

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ALIMENTOS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

LUANA GABRIELLE CORREA

**DESENVOLVIMENTO DE SUCO DE GOIABA ADICIONADO DE
MICROPARTÍCULAS DE ÓLEO DE CHIA E LINHAÇA COMO FONTE
DE ÔMEGA 3**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

LONDRINA
2021

LUANA GABRIELLE CORREA

**DESENVOLVIMENTO DE SUCO DE GOIABA ADICIONADO DE
MICROPARTÍCULAS DE ÓLEO DE CHIA E LINHAÇA COMO FONTE
DE ÔMEGA 3**

**Development of guava juice added with microparticles of chia and linseed oil
as a source of omega 3**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos do Curso Superior em Tecnologia em Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR campus Londrina.

Orientador(a): Prof.^a Dr.^a Marianne Ayumi Shirai

LONDRINA
2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es).

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

TERMO DE APROVAÇÃO

DESENVOLVIMENTO DE SUCO DE GOIABA ADICIONADO DE
MICROPARTÍCULAS DE ÓLEO DE CHIA E LINHAÇA COMO FONTE DE
ÔMEGA3

LUANA GABRIELLE CORREA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 09 de novembro de 2021 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos e foi avaliado pelos seguintes professores:

Profa. Dr.^a Marianne Ayumi Shirai
Prof.(a) Orientador(a)

Profa. Ms Juliany Piazzon Gomes
Membro Avaliador da Banca 1

Profa. Dr.^a Mayka Reghiany Pedrão
Membro Avaliador da Banca 2

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, aos meus pais, que me incentivaram, me compreenderam, e me ajudaram durante todos esses anos. Sem eles, não seria possível chegar aonde cheguei hoje.

Ao meu companheiro de vida, que também me incentivou, me ajudou, e compreendeu minha ausência durante realização deste curso, sei que não foi fácil, mas valeu a pena.

À minha professora e orientadora Prof^ª. Dr^ª. Marianne Ayumi Shirai, que foi uma das pessoas mais importantes durante o meu processo de graduação. Foi ela quem me acolheu no meu segundo semestre através de um projeto de Iniciação Científica estando comigo até hoje, abrindo portas das quais nunca sonhei entrar. Foi ela que me ensinou muito do que a sala de aula não seria capaz de ensinar. Serei grata pelo resto da vida à essa professora, que compreendeu meus momentos de ausência, que me deu forças durante minha graduação inteira, e me incentivou a ser o melhor de mim no caminho que eu escolher seguir. À Prof^ª. Dr^ª. Marianne Ayumi Shirai, muito obrigada, espero tê-la muito mais que uma orientadora, mas sim, uma amiga.

À Prof^ª Dr^ª Isabel Craveiro Moreira, que foi quem me indicou à vaga de Iniciação Científica à Prof^ª. Dr^ª. Marianne Ayumi Shirai logo no meu primeiro semestre de Curso. Sem ela, provavelmente não teria vivido as melhores experiências que tive durante minha graduação.

A todos os professores da UTFPR-Londrina, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso.

E às pessoas com quem convivi ao longo desses anos de curso, que me incentivaram e que certamente tiveram impacto na minha formação acadêmica.

Ao Laboratório Multiusuário UTFPR-Londrina, onde passei grande parte da graduação realizando análises, sem os técnicos, em especial a Dr^ª Talita Kato, não seria possível obter os resultados que obtive durante esses anos.

À Secretaria do Curso, pela cooperação.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

Ácidos graxos poli-insaturados ômega 3, presentes em peixes marinhos, algas e algumas sementes de plantas, minimizam o risco de doenças cardiovasculares e neurodegenerativas, artrite, diabetes e certos tipos de câncer, porém o corpo humano é incapaz de sintetizá-los, devendo ser fornecidos ao corpo por meio da dieta ou suplementos alimentares. Dietas ocidentais altamente processadas são ricas em ômega 6 e deficientes em ômega 3, criando assim um desequilíbrio geral na sua ingestão. Então, o consumo de óleos com maior concentração de ômega 3, como óleo de chia e linhaça, deve ser aumentado, fazendo com que a demanda por alimentos enriquecidos cresça a cada dia. A microencapsulação por coacervação complexa pode impedir parcialmente a oxidação e prolongar o prazo de validade dos ácidos graxos ômega 3, podendo ser usada como uma alternativa para a incorporação desses óleos em alimentos. Este trabalho teve como objetivo elaborar um suco de goiaba adicionado de micropartículas de óleo de chia e linhaça como fonte de ômega 3 e analisar sua estabilidade físico-química, microbiológica e aceitação sensorial. Foram feitas análises de quantificação de ácidos graxos dos óleos de chia e linhaça, microencapsulação por coacervação complexa dos óleos, caracterização das micropartículas em termos de morfologia, eficiência de encapsulação e distribuição de tamanhos, formulações de suco de goiaba com micropartículas e com óleo livre, análises físico-químicas (pH, acidez titulável, e sólidos solúveis totais) e microbiológicas (bactérias e leveduras, Salmonella e Enterobactéria) nas formulações a fim de estudar a vida útil, e análise sensorial de todas as formulações com provadores não treinados. O perfil lipídico dos óleos de chia e linhaça apresentaram elevados valores de ácidos graxos poli-insaturados (63,61% para linhaça e 81,26 para chia), em especial o alfa-linolênico ômega 3. A morfologia das micropartículas mostrou estrutura esférica com gotículas de óleo dispersas e eficiência de encapsulação foi de 64,20 % para óleo de linhaça e 69,82% para óleo de chia. As análises físico-químicas feitas durante o estudo da vida útil mostraram que o teor de sólidos solúveis não mudou com a adição das micropartículas e dos óleos de chia e linhaça, diferente do pH e acidez, que apresentaram mudanças com a adição destes componentes. As análises microbiológicas demonstraram que a adição de micropartículas de óleo de chia e linhaça alteraram os padrões microbiológicos do suco e diminuíram sua vida útil. A análise sensorial demonstrou que as amostras de suco contendo micropartículas de óleo de chia apresentaram aceitação sensorial superior às formulações contendo óleo livre, sugerindo um efeito benéfico da microencapsulação em proteger e mascarar o sabor dos óleos. Assim, com este trabalho pode-se concluir que foi possível adicionar micropartículas de óleos ricos em ácidos graxos poli-insaturados ômega 3 em bebidas a fim de elevar o valor nutricional do produto final, tendo uma boa aceitação sensorial.

Palavras-chave: ácidos graxos poli-insaturados; microencapsulação; coacervação complexa; bebidas; aceitação sensorial.

ABSTRACT

Omega 3 polyunsaturated fatty acids, present in marine fish, algae and some plant seeds, minimize the risk of cardiovascular and neurodegenerative diseases, arthritis, diabetes and certain types of cancer, but the human body is incapable of synthesizing them, so these must be supplied to the body through diet or food supplements. Highly processed Western diets are high in omega 6 and deficient in omega 3, thus creating a general imbalance in your intake. So, the consumption of oils with a higher concentration of omega 3, such as chia oil and flaxseed, must be increased, causing the demand for fortified foods to grow every day. The microencapsulation can partially prevent oxidation and extend the shelf life of omega 3 fatty acids, and can be used as an alternative for incorporating these oils into foods. This work aimed to elaborate a guava juice added with microparticles of chia oil and linseed as a source of omega 3 and to analyze its physical-chemical, microbiological stability and sensory acceptance. It were performed analyzes of fatty acid quantification of chia and linseed oils, microencapsulation by complex coacervation of the oils, characterization of microparticles in terms of morphology, encapsulation efficiency and size distribution, guava juice formulations with microparticles and free oil, physical-chemical (pH, titratable acidity and total soluble solids) and microbiological (molds and yeasts, Salmonella and Enterobacteriaceae) analysis in the formulations in order to study shelf life, and sensory analysis of all formulations with untrained tasters. The lipid profile of chia oils and linseed showed high values of polyunsaturated fatty acids (63.61% for linseed and 81.26% for chia), especially the omega 3 alpha-linolenic acid. The morphology of the microparticles showed a spherical structure with dispersed oil droplets and encapsulation efficiency was 64.20% for linseed oil and 69.82% for chia oil. The physicochemical analyzes carried out during the shelf-life study showed that the soluble solids content did not change with the addition of microparticles and chia and linseed oils, unlike pH and acidity, which showed changes with the addition of these components. The Microbiological analyzes demonstrated that the addition of microparticles of chia oil and linseed altered the microbiological patterns of the juice and reduced its shelf life. The sensory acceptance analysis showed that juice samples containing microparticles of chia oil presented a superior sensory acceptance to formulations containing free oil, suggesting a beneficial effect of microencapsulation in protecting and masking the flavor of the oils. Thus, with this work it can be concluded that it was possible to add microparticles of oils rich in omega 3 polyunsaturated fatty acids in beverages in order to increase the nutritional value of the final product, having a good sensory acceptance.

Keywords: polyunsaturated fatty acids; microencapsulation; complex coacervation; beverages; sensory acceptance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Estrutura química de AGPIs comuns.....	15
Figura 2 – Conteúdo de lipídios e composição de ácidos graxos da semente de chia (Salvia hispânica L.)*	20
Figura 3 – Composição de ácidos graxos presente na semente de linhaça.....	22
Figura 4 – Separação de fases no processo de determinação do óleo total microencapsulado.....	27
Figura 5 – Amostras armazenadas em tubos falcon para estudo da vida útil.....	28
Figura 6 – Amostras envasadas em copos plásticos tampados e identificados para análise sensorial.....	30
Figura 7 – Morfologia das micropartículas de óleo de chia.....	34
Figura 8 – Morfologia das micropartículas de óleo de linhaça.....	35
Figura 9 – Análise de Salmonela.....	41
Figura 10 – Análise de Enterobactéria.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Recomendações diárias de ômega 3 conforme a idade.....	17
Tabela 2 – Composição percentual dos ácidos graxos presentes nos óleos de chia e linhaça.....	33
Tabela 3 – Valores dos Diâmetros médios, Span e Eficiência de Encapsulação das micropartículas dos óleos de chia e linhaça.....	34
Tabela 4 – Teor de sólidos solúveis totais em sucos de goiaba adicionados de micropartículas e óleos de chia e linhaça durante armazenamento refrigerado..	38
Tabela 5 – Valores de pH em sucos de goiaba adicionados de micropartículas e óleos de chia e linhaça durante armazenamento refrigerado.....	39
Tabela 6 – Resultados da acidez titulável em sucos de goiaba adicionados de micropartículas e óleos de chia e linhaça durante armazenamento refrigerado..	40
Tabela 7 – Resultados da contagem de bolores e leveduras de sucos de goiaba adicionados de micropartículas e óleos de chia e linhaça durante armazenamento refrigerado.....	42
Tabela 8 – Média das notas dos atributos sensoriais de suco de goiaba adicionados de micropartículas e óleo de chia e linhaça.....	43

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Ácidos graxos ômega-3 e suas fontes naturais.....	14
--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVO	12
2.1 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	12
3 SUCO DE GOIABA ENRIQUECIDO COM ÔMEGA 3	13
3.1 ÁCIDOS GRAXOS POLIINSATURADOS (AGPIs).....	13
3.2 ÔMEGA 3 E MANUTENÇÃO DA SAÚDE.....	16
3.3 CHIA.....	19
3.4 LINHAÇA.....	21
3.5 MICROENCAPSULAÇÃO POR COACERVAÇÃO COMPLEXA.....	22
3.6 SUCO DE GOIABA.....	24
4 MATERIAIS E MÉTODOS	25
4.1 QUANTIFICAÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS DOS ÓLEOS DE CHIA E LINHAÇA.....	25
4.2 MICROENCAPSULAÇÃO DE ÓLEOS POR COACERVAÇÃO COMPLEXA.....	26
4.2.1 Caracterização das micropartículas.....	26
4.3 APLICAÇÃO DE MICROPARTÍCULAS EM SUCO DE GOIABA.....	28
4.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DO SUCO DE GOIABA.....	29
4.5 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	29
4.6 ANÁLISE SENSORIAL DO SUCO.....	30
4.6.1 Recrutamento dos provadores.....	30
4.6.2 Condições do teste.....	31
4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 QUANTIFICAÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS DOS ÓLEOS DE CHIA E LINHAÇA.....	32
5.2 CARACTERIZAÇÃO DAS MICROPARTÍCULAS DE ÓLEO DE CHIA E LINHAÇA.....	34
5.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE SUCOS DE GOIABA INCORPORADOS DE MICROPARTÍCULAS E ÓLEO DE CHIA E LINHAÇA....	36
5.4 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DE SUCOS DE GOIABA INCORPORADOS DE MICROPARTÍCULAS E ÓLEO DE CHIA E LINHAÇA....	40
5.5 ANÁLISE SENSORIAL DE SUCOS DE GOIABA INCORPORADOS DE MICROPARTÍCULAS E ÓLEO DE CHIA E LINHAÇA.....	42
6 CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS	46
ANEXO A – Ficha para Avaliação Sensorial	54
ANEXO B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	55

1 INTRODUÇÃO

Estudos clínicos e epidemiológicos têm demonstrado que óleos e gorduras ricos em ácidos graxos poli-insaturados (AGPIs) como omega-3 (ω -3) e omega-6 (ω -6) podem ser benéficos à saúde, além de proporcionarem energia e serem carreadores de vitaminas lipossolúveis. Os AGPIs desempenham um papel vital na manutenção da saúde, minimizando o risco de doenças cardiovasculares e neurodegenerativas, artrite, diabetes e certos tipos de câncer (ORSAVOVA, et al., 2015). Como o corpo humano é incapaz de sintetizar AGPIs na quantidade necessária, eles são conhecidos como ácidos graxos essenciais e devem ser fornecidos ao corpo por meio de dieta ou suplementos alimentares (TIMILSENA et al., 2017).

Os AGPIs são encontrados principalmente em peixes marinhos, algas e algumas sementes de plantas em proporções diferentes tanto de ω -6 quanto de ω -3. Assim, na seleção de fontes ricas em AGPIs é importante considerar esta proporção de ω -6 para ω -3 presentes no óleo, pois as dietas ocidentais altamente processadas são ricas em ω -6 e deficientes em ω -3, criando assim um desequilíbrio geral na sua ingestão (SILVA; FRANCIS; TACON, 2011). Para resolver esse problema, o consumo de óleos que contêm maior concentração de ω -3 deve ser aumentado e, como consequência, a demanda de alimentos enriquecidos com ω -3 é crescente.

Embora os óleos de peixes marinhos (atum, sardinha, cavala, arenque e truta) sejam grande fonte de AGPIs de cadeia longa (MEYER et al., 2003), estes possuem forte aroma e sabor. Além disso, a atual produção global de peixe não consegue atender a demanda de AGPIs ω -3, que se estima ser da ordem de 1,25 milhão de toneladas métricas por ano (BETANCOR et al., 2015). Somado a este fato, a pesca excessiva de peixes marinhos pode resultar no declínio e, eventualmente, na extinção dessas espécies. Por esta razão, há uma busca por fontes alternativas de óleos ricos em AGPIs, com destaque para óleos derivados de plantas e algas.

Entre os óleos de origem vegetal ricos em AGPIs destacam-se a linhaça e a chia. O óleo de linhaça contém cerca de 53% de ácido α -linolênico (18:3 n-3) e 13% de ácido linoleico (18:2 n-6) (CIFTCI; PRZYBYLSKI; RUDZINSKA, 2012) e o óleo de chia 60% de ácido α -linolênico (18:3 n-3) e 20,4% de ácido linoleico (18:2 n-6).

Esses óleos proporcionam um balanço saudável desses dois ácidos graxos essenciais, sendo superior aos outros óleos de origem vegetal.

A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação recomenda a ingestão de 250 mg/dia de ácido eicosapentanoico (EPA) e ácido docosapentanoico (DPA) combinados para a boa saúde vascular, que são ácidos graxos ômega 3 de cadeia longa. Em muitos países onde uma dieta ocidental é predominante, a ingestão de EPA e DHA está abaixo do recomendado, devido ao baixo consumo de frutos do mar, e o enriquecimento de alimentos com AGPI ω -3 obtido de fontes vegetais é uma alternativa promissora. O aumento do consumo de óleos ricos em ω -3 pode ser alcançado pela fortificação de alimentos como pão, leite, maionese e iogurte. No entanto, a incorporação de AGPIs ω -3 em alimentos processados ainda permanece desafiadora devido à sua natureza instável e pela formação de produtos oxidados com sabores desagradáveis. Frente a esse problema, a tecnologia de microencapsulação pode impedir parcialmente a oxidação e prolongar o prazo de validade dos ácidos graxos ω -3, oferecendo soluções práticas para estabilização e fornecimento aprimorado de ácidos graxos ω -3 em produtos alimentícios (CAMPO et al., 2017; ROJAS et al., 2019).

A coacervação complexa é uma técnica de encapsulação baseada na interação eletrostática entre dois polímeros com cargas opostas (COMUNIAN; FAVARO-TRINDADE, 2016). A combinação de polímeros mais utilizada como material de parede é a gelatina e goma arábica, devido a perfeita combinação de cargas e baixo custo (ALVIM; GROSSO, 2010). Este processo é uma alternativa para a microencapsulação de compostos sensíveis a altas temperaturas, sendo um processo físico-químico que não requer o uso de solventes orgânicos potencialmente tóxicos e temperaturas de processo elevadas. Trata-se de uma técnica normalmente usada para encapsular ingredientes sólidos ou líquidos que são insolúveis em água, sendo indicado para encapsular substâncias hidrofóbicas como óleos ricos em AGPIs. Além disso, este método produz partículas com eficiência de encapsulação relativamente alta, resultando em alta estabilidade oxidativa (GOUIN, 2004; WANG et al., 2014).

O mercado de bebidas prontas para o consumo, como sucos, néctares, chás e refrescos, está em constante expansão, acompanhando a tendência de consumo de bebidas saudáveis e convenientes. Sucos de fruta prontos para beber estão associados ao apelo por produtos naturais e agregam vantagens nutricionais, o que

tem contribuído para sua grande aceitação. Neste sentido, a incorporação de micropartículas de óleo de chia e linhaça em suco se torna interessante, pois estaria potencializando os efeitos benéficos que este produto oferece ao consumidor.

2 OBJETIVOS

Elaborar um suco de goiaba adicionado de micropartículas de óleo de chia e linhaça como fonte de ômega 3 e analisar sua estabilidade físico-química, microbiológica e aceitação sensorial.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Microencapsular óleos de chia e linhaça pela técnica de coacervação complexa utilizando gelatina e goma arábica como materiais de parede;
- Determinar a eficiência de encapsulação, a distribuição de tamanho e a morfologia das micropartículas;
- Aplicar as micropartículas e óleo livre nas formulações de suco de goiaba;
- Estudar a vida útil do suco durante o armazenamento refrigerado a partir de análises físico-químicas e microbiológicas;
- Avaliar a aceitação sensorial dos sucos adicionados de micropartículas.

3 SUCO DE GOIABA ENRIQUECIDO COM ÔMEGA 3

Ácidos graxos são essenciais para o funcionamento do organismo, pois apresentam diversas funções. Alguns são sintetizados pelo organismo e outros não, sendo os que não são produzidos pelo organismo chamados de ácidos graxos essenciais, tendo que ser obtidos através da alimentação. Entre os ácidos graxos poliinsaturados (AGPIs) essenciais, tem-se o ômega 3, que está presente em quantidades consideráveis em óleos vegetais como o de chia e de linhaça.

Um dos fatores que deve se levar em consideração quando se trabalha com óleos é a sua oxidação, que muda suas características nutricionais e sensoriais. Para evitar que isso ocorra, a técnica de microencapsulação por coacervação complexa ajuda a proteger o óleo, pois cria uma barreira de proteção. As micropartículas criadas a partir desta técnica podem ser incorporadas na formulação de diversos alimentos a fim de torná-los alimentos fonte de vitaminas e/ou minerais, por exemplo. A adição de micropartículas por coacervação complexa de óleo de chia e linhaça em suco de goiaba, pode tornar este produto fonte de ômega 3 e não altera significativamente suas propriedades sensoriais.

3.1 ÁCIDOS GRAXOS POLIINSATURADOS (AGPIs)

Os lipídios fazem parte da estrutura das membranas celulares, cumprindo funções energéticas e de reservas metabólicas, além de formarem hormônios e sais biliares (SILVA; JÚNIOR; SOARES, 2007). São formados por ácidos graxos (AGs) classificados principalmente de acordo com a presença ou ausência de ligações duplas como saturados (AGSs - sem ligações duplas), monoinsaturados (AGMIs - com uma ligação dupla) e ácidos graxos poliinsaturados (AGPIs - com dois ou até seis ligações duplas). Além disso, são classificados também como cis ou trans com base na configuração das ligações duplas e como AGPIs ω -3 ou ω -6 dependendo da posição da primeira ligação dupla da extremidade metil do ácido graxo (ORSAVOVA et al., 2015).

Dentre os AGPIs ω -3 e ω -6 tem-se o ácido alfa-linolênico (18:3 ω -3, ALA) e o ácido linoleico (18:2 ω -6, LA), popularmente conhecidos como ômega-3 e ômega-6 respectivamente. O corpo humano não é capaz de sintetizá-los devido à ausência de

enzimas apropriadas. Por este motivo, esses ácidos graxos são chamados de essenciais e devem ser obtidos a partir da dieta.

Os AGPIs estão abundantemente presentes em peixes marinhos, algas e algumas sementes de plantas. Os AGPIs encontrados em óleos vegetais são ácidos graxos de cadeia curta como o ácido α -linolênico (ALA, C18:3 ω -3) e ácido linoleico (LA, C18:2 ω -6), enquanto que óleos de peixes marinhos e algas contêm AGPIs de cadeia longa como ácido eicosapentanoico (EPA, C20:5 ω -3), ácido docosapentanoico (DPA, C22:5 ω -3), ácido docosahexanoico (DHA, C22:6 ω -3) e ácido araquidônico (AA, C20:4 ω -6) (MEHTA, 2006; RUBIO-RODRÍGUEZ et al., 2010). As principais fontes de ALA, EPA E DHA estão mostradas no quadro 1.

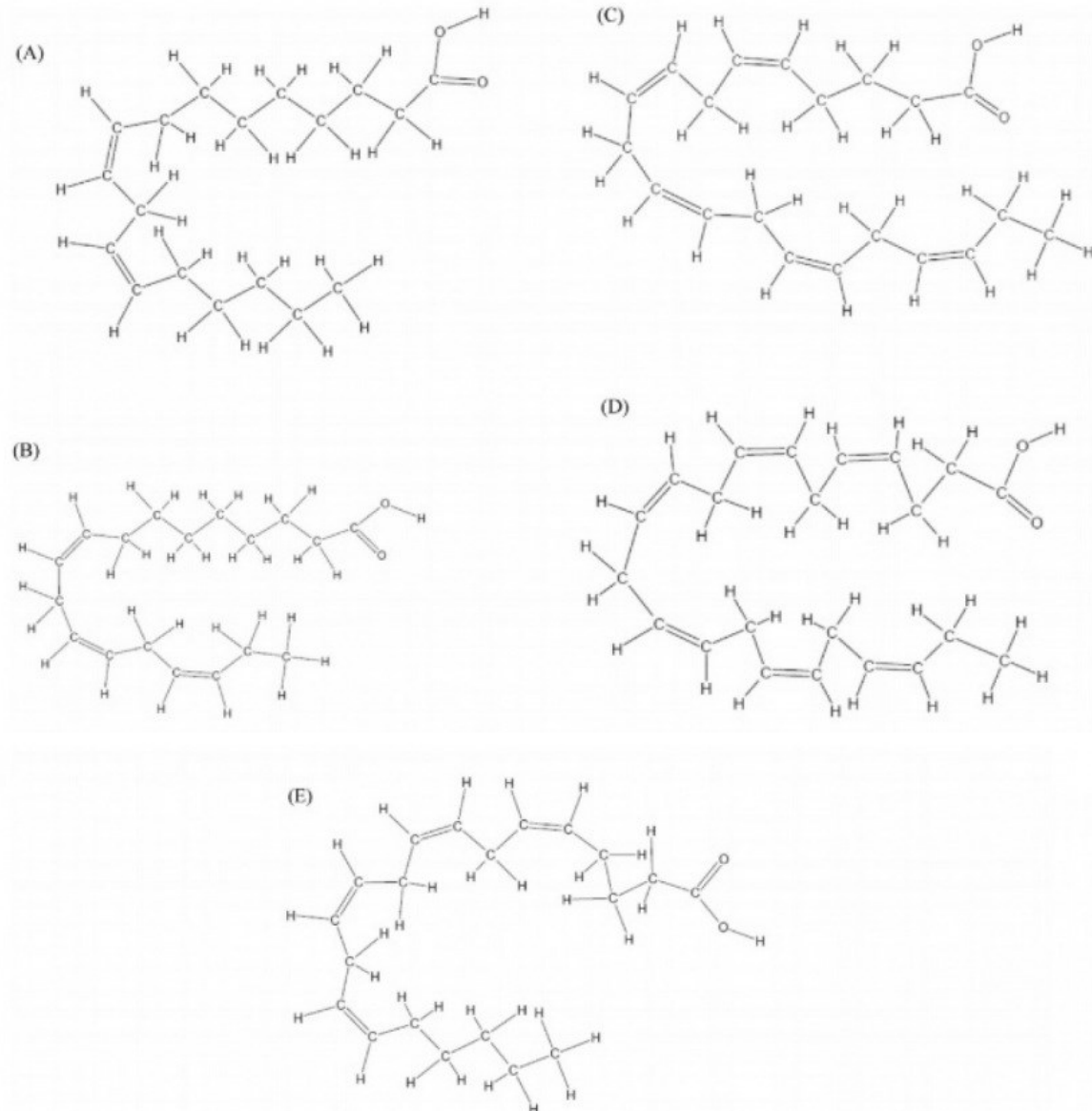
Quadro 1 - Ácidos graxos ômega-3 e suas fontes naturais

Ácidos graxos ômega-3	Fontes
Ácido alfa-linolênico (ALA)	Vegetais com folhas verdes escuras; algumas nozes, sementes e seus óleos; linhaça; canola; chia; kiwi.
Ácido eicosapentanoico (EPA)	Peixes gordurosos como arenque e cavala; fígado de peixes brancos magros como bacalhau; gordura de peixe marinho.
Ácido docosahexanoico (DHA)	Mamíferos como baleias, focas e algumas espécies de algas.

Fonte: Kaushik, et. al. (2015).

A estrutura química dos AGPIs (Figura 1) mostra que todas as ligações duplas presentes estão na configuração cis. Esse tipo de composição química estrutural os torna instáveis e sensíveis à oxidação, isomerização e polimerização quando entram em contato com fatores ambientais adversos como oxigênio, umidade, calor, luz e íons metálicos (TIMILSENA et al., 2017).

Figura 1 - Estrutura química de AGPIs comuns



Fonte: Timilsena et al. (2017).

(A): ácido linoleico (C18: 2, ω -6), (B): ácido alfa linolênico (C18: 3, ω -3), (C): ácido eicosapentanoico (C20: 5, ω -3), (D): ácido docosahexanoico (C22: 6, ω -3) e (E): ácido araquidônico (C20: 4, ω -6)

Estudos apontam que o consumo de ômega 3 está ligado à prevenção de doenças cardiovasculares como hipertensão, diabetes, artrite e outras doenças inflamatórias e autoimunes, além de alguns tipos de cânceres (TUR et. al., 2012).

3.2 ÔMEGA 3 E MANUTENÇÃO DA SAÚDE

Hipócrates já dizia para usar os alimentos como medicamentos (VAZ et al., 2014), então, a partir daí, os alimentos passaram a serem vistos com outros olhos e começaram a serem utilizados no controle e na cura de doenças, mas, foi apenas na década de 90 que esse assunto passou a despertar a curiosidade das pessoas e começou a ser tema de pesquisas (VAZ et al., 2014). Foi aí que o termo “alimento funcional” passou a ser adotado para se referir aos alimentos processados que contém ingredientes que auxiliam em funções específicas do corpo, além de serem nutritivos (MORAES; COLLA, 2006).

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), alimentos funcionais são aqueles capazes de produzir efeitos metabólicos ou fisiológicos, através da atuação de um nutriente no crescimento, desenvolvimento ou manutenção das diversas funções vitais do organismo (BRASIL, 1999). Esses nutrientes melhoram a qualidade de vida, reduzindo os riscos de desenvolvimento de doenças crônico-degenerativas, porém, não possuem capacidade curativa, mas contribuem de maneira eficiente no atendimento primário de saúde, ou seja, na prevenção de enfermidades (VIDAL et al., 2012).

Um senso realizado em 2010 constatou um crescimento da população idosa no Brasil, com isso, estima-se um aumento no risco de incidência de doenças crônico-degenerativas e cardiovasculares (BOCCHI et al., 2012). Sabendo-se que o ômega 3 tem efeito protetor em diversas condições inflamatórias e autoimunes, ajudando na diminuição da mortalidade e da incidência de diversas doenças, pode-se considerá-lo como um alimento funcional (VIDAL et al., 2012).

Os dois ácidos graxos poli-insaturados ômega 3 de cadeia longa mais importantes são o ácido eicosapentaenóico (EPA; C20:5) e o ácido docosahexaenóico (DHA; C22:6), naturalmente presentes em produtos de origem marinha, e diferem entre si nos efeitos que podem causar no organismo humano. O ácido graxo DHA está ligado a efeitos benéficos na redução de lipídios e lipoproteínas, na pressão sanguínea, na variabilidade da frequência cardíaca, e no controle da glicemia (LIMA et al., 2004). Junto com o EPA, atuam no metabolismo dos triglicerídeos, na função plaquetária e endotelial, na pressão arterial, na excitabilidade cardíaca, em níveis de estresse oxidativo, de citosinas pró e inflamatórias e na função imune (PIOVESAN, 2010).

Outros estudos demonstraram que o ômega 3, além de auxiliar na proteção contra doenças cardiovasculares, também ajuda a evitar a formação de coágulos sanguíneos na parede arterial, diminui a pressão sanguínea, ajuda a aumentar o HDL plasmático (popularmente conhecido como colesterol bom) e reduzir o LDL (popularmente conhecido como colesterol ruim), diminui a quantidade de triglicérides, auxilia na doença de Alzheimer, entre outras funções (MORAES; COLLA, 2006; FETT, 2001).

Também existem pesquisas que demonstram que os ácidos graxos essenciais (α -linolênico e linoleico), não podem ser sintetizados pelos tecidos de mamíferos como o ser humano e devem ser necessariamente obtidos a partir da dieta. O ácido linoleico (AL, C18:2 ω -6) está mais presente nos óleos de milho e girassol, enquanto ácido α -linolênico (ALA, C18:3 ω -3) pode ser encontrado nos óleos de canola, linhaça, chia e produtos de origem marinha (LIMA, 2004). A tabela 1 traz as recomendações diárias de ômega 3 em relação à diferentes faixas etárias.

Tabela 1 – Recomendações diárias de ômega 3 conforme a idade

FAIXA ETÁRIA	ÔMEGA 3
0 – 6 meses	0,5g
7 – 12 meses	0,5g
1 – 3 anos	0,7g
4 – 8 anos	0,9g
9 - 13 anos (homem)	1,2g
9 - 13 anos (mulher)	1,0g
14 – 18 anos (homem)	1,6g
14 – 18 anos (mulher)	1,1g
19 – 50 anos (homem)	1,6g
19 – 50 anos (mulher)	1,1g
> 50 anos	1,6g/1,1g
Grávidas até 50 anos	1,4 g
Lactantes até 50 anos	1,3 g

Fonte: USDA (2021).

Através da tabela 1 pode-se observar que a quantidade diária necessária de ômega 3 muda conforme a faixa etária, sexo e condição, pois o organismo humano tem necessidades diferentes de nutrientes conforme a fase da vida. A recomendação diária de ingestão de lipídeos (ácidos graxos saturados,

monoinsaturados e poli-insaturados) para um indivíduo saudável é de 30% ou menos em relação à necessidade energética diária, segundo a Associação do Coração (American Heart Association), sendo que 20% a 23% devem ser de ácidos graxos poli-insaturados ou monoinsaturados, menos de 10% de ácidos graxos saturados e menos de 300mg de colesterol (WAITZBERG, 2007).

Os sinais e sintomas da deficiência de ômega 3 mais comuns são: sintomas neurológicos, redução da acuidade visual, lesões na pele, retardo no crescimento, diminuição da capacidade de aprendizado, eletroretinograma anormal e retardo no crescimento e diarreias em crianças (WAITZBERG, 2007).

Os efeitos tóxicos aparecem quando o consumo de ômega 3 é superior a 15% do valor calórico total diário ingerido, tendo como consequência alterações no metabolismo de ácidos graxos de cadeia longa, influenciando na produção de mediadores como prostaglandinas e leucotrienos, além do estresse oxidativo, que está diretamente relacionado ao grau de insaturação do triglicéride, levando a peroxidação lipídica (principalmente se houver deficiência de vitamina E) (WAITZBERG, 2007).

O ácido graxo ômega 3 é responsável pela maior reserva energética corporal de crianças e recém-nascidos, sendo de grande importância no período fetal e no período que vai do nascimento até o término do desenvolvimento bioquímico completo do cérebro e da retina, que acontece nos humanos até os dois anos de idade (PIOVESAN, 2010).

Estudos apontam que a suplementação de ácidos graxos ω -3 na dieta de pacientes com câncer de mama induz a diferenciação das células do câncer e esta diferenciação pode parar o crescimento do tumor, pois células diferenciadas não se multiplicam. Por exemplo, no caso de tumores de mama na fase inicial que são estrogênio-dependentes, o ω -3 pode reduzir o crescimento do tumor diminuindo o estímulo estrogênico nesses tumores (CARMO; CORREIA, 2009).

O câncer pode ter como consequência a caquexia, que é uma anormalidade metabólica que dificulta o anabolismo e permite a perda acentuada de massa muscular. A suplementação dietética de ômega 3 em pacientes com câncer tem demonstrado efeitos benéficos, sendo sugerido doses diárias de 0,3g/Kg, pois esse ácido graxo, além de auxiliar na qualidade de vida dos pacientes, tem utilidade como terapia coadjuvante no tratamento de pacientes que apresentam perda de peso significativa (CARMO; CORREIA, 2009).

A ação do ômega 3 nas doenças cardiovasculares é prevenindo a fibrilação ventricular e a morte súbita, além de promover a redução dos triglicérides plasmáticos, podendo promover também a redução da viscosidade do sangue, maior relaxamento do endotélio (tecido que reveste internamente as estruturas do aparelho circulatório, vasos e coração), efeitos antiarrítmicos e redução na captação de colesterol pelo fígado (NOVELLO; FRANCESCHINI; QUINTILIANO, 2008; MAGALHÃES et al., 2003; BARBOSA, 2007).

Em pessoas obesas, devido ao elevado estoque de gordura corporal, os níveis de marcadores inflamatórios são elevados. Sendo assim, devido aos seus efeitos anti-inflamatórios, a suplementação de ácidos graxos ômega 3 pode impedir a progressão da lesão aterosclerótica, minimizando assim o risco de doenças cardiovasculares (BARBOSA, 2007).

3.3 CHIA

A chia (*Salvia hispanica* L.), pertencente à família Lamiaceae, é uma planta herbácea de produção anual nativa do sul do México e norte da Guatemala (ROJAS, 2018). Suas sementes são geralmente consumidas colocadas em água ou suco de frutas (CAHILL, 2003), mas hoje em dia também é comum serem consumidas em iogurtes, pedaços de fruta ou pães. Atualmente, as sementes de chia são cultivadas comercialmente na Austrália, Bolívia, Colômbia, Guatemala, México, Peru, Argentina e vem ganhando terreno no Brasil, especialmente no oeste do Paraná e noroeste do Rio Grande do Sul (MIGLIAVACCA et al., 2014).

Além disso, a semente da chia pode ser usada e consumida inteira, na forma de farinha, mucilagem e óleo. É uma boa fonte de proteínas, fibras, minerais e polifenólicos (REYES-CAUDILLO; TECANTE; VALDIVIA-LÓPEZ, 2008). A semente e o óleo de chia contém um conjunto rico de antioxidantes naturais, aminoácidos essenciais, além de fibras, potássio, cálcio e ômega 3 (IXTAINA et al., 2011; JÚNIOR; LEMOS, 2012).

A chia apresenta grande atividade antioxidante e o seu óleo contém a maior proporção de ácido α -linolênico (ALA, C18:3 ω -3) dentre as fontes botânicas conhecidas, mas, apesar disso, sua utilização ainda é baixa, havendo a necessidade de maiores divulgações sobre seus benefícios (AYERZA, R. 1995).

A retirada do óleo da semente de chia concentra todos os ácidos graxos essenciais presentes nela, fornecendo um óleo de alto valor nutricional, com uma porcentagem considerável de ácido α -linolênico (ω -3) e linoleico (ω -6), podendo ser usado na formulação de diversos alimentos (Figura 2).

Figura 2 - Conteúdo de lipídios e composição de ácidos graxos da semente de chia (*Salvia hispanica* L.)*

	g.100 g ⁻¹
Lipídios	34,39
Gorduras saturadas	9,74
Ácido mirístico (C14:0)	0,03
Ácido pentadecanoico (C15:0)	0,03
Ácido palmítico (C16:0)	6,69
Ácido margárico (C17:0)	0,06
Ácido esteárico (C18:0)	2,67
Ácido behênico (C22:0)	0,09
Ácidotricosanoico (C23:0)	0,03
Ácido lignocérico (C24:0)	0,14
Gorduras monoinsaturadas	10,76
Ácido pentadecenoico (C15:1)	0,03
Ácido palmitoleico (C16:1)	0,09
Ácido oleico (C18:1- ω -9)	10,55
Ácido cis-eicosenoico (C20:1)	0,09
Gorduras poli-insaturadas	79,47
Ácido linoleico (C18:2- ω -6)	17,36
Ácido linolênico (C18:3- ω -3)	62,02
Ácido cis-eicosadienoico (C20:2)	0,03
Ácido cis-eicosatrienoico (C20:3)	0,03
Gordura trans	0,03
Ácido elaidico (C18:1)	0,03
Gorduras insaturadas	90,26

*% do total de lipídeos.

Fonte: Coelho e Salas-Mellado (2014).

Um estudo feito por Valenzuela et al. (2015) pretendeu avaliar as modificações do perfil de ácidos graxos do leite materno de mães que receberam óleo de chia durante a gestação. Foram estudadas 40 grávidas saudáveis, das quais receberam suplementação de 16 mL de óleo de chia durante 6 meses. Concluiu-se que o consumo de óleo de chia durante o primeiro e último trimestre da gravidez aumentou transitoriamente o teor de DHA do leite (VALENZUELA et al., 2015).

3.4 LINHAÇA

A linhaça (*Linum usitatissimum* L.) é uma semente geralmente comercializada como grão, moída, ou na forma de óleo. É rica em ácidos graxos ω -3, fibras, proteínas e compostos fenólicos (THOMPSON; CUNNANE, 2003). Existem duas variedades de linhaça que são mais consumidas, a linhaça marrom e a linhaça dourada, e sua cor é determinada pela quantidade de pigmentos no revestimento externo da semente (COSKUNER; KARABABA, 2007). A quantidade de pigmentos é determinada por fatores genéticos e ambientais (MORRIS, 2007), e não há mudança significativa na composição química das duas variedades (MUELLER et al., 2010).

A linhaça geralmente é encontrada como grão integral, moído, ou na forma de óleo, tendo o sabor e o aroma de nozes, podendo ser facilmente incorporada a diversos produtos como pães, biscoitos, bolos tipo muffins, biscoitos tipo cookies e bolos, tanto integralmente, como moída (MORRIS, 2007).

A semente de linhaça é considerada um alimento funcional nos dias de hoje, apesar de ser usada na alimentação e na medicina natural há séculos. Os benefícios da linhaça são atribuídos ao seu óleo rico em ácido alfa linolênico (ALA, C18:3 ω -3), ao alto teor de lignanas e às fibras alimentares (LEE et al., 1991).

Os peixes marinhos contêm os ácidos graxos de cadeia longa pré-formados, como o ácido eicosapentanoico (EPA, C20:5 ω -3) e o ácido docosahexanoico (DHA, C22:6 ω -3), enquanto o óleo de linhaça, que contém ácido alfa-linolênico (ALA, C18:3 ω -3), deverá ainda convertê-lo em EPA ou DHA no organismo. Ainda assim, o óleo de linhaça pode ser uma alternativa excelente de fonte de ômega 3 uma vez que não sofre oxidação lipídica de maneira rápida e não apresenta variação da composição de lipídios, diferente dos ácidos graxos presentes em peixes marinhos, que dependerá da espécie, da localização geográfica e da temperatura da água onde estes peixes são criados, além de que o óleo de linhaça apresenta uma melhor palatabilidade e odor para a suplementação (MARTINS et al., 2008).

O óleo de linhaça, como ilustrado na Figura 3, é composto por 57% de ácidos graxos Omega-3, 16% de Omega-6, 18% de ácidos graxos monoinsaturados e somente 9% de ácidos graxos saturados. A predominância de Omega-3 é três vezes superior ao Omega-6, fazendo com que seja a maior fonte vegetal de ácido linolênico (OOMAH, 2001; RAMCHARITAR et al., 2005), cinco vezes mais abundante que em nozes ou óleo de canola.

Figura 3 - Composição de ácidos graxos presente na semente de linhaça



Fonte: Cupersmid et al. (2012).

Um trabalho feito por Lucena (2015) estudou o efeito da suplementação de óleo de linhaça sobre o número de eosinófilos em crianças e adolescentes asmáticos, a fim de ver a relação dos ácidos graxos poli-insaturados com inflamações. Concluiu-se através deste estudo que a suplementação de óleo de linhaça diminuiu significativamente o número de eosinófilos circulantes em crianças e adolescentes asmáticos moderados. Também houve redução nos sintomas relatados pelos participantes, principalmente tosse e dispneia (LUCENA, 2015).

3.5 MICROENCAPSULAÇÃO POR COACERVAÇÃO COMPLEXA

A microencapsulação é uma técnica que permite recobrir pequenas gotas de um material líquido formando microcápsulas, protegendo seu conteúdo de fatores externos como a exposição direta à luz, água e calor (COCATO et al., 2007; FERREIRA et al., 2009). Além disso, favorece também a liberação controlada do material encapsulado sob condições específicas, reduz a volatilidade de líquidos (MENEZES et al., 2013), mascara o sabor de alguns componentes (ALVIM; GROSSO, 2005) e prolonga a vida útil do produto encapsulado (NORI et al., 2011), tendo assim, uma grande aplicabilidade.

O processo de microencapsulação exige o revestimento do material (núcleo ou recheio) com um ou vários agentes encapsulantes (material de parede) que pode ser formado por diferentes polímeros. Entre os hidrocolóides utilizados como

material de parede, as proteínas e polissacarídeos são estudados com frequência e entre os mais empregados na microencapsulação de óleos estão a gelatina e goma arábica (PENG et al., 2014; PIACENTINI et al., 2013). Os agentes encapsulantes influenciam no tamanho das microcápsulas, e o processo é finalizado com a secagem que pode ser obtida, entre outras técnicas, por liofilização, atomização e convecção (MAISUTTHISAKUL; GORDON, 2012).

Dentre as técnicas de microencapsulação para óleos, a coacervação complexa é a mais empregada. A coacervação complexa consiste na interação entre dois polímeros de cargas opostas (material de parede), onde um complexo entre esses polímeros é formado ao redor de gotículas ou partículas do material ativo (recheio), levando à formação de micropartículas (ALVIM; GROSSO, 2005; ZUANON et al., 2013). O emprego de gelatina e goma arábica como materiais encapsulantes tem mostrado ser eficiente na estabilidade de compostos bioativos, desde que controlados a temperatura, incidência de luz, umidade e pH (QV; ZENG; JIANG, 2011; QUAN et al., 2013).

A morfologia das micropartículas obtidas pela coacervação complexa pode ser mononucleada (núcleo único - gota única de óleo rodeado pelo material de parede) ou polinucleada (multi-gotículas de óleo rodeadas por uma parede comum) (KAUSHIK et al., 2015). Porém o tamanho e a forma das microcápsulas dependem de alguns fatores como: o método de formação da emulsão; parâmetros baseados nos materiais, como tipo de polímeros usados, seus pesos moleculares, densidade de carga, concentração e sua razão; e parâmetros baseados em processo, como pH, temperatura, resfriamento e taxas de solidificação (KAUSHIK et al., 2015).

O processo de coacervação complexa faz uso de diferentes combinações de materiais de parede, porém o par gelatina-goma arábica é o mais tradicional devido a vários fatores, tais como: o material hidrofóbico é totalmente revestido por polímeros, garantindo a proteção do material encapsulado contra condições adversas; produção de microcápsulas de formato arredondado (característica não observada na maioria das outras combinações de materiais de parede) e essa morfologia auxilia na aplicação de microcápsulas em produtos alimentícios devido à facilidade (COMUNIAN; FAVARO-TRINDADE, 2016).

3.6 SUCO DE GOIABA

A produção de sucos de frutas é vista como uma das atividades mais promissoras do ramo alimentar nacional e internacional, sendo o Brasil um dos maiores produtores mundiais de frutas tropicais (FERNANDES et al., 2006). A procura por sucos de frutas prontos, néctares (polpa com água e açúcar) e bebidas à base de polpa têm crescido a cada ano (FERNANDES et al., 2006).

Apesar da grande produção de frutas in natura, o fato de estas serem bastante perecíveis e passarem pelo processo de deterioração rapidamente dificultam a sua comercialização, especialmente a longas distâncias (LIMA et al., 2018). É necessária, então, a aplicação de tecnologias a fim de aproveitar essa matéria-prima, como o processamento de sucos e néctares. O Brasil se destaca na produção mundial de goiaba (*Psidium guajava L.*), esta fruta tropical é bastante apreciada por seu aroma, sabor e cor característicos, além de possuir elevado valor nutritivo e propriedades funcionais (FREITAS; SILVA, 2021).

A goiaba é um fruto de grande importância em regiões tropicais devido ao seu alto valor nutritivo e pelo seu grande consumo in natura, além também de ter uma capacidade de se desenvolver em condições adversas. Tem uma grande aplicação industrial como na fabricação de doces, compotas, geleias, frutas em calda, purês, alimentos para crianças, xaropes, fermentados, entre outros produtos. É uma fruta com grande quantidade de vitamina C e alguns sais minerais como cálcio, fósforo e ferro (BRASIL; MAIA; FIGUEIREDO, 1996; BRUNINI; OLIVEIRA; VARANDA, 2003).

O suco da goiaba tem a característica de ser mais denso e viscoso, o que facilita a introdução de outros compostos na formulação, pois é mais fácil de mascará-los e não modificar significativamente as características sensoriais.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido nos laboratórios do curso de Tecnologia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Londrina, e trata-se de uma pesquisa aplicada e quantitativa. Os óleos de chia (Pazze, Brasil) e linhaça (Pazze, Brasil) foram adquiridos no comércio de Rolândia-PR no período de dezembro de 2020. Para a microencapsulação dos óleos foi utilizado gelatina tipo B (Gelita do Brasil, Brasil) e goma arábica (Nexira, Brasil). Os sucos de goiaba (Prat's, Brasil) foram adquiridos no comércio de Rolândia no período de março e julho de 2021.

As análises foram realizadas no intuito de verificar a qualidade e composição dos óleos através da quantificação de ácidos graxos antes da microencapsulação. Após a microencapsulação por coacervação complexa dos óleos, foi realizada a caracterização das micropartículas por microscopia óptica, eficiência de encapsulação e distribuição de tamanhos por dispersão de luz (DLS) e foi feito, então, as formulações de suco controle (sem micropartículas), com micropartículas, e com óleo livre. As análises feitas no suco foram as físico-químicas (pH, acidez titulável, sólidos solúveis totais) e microbiológicas (bolores e leveduras, Salmonella e Enterobacteriaceae). Foi feita também a análise sensorial de todas as formulações com provadores não treinados.

4.1 QUANTIFICAÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS DOS ÓLEOS DE CHIA E LINHAÇA

O preparo dos ésteres metílicos de ácidos graxos foi feito conforme descrito na ISO5509 (ISO 2000). Os ésteres metílicos de ácidos graxos dos óleos de chia e linhaça foram separados em um cromatógrafo a gás (Claus 680, Perkin Elmer), utilizando uma coluna capilar de sílica fundida (Agilent CP-7420) de $0.25\mu\text{m} \times 100\text{ m} \times 0.25\text{ mm}$, com hélio como gás de arraste (vazão de $1,1\text{ mL/min.}$; split ratio de 1:1000, v/v) e com detector de ionização por chama (FID), conforme descrito por Gonçalves et al. (2019). Os parâmetros cromatográficos foram: temperatura de injeção de 240°C ; temperatura do detector de 250°C ; programação da temperatura da coluna de 80°C mantida por 1 min, com elevação a 160°C ; Rampa de temperatura de $20^\circ\text{C} / \text{min}$; e temperatura final do forno 250°C mantida por 58 min. Os dados obtidos foram analisados no software Total Chrom (Perkin Elmer).

4.2 MICROENCAPSULAÇÃO DE ÓLEOS POR COACERVAÇÃO COMPLEXA

Inicialmente, soluções de gelatina e de goma arábica ambas (2,5%,m/m) foram preparadas e mantidas a 50°C. Foi adicionado 70% (m/m) de óleo em relação à massa do material de parede à solução de gelatina e emulsionado usando o ultra turrax (10.000 rpm, 3 min). Na emulsão obtida adicionou-se a solução de goma arábica, água destilada a 50°C e foi ajustado o pH para 4,0. Depois, o sistema foi resfriado até 40°C e a partir deste ponto, mantendo o sistema em agitação branda, foi resfriado com auxílio de um banho com gelo até atingir 10°C. O coacervado ou o sistema decantado foi coletado, separado em placas de petri e liofilizado. A quantidade de óleo em relação à massa do material de parede foi determinada por testes preliminares.

4.2.1 Caracterização das micropartículas

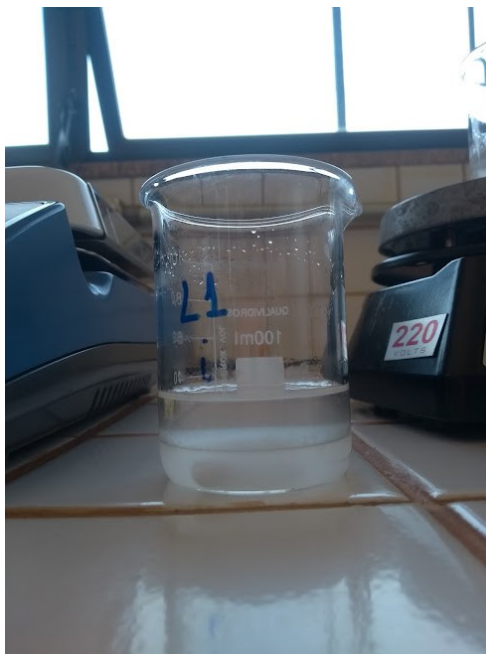
A morfologia das micropartículas foi avaliada em microscópio óptico (Motic, modelo BA210, China) acoplado a uma câmera digital (Motic, modelo Moticom +5, China) com captura de imagem usando objetiva de 10x magnificação.

O diâmetro médio (D50) e a distribuição de tamanho das micropartículas foram determinados por dispersão de luz (Horiba, modelo LV950, Japão) utilizando água destilada como meio de dispersão.

A eficiência de encapsulação foi determinada em função da diferença entre a quantidade de óleo total e a quantidade de óleo superficial. Para determinar a quantidade de óleo total, foi pesado 0,1000 g de micropartícula em um béquer e adicionado 10 mL de água destilada. Essa mistura foi levada ao aquecimento sob agitação constante a aproximadamente 100 °C por 5 minutos, até completa abertura das micropartículas e liberação do óleo encapsulado. Depois, foram feitas 3 extrações com 20 mL de uma solução de hexano:isopropanol (3:1), sendo que o sobrenadante (Figura 4) obtido em cada extração foi passado para uma placa de petri previamente tarada, seca em estufa a 105 °C e mantida em um dessecador. As placas de petri contendo o sobrenadante foram levadas à câmara de exaustão para evaporação completa do solvente. Depois de evaporado o solvente, as placas foram colocadas na estufa a 105 °C até peso constante, resultando no valor do óleo total

presente em 0,1000 g de partícula, através da diferença do peso inicial da placa tarada com o peso final. O processo foi feito em triplicata.

Figura 4 – Separação de fases no processo de determinação do óleo total microencapsulado



Fonte: Autoria própria (2020).

Para determinação do óleo superficial, foi pesado 0,2000 g de micropartículas em um béquer e adicionado 40 mL da mistura de hexano:isopropanol (3:1). A mistura foi mantida em agitação branda sem aquecimento por 5 minutos. Depois desse período, a mistura foi filtrada usando um funil de vidro e papel de filtro, onde o filtrado foi coletado em uma placa de petri previamente tarada, seca em estufa a 105 °C e mantida em um dessecador. As micropartículas retidas no papel de filtro foram lavadas duas vezes com 10 mL da mistura de solvente hexano:isopropanol (3:1), sendo o filtrado coletado na mesma placa de petri, que, após a filtragem, foram levadas á câmara de exaustão para evaporação completa do solvente. Depois de evaporado o solvente, as placas foram colocadas na estufa a 105 °C até peso constante, resultando no valor do óleo superficial presente em 0,2000 g de partícula, visto que não foi feita a abertura das micropartículas. O processo foi feito em triplicata. A eficiência de encapsulação (EE) foi calculada através da Equação 1:

$$EE (\%) = \frac{(O_t/P_t) - (O_s/P_s)}{(O_t/P_t)} \times 100 \quad (1)$$

Onde O_t é a quantidade de óleo total, O_s é a quantidade de óleo superficial, P_t é a quantidade de partículas usadas para determinação do óleo total e P_s é a quantidade de partículas usadas para determinação do óleo superficial.

4.3 APLICAÇÃO DE MICROPARTÍCULAS EM SUCO DE GOIABA

Micropartículas liofilizadas e óleo livre foram adicionados ao suco de goiaba na quantidade suficiente para proporcionar 300mg/100 mL de produto de ômega 3 (BRASIL, 2012). No total foram cinco amostras: controle (C), suco com óleo de chia livre (OC), suco com óleo de chia microencapsulado (PC), suco com óleo de linhaça livre (OL) e suco com óleo de linhaça microencapsulado (PL). O suco foi armazenado em tubos falcon higienizados e identificados (Figura 5) a 7°C durante 28 dias. A vida útil do suco de goiaba foi avaliada através de medida de pH, acidez titulável, sólidos solúveis totais (Brix) e contagem de bolores e leveduras, sendo as análises feitas a cada 7 dias.

Figura 5 – Amostras armazenadas em tubos falcon para estudo da vida útil



Fonte: Autoria própria (2021).

4.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DO SUCO DE GOIABA

O pH foi medido em potenciômetro (Hanna Instruments, modelo HI 2221, Brasil) devidamente calibrado com tampão pH 4,0 e 7,0.

A acidez total titulável foi determinada por titulação com NaOH 0,10 mol/L tendo como indicador fenolfetaleína 1% e expressa em mL de NaOH 0,10 mol/L por 100g da amostra (IAL, 2008), calculada através da Equação 2:

$$\text{Acidez em solução molar por 100 mL} = \frac{V \times f \times M \times 100}{A} \quad (2)$$

Onde V é o volume gasto de hidróxido de sódio 0,10 M, f é o fator de correção do hidróxido de sódio 0,10 M, M é a molaridade da solução de hidróxido de sódio 0,10 M e A é o volume da amostra em mL.

A determinação dos sólidos solúveis totais foi feita em refratômetro digital (Hanna Instruments, modelo HI 96801, Brasil). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

4.5 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

As análises microbiológicas foram realizadas previamente à análise sensorial para garantir a segurança do produto, sendo que a contagem de bolores e leveduras, além de ser feita antes da análise sensorial, também foi feita semanalmente durante o estudo da vida útil do suco adicionado de micropartículas. As formulações do suco de goiaba foram avaliadas conforme estabelecido pela Instrução Normativa Nº 60, de 23 de dezembro de 2019 da Anvisa (ANVISA, 2019).

A contagem de bolores e leveduras foi realizada a partir da inoculação de alíquotas de diluições do suco em ágar batata dextrose acidificado com ácido tartárico e incubação a 25°C por 5 dias (SILVA et al., 2007).

A contagem de Enterobactérias foi feita em Petrifilm com incubação a 37 °C por 24 horas. A análise de detecção de Salmonela foi feita conforme procedimento descrito em Silva et al. (2007).

4.6 ANÁLISE SENSORIAL DO SUCO

As amostras foram avaliadas por meio do teste afetivo com auxílio de escala Hedônica. As formulações foram processadas seguindo-se as normas de Boas Práticas de Fabricação. Após o processo, as amostras foram envasadas em copos plásticos descartáveis, tampados e identificados (Figura 6), armazenados em caixa com isolamento térmico a fim de manter a temperatura de refrigeração durante a entrega das amostras aos provadores. Os testes sensoriais foram realizados após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UTFPR (CAAE 25781819.6.0000.5547) e a realização de análises microbiológicas que comprovassem que os produtos estavam aptos ao consumo conforme exigido pela legislação (ANVISA, 2019).

Figura 6 – Amostras envasadas em copos plásticos tampados e identificados para análise sensorial



Fonte: Autoria própria (2021).

4.6.1 Recrutamento dos provadores

A equipe foi composta por consumidores de sucos de frutas, aproximadamente 50 provadores não treinados, com idade superior ou igual a 18 anos e gênero variado. O convite à participação foi baseado na frequência de consumo de suco de frutas de maneira a garantir que não apresentem qualquer tipo de problema com seu consumo e na disponibilidade de participar da sessão. Os participantes foram pessoas conhecidas da equipe de pesquisa. A equipe entrou em contato por telefone ou e-mail e entregou presencialmente o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Anexo B) aos participantes, quando foram informados sobre as características dos produtos e o período de duração dos testes. No caso de aceite e assinatura do TCLE, a entrega das amostras em sua residência foi previamente agendada via e-mail e/ou envio de mensagem em celular. No dia da análise foram entregues as cinco amostras e um questionário solicitando

informações sobre faixa etária, gênero, escolaridade, e hábitos de consumo referente a suco de frutas (Anexo A).

4.6.2 Condições do teste

Cinco amostras de suco, previamente envasadas em copos plásticos descartáveis com tampa no volume de 30 ml cada, foram entregues na residência dos participantes em data e horário agendados. As amostras foram codificadas com três dígitos, obtidas de uma tabela de números aleatórios. Junto com as amostras de suco, foi fornecido um copo com água mineral devidamente lacrado para que o provador limpe o palato entre a avaliação das amostras. Também foi fornecida uma ficha contendo uma escala hedônica híbrida de 10 pontos, ancorada nas extremidades e meio pelas expressões, “desgostei extremamente”, “não gostei, nem desgostei” e “gostei extremamente” (VILLANUEVA; PETENATE; SILVA, 2005) para avaliar a aceitação global e os atributos, sabor, textura, aroma e cor e intenção de compra (Anexo A).

4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram avaliados por análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância utilizando o software Statistica 10.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste item serão apresentados os resultados relacionados a: composição de ácidos graxos dos óleos de chia e linhaça, caracterização das micropartículas obtidas por coacervação complexa, avaliação da vida útil do suco de goiaba incorporado de micropartículas de óleo de chia e linhaça e óleo livre e aceitação sensorial do suco de goiaba.

5.1 COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS DOS ÓLEOS DE CHIA E LINHAÇA

A quantificação dos ácidos graxos presentes em um alimento, em especial óleos, diz muito sobre as características que esse produto pode apresentar. A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos da composição percentual dos ácidos graxos presentes nos óleos de chia e linhaça por meio da cromatografia gasosa.

Através dos resultados é possível observar que o ácido alfa-linolênico ômega 3 (C18:3n-3) esteve presente em maior quantidade tanto na composição do óleo de chia (607,5 mg/ g de óleo), quanto no óleo de linhaça (478,8 mg/ g de óleo). O segundo ácido graxo presente em maior quantidade no óleo de chia é o ácido linoleico (C18:2n-6C), e no óleo de linhaça o ácido oleico (C18:1n-9C). Em ambos os casos, a porcentagem de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) foi predominante, sendo 81,36% dos ácidos graxos presentes no óleo de chia, e 63,61% daqueles presentes no óleo de linhaça.

Em estudo feito por Barroso et al. (2014), óleo de sementes de linhaça marrom e dourada cultivadas no Brasil foi extraído por prensagem mecânica a frio e foi determinado o conteúdo de ácidos graxos por cromatografia gasosa de alta resolução. Os resultados mostraram que a quantidade de ácido alfa-linolênico foi de 584 mg/ g de óleo de linhaça marrom e 583 mg/ g de óleo de linhaça dourada, valores um pouco maiores do que os encontrados neste estudo de 478,8 mg/ g de óleo (BARROSO et al. 2014). O percentual de ácidos graxos poli-insaturados também foi maior no estudo feito por Barroso et al. (2014) (92,4%) do que o encontrado neste trabalho (63,61%). Essas diferenças podem ser explicadas pelo fato de que a composição das sementes de linhaça muda conforme o local e a maneira da qual ela é cultivada e o período de colheita (CUPERSMID et al., 2012).

Em outro estudo feito por Popa et al. (2012), a quantidade encontrada de ácido alfa-linolênico foi de 532,1 mg/ g de óleo, mais próximo ao encontrado neste trabalho.

Tabela 2 – Composição percentual dos ácidos graxos presentes nos óleos de chia e linhaça

Ácidos graxos	CHIA	LINHAÇA
	% de ácido graxo para cada óleo	
C14	0,04 ± 0,01	0,05 ± 0,01
C15	0,02 ± 0,00	0,03 ± 0,00
C16	7,05 ± 0,03	6,48 ± 0,05
C16:1	0,06 ± 0,00	0,11 ± 0,00
C17	0,05 ± 0,00	0,07 ± 0,00
C17:1	0,03 ± 0,00	0,04 ± 0,00
C18	3,51 ± 0,01	5,25 ± 0,11
C18:1n-9C	7,21 ± 0,01	23,93 ± 0,30
C18:2n-6T	0,14 ± 0,00	0,05 ± 0,00
C18:2n-6C	20,11 ± 0,02	15,31 ± 0,04
C18:3n-6	0,24 ± 0,00	0,18 ± 0,00
C18:3n-3	60,75 ± 0,03	47,88 ± 0,55
C20	0,33 ± 0,01	0,19 ± 0,02
C20:1	0,13 ± 0,00	0,13 ± 0,01
C20:2	0,04 ± 0,00	0
C20:4n-6	0,08 ± 0,00	0,19 ± 0,01
C21	0,05 ± 0,00	0
C22	0,04 ± 0,00	0,02 ± 0,02
C24	0,09 ± 0,00	0,12 ± 0,01
Saturados	11,19 ± 0,02	12,17 ± 0,18
Monoinsaturados	7,43 ± 0,01	24,21 ± 0,31
Poli-insaturados	81,36 ± 0,03	63,61 ± 0,50

Fonte: Autoria própria (2021).

C14 = Ácido Mirístico; C15 = Ácido Pentadecanóico; C16 = Ácido Palmítico; C16:1 = Ácido Palmitoléico; C17 = Ácido Heptadecanóico; C17:1 = Ácido cis-10-Heptadecanóico; C18 = Ácido Esteárico; C18:1n-9C = Ácido Oléico; C18:2n-6T = Ácido Linoelaidico; C18:2n-6C = Ácido Linoleico; C18:3n-6 = Ácido gama-linolênico; C18:3n-3 = Ácido alfa-linolênico; C20 = Ácido Araquídico; C20:1 = Ácido Eicosenoico; C20:2 = Ácido Eicosadienoico; C20:4n-6 = Ácido Araquidônico; C21 = Ácido Heneicosanoico; C22 = Ácido behênico; C24 = Ácido lignocérico.

Zanqui et al. (2013) analisou o perfil lipídico do óleo de chia por meio de cromatografia gasosa, onde foram encontrados 611,13 mg de C18:3n-3/ g de óleo e 81,09% de ácidos graxos poli-insaturados, resultados estes bem próximos ao

presente estudo, que foram de 607,5 mg de C18:3n-3/ g de óleo e 81,36% de ácidos graxos poli-insaturados. Em outro estudo feito por Ganzaroli (2014), a quantificação dos ácidos graxos presentes no óleo de chia por cromatografia gasosa resultou em 551,02 mg de C18:3n-3/ g de óleo e 81,48% de ácidos graxos poli-insaturados, o que também se assemelha ao presente estudo.

5.2 CARACTERIZAÇÃO DAS MICROPARTÍCULAS DE ÓLEO DE CHIA E LINHAÇA

A Tabela 3 apresenta os resultados de diâmetro médio (D_{50}), distribuição de tamanho das micropartículas (Span) e Eficiência de Encapsulação (EE), enquanto as Figuras 7 e 8 representam a morfologia das micropartículas de óleo de chia e óleo de linhaça respectivamente.

Tabela 3 – Valores de Diâmetros médios, Span e Eficiência de Encapsulação das micropartículas dos óleos de chia e linhaça

	Linhaça	Chia
Diâmetro médio (D_{50})	147,375 ± 1,518 μm	236,742 ± 9,346 μm
Span	1,347 ± 0,091	2,214 ± 0,077
Eficiência de encapsulação (EE)	64,20 %	69,82 %

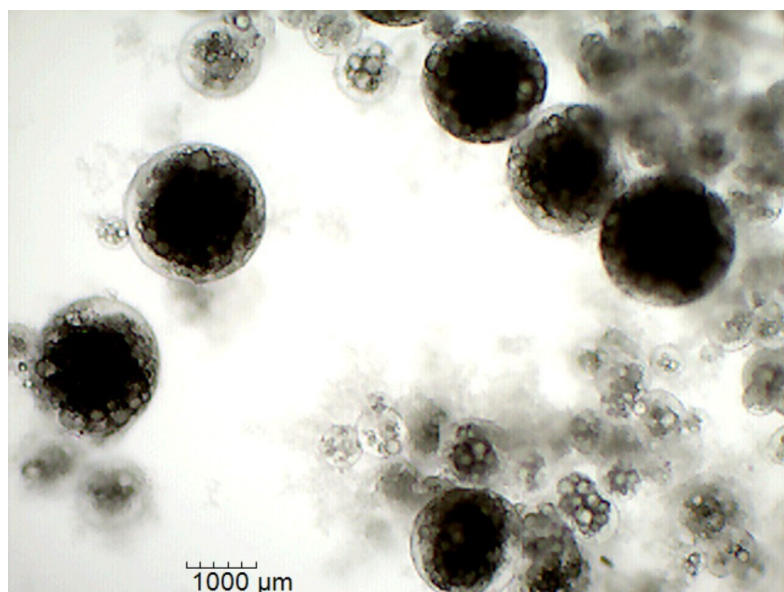
Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 7 – Morfologia das micropartículas de óleo de chia



Fonte: Autoria própria (2020).

Figura 8 – Morfologia das micropartículas de óleo de linhaça



Fonte: Autoria própria (2020).

As micropartículas apresentaram uma morfologia esférica de superfície contínua, sem fraturas aparentes, bem recheadas, multinucleadas e diâmetros médios (D50) de 147,375 μm para as micropartículas de óleo de linhaça e 236,742 μm para as micropartículas de óleo de chia. O tamanho e a morfologia são importantes parâmetros na determinação da estabilidade da dispersão, molhabilidade e dispersibilidade das micropartículas (TIMILSENA et al., 2016). Anwar e Kunz (2011) relatam que uma estrutura porosa e irregular é indesejável pois contribui para a difusividade do oxigênio, podendo ocorrer também a migração do óleo do núcleo para a superfície, acelerando o processo de oxidação. Além disso, a coacervação complexa permite a obtenção de micropartículas com diâmetros médios de 1 a 500 μm, sendo que, para a aplicação em alimentos, micropartículas com diâmetros inferiores a 100 μm facilitam a aplicação e permitem uma baixa percepção sensorial (FAVARO-TRINDADE; PINHO; ROCHA, 2008).

O valor de span é empregado como medida da distribuição granulométrica, relacionando os valores encontrados dos diâmetros das micropartículas correspondentes a 10, 50 e 90% da distribuição acumulada para uma amostra (DOMINGUES et al., 2008). Assim, o valor de span indica o quão homogêneo é a distribuição de tamanho e valores elevados de span indicam maior heterogeneidade ou polidispersão em sua distribuição. As micropartículas apresentaram um span de 1,347 para o óleo de linhaça e 2,214 para o óleo de chia, considerados valores

elevados, indicando pouca homogeneidade em relação ao tamanho das amostras. Os altos valores de span corroboram com as imagens de microscopia óptica que revelam micropartículas de diferentes tamanhos.

A Eficiência de Encapsulação (EE) foi menor (64,20%) para as micropartículas de óleo de linhaça e maior (69,82%) para as micropartículas de óleo de chia. De acordo com Assis et al. (2012) e Bakry et al. (2016), a coacervação complexa é uma técnica que apresenta alta EE, chegando até 99%. Em um estudo feito por Prata e Grosso (2015) obteve-se 91,8% de EE do óleo essencial de vetiver (planta herbácea nativa da Índia) utilizando gelatina e goma arábica como materiais de parede. Já em um estudo feito por Santos et al. (2015), a EE esteve na faixa de 31,42 a 62,94% na microencapsulação de xilitol, usando também gelatina e goma arábica como encapsulantes. Essa variação em relação à EE pode ser atribuída a vários fatores como a composição do material a ser encapsulado, as variações que podem ocorrer durante as etapas de microencapsulação, as concentrações das soluções usadas como material de parede e a qualidade da emulsão feita durante o processo (TOSONI; RODRIGUES, 2013).

5.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE SUCOS DE GOIABA INCORPORADOS DE MICROPARTÍCULAS E ÓLEO DE CHIA E LINHAÇA

Para o cálculo da quantidade de micropartículas a ser adicionada no suco a fim de torná-lo fonte de ômega 3, foi considerado que ao colocar as micropartículas no suco, o óleo superficial também entraria na formulação, pois não foi feita qualquer lavagem das micropartículas para retirada desse óleo. Assim, a eficiência de encapsulação foi calculada somente a fim de analisar o processo de coacervação complexa realizado, mas, para calcular a quantidade de micropartículas a ser adicionado no suco, se usou o valor do óleo total presente.

Considerando que 1 g de óleo de linhaça contém 478,8 mg de ácido alfa-linolênico ômega 3 (Tabela 2), e considerando que um produto precisa conter 300 mg de ômega 3 em 100 mL para ser fonte de tal ácido graxo, através de uma regra de três básica, obtém-se que, para ser fonte, um produto precisa conter 0,6266 g de óleo de linhaça. Sabendo-se que, na média, 0,1048 g de micropartículas contém 0,0428 g de óleo de linhaça, também através de uma regra de três, conclui-se que, a quantidade de 0,6266 g de óleo de linhaça está presente em 1,53 g de

micropartículas. Assim, para que o suco de goiaba seja fonte de ômega 3, necessitou-se a adição de 1,53 g de micropartículas de óleo de linhaça em 100 mL de suco. Os mesmos cálculos foram feitos para as micropartículas de óleo de chia, chegando ao resultado de que é necessário adicionar 1,34 g de micropartículas de óleo de chia em 100 mL de suco a fim de torna-lo fonte de ômega 3. Para as amostras com óleo livre, foi adicionado a quantidade de 0,6266 g e 0,4936 g em 100 mL de suco de óleo de linhaça e óleo de chia respectivamente.

Após a aplicação das micropartículas e do óleo livre no suco de goiaba, as amostras foram identificadas como: Amostra de suco controle (C), onde não foi adicionado nem óleo livre, nem micropartículas; Amostra de suco com óleo livre de linhaça (OL); Amostra de suco com óleo livre de chia (OC); Amostra de suco com micropartículas de óleo de Linhaça (PL); E amostra de suco com micropartículas de óleo de chia (PC).

Na Tabela 4, que representa os resultados da análise de sólidos solúveis totais (Brix), pode-se observar que nos tempos 0, 7, 21 e 28 não houve diferença significativa entre as amostras. Somente no tempo 14, a amostra OC apresentou um teor de sólidos solúveis totais significativamente diferente das demais amostras. Isso indica que a adição de óleo livre ou de micropartículas não alterou significativamente o teor de sólidos solúveis do suco de goiaba. Já, analisando a mesma amostra em tempos diferentes, somente a amostra OL não apresentou diferença significativa durante os 28 dias de estudo, ou seja, todas as outras amostras, conforme o tempo, tiveram alterações significativas no seu teor de sólidos solúveis totais, o que indica mudanças na composição do suco conforme o tempo. Segundo a Instrução Normativa nº 37, de 1º de outubro de 2018 do MAPA, sucos de goiaba devem apresentar um mínimo de 7° Brix, sem um valor máximo, assim, as amostras aqui estudadas atendem a legislação vigente.

Tabela 4 – Teor de sólidos solúveis totais em sucos de goiaba adicionados de micropartículas e óleos de chia e linhaça durante armazenamento refrigerado

Sólidos solúveis totais (°Brix)					
Formulações	0	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias
C	9,9 ± 0,2 ^{a,A}	9,1 ± 0,3 ^{a,B}	9,7 ± 0,1 ^{a,A}	9,7 ± 0,2 ^{a,A}	9,5 ± 0,1 ^{a,AB}
OL	9,6 ± 0,2 ^{a,A}	9,4 ± 0,0 ^{a,A}	9,7 ± 0,1 ^{a,A}	9,7 ± 0,2 ^{a,A}	9,6 ± 0,1 ^{a,A}
OC	9,6 ± 0,2 ^{a,AB}	9,4 ± 0,1 ^{a,B}	9,5 ± 0,1 ^{b,AB}	9,7 ± 0,1 ^{a,A}	9,6 ± 0,1 ^{a,AB}
PL	9,7 ± 0,1 ^{a,A}	9,5 ± 0,1 ^{a,B}	9,7 ± 0,0 ^{a,A}	9,7 ± 0,0 ^{a,A}	9,6 ± 0,1 ^{a,AB}
PC	9,7 ± 0,1 ^{a,A}	9,4 ± 0,0 ^{a,B}	9,8 ± 0,1 ^{a,A}	9,7 ± 0,0 ^{a,A}	9,7 ± 0,1 ^{a,A}

Fonte: Autoria própria (2021).

C = Amostra Controle; OL = Amostra com Óleo de Linhaça livre; OC = Amostra com Óleo de chia livre; PL = Amostra com Partículas de óleo de Linhaça; PC = Amostra com Partículas de óleo de Chia. Letras minúsculas iguais na mesma coluna e letras maiúsculas iguais na linha indicam que não houve diferença significativa entre as amostras ao nível de 5% de significância segundo o teste de Tukey.

Um estudo feito por Cavalcanti et al. (2006) determinou o teor de sólidos solúveis totais de diferentes produtos industrializados, entre eles o suco de goiaba, encontrando o valor médio de 10,23 °Brix, valor um pouco acima do encontrado no presente estudo. Essa diferença é comum, pois o teor de sólidos solúveis totais de qualquer suco de fruta depende da composição das frutas usadas na produção do suco, do local de cultivo dessas frutas, do processo tecnológico empregado para a produção do suco e dos outros componentes adicionados ao suco, como a sacarose, o que pode mudar de indústria para indústria.

Em relação ao pH, apresentado na Tabela 5, houve diferença significativa tanto entre as amostras em um mesmo tempo, tanto com a mesma amostra em tempos diferentes, indicando que a adição dos óleos e das micropartículas de chia e linhaça alteraram o pH do suco de goiaba, assim como o tempo de armazenamento, que também teve influência sobre o pH do produto. Isso pode estar associado ao fato de que quando se há uma mistura de substâncias o pH tende a mudar, pois pode ocorrer reações bioquímicas entre os componentes adicionados no suco, alterando o pH do sistema. Também é possível observar que não há um padrão linear na mudança do pH de uma mesma amostra conforme o tempo, mostrando que este pode tanto se elevar quanto abaixar durante o armazenamento. Reações de degradação tendem a mudar o pH do meio, e podem ocorrer durante o armazenamento devido a diversos fatores como presença de microrganismos, luminosidade, oxidação e temperatura de armazenamento (BORGES et al., 2017).

Tabela 5 – Valores de pH em sucos de goiaba adicionados de micropartículas e óleos de chia e linhaça durante armazenamento refrigerado

Formulações	pH				
	0	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias
C	3,94 ± 0,09 ^{b,BC}	4,00 ± 0,02 ^{b,B}	4,02 ± 0,01 ^{a,B}	3,85 ± 0,03 ^{c,C}	4,19 ± 0,05 ^{a,A}
OL	4,02 ± 0,02 ^{ab,BC}	4,16 ± 0,09 ^{a,AB}	3,94 ± 0,01 ^{c,C}	4,18 ± 0,02 ^{a,A}	3,98 ± 0,06 ^{b,C}
OC	4,04 ± 0,03 ^{ab,A}	4,04 ± 0,02 ^{ab,A}	3,98 ± 0,02 ^{b,A}	3,90 ± 0,04 ^{c,B}	4,03 ± 0,02 ^{b,A}
PL	4,03 ± 0,04 ^{ab,A}	4,00 ± 0,02 ^{b,AB}	3,95 ± 0,02 ^{bc,B}	3,86 ± 0,01 ^{c,C}	4,03 ± 0,04 ^{b,A}
PC	4,07 ± 0,01 ^{a,A}	4,06 ± 0,02 ^{ab,AB}	4,01 ± 0,01 ^{a,BC}	4,03 ± 0,04 ^{b,ABC}	3,99 ± 0,02 ^{b,C}

Fonte: Autoria própria (2021).

C = Amostra Controle; OL = Amostra com Óleo de Linhaça livre; OC = Amostra com Óleo de chia livre; PL = Amostra com Partículas de óleo de Linhaça; PC = Amostra com Partículas de óleo de Chia. Letras minúsculas iguais na mesma coluna e letras maiúsculas iguais na linha indicam que não houve diferença significativa entre as amostras ao nível de 5% de significância ($p > 0,05$) segundo o teste de Tukey.

No estudo feito por Cavalcanti et al. (2006), o suco de goiaba industrializado apresentou um pH de 3,21, sendo um valor menor do que os encontrados no presente estudo. O pH, assim como o conteúdo de sólido solúveis, pode variar devido à composição das frutas usadas na produção do suco, do processo tecnológico empregado na produção do suco e dos outros componentes adicionados ao suco, o que justifica essa diferença de valores entre os estudos. Segundo a Instrução Normativa nº 37, de 1º de outubro de 2018, sucos de goiaba devem apresentar um pH mínimo de 3,5, sem um valor máximo, assim, as amostras aqui estudadas atendem a legislação vigente.

Na Tabela 6, onde se tem os resultados de acidez titulável, as amostras são significativamente diferentes entre si no mesmo tempo, além de que uma mesma amostra também apresenta valores significativamente diferentes em função do tempo, assim como no pH. É possível observar que, no tempo 0, as amostras C, OL e OC apresentaram valores de acidez estatisticamente iguais, enquanto as amostras PL e PC são significativamente diferentes. Tal fato se repete ao longo dos 28 dias. Em relação a uma mesma amostra em tempos diferentes, é possível observar que todas as amostras tiveram quedas nos valores de acidez até 14 dias, depois voltaram a subir em 21 dias, e, novamente, decresceram em 28 dias, porém em proporções diferentes. Isso mostrou que tanto a adição das micropartículas e dos óleos de chia e linhaça, quanto o tempo de armazenamento são fatores que afetaram diretamente a acidez do suco de goiaba. A acidez também é influenciada pelas reações de degradação que podem ocorrer durante o armazenamento devido

a presença de microrganismos, luminosidade, oxidação e temperatura de armazenamento (BORGES et al., 2017).

Tabela 6 – Resultados da acidez titulável em sucos de goiaba adicionados de micropartículas e óleos de chia e linhaça durante armazenamento refrigerado

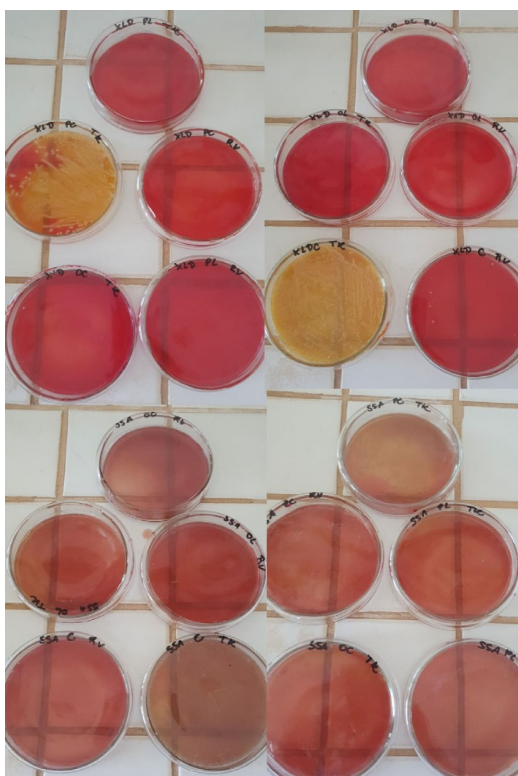
Formulações	Acidez (%)				
	0	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias
C	4,72 ± 0,09 ^{ab,A}	3,99 ± 0,06 ^{c,B}	3,28 ± 0,06 ^{ab,C}	4,1 ± 0,03 ^{b,B}	4,09 ± 0,06 ^{b,B}
OL	4,69 ± 0,14 ^{ab,A}	3,99 ± 0,03 ^{c,C}	3,32 ± 0,10 ^{ab,D}	4,32 ± 0,10 ^{b,B}	4,1 ± 0,08 ^{b,BC}
OC	4,91 ± 0,06 ^{a,A}	4,07 ± 0,05 ^{bc,C}	3,58 ± 0,12 ^{a,D}	4,32 ± 0,10 ^{b,B}	4,05 ± 0,06 ^{b,C}
PL	4,59 ± 0,06 ^{bc,A}	4,29 ± 0,08 ^{a,B}	3,58 ± 0,06 ^{a,C}	4,62 ± 0,10 ^{a,A}	4,29 ± 0,06 ^{a,B}
PC	4,39 ± 0,08 ^{c,AB}	4,24 ± 0,10 ^{ab,B}	3,22 ± 0,20 ^{b,C}	4,59 ± 0,06 ^{a,A}	4,3 ± 0,08 ^{a,AB}

Fonte: Autoria própria (2021).

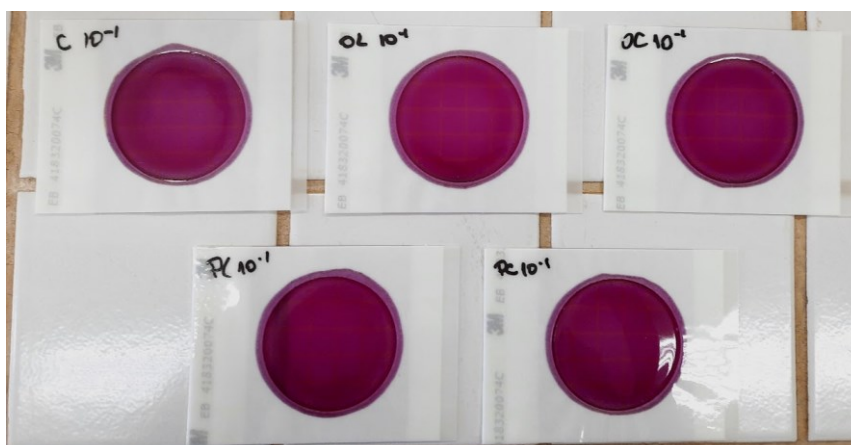
C = Amostra Controle; OL = Amostra com Óleo de Linhaça livre; OC = Amostra com Óleo de chia livre; PL = Amostra com Partículas de óleo de Linhaça; PC = Amostra com Partículas de óleo de Chia. Letras minúsculas iguais na mesma coluna e letras maiúsculas iguais na linha indicam que não houve diferença significativa entre as amostras ao nível de 5% de significância ($p > 0,05$) segundo o teste de Tukey.

5.4 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DE SUCOS DE GOIABA INCORPORADOS DE MICROPARTÍCULAS E ÓLEO DE CHIA E LINHAÇA

Os testes microbiológicos para realização da análise sensorial foram feitos no tempo 0 juntamente com o início da análise de vida útil das amostras. Foram feitos os testes de detecção de Salmonela (Figura 9), Enterobactérias (Figura 10) e bolores e leveduras (Tabela 7). As amostras apresentaram ausência de Salmonella, pois a colônia característica desta bactéria é lisa, convexa, circular, brilhante e com coloração negra, características estas que não apareceram no teste realizado, como pode ser observado na Figura 9, atendendo à legislação vigente, que pressupõe ausência de Salmonela por mL de amostra (ANVISA, 2019). A contagem de Enterobactérias foi < 10 UFC/ml para todas as amostras de suco (Figura 10), estando também de acordo com a legislação vigente (ANVISA, 2019). Para a contagem de bolores e leveduras (Tabela 7), no tempo 0, todas as amostras estiveram de acordo com a legislação, que é de $m = 10$ UFC/mL e $M = 10^2$ UFC/mL (ANVISA, 2019), apresentando qualidade aceitável. Assim, as amostras se mostraram aptas a seguir para a análise sensorial, pois os padrões microbiológicos foram atendidos.

Figura 9 – Análise de Salmonela

Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 10 – Análise de Enterobactéria

Fonte: Autoria própria (2021).

Através da Tabela 7 pode-se observar que, durante os 28 dias, a amostra C esteve dentro dos padrões microbiológicos; as amostras OL e OC tiveram qualidade aceitável até 21 dias, e qualidade intermediária em 28 dias; a amostra PL esteve dentro dos padrões microbiológicos até 7 dias, e, a partir de 14 dias, esteve fora dos padrões, apresentando qualidade inaceitável; e a amostra PC apresentou qualidade

aceitável até 7 dias, qualidade intermediária em 14 dias e, a partir de 21 dias, mostrou qualidade inaceitável, estando fora dos padrões microbiológicos segundo a legislação (ANVISA, 2019). Isso pode ter acontecido porque não houve esterilização dos materiais utilizados para fazer as micropartículas, apenas higienização, sem contar que durante o processo de microencapsulação há bastante manipulação dos materiais e exposição ao ambiente, o que pode contribuir para a contaminação do material. Além disso, quando essas micropartículas são adicionadas no suco, os microrganismos presentes encontram substrato suficiente para se multiplicar, ocorrendo um crescimento rápido das unidades formadoras de colônias, explicando o fato das amostras contendo as micropartículas (PL e PC) estarem fora dos padrões microbiológicos antes das demais amostras. Como nas amostras C, OL e OC há pouca manipulação durante o estudo, os padrões microbiológicos foram muito mais satisfatórios.

Tabela 7 – Resultados da contagem de bolores e leveduras de sucos de goiaba adicionados de micropartículas e óleos de chia e linhaça durante armazenamento refrigerado

Formulações	Bolores e leveduras (UFC/mL)				
	0	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias
C	<10	5	10	10	10
OL	10	5	10	5	40
OC	5	<10	<10	<10	15
PL	<10	5	6,55x10 ²	2,85x10 ³	1,1x10 ²
PC	5	<10	45	3,55x10 ³	5,35x10 ³

Fonte: Autoria própria (2021).

C = Amostra Controle; OL = Amostra com Óleo de Linhaça livre; OC = Amostra com Óleo de chia livre; PL = Amostra com Partículas de óleo de Linhaça; PC = Amostra com Partículas de óleo de chia.

5.4 ANÁLISE SENSORIAL DE SUCOS DE GOIABA INCORPORADOS DE MICROPARTÍCULAS E ÓLEO DE CHIA E LINHAÇA

Na análise sensorial participaram 50 provadores, sendo 30 mulheres e 20 homens, a maioria na faixa dos 19 a 30 anos (42%). Apenas 10 apresentaram ensino superior completo, e 7 provadores disseram não gostar de suco de goiaba. Em relação à frequência de consumo de suco de goiaba, (72% dos provadores) diz consumi-lo eventualmente. As características mais relevantes na hora da compra de um suco foram aparência (36%), preço (24%) e valor nutricional (20%). Quanto ao consumo de outro alimento contendo óleos de chia e linhaça, 44 pessoas

responderam que nunca consumiram outro produto contendo tais óleos, enquanto 6 participantes já consumiram produtos como iogurte, biscoito, pães, bolos e muffins contendo óleos de chia ou linhaça. Já em relação ao conhecimento ou não dos benefícios dos óleos de chia e linhaça, (72% dos provadores) afirmaram não conhecer tais benefícios.

A Tabela 8 apresenta as médias das notas dos atributos sensoriais, dadas pelos provadores através da escala Hedônica pela análise sensorial realizada.

Tabela 8 - Média das notas dos atributos sensoriais de suco de goiaba adicionados de micropartículas e óleo de chia e linhaça

	Cor	Aroma	Textura	Sabor	Nota Global
C	8,14 ± 1,62 ^a	8,06 ± 1,75 ^a	8,06 ± 1,68 ^a	8,02 ± 1,97 ^a	8,25 ± 1,50 ^a
OL	6,28 ± 2,05 ^c	6,12 ± 2,24 ^b	6,12 ± 2,45 ^c	5,98 ± 2,47 ^b	6,24 ± 1,96 ^b
OC	7,1 ± 1,70 ^{bc}	6,74 ± 1,90 ^b	6,58 ± 1,97 ^{bc}	6,52 ± 2,28 ^b	6,90 ± 1,66 ^b
PL	6,72 ± 2,26 ^{bc}	6,78 ± 2,36 ^b	6,58 ± 2,28 ^{bc}	7,12 ± 2,26 ^{ab}	7,00 ± 2,15 ^b
PC	7,46 ± 1,40 ^{ab}	6,74 ± 1,76 ^b	7,26 ± 1,59 ^{ab}	7,02 ± 1,81 ^{ab}	7,13 ± 1,36 ^b

Fonte: Autoria própria (2021).

C = Amostra Controle; OL = Amostra com Óleo de Linhaça livre; OC = Amostra com Óleo de chia livre; PL = Amostra com Partículas de óleo de Linhaça; PC = Amostra com Partículas de óleo de chia. Letras minúsculas iguais na mesma coluna indicam que não houve diferença significativa entre as amostras ao nível de 5% de significância ($p > 0,05$) segundo o teste de Tukey.

Através da Tabela 8 pode-se observar que as notas atribuídas à amostra controle foram maiores que as demais amostras em todos os atributos sensoriais avaliados, porém, nos quesitos cor, textura e sabor não apresentou diferença significativa em relação à amostra PC. As amostras PC e PL não apresentaram diferenças significativas nos atributos sensoriais ($p > 0,05$). Através do gráfico, é possível visualizar que a amostra controle teve maiores notas, seguida da amostra contendo micropartículas de óleo de chia, e depois, a amostra contendo micropartículas de óleo de linhaça, apresentando notas entre 6-8, que ficam entre “Não gostei, nem desgostei” e “Gostei extremamente” na escala hedônica. A amostra contendo óleo livre de linhaça apresentou as menores notas, indicando que a microencapsulação protegeu os óleos e mascarou o sabor.

Os principais comentários foram em relação às amostras OL e OC, onde diziam que as gotículas de óleo aparentes na superfície atrapalhavam o sabor e o visual do suco, dando um aspecto não agradável. O segundo comentário mais recorrente foi em relação a amostra PC, onde diziam que o suco estava mais denso,

parecendo ter mais polpa de fruta que os demais, dando uma textura e sabor agradáveis ao paladar. Ao final do teste, 42 pessoas disseram que comprariam suco de goiaba contendo micropartículas de óleo de chia e linhaça, e o valor mais escolhido (56%) para uma embalagem de suco de 330 mL foi de R\$6,00.

Um estudo feito por Stefani et al. (2019) visou preparar e caracterizar nanopartículas de óleo de linhaça por spray-drying utilizando mucilagem de semente de chia como material de parede, a fim de aumentar a solubilidade do óleo em água protegendo-o da degradação, além de aplicar as nanopartículas em um suco de laranja e avaliá-lo sensorialmente. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa entre os parâmetros sensoriais avaliados (aparência, cor, sabor, aroma, textura, gosto residual e aceitabilidade geral), sendo que o suco enriquecido com as nanopartículas de óleo de linhaça apresentou uma aceitabilidade geral de 86% (STEFANI et al., 2019). Outro estudo feito por Habibi et al. (2017) mostrou a adição de micropartículas de óleo de peixe ao suco de romã levou a uma diminuição considerável da aceitabilidade sensorial, especialmente no que diz respeito ao odor ou sabor.

6 CONCLUSÃO

O perfil lipídico dos óleos de chia e linhaça apresentaram valores elevados de ácidos graxos poli-insaturados, em especial o alfa-linolênico ômega 3, demonstrando que esses óleos apresentam um alto valor nutricional. Foi possível a microencapsulação dos óleos de chia e linhaça pela técnica de coacervação complexa, obtendo-se eficiência de encapsulação variando de 64,20 a 69,82%.

As análises físico-químicas feitas durante o estudo da vida útil do suco mostraram que o teor de sólidos solúveis não mudou com a adição das micropartículas e dos óleos de chia e linhaça, diferente do pH e acidez, que apresentaram mudanças com a adição destes componentes. Os parâmetros físico-químicos sofreram alterações conforme o tempo de armazenamento, devido à presença de microrganismos, luminosidade, oxidação e temperatura de armazenamento.

As análises microbiológicas demonstraram que a adição de micropartículas de óleo de chia e linhaça alteraram os padrões microbiológicos do suco e diminuíram sua vida útil. Isto se dá pelo fato de que os materiais usados para o desenvolvimento das micropartículas foram apenas higienizados, e não esterilizados, e durante o processo de microencapsulação, se tem muita manipulação do produto, sem contar o contato constante com o ambiente.

A análise sensorial demonstrou que a amostra de suco controle apresentou a melhor aceitação em relação a todos atributos sensoriais, porém, a amostra PC contendo micropartículas de óleo de chia também teve uma boa aceitação sensorial, não diferindo significativamente da amostra controle nos quesitos cor, textura e sabor, além de ter recebido comentários positivos dos provadores. As amostras com óleo livre de chia e linhaça foram as menos aceitas.

Pode-se concluir, então, que é possível adicionar micropartículas de óleos ricos em ácidos graxos poli-insaturados ômega 3 em bebidas a fim de elevar seu valor nutricional, tendo uma boa aceitação sensorial, mas ainda é necessário estudos posteriores, visando diminuir a carga microbiológica das partículas, a fim de estender a vida útil do produto. Também necessária uma análise da composição e da oxidação lipídica dos óleos depois de microencapsulados e adicionados no suco. A aplicação das micropartículas em diferentes alimentos, além do suco, também pode ser de grande interesse para estudos futuros.

REFERÊNCIAS

- ALVIM, Izabela Dutra, GROSSO, Carlos Raimundo Ferreira. Microparticles obtained by complex coacervation: Influence of the type of reticulation and the drying process on the release of the core material. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 4, p. 1069-1076, 2010.
- ANWAR, Sri Haryani; KUNZ, Benno. The influence of drying methods on the stabilization of fish oil microcapsules: Comparison of spray granulation, spray drying, and freeze drying. **Journal of Food Engineering**, v. 105, n. 2, p. 367–378, 2011.
- ASSIS, Letícia Marques de et al. Características de nanopartículas e potenciais aplicações em alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.15, n.2, p.99-109, 2012.
- AYERZA, R. Oil content and fatty acid composition of chia (*Salvia hispanica* L.), from five northeastern locations in Argentina. **Journal of the American Oil Chemists' Society (USA)**, v.72, p.1079-1081, 1995.
- BARBOSA, Kiriaque Barra Ferreira et al. Ácidos graxos das séries ômega-3 e 6 e suas implicações na saúde humana. **Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**. v. 32, n.2, p. 129-145, 2007.
- BAKRY, Amr M. et al. Microencapsulation of oils: A Comprehensive review of benefits, techniques, and applications. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.15, n.1, p.143-182, 2016.
- BARROSO, Ana Karina Mauro et al. Linhaça marrom e dourada: propriedades químicas e funcionais das sementes e dos óleos prensados a frio. **Ciência Rural**, v.44, n.1, 2014.
- BETANCOR, Mônica Beatriz et al. Evaluation of a high-EPA oil from transgenic *Camelina sativain* feeds for Atlantic salmon (*Salmo salar*L.): Effects on tissue fatty acid composition, histology and gene expression. **Aquaculture**, v. 444, p.1-12, 2015.
- BOCCHI, Edimar Alcides et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia. Atualização da Diretriz Brasileira de Insuficiência Cardíaca Crônica - 2012. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v.98, n.1, supl. 1, p. 1-33, 2012.
- BORGES, Paulo Rogerio Siriano et al. Efeito da forma de armazenamento na estabilidade físico-química de suco de maracujá-amarelo e suco de goiaba 'Pedro Sato'. **Revista Fimca**, v.4, n.1, p. 81-90, 2017.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº18, de 30 de abril de 1999. Regulamento Técnico das Diretrizes Básicas para Análise e Comprovação de Propriedades Funcionais e/ou de Saúde Alegadas em Rotulagem de Alimentos. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 3 mai. 1999.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC N° 54, de 12 de novembro de 2012. Regulamento técnico sobre informação nutricional complementar. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**: Brasília, DF, 2012.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n° 37, de 1° de outubro de 2018. Parâmetros Analíticos de Suco e Polpa de Frutas e a Listagem das Frutas e Demais Quesitos Complementares aos Padrões de Identidade e Qualidade. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**: Brasília, DF, 08 out. 2018. Seção 1, p. 23.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa n° 60, de 23 de dezembro de 2019. Lista de padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 2019.

BRASIL, Isabella Montenegro; MAIA, Geraldo Arraes; FIGUEIREDO, Raimundo Wilane de. Physicochemical changes during extraction and clarification of guava juice. **Food Chemistry**, v. 54, n. 4, p. 383-386, 1995.

BRUNINI, Maria Amalia; OLIVEIRA, Antonio Luís de; VARANDA, Daniel Barbosa. Avaliação da qualidade de polpa de goiaba “Paluma” armazenada a -20°C. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 394-396, 2003.

CAHILL, Joseph P. Ethnobotany of Chia, *Salvia hispanica* L. (Lamiaceae). **Economic Botany**, New York, v. 57, n. 4, p. 604-618, 2003.

CAMPO, Camila de et al. Nanoencapsulation of chia seed oil with chia mucilage (*Salvia hispanica* L.) as wall material: Characterization and stability evaluation. **Food Chemistry**, v.234, p.1–9, 2017.

CARMO, Maria Carmen Neves Souza; CORREIA, Maria Isabel Toulson Davisson. Importância dos ácidos graxos ômega-3 no câncer. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v.55, n.3, p.279-287, 2009.

CAVALCANTI, Alessandro Leite et al. Determinação dos Sólidos Solúveis Totais (OBrix) e pH em Bebidas Lácteas e Sucos de Frutas Industrializados. **Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada**, v. 6, n. 1, p. 57-64, 2006.

CIFTCI, Ozan Nazim; PRZYBYLSKI, Roman; RUDZINSKA, Magdalena. Lipid components of flax, perilla, and chia seeds. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v.114, n.7, p.794-800, 2012.

COCATO, Maria Lucia et. al. Avaliação por métodos in vitro e in vivo da biodisponibilidade de sulfato ferroso microencapsulado. **Revista de Nutrição**, v. 20 n. 3, p. 239-247, Campinas, 2007.

COELHO, Michele Silveira; SALAS-MELLADO, Myriam. Chemical Characterization of Chia (*Salvia hispanica* L.) for Use in Food Products. **Journal of Food and Nutrition Research**, v. 2, n. 5, p. 263-269, 2014.

COMUNIAN, Talita A., FAVARO-TRINDADE, Carmen S. Microencapsulation using biopolymers as an alternative to produce food enhanced with phytosterols and ω -3 fatty acids. A review. **Food Hydrocolloids**, v. 61, p. 442-457, 2016.

COSKUNER, Yalcin; KARABABA, Ersan. Some physical properties of flaxseed (*Linum. usitatissimum* L.). **Journal of Food Engineering**, v.78, n.3, p.1067-1073, 2007.

CUPERSMID, Lilian et al. Linhaça: Composição química e efeitos biológicos. **e-Scientia**, v.5, n. 2, p. 33-40, 2012.

DOMINGUES, Gislane Scholze et al. Micropartículas nanorrevestidas contendo um fármaco modelo hidrofóbico: preparação em etapa única e caracterização biofarmacêutica. **Química Nova**, v. 31, n.8, p.1966-1972, 2008.

FAVARO-TRINDADE, Carmen; PINHO, Samantha.; ROCHA, Glaucia Aguiar. Revisão: Microencapsulação de ingredientes alimentícios. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.11, n.2, p. 103-112, 2008.

FERNANDES, Aline Gurgel et al. Sucos tropicais de acerola, goiaba e manga: avaliação dos padrões de identidade e qualidade. **Revista Ceres**, v.53, n.307, p.302-308, 2006.

FERREIRA, Daniela S. et. al. Encapsulation of Blackberry Anthocyanins by Thermal Gelation of Curdlan. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 30, n. 10, p. 1908-1915, São Paulo, 2009.

FETT, Carlos Alexandre et al. Suplementação de ácidos graxos ω -3 ou triglicerídios de cadeia média para indivíduos em treinamento de força. **Motriz**, v.7, n.2, p.83-91, 2001.

FREITAS, Bruna Mirelle Vicente Alves; SILVA, Jose Nnehanderson Freitas da. Caracterização físico-química de refresco, néctar e suco tropical comercial sabor goiaba. **Brazilian Journal of Development**, v.7, n.10, p.95051-95058, Curitiba, 2021.

GANZAROLI, Jéssica Franzão. **Avaliação da composição centesimal e do perfil de ácidos graxos presentes nas sementes *Salvia hispânica* L. (chia)**. 2014. 35 f. Monografia (Trabalho de conclusão de curso de graduação de Engenharia de Alimentos) - Departamento dos Cursos de Tecnologia e Engenharia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2014.

GONÇALVES, Thays Raphaela et al. Assessment of Brazilian monovarietal olive oil in two different package systems by using data fusion and chemometrics. **Food Analytical Methods**, p. 1-11, 2019.

GOUIN, Sébastien. Microencapsulation: industrial appraisal of existing Technologies and trends. **Trends in Food Science & Technology**, v. 15, p. 330-347, 2004.

HABIBI, Asieh et al. Preparation of fish oil microcapsules by complex coacervation of gelatin–gum arabic and their utilization for fortification of pomegranate juice. **Journal of Food Process Engineering**, v. 40, n. 2, p. 1-11, 2017.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. 4ª ed. (1ª Edição digital), 2008.

INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION, ISO 5509. **Animal and vegetable fats and oils—analysis by gas chromatography of methyl esters of fatty acids**. ISO 5509, 2000.

IXTAINA, Vanesa Y. et al. Supercritical Carbon Dioxide Extraction and Characterization of Argentinean Chia Seed Oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 88, n. 2, p. 289–298, 2011.

JÚNIOR, Hernani Pinto de Lemos; LEMOS, André Luis Alves de. Chia (Salvia hispanica). **Diagnóstico & Tratamento**, v.17, n.4, p.180-182, 2012.

KAUSHIK, Pratibha et al. Microencapsulation of omega-3 fatty acids: A review of microencapsulation and characterization methods. **Journal of Functional Foods**, v.19, p. 868-881, 2015.

LEE, H.P. et al. Dietary effects on breast cancer risk in Singapore. **The Lancet**. v.337, p.1197-1200, 1991.

LIMA, Mário Ferreira et al. Ácido Graxo ômega3 docosahexaenoico (DHA C22:6 n-3) desenvolvimento neonatal: aspectos relacionados a sua essencialidade e suplementação. **Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição** v.68, p.65-77, 2004.

LIMA, Lana Leite de Almeida et al. Néctar misto de umbu (Spondias tuberosa Arr. Câmara) e mangaba (Hancornia Speciosa Gomes): elaboração e avaliação da qualidade. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, e2017034, 2018.

LUCENA, Danielle Vitória Nogueira de. **Efeito da suplementação do óleo de linhaça sobre o número de eosinófilos em crianças e adolescentes asmáticos**. 2015. 50 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso). Centro Acadêmico de Vitória. Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2015.

MAGALHÃES, Maria Eliane Campos et al. Tratamento não-medicamentoso da hipertensão arterial: vale a pena insistir. **Revista SOCERJ.**, v.16, n.1, p.3-31, 2003.

MAISUTTHISAKUL, Pitchaon; GORDON, Michael H. Influence of polysaccharides and storage during processing on the properties of mango seed kernel extract (microencapsulation). **Food Chemistry**, v.134, p.1453-1460, 2012.

MARTINS, Marcos Batista et al. Propriedades dos ácidos graxos poli-insaturados-Omega 3 obtidos de óleo de peixe e óleo de linhaça. **Revista do Instituto de Ciências da Saúde**, v.26, n.2, p.153-156, 2008.

MEHTA, Tushar. Promoting ALA as a source of omega-3. **Canadian Family Physician**, v.52, n.10, p.1205-1206, 2006.

MENEZES, Cristiano Ragagnin de et. al. Microencapsulation of probiotics: progress and prospects. **Rural Science**, v. 43, n. 7, p. 1309-1316, Santa Maria, 2013.

MEYER, Barbara J. et al. Dietary intakes and food sources of omega-6 and omega-3 polyunsaturated fatty acids. **Lipids**, v. 38, n. 4, p. 391-398, 2003.

MIGLIAVACCA, Rafaela Alenbrant et al. O cultivo da chia no brasil: futuro e perspectivas. **Journal of Agronomic Sciences**, v.3, p. 161-179, Umuarama, 2014.

MORAES, Fernanda P.; COLLA, Luciane M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislações e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia.**, v.3, n.2, p.119-22, 2006.

MORRIS, D.H. **Flax: a health and nutrition primer**. 4.ed. Winnipeg: Flax Council of Canada, 2007.

MUELLER, Klaus et al. Functional properties and chemical composition of fractionated brown and yellow linseed meal (*Linum usitatissimum* L.). **Journal of Food Engineering**, v.98, n.4, p.453-460, 2010.

NORI, Mírian Pozippe et. al. Microencapsulation of propolis extract by complex coacervation. **LWT - Food Science and Technology**, v. 44, p. 429-435, 2011.

NOVELLO, Daiana; FRANCESCHINI, Priscilla; QUINTILIANO, Daiana Aparecida. Importância de ácidos graxos n-3 e n-6 para a prevenção de doenças e na saúde humana. **Revista Salus**, v.2, n.1, p.77-87, 2008.

OOMAH, B. Dave. Flaxseed as a functional food source. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.81, p.889-894, 2001.

ORSAVOVA, Jana. et al. Fatty acids composition of vegetable oils and its contribution to dietary energy intake and dependence of cardiovascular mortality on dietary intake of fatty acids. **International Journal of Molecular Sciences**, v.16, n.6, p. 12871-12890, 2015.

PENG, Chao et. al. Chemical composition, antimicrobial property and microencapsulation of Mustard (*Sinapis alba*) seed essential oil by complex coacervation. **Food Chemistry**, v. 165, p. 560- 568, 2014.

PIACENTINI, Emma et. al. Microencapsulation of oil droplets using cold water fish gelatine/gum arabic complex coacervation by membrane emulsification. **Food Research Internacional**, v. 53, p. 362-372, 2013.

PIOVESAN, Carla Hass. **Efeito da Modificação do Estilo de Vida Sobre a Qualidade da Dieta em Indivíduos com Síndrome Metabólica**. 2010. Dissertação (Mestrado em Medicina e Ciências da Saúde)–Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

POPA, Viorica-Mirela et al. Fatty acids composition and oil characteristics of linseed (*Linum Usitatissimum* L.) from Romania. **Journal of Agroalimentary Processes and Technologies**, v.18, n.2, p.136-140, 2012.

PRATA, Ana S.; GROSSO, Carlos R.F. Influence of the oil phase on the microencapsulation by complex coacervation. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.92, n.7, p.1063-1072, 2015.

QUAN, Jie et. al. Characterization of fucoxanthinloaded microspheres composed of cetylpalmitatebased solid lipid core and fish gelatin– gum arabiccoacervate shell. **Food Research International**, v. 50, p. 31-37, 2013.

QV, Xiao-Ying; ZENG, Zhi-Ping; JIANG, Jian-Guo. Preparation of lutein microencapsulation by complex coacervation method and its physicochemical properties and stability. **Food Hydrocolloids**, v. 25, p. 1596-1603, 2011.

RAMCHARITAR, Anisa et. al. Consumer acceptability with Muffind flaxseed (linum usitatissimum). **Journal of food Science**, v.70, n.7, 2005.

REYES-CAUDILLO, Erika; TECANTE, A.; VALDIVIA-LÓPEZ, M. Angeles. Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. **Food Chemistry**, v. 107, n. 2, p. 656–663, 2008.

ROJAS, Valquíria Maeda et al. Formulation of mayonnaises containing PUFAs by the addition of microencapsulated chia seeds, pumpkin seeds and baru oils. **Food Chemistry**, v. 274, p. 220-227, 2019.

RUBIO-RODRÍGUEZ, Nuria et al. Production of omega-3 polyunsaturated fatty acid concentrates: A review. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 11, n. 1, p. 1-12, 2010.

SANTOS, Guilherme Soares dos. **Desenvolvimento e caracterização de teosferas elásticas destinadas à aplicação tópica**. 2010. Trabalho apresentado como requisito parcial para a aprovação na disciplina de Estágio Curricular em Farmácia, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

SANTOS, Milla G. et al. Microencapsulation of xylitol by double emulsion followed by complex coacervation. **Food Chemistry**, v.171, p.32-39, 2015.

SILVA, Deila Regina Bentes da; JÚNIOR, Paulo Fernando Miranda; SOARES, Eliane de Abreu. A importância dos ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa na gestação e lactação. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, Recife, v. 7, n. 2, p. 123-133, 2007.

SILVA, Neusely da et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Varela, 2007.

SILVA, Sena S. de; FRANCIS, David S.; TACON, Albert G. J. Fish oil in aquaculture: In retrospect. In: TURCHINI, Giovanni M.; NG, Wing-Keong; TOCHER, Douglas R. **Fish oil replacement and alternative lipid sources in aquaculture feeds**. Boca Raton: CRC Press, 2011, p. 1-20.

STEFANI, Fernanda da Silva et al. Nanoencapsulation of linseed oil loaded in chia mucilage as wall material: characterization, stability and its usage in the enrichment of orange juice. **Food Research International**, v.120, p. 872-879, 2019.

THOMPSON, Lilian U.; CUNNANE, Stephen C. **Flaxseed in human nutrition**. 2.ed. Champaign, Illinois: AOCS, 2003.

TIMILSENA, Yakindra Prasad et al. Microencapsulation of chia seed oil using chia seed protein isolate chia seed gum complex coacervates. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 91, p. 347–357, 2016.

_____. Advances in microencapsulation of polyunsaturated fatty acids (PUFAs)-rich oils using complex coacervation: A review. **Food Hydrocolloids**, v. 69, p. 369-381, 2017.

TOSONI, Solange F.; RODRIGUES, Vanessa C. **Características físico-químicas e antioxidantes de própolis microencapsulada com diferentes tipos de materiais encapsulantes**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Curso Superior de Tecnologia de Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

TUR, Joseph A. et al. Dietary sources of omega 3 fatty acids: public health risks and benefits. **The British journal of nutrition**, v. 107, n. 2, p. 23-52, 2012.

USDA. Food and Nutrition Information Center. **Dietary Reference Intakes: Macronutrients**. 2021. Disponível em: https://www.nal.usda.gov/sites/default/files/fnic_uploads/macronutrients.pdf Acesso em: 25 de out. 2021.

VAZ, Diana Souza Santos et al. A importância do ômega 3 para a saúde humana: um estudo de revisão. **Revista UNINGÁ Review**, v.20, n.2, p. 48-54, 2014.

VALENZUELA, Rodrigo, et al. Modification of Docosahexaenoic Acid Composition of Milk from Nursing Women Who Received Alpha Linolenic Acid from Chia Oil during Gestation and Nursing. **Nutrients**, v. 7, n. 8, p. 24-6405, Santiago, 2015.

VIDAL, Andressa Meirelles et al. A ingestão de alimentos funcionais e sua contribuição para a diminuição da incidência de doença. **Caderno de Graduação: Ciências Biológicas e da Saúde**., v.1, n.15, p.43-52, 2012.

VILLANUEVA, Nilda D. M.; PETENATE, Ademir J.; SILVA, Maria A. A. P. da. Performance of the hybrid hedonic scale as compared to the traditional hedonic, self-adjusting and ranking scales. **Food Quality and Preference**, v.16, n.8, p. 691-703, 2005.

WANG, Bo; ADHIKARI, Benu; BARROW, Colin J. Optimisation of the microencapsulation of tuna oil in gelatina sodium hexametaphosphate using complex coacervation. **Food Chemistry**, v. 158, p. 358-365, 2014.

WAITZBERG, Dan L. Ômega-3: o que existe de concreto. **Nutrilite**, p. 1-38, São Paulo, 2007. Disponível em:
<https://www.yumpu.com/pt/document/read/45444232/omega-3-o-que-existe-de-concreto-nutritotal> Acesso em 20 de out. de 2021.

ZANQUI, Ana Beatriz et al. Composição centesimal de chia e quantificação de ácidos graxos do óleo obtido por método convencional e fluido subcrítico. In: VIII EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar, 2013, Maringá. **Anais**. Maringá: CESUMAR, 2013. Disponível em:
<http://rdu.unicesumar.edu.br/handle/123456789/4279>. Acesso em 19 nov. 2021.

ZUANON, Larissa Angélica Cirelli; MALACRIDA, Cassia Roberta; TELIS, Vania Regina Nicoletti Production of turmeric oleoresin microcapsules by complex coacervation with gelatin–gum arabic. **Journal of Food Process Engineering**, v. 36, p. 364-373, 2013

ANEXO A – Ficha para Avaliação Sensorial

Nome: _____ Data: ___ / ___ / ___

Idade: _____ Gênero: _____

Escolaridade: () ensino superior incompleto () ensino superior completo

Você gosta de suco de goiaba? () sim () não

Qual a frequência que você consome suco de goiaba? () Diariamente
() Semanalmente () Mensalmente () Eventualmente () Nunca

Qual característica você leva em conta na hora da compra? () Valor Nutricional
() Praticidade () Preço () Aparência () Outro Qual? _____

Já consumiu outros alimentos com óleo de chia e óleo de linhaça? () Sim () Não
Qual? _____

Você conhece os benefícios do óleo de chia e óleo de linhaça? () Sim () Não

Por favor, prove as amostras de Suco e avalie o quanto você gostou ou desgostou das amostras em relação aos atributos de APARÊNCIA, AROMA, TEXTURA, SABOR E IMPRESSÃO GLOBAL. Utilizando a escala a baixo.

0					10
Desgostei extremamente		5			Gostei extremamente
		Não gostei nem desgostei			

Amostra	_____	_____	_____	_____	_____
Cor	_____	_____	_____	_____	_____
Aroma	_____	_____	_____	_____	_____
Textura	_____	_____	_____	_____	_____
Sabor	_____	_____	_____	_____	_____
NOTA GLOBAL	_____	_____	_____	_____	_____

Você compraria suco de goiaba com micropartícula de óleo de chia e óleo de linhaça?
() Sim () Não

Quanto você pagaria em uma embalagem de 330 mL?
() R\$4,00 () R\$6,00 () R\$8,00

Comentários:

ANEXO B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Título da pesquisa: Microencapsulação de óleos fonte de ácido graxos poli-insaturados e aplicação em alimentos

Pesquisador(es/as) ou outro (a) profissional responsável pela pesquisa, com Endereços e Telefones:

Professora Orientadora: Marianne Ayumi Shirai; Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Londrina, Avenida dos Pioneiros, 3131 – Londrina – PR, Telefone: (43) 3315-6153

Acadêmica: Luana Gabrielle Correa, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Londrina, Avenida dos Pioneiros, 3131 – Londrina – PR, Telefone: (43) 3315-6153

Local de realização da pesquisa: residência dos provadores localizados nas cidades de Londrina e Rolândia.

A) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

Agradecemos o interesse e o/a convidamos a participar da análise sensorial de suco de goiaba incorporado de óleo de chia e linhaça livre e microencapsulado. Esta avaliação faz parte do trabalho realizado pela acadêmica do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos da UTFPR, Câmpus Londrina, Luana Gabrielle Correa, como requisito obrigatório para a obtenção do Título de Tecnóloga em Alimentos, sob a orientação da Prof^a. Dr^a. Marianne Ayumi Shirai.

Neste estudo foram elaboradas amostras de suco de goiaba incorporados de óleo de chia e linhaça livre e microencapsulado, no Laboratório de Pesquisa da UTFPR, Câmpus Londrina, apresentando em sua composição: polpa de goiaba, sacarose, gelatina, goma arábica, óleo de chia e óleo de linhaça. Após o processamento, foi realizada a análise físico-química e microbiológica e finalmente encaminhada para análise sensorial, na qual se empregará o teste afetivo de Escala Hedônica para avaliar os atributos: cor, sabor, corpo, odor, aceitação global e a intenção de compra do produto. Também será aplicado um questionário contendo

questões referentes à faixa etária, gênero, escolaridade e hábitos de consumo referente a sucos de frutas.

1. Apresentação da pesquisa.

A comercialização de sucos de frutas refrigerados e prontos para o consumo aumentou significativamente nos últimos anos. Com isso, há interesse dos pesquisadores na área de alimentos em potencializar a sua formulação com ingredientes funcionais que tragam benefícios à saúde.

Estudos relatam que os óleos ricos em ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs) como ômega-3 e ômega-6 desempenham um papel vital na manutenção da saúde, minimizando o risco de doenças cardiovasculares e neurodegenerativas, artrite, diabetes e certos tipos de câncer. Como o organismo humano é incapaz de sintetizar PUFAs na quantidade necessária, torna-se interessante viabilizar o seu consumo inserindo-os na formulação de alimentos processados.

2. Objetivos da pesquisa.

O objetivo deste trabalho será de avaliar o efeito da adição de óleos ricos em ácidos graxos poli-insaturados sobre a aceitação sensorial de suco de goiaba.

3. Participação na pesquisa.

Sua participação tem a finalidade de avaliar o impacto da adição de óleos de chia e linhaça livre e microencapsulados sobre a aceitação sensorial de suco de goiaba. Após comprovar a segurança microbiológica do produto, a amostra será apresentada em copo descartável. As amostras de suco serão entregues na sua residência em data e horário previamente agendado para realização do teste sensorial. As amostras de suco serão envasadas em copos plásticos descartáveis, tampados e armazenados em caixa com isolamento térmico para manter a temperatura de refrigeração durante o transporte. Juntamente com as amostras serão entregues um questionário e a ficha de avaliação. Após provar as amostras, você poderá atribuir notas relativas aos atributos e incluir comentários das características do produto. Primeiramente, você receberá um questionário contendo questões sobre faixa etária, gênero, escolaridade e hábitos de consumo referente a suco de frutas. Ainda nesta etapa, você será informado sobre as características dos

produtos e o período aproximado de duração dos testes. Então, receberá 5 amostras codificadas com três dígitos, dispostas em copos descartáveis com tampa na quantidade padronizada em 30 mL de suco, sendo acompanhada com um copo com água mineral sem gás a temperatura ambiente, servida em copos descartáveis com tampa, para a realização do branco (deglutição ou enxágue da boca) entre a avaliação de cada amostra. Para a realização da análise, será entregue também uma ficha contendo uma escala hedônica híbrida de 10 pontos, ancorada nas extremidades e meio pelas expressões, “desgostei extremamente”, “nem gostei, nem desgostei” e “gostei extremamente” para avaliar a aceitação global e os atributos, sabor, cor, corpo, odor bem como a intenção de compra.

4. Confidencialidade.

Asseguramos manter o mais absoluto sigilo dos seus dados pessoais, fazendo uso da sua participação apenas para o desenvolvimento desta pesquisa científica.

5. Riscos e Benefícios.

5a) Riscos:

Em caso de você apresentar qualquer tipo de constrangimento em responder o questionário, poderá deixar de responder a questão, ou qualquer desconforto na degustação sensorial das amostras, poderá deixar de participar da pesquisa a qualquer momento, sem que isto acarrete qualquer ônus, visto que sua participação é totalmente voluntária. Caso possua alergia e/ou intolerância a qualquer ingrediente utilizado na elaboração das amostras (polpa de goiaba, sacarose, gelatina, goma arábica, óleo de chia e óleo de linhaça) você não poderá participar da análise sensorial. Ressalta-se, que esta análise sensorial será realizada em amostras elaboradas seguindo as normas de Boas Práticas de Fabricação (BPF) e em conformidade com a legislação vigente quanto as suas características microbiológicas, comprovando, portanto, sua inocuidade, preservando sua segurança alimentar quanto à ingestão das amostras. Em caso de qualquer intercorrência, será acionado o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU) local ou o (a) participante será levado para a assistência médica mais próxima.

5b) Benefícios:

A ingestão de uma única vez não te trará benefícios, porém ao final dessa pesquisa será possível desenvolver um produto, com adição de óleos ricos em ácidos graxos poliinsaturados, que ao ser inserido na alimentação trará como benefício um aumento de consumo de ômega 3 e ômega-6, que são nutrientes importantes para a saúde humana.

Desta forma, o produto avaliado é seguro, uma vez que sua segurança alimentar será comprovada por meio de análises microbiológicas, seguindo os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente. Salienta-se que a sua participação como avaliador neste estudo é de suma importância para a conclusão desta pesquisa, pois contribuirá com o meio científico, mediante o fornecimento de sua opinião em relação ao quanto gostou ou desgostou do produto. Com a disseminação dos resultados obtidos, através dos meios científicos, esta pesquisa contribuirá com a fundamentação de novas pesquisas na área de alimentos, poderá motivar profissionais da indústria de alimentos na elaboração de novos produtos e oportunizará pesquisadores a darem continuidade ao tema proposto, permitindo confrontar os resultados alcançados e os recursos utilizados com outros resultados, obtidos através de outras metodologias.

6. Critérios de inclusão e exclusão.**6a) Inclusão:**

Indivíduos de todos os gêneros, com idade superior a 18 anos e que possua o hábito de consumir suco de goiaba.

6b) Exclusão:

Indivíduos que possuem alergia e/ou intolerância a qualquer ingrediente utilizado na elaboração das amostras (polpa de goiaba, sacarose, gelatina, goma arábica, óleo de chia e óleo de linhaça) ou problemas de saúde (doenças crônicas, gastrite, úlceras, diabetes e outras) que impeçam sua participação ou que possa prejudicar a sua percepção sensorial e interferir na análise sensorial do produto (gripe e/ou resfriado e/ou rinite alérgica e/ou uso de aparelhos que afetam a percepção sensorial).

7. Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo.

Esclarecemos que sua participação é totalmente voluntária, estando livre para deixar a análise, evidenciar a liberdade de recusar ou retirar o seu consentimento a qualquer momento, sem penalização. Ressaltamos que durante todo o período da pesquisa, você terá o direito de esclarecer qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento, bastando para isso entrar em contato com a pesquisadora.

Você pode assinalar o campo a seguir, para receber o resultado desta pesquisa, caso seja de seu interesse:

() quero receber os resultados da pesquisa (email para envio : _____)

() não quero receber os resultados da pesquisa

7. Ressarcimento e indenização.

A sua participação não implicará em gastos tampouco receberá remuneração financeira. Em caso de algum dano à sua saúde devido a sua participação no estudo, a indenização fica garantida de acordo com a Resolução n° 466 de 2012.

ESCLARECIMENTOS SOBRE O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA:

O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) é constituído por uma equipe de profissionais com formação multidisciplinar que está trabalhando para assegurar o respeito aos seus direitos como participante de pesquisa. Ele tem por objetivo avaliar se a pesquisa foi planejada e se será executada de forma ética. Se você considerar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você foi informado ou que você está sendo prejudicado de alguma forma, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR). Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Bairro Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, telefone: (41) 3310-4494, e-mail: coep@utfpr.edu.br.

CONSENTIMENTO

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos e benefícios deste estudo.

Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo. Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Nome completo: _____

RG: _____ Data de Nascimento: ___/___/___ Telefone: _____

Endereço: _____

CEP: _____ Cidade: _____ Estado: _____

Assinatura: _____ Data: ___/___/___

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Assinatura pesquisador: _____ Data: ___/___/___

(ou seu representante)

Nome completo: Marianne Ayumi Shirai

Assinatura pesquisador: _____ Data: ___/___/___

(ou seu representante)

Nome completo: Luana Gabrielle Correa

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com Marianne Ayumi Shirai, via e-mail: marianneshirai@utfpr.edu.br ou telefone: (43) 99908-5300.

OBS: este documento deve conter duas vias iguais, sendo uma pertencente ao pesquisador e outra ao sujeito de pesquisa.