i2.1248>. Acesso em: 20 mar. 2021.

CORRÊA, M. I. C. Processamento de néctar de goiaba (*Psidium guajava* L. var. Paluma): compostos voláteis, características físicas e químicas e qualidade sensorial. 2002. - **Universidade Federal de Viçosa** - MG, [s. l.], 2002.

CRUZ, W. F. da. Obtenção de polpa de goiaba (*Psidium guajava* L.) em pó pelo método de secagem em camada de espuma. **Tese de mestrado em Ciência e tecnologia de alimentos**. 2013. [s. l.], 2013.

DA COSTA, J. N. Centro de Ciências Agrárias Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos Programa de Mestrado e Doutorado em Ciência de Alimentos. 2018. [s. l.], 2018. Available at: http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/39510/5/2018_tese_jncosta.pdf. Acesso em: 27 mar. 2021.

DA SILVA, D. S. Estabilidade do suco tropical de goiaba (*psidium guajava* l.) não adoçado obtido pelos processos de enchimento à quente e asséptico. 2007. [s. l.], 2007.

DAVEY, M. W. *et al.* Plant L-ascorbic acid: Chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. [S. l.]: **John Wiley and Sons Ltd**, 2000. Available at: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(20000515\)80:7<825::AID-JSFA598>3.0.CO;2-6](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(20000515)80:7<825::AID-JSFA598>3.0.CO;2-6)

DE MELO SILVA, C. R.; NAVES, M. M. V. Vitamin supplementation in cancer chemoprevention. [S. l.]: **Revista de Nutricao**, 2001. Available at: <https://doi.org/10.1590/s1415-52732001000200007>. Acesso em: 28 mar. 2021.

DE SOUZA, B. A. *et al.* Aditivos Alimentares: Aspectos Tecnológicos E Impactos Na Saúde Humana. **Revista Contexto & Saúde**, [s. l.], v. 19, n. 36, p. 5–13, 2019. Available at: <https://doi.org/10.21527/2176-7114.2019.36.5-13>

DEMIRAY, E.; TULEK, Y.; YILMAZ, Y. Degradation kinetics of lycopene, β -carotene and ascorbic acid in tomatoes during hot air drying. **LWT - Food Science and Technology**, [s. l.], v. 50, n. 1, p. 172–176, 2013. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.06.001>

EEEP, E. E. de E. P.-. **Microbiologia de Alimentos**. 1. ed. Fortaleza - Ceará: SEDUC, 2012.

FARAONI, A. S. *et al.* Desenvolvimento de um suco misto de manga, goiaba e acerola utilizando delineamento de misturas. **Ciencia Rural**, [s. l.], v. 42, n. 5, p. 911–917, 2012. Available at: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012005000014>. Acesso em: 2 abr. 2021.

FILHO, R. G. de M. Aceitação sensorial de barras de cereais desenvolvidas com o resíduo agroindustrial da goiaba. 2020. - INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO, [s. l.], 2020.

FISZMAN, S. M.; DURÁN, L. Effects of fruit pulp and sucrose on the compression response of different polysaccharides gel systems. **Carbohydrate Polymers**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 11–17, 1992. Available at: [https://doi.org/10.1016/0144-8617\(92\)90018-L](https://doi.org/10.1016/0144-8617(92)90018-L)

FREITAS, A. P. de. Avaliação da qualidade de suco de acerola adicionado de emulsão de óleo essencial de laranja (*Citrus sinensis*) e Quitosana. [S. l.: s. n.], 2020. Available at: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/36374>. Acesso em: 3 out. 2020.

GONZAGA NETO, L. Introdução e avaliação de clones de goiabeira de polpa branca (*Psidium guajava* L.) na região do Submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s. l.], v. 24, n. 1, p. 120–123, 2002. Available at: <https://doi.org/10.1590/s0100-29452002000100026>. Acesso em: 28 mar. 2021.

GURGEL FERNANDES, A. *et al.* Sensory evaluation of guava drinks sweetened with different sweetening agents. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** [S. l.: s. n.], 2009.

IBGE | CIDADES@ | BRASIL | PESQUISA | PRODUÇÃO AGRÍCOLA - LAVOURA PERMANENTE | GOIABA. [S. l.], [s. d.]. Available at: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/15/11954>. Acesso em: 6 mar. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE OPINIÃO PÚBLICA E ESTATÍSTICA. Pesquisa De Opinião Pública Sobre Vegetarianismo Brasil, 2018. **Ibope**, [S. l.: s. n.], 2018. Seção 2, p. 1–15.

INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 37, DE 1º DE OUTUBRO DE 2018 - IMPRENSA NACIONAL. [S. l.], [s. d.]. Available at: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/44304943/do1-2018-10-08-instrucao-normativa-n-37-de-1-de-outubro-de-2018-44304612. Acesso em: 2 out. 2020.

ISRAELITA, F. *et al.* Aditivos em alimentos. [s. l.], n. December 2016, 2011.

KADAM, D. M.; KAUSHIK, P.; KUMAR, R. Evaluation of Guava Products Quality. **International Journal of Food Science and Nutrition Engineering**, [s. l.], v. 2012, n. 1, p. 7–11, 2012. Available at: <https://doi.org/10.5923/j.food.20120201.02>. Acesso em: 9 mar. 2021.

KAPP, C. Avaliação do mercado de alimentos processados veganos no Brasil: uma análise comparativa a partir do mercado canadense. [s. l.], p. 36, 2019. Available at: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/174891>

KARIM, A. A.; BHAT, R. Fish gelatin: properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatins. **Food Hydrocolloids**, [s. l.], v. 23, n. 3, p. 563–576, 2009. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2008.07.002>

KARIM, A. A.; BHAT, R. Gelatin alternatives for the food industry: recent developments, challenges and prospects. **Trends in Food Science and Technology**, [s. l.], v. 19, n. 12, p. 644–656, 2008. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2008.08.001>. Acesso em: 14 mar. 2021.

KONISHI, Y.; HAYASHI, S. mo; FUKUSHIMA, S. Regulatory Forum Opinion Piece*: Supporting the Need for International Harmonization of Safety Assessments for Food Flavoring Substances. **Toxicologic Pathology**, [s. l.], v. 42, n. 6, p. 949–953, 2014. Available at: <https://doi.org/10.1177/0192623313495603>. Acesso em: 28 mar. 2021.

LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. [S. l.]: **Elsevier**, 2000. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(00\)00133-2](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(00)00133-2)

LIMA MAIA, G. *et al.* Brazilian Journal of Development Production and evaluation of guava (*Psidium guajava* L.) chips. **Brazilian Journal of Development**, [s. l.], v. 6, n. 8, p. 62452–62460, 2020. Available at: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n8-614>. Acesso em: 3 mar. 2021.

LIU, D. *et al.* Collagen and gelatin. **Annual Review of Food Science and Technology**, [s. l.], v. 6, p. 527–557, 2015. Available at: <https://doi.org/10.1146/annurev-food-031414-111800>

LUTZ, I. A. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: **Instituto**

Adolfo Lutz (São Paulo), 2008. *E-book*.

MACHADO, M. M. Desenvolvimento de formulações de bolos de chocolate light utilizando farinha do mesocarpo de maracujá e hidrocolóides. [s. l.], 2012.

MAO, R.; TANG, J.; SWANSON, B. G. Water holding capacity and microstructure of gellan gels. **Carbohydrate Polymers**, [s. l.], v. 46, n. 4, p. 365–371, 2001. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0144-8617\(00\)00337-4](https://doi.org/10.1016/S0144-8617(00)00337-4)

MARTINS, M. I. *et al.* Desenvolvimento e análise sensorial de gelatina elaborada com frutas liofilizadas development and sensory analysis of gelly prepared from freeze-dried fruit. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, [s. l.], n. 2, p. 129–136, 2013.

MATIOLI, G.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Microencapsulação do licopeno com ciclodextrinas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [s. l.], v. 23, p. 102–105, 2003. Available at: <https://doi.org/10.1590/s0101-20612003000400019>. Acesso em: 28 mar. 2021.

MONTEIRO, M. Degradação da vitamina C em suco de fruta Impact of High Hydrostatic Pressure on the Quality of Orange Juice View project. [S. l.: s. n.], 2009. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/49599823>. Acesso em: 2 abr. 2021.

MOTTA, J. D. *et al.* Color index and correlation with physical and chemical parameters of guava, mango and papaya. **Comunicata Scientiae**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 74–82, 2015. Available at: <https://doi.org/10.14295/cs.v6i1.698>. Acesso em: 5 abr. 2021.

NIMISHA, S. *et al.* Molecular breeding to improve guava (*Psidium guajava* L.): Current status and future prospective. [S. l.]: **Elsevier**, 2013. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.10.017>

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO - NEPA. Tabela Brasileira de Composicao de Alimentos - TACO, **4 Edicao Ampliada e Revisada**. [S. l.: s. n.], 2011. *E-book*.

OLIVEIRA, M. E. B. de *et al.* Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [s. l.], v. 19, n. 3, p. 326–332, 1999. Available at: <https://doi.org/10.1590/s0101-20611999000300006>. Acesso em: 28 mar. 2021.

OSORIO, C.; CARRIAZO, J. G.; BARBOSA, H. Thermal and structural study of guava (*psidium guajava* l) powders obtained by two dehydration methods. **Quim. Nova**. [S. l.: s. n.], 2011.

PANGESTUTI, R.; KIM, S. K. Biological activities of Carrageenan. *In: ADVANCES IN FOOD AND NUTRITION RESEARCH*. [S. l.]: **Academic Press Inc.**, 2014. v. 72, p. 113–124. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800269-8.00007-5>

PEREIRA DE OLIVEIRA, I. *et al.* Cultivo da goiabeira: do plantio ao manejo 1Revista Faculdade Montes Belos. [S. l.: s. n.], 2012. Available at: <http://revista.fmb.edu.br/index.php/fmb/article/view/92>. Acesso em: 10 mar. 2021.

PEREIRA, J. M. G. *et al.* Aditivos alimentares naturais emergentes: Uma revisão. [S. l.: s. n.], 2020. Available at: <https://doi.org/10.46420/9786588319048cap3>

PEREIRA, L. *et al.* Identification of selected seaweed polysaccharides (phycocolloids) by vibrational spectroscopy (FTIR-ATR and FT-Raman). **Food Hydrocolloids**, [s. l.], v. 23, n. 7, p. 1903–1909, 2009. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2008.11.014>

Pesquisa mostra que 90% dos brasileiros querem um maior investimento em ciência e tecnologia. **ABRAS**, [s. l.], 2020. Available at: <https://www.abras.com.br/clipping/geral/71654/pesquisa-mostra-que-90-dos-brasileiros-tem-interesse-em-alimentos-vegetais>. Acesso em: 24 mar. 2021.

POLÔNIO, M. L. T.; PERES, F. Consumo de aditivos alimentares e efeitos à saúde: desafios para a saúde pública brasileira. **Cadernos de Saúde Pública**, [s. l.], v. 25, n. 8, p. 1653–1666, 2009. Available at: <https://doi.org/10.1590/s0102-311x2009000800002>

QUINTAL, S. S. R. *et al.* Selection via mixed models in segregating guava families based on yield and quality traits. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s. l.], v. 39, n. 2, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1590/0100-29452017866>. Acesso em: 6 mar. 2021.

RAYBAUDI-MASSILIA, R. M.; MOSQUEDA-MELGAR, J.; MARTÍN-BELLOSO, O. Edible alginate-based coating as carrier of antimicrobials to improve shelf-life and safety of fresh-cut melon. **International Journal of Food Microbiology**, [s. l.], v. 121, n. 3, p. 313–327, 2008. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2007.11.010>

SAHA, D.; BHATTACHARYA, S. Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: A critical review. **Journal of Food Science and Technology**, [s. l.], v. 47, n. 6, p. 587–597, 2010. Available at: <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0162-6>

SANTOS, J. P.; URREA-VICTORIA, V. Algas marinhas como fonte de polissacárideos: ficocoloides. *In: VI BOTÂNICA NO INVERNO*, 2016. 1. ed. São Paulo: [s. n.], 2016. p. 124–129. *E-book*.

SEMIÁRIDO MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, E.; ABASTECIMENTO, P. Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária a cultura da Goiaba. **2ª edição revista e ampliada**. [S. l.: s. n.], 2010.

SHARMA, S. K.; LE MAGUER, M. Kinetics of lycopene degradation in tomato pulp solids under different processing and storage conditions. **Food Research International**, [s. l.], v. 29, n. 3–4, p. 309–315, 1996. Available at: [https://doi.org/10.1016/0963-9969\(96\)00029-4](https://doi.org/10.1016/0963-9969(96)00029-4)

SHEN, Y. R.; KUO, M. I. Effects of different carrageenan types on the rheological and water-holding properties of tofu. **LWT - Food Science and Technology**, [s. l.], v. 78, p. 122–128, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.12.038>

SHIGEMATSU, E. *et al.* Estudo da vida de prateleira da bebida mista de goiaba com água de coco, sem adição de sacarose e conservantes. **Evidência**, [s. l.], v. 19, n. 2, p. 149–166, 2019. Available at: <https://doi.org/10.18593/eba.v19i2.23140>. Acesso em: 30 set. 2020.

SILVA, M. M. A. da *et al.* Avaliação da vida de prateleira de néctar de goiaba (*psidium guajava*, l.) adicionado de soro de leite. *In: AGUILERA, J. G.; ZUFFO, A. M. (org.). Ciências Agrárias: Campo Promissor em Pesquisa 4*. Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. v. 4, p. 11–22. Available at: <https://doi.org/10.22533/at.ed.184192006>

SILVA, E. C. da; MAGALHÃES, C. H. D.; GONÇALVES, R. A. Obtenção e avaliação de parâmetros físico-químicos da polpa de goiaba (*Psidium guajava* L.), cultivar ‘Paluma’. *In: , 2009. II Semana de Ciência e Tecnologia do IFMG campus Bambuí*. [S. l.: s. n.], 2009.

SILVEIRA, M. R. S. da. Qualidade e atividade antioxidante de frutos de genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ (*Mouriri elliptica* Mart.) da vegetação litorânea do Ceará. 116 f.

2008. - Universidade Federal do Ceará, [s. l.], 2008.

SOUZA, J. D. C. *et al.* Estabilidade Físico-Química E Avaliação Sensorial De Gelatina De Mel. **Energia Na Agricultura**, [s. l.], v. 33, n. 3, p. 270–276, 2018. Available at: <https://doi.org/10.17224/energagric.2018v33n3p270-276>

SPENCER, M. *et al.* Consumer acceptance of plant-forward recipes in a natural consumption setting. **Food Quality and Preference**, [s. l.], v. 88, p. 104080, 2021. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2020.104080>. Acesso em: 12 mar. 2021.

SUN-WATERHOUSE, D. *et al.* Comparative analysis of fruit-based functional snack bars. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 119, n. 4, p. 1369–1379, 2010. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.09.016>

TEIXEIRA, S.; GONÇALVES, J.; VIEIRA, E. Edulcorantes: Uso e aplicação na alimentação, com especial incidência na dos diabéticos. **Revista de Alimentacao Humana**, [s. l.], v. 17, n. 1–3, p. 47–54, 2011.

THATYAN CAMPOS HONORATO, ELGA BATISTA, KAMILA DE OLIVEIRA DO NASCIMENTO, T. P. Aditivos alimentares: aplicações e toxicologia. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, [s. l.], v. 8, n. 1981–8203, p. 1–11, 2013.

VENTURA, F. C. Desenvolvimento de doce de fruta em massa funcional de valor calórico reduzido, pela combinação de goiaba vermelha e yacon desidratados osmoticamente e acerola. 194 f. 2004. - Universidade Estadual de Campinas, [s. l.], 2004. Available at: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/255236/1/Ventura_FernandaCardoso_M.pdf. Acesso em: 5 abr. 2021.

VITTI, K. A. Caracterização e análise da produção de goiaba na região de matão. 2017. - Universidade de São Paulo, [s. l.], 2017.

VITTI, K. A.; DE LIMA, L. M.; FILHO, J. G. M. Agricultural and economic characterization of guava production in Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s. l.], v. 42, n. 1, p. 1–11, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1590/0100-29452020447>