



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS**

**MARIA STEFANIE SOARES DA SILVA**

**APLICAÇÕES DE MUCILAGENS VEGETAIS NO DESENVOLVIMENTO DE**  
**PRODUTOS ALIMENTÍCIOS**

**RECIFE, 2023**

MARIA STEFANIE SOARES DA SILVA

**APLICAÇÕES DE MUCILAGENS VEGETAIS NO DESENVOLVIMENTO DE  
PRODUTOS ALIMENTÍCIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Disciplina de TCC 2 como parte dos requisitos para conclusão do Curso de graduação em Farmácia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco.

Orientador: Prof.(a) Marina Maria Barbosa de Oliveira

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Silva, Maria Stefanie Soares da.

Aplicações de mucilagens vegetais no desenvolvimento de produtos alimentícios / Maria Stefanie Soares da Silva. - Recife, 2023.  
41, tab.

Orientador(a): Marina Maria Barbosa de Oliveira

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde, Farmácia - Bacharelado, 2023.  
9,7.

1. Polissacarídeos. 2. Tecnologia dos alimentos. 3. Indústria de alimentos. I. Oliveira, Marina Maria Barbosa de. (Orientação). II. Título.

580 CDD (22.ed.)



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS**  
**CURSO DE BACHARELADO EM FARMÁCIA**



Aprovada em: 11 / 10 / 2023 \_\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** **MARINA MARIA BARBOSA DE OLIVEIRA**  
Data: 11/10/2023 10:21:23-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Profa. Ma. Marina Maria Barbosa de Oliveira  
(Presidente e Orientadora)  
Universidade Federal de Pernambuco

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** **KARINA PERRELLI RANDAU**  
Data: 11/10/2023 10:25:48-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Profa. Dra. Karina Perrelli Randau  
(Examinadora)  
Universidade Federal de Pernambuco

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** **DANIELLE CRISTINE ALMEIDA SILVA DE SANTANA**  
Data: 11/10/2023 10:37:19-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Profa. Dra. Danielle Cristine Almeida Silva de Santana  
(Examinadora)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Ms. Cledson dos Santos Magalhães  
(Suplente)  
Universidade Federal de Pernambuco

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, expresso minha profunda gratidão a Deus. Durante cada etapa desta longa jornada, senti sua presença real e constante em mim. Agradeço pelo suporte inabalável, pelo amor incondicional e pela compaixão que me sustentaram nos momentos mais desafiadores. Nada me deu tanta firmeza como o seu amor, que foi meu alicerce em todos os momentos.

Quero estender meus agradecimentos aos meus pais, cujo apoio foi fundamental em cada passo do caminho. Obrigada por tudo: pelo incentivo incansável, pela força que me deram e por acreditarem em mim mesmo quando eu duvidava de mim mesma.

Agradeço de coração à Rayanne, meu porto seguro nesta jornada. É imensamente gratificante saber que, independentemente do resultado, eu podia contar com seu apoio incondicional.

Minha gratidão se estende também aos meus queridos amigos, que foram uma presença constante e essencial ao longo dessa jornada. Sua amizade e apoio foram uma zona de conforto gigante, tornando os desafios mais leves e as vitórias mais significativas.

À professora Marina, minha gratidão é imensa. Grande parte do meu crescimento acadêmico e pessoal se deve a você. Obrigada por sua orientação, acolhimento, paciência e inspiração. Sua dedicação moldou meu percurso de forma inestimável.

Não posso deixar de agradecer às professoras Karina e Daniele. Nesta fase final, foi crucial para mim fechar este ciclo ao lado daquelas com as quais mais me identificava.

Agradeço também a PROBENE pela confiança depositada. Obrigada pelo apoio constante.

A todos vocês, meu mais sincero obrigado. Cada um de vocês desempenhou um papel vital em minha conquista e deixou uma marca indelével em minha jornada.

## RESUMO

Mucilagens são produtos obtidos do metabolismo de uma planta, formados em compartimentos intracelulares ou produzidos de maneira na qual não ocorra prejuízo para o vegetal. Diferenciam-se das gomas, pois são consideradas produtos patológicos formados após uma lesão da planta ou devido a condições desfavoráveis. Exibem após extração uma massa viscosa que pode ser aplicada a formulações de alimentos com diversas finalidades, mas especialmente visando a substituição de gomas e outros aditivos clássicos. O objetivo desta revisão é identificar as principais aplicações de mucilagens, fontes e repercussões sobre as características tecnológicas em formulações alimentícias. Para tal, o trabalho foi desenvolvido através de revisão tipo integrativa, com pesquisa nas bases de dados eletrônicas SCIELO, PubMed, *Scopus* e *Science Direct* através do Periodicos Capes entre os anos de 2018 a 2023 utilizando os descritores *Plant mucilage*, *Food*, *Food technology* e *Industrialized Food* do DeCS. Foram selecionados 14 estudos artigos de pesquisa e elencadas as principais espécies vegetais, partes utilizadas, formas de extração, produtos aplicados e percentuais utilizados, finalidade e principais conclusões sobre as repercussões identificadas sobre as variáveis tecnológicas avaliadas. Os resultados identificaram que as sementes (n=9) são os materiais mais estudados e a forma de extração aquosa a mais referenciada, com pequenas alterações entre os trabalhos. O uso como emulsificante foi o mais expressivo como tendência de aplicação em alimentos (n=5), encontrando-se ainda como substituto de gordura (n=3), espessante, estabilizante e conservante. Verificou-se que os produtos lácteos são os mais estudados com aplicação de mucilagem desde a substituição de gordura até para o melhoramento de aspectos relacionados à textura e estabilidade. Verificou-se que há resultados promissores em relação ao aumento de CRA, viscosidade e estabilidade (sinérese), indicando que as mucilagens podem ser usadas como substitutos de espessantes, gelificantes e estabilizantes de alimentos. Apesar do potencial da mucilagem nas aplicações alimentares a sua investigação é limitada e, a depender do vegetal utilizado, a viscosidade tende a variar. Apesar das fontes de mucilagem disponíveis na natureza serem vastas, apenas algumas espécies de plantas foram apresentadas. Portanto, faz-se necessário maiores estudos para elucidar, de maneira mais assertiva, maiores contribuições das mucilagens e espécies vegetais.

Palavras-chave: Polissacarídeos. Tecnologia de alimentos. Indústria de alimentos.

## ABSTRACT

Mucilages are products obtained from a plant's metabolism, formed in intracellular compartments or produced in a way that does not cause harm to the plant. They differ from gums as they are considered pathological products formed after injury to the plant or due to unfavorable conditions. After extraction, they exhibit a viscous mass that can be applied to food formulations for various purposes, but especially aimed at replacing gums and other classic additives. The objective of this review is to identify the main applications of mucilages, sources and repercussions on technological characteristics in food formulations. To this end, the work was developed through an integrative review, with research in the electronic databases SCIELO, PubMed, Scopus and Science Direct through Periodicos Capes between the years 2018 and 2023 using the descriptors Plant mucilage, Food, Food technology and Industrialized Food from DeCS. 14 research articles were selected and the main plant species, parts used, forms of extraction, products applied and percentages used, purpose and main conclusions on the repercussions identified on the technological variables evaluated were selected. The results identified that seeds (n=9) are the most studied materials and the aqueous extraction form is the most referenced, with small changes between works. The use as an emulsifier was the most significant trend for application in foods (n=5), and is also used as a fat substitute (n=3), thickener, stabilizer and preservative. It was found that dairy products are the most studied with the application of mucilage, from replacing fat to improving aspects related to texture and stability. It was found that there are promising results in relation to the increase in WHC, viscosity and stability (syneresis), indicating that mucilages can be used as substitutes for thickeners, gelling agents and food stabilizers. Despite the potential of mucilage in food applications, its research is limited and, depending on the vegetable used, the viscosity tends to vary. Although the sources of mucilage available in nature are vast, only a few plant species have been presented. Therefore, further studies are necessary to elucidate, in a more assertive way, the greater contributions of mucilages and plant species.

**Keywords:** Polysaccharides. Food technology Food industry.

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Fontes de mucilagem.....	13
Figura 2 - Esquema da extração de mucilagem.....	13
Figura 3 – Fluxograma PRISMA adaptado.....	17
Figura 4 – Fluxograma do processo de seleção eletrônica.....	19

## **LISTA DE QUADROS**

QUADRO 1 - Critérios de inclusão e exclusão.....	17
QUADRO 2 - Informações gerais sobre os artigos incluídos na revisão integrativa....	20
QUADRO 3 - Principais conclusões da influência da aplicação de mucilagens.....	25

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2. OBJETIVO.....</b>	<b>10</b>
2.1 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	10
2.2 OBJETIVO GERAL.....	10
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>10</b>
3.1 MUCILAGEM: CONCEITO, ESTRUTURA QUÍMICA E CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS.....	10
3.2 MUCILAGEM: FONTES, EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO.....	12
3.3 MUCILAGEM: APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS.....	15
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>16</b>
4.1. PERGUNTA CONDUTORA.....	16
4.2 MATERIAL DE ESTUDO.....	16
4.3 METODOLOGIA DE PESQUISA EM BASES DE DADOS.....	16
4.4 COLETA E ANÁLISE DE DADOS.....	18
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>19</b>
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>36</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>37</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O potencial tecnológico de um alimento é uma variável extremamente relevante na promoção de uma alimentação mais variada, completa e saudável. Segundo Silva (2019), com a aplicação da tecnologia é possível utilizar espécies de vegetais para o enriquecimento e melhoramento da composição nutricional dos produtos alimentícios elaborados. Uma das possíveis maneiras de utilizar os benefícios tecnológicos de um produto vegetal é através da mucilagem.

A mucilagem é o produto oriundo do metabolismo de vegetais que acumula-se como material de reserva energética e de água, além disso, pode apresentar função estrutural, proporcionando elasticidade. (Capitani *et al*, 2013). O uso da mucilagem é extremamente abrangente, como por exemplo, a mucilagem extraída do cladódios, na qual pode ser utilizada como ingrediente alimentar devido às suas propriedades funcionais tecnológicas. (Ramos, 2017). A mucilagem de inhame, por exemplo, demonstra propriedades funcionais para produtos, tanto da indústria alimentícia como da indústria farmacêutica. As suas propriedades de viscosidade e de emulsão possibilitam diversas aplicações. (Tavares *et al*, 2011)

A viscosidade do gel das mucilagens torna possível espessar e modificar a textura do alimento. Podendo ser utilizado na confecção de geléias, produtos de panificação, fabricação de diversos doces e nas indústrias farmacêuticas para correção de gostos dos fármacos e como estabilizador de emulsões e pomadas (HOU *et al*, 2002). Ademais, a mucilagem de chia contém alto potencial como espessante natural para aplicações alimentícias, cosméticas e farmacêuticas. (Vieira, 2022).

O uso de mucilagens em produtos alimentícios é uma estratégia com grande potencial inovador. Industrialmente, buscam-se substitutos para as diferentes classes de gomas, sendo, portanto, mucilagens de diferentes vegetais, prováveis opções saudáveis, com melhor custo benefício e melhora de aspectos organolépticos, como textura do produto final. Necessita-se conhecer melhor as metodologias extrativas, caracterização e variáveis físico-químicas intrínsecas aos produtos mucilaginosos, para que seja possível aplicá-los de maneira científico-industrial.

Este trabalho tem como objetivo, através de uma revisão integrativa, elucidar quais são as principais espécies utilizadas para aplicação em tecnologia alimentícia e suas propriedades tecnológicas. Por meio de uma leitura detalhada, espera-se obter subsídios para o desenvolvimento de alimentos inovadores, reduzido em custo e com melhor perfil nutricional.

## 2. OBJETIVO

### 2.1 OBJETIVO ESPECÍFICO

Realizar uma revisão bibliográfica que identifique os usos recentes de mucilagens vegetais na elaboração de produtos alimentícios.

### 2.2 OBJETIVO GERAL

- Identificar artigos de pesquisa que utilizem mucilagem extraída de espécies e que sejam aplicadas no desenvolvimento de alimentos;
- Identificar as espécies e partes dos vegetais em que são extraídas mucilagens;
- Relacionar os principais métodos de extração aplicados e formas de utilização das mucilagens;
- Relacionar as propriedades tecnológicas investigadas nos estudos (p.ex. viscosidade, solubilidade e estabilidade) considerando eficiência e impacto na qualidade final do produto;
- Relacionar as principais conclusões sobre as vantagens do emprego de mucilagens em alimentos.

## 3. REFERENCIAL TEÓRICO

### 3.1 MUCILAGEM: CONCEITO, ESTRUTURA QUÍMICA E CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS.

Erroneamente, os termos “mucilagem” e “goma” tendem a ser usados de maneira sinônima. Mucilagens são produtos obtidos do metabolismo de uma planta, formados de modo intracelular ou produzidos de maneira na qual não ocorra prejuízo para o vegetal. Assim, as gomas se diferenciam nesse aspecto, pois são consideradas produtos patológicos formados após uma lesão da planta ou devido a condições desfavoráveis, como a seca, por um colapso das paredes celulares (formação extracelular). Estas diferem em termos de solubilidade, enquanto as gomas se dispersam rapidamente, as mucilagens formam massas viscosas (Jani *et al*, 2009).

Estruturalmente, as mucilagens são compostos complexos formados, em sua maioria, por carboidratos, ácidos urônicos, proteínas e outros compostos bioativos (Yang, 2023).

Quanto à textura, podem se apresentar como uma estrutura gelatinosa em algumas partes das plantas, como frutas, folhas, flores, raízes ou caules ou como o revestimento de algumas sementes, portanto, não apresentando uma estrutura gelatinosa em seu estado natural, mas podem se tornar gelatinosas após serem tratadas com água (Yang, 2023).

Sendo assim, entende-se como mucilagem de plantas, as substâncias solúveis que após a adição de álcool, precipitam uma massa mais ou menos amorfa ou granular. A mucilagem é originária da planta, quer como uma parte do conteúdo da célula, ou como uma parte da parede da mesma (Singh *et al*, 2014). Ademais, a mucilagem é composta pela fração polissacarídica das plantas, proteínas e substâncias fenólicas, tornando-se viscosa na presença de água devido à ação de moléculas hidrofílicas que se combinam com a água, formando um gel transparente mucilaginoso. Além disso, as mucilagens são polissacarídeos pouco ramificados que não compõem as paredes das células vegetais (Cárdenas; Arguelles; Goycoolea, 1998; Jani *et al*, 2009) e protegem a semente de climas quentes e áridos, durante seu plantio (Tosco, 2004).

Quimicamente, as estruturas das mucilagens são diversas, no geral, estas são hidrocolóides com sacarídeos ligados a ácidos orgânicos. A mucilagem é um composta, em sua maioria, por polissacarídeo complexo solúvel em água que é composto principalmente de monossacarídeos e ácidos urônicos ligados através de ligações glicosídicas, glicoproteínas e bioativos (Chiang *et al*, 2021). As frações de proteína e fibra dietética da mucilagem exibem sua afinidade com a água e capacidade de formação de gel, enquanto a fração lipídica possui capacidade de retenção de óleo (Chiang *et al*, 2021).

Além das propriedades físico-químicas, pode-se citar as características funcionais, incluindo alta capacidade de absorção de água, capacidade emulsificante, gelificante e formadora de filme, propriedades de espessamento ou modificação da viscosidade e bioadesibilidade (Cakmak *et al*, 2021). Variáveis como condições climáticas, origens geográficas, modificações genéticas, condições ambientais, estágio de maturidade da planta e práticas agrícolas podem ter efeito significativo na estrutura da mucilagem (Cakmak *et al*, 2021).

Como exemplo da diversidade de composição, pode-se citar a mucilagem de linhaça, presente exclusivamente na casca da semente, é composta por polissacarídeos, caracterizada como uma mistura de arabinoxilanos neutros e polissacarídeos ácidos. Para a indústria alimentícia, representa um grande potencial tecnológico e inovador, pois a mucilagem de

linhaça tem funcionalidade semelhante à goma de guar, como a grande capacidade de ligação à água e ser capaz de formar géis termorreversíveis com propriedades reológicas desejadas (Puligundla; Lim, 2022.)

Um outro exemplo de diversidade de estrutura química de mucilagem, é a do psyllium (*Plantago ovata*) que consiste em constituintes heteropolissacarídeos ácidos e neutros. É caracterizada por unidades xilopiranosil ligadas a  $\beta$ -D-1,4 substituídas por porções  $\alpha$ -L-arabinofuranose com uma proporção xilose:arabinose de 3:1 (Fischer *et al*, 2004). A mucilagem do psyllium, por ser um oligossacarídeo não digerível, vem sendo considerada um composto prebiótico que pode melhorar a viabilidade de bactérias probióticas (Arabshahi; Sedaghati, 2022). A mucilagem de psyllium tem uma boa capacidade de formação de filme, bem como carrega substâncias antioxidantes naturais que podem ser incorporadas aos filmes por sua atividade antioxidante (Halász, 2022).

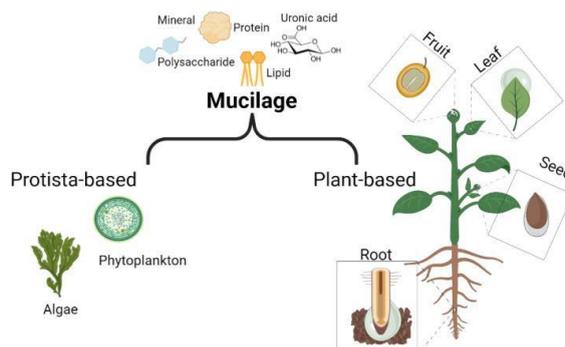
Ritzoulis *et al.* (2014) resumiram a composição da mucilagem extraída de sementes de marmelo como a mistura de celulose, polissacarídeos solúveis em água e aminoácidos, sendo os mais abundantes; ácido glutâmico, ácido aspártico e asparagina. Em estudo, Lindberg *et al.* (1990) citam que o principal polissacarídeo solúvel em água na mucilagem das sementes de marmelo, é um parcialmente acetilado, com uma quantidade muito elevada de resíduos de ácido glucurônico. Vignon e Gey (1998) relataram que era composto de D-Arabinose, D-Xilose, D-Galactose, D-Glucose (Ara:Xil:Gal:Glc) nas proporções de 8:54:4:34. A arabinose, uma mistura de ácidos metilados e não metilados, e uma fração celulósica foram liberados na hidrólise da mucilagem da semente de marmelo. A xilose foi identificada na hidrólise adicional dos ácidos (Jouki, Tabatabaei Yazdi, Mortazavi; koochehi, 2013.).

Assim, percebe-se, a necessidade de conhecer as estruturas químicas de mucilagens para que seja possível identificar as características funcionais e estabelecer potencialidades de uso industrial, aplicação em materiais, possíveis efeitos tóxicos e substitutos diretos.

### 3.2 MUCILAGEM: FONTES, EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO

A mucilagem é uma substância, em geral, pegajosa, apresentando o aspecto de muco, secretada por quase todas as plantas e por um grande número de protistas, especialmente fitoplânctons e algas verdes. Os principais constituintes desta substância são principalmente polissacarídeos, proteínas, minerais, lipídios e unidades de ácidos urônicos (Figura 1) (Goksen *et al*, 2023).

Figura 1 - Fontes de mucilagem e localização em diferentes partes das plantas.

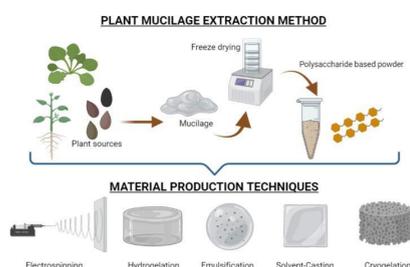


Fonte: Goksen *et al.*, 2023.

Em termos de caracterização e extração, deve-se considerar a parte do vegetal a ser utilizado e objetivo de uso. Em sua maioria, o método extrativo comumente utilizado é a imersão de partes das plantas em água devido às suas propriedades solúveis em água. No entanto, parâmetros como pH, temperatura, tempo de processo, relação semente/solvente além do tipo de solvente e concentração podem gerar variáveis no rendimento (Cakmak, *et al.*, 2023).

A mucilagem oriunda de sementes ou outras partes de plantas, é considerada uma valiosa fonte de hidrocolóides naturais com grande potencial de aplicação tanto na indústria alimentícia quanto na farmacêutica (Martin, 2015). O processo para obtenção de mucilagem pode ser resumido a partir da figura 2, conforme descrito por (Goksen et al, 2023).

Figura 2 - Esquema da extração de mucilagem à base de plantas e uma visão geral dos métodos utilizados para a fabricação deste material.



Fonte: Goksen *et al.* 2023.

O grau de hidratação da matéria-prima afeta o rendimento da mucilagem. A extração assistida por ultrassom é preferida com forças hidrodinâmicas para aumentar a eficácia mecânica em meios altamente viscosos, especialmente em baixas proporções de solvente para sólido. A extração enzimática causa modificação na ramificação do polissacarídeo levando a alterações físico-químicas. Os secadores por pulverização têm menos efeito do que o forno na estrutura da mucilagem porque uma temperatura mais alta é utilizada por um tempo muito curto. A precipitação da mucilagem com etanol após extração a frio produz mucilagem livre de amido (Kamel, 2020).

Relativamente fácil de ser obtida, a mucilagem de linhaça, por exemplo, geralmente é extraída por métodos mecânicos, enzimáticos e solventes, que podem ser usados em diferentes temperaturas. Portanto, um método comum para obtenção deste produto mucilaginoso envolve a formação de uma solução aquosa de toda a semente triturada ou de sua farinha e o uso de solventes etanólicos de 95 a 99% (Lira, 2023).

Tratando-se de uma tecnologia recente com grande potencial científico-industrial, as variáveis para caracterização dos produtos mucilaginosos são inúmeras. Pode-se analisar: pH, cor, teor de sólidos solúveis, açúcares redutores presentes, teor de umidade e viscosidade. No entanto, deve-se definir o que será caracterizado a depender do objetivo de uso. Com o objetivo de analisar de maneira físico-química produtos mucilaginosos, as possibilidades de acompanhamento são teor de umidade, valores de cinzas, ponto de fusão e pH conforme procedimentos já relatados em estudos relacionados às propriedades (Avachat *et al.*, 2013). Assim, é necessário avaliar o impacto de novas técnicas de extração e purificação, tanto em relação ao desempenho das propriedades tecnológicas quanto à composição dos demais constituintes associados à mucilagem, considerando fatores e especialmente sobre diferentes fontes e/ou partes vegetais.

As técnicas mais comuns utilizadas para extração de mucilagem envolvem o aquecimento e/ou agitação com água levemente ácida, alcalina ou neutra como solvente (Fabre, 2015). Além disso, soluções de etanol, ácido etilenodiaminotetracético (EDTA), oxalato de amônio, hidróxido de sódio ou ácido clorídrico são comuns para a precipitação da mucilagem nas etapas posteriores do processo de extração (Monrroy *et al.*, 2017).

Ademais, outros métodos não convencionais podem ser utilizados para extração do produto mucilaginoso como: plasma frio, ultrassom, ultrassom acoplados com tratamento enzimático e aplicações assistidas por micro-ondas foram recentemente introduzidos como novos métodos de extração de mucilagem (Han *et al.*, 2016;).

### 3.3 MUCILAGEM: APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS

Uma maneira de utilizar os benefícios tecnológicos de um produto vegetal é através do beneficiamento de mucilagem. No que se refere ao potencial tecnológico, as mucilagens de diferentes espécies vegetais são utilizadas na indústria alimentícia em doces e geleias, e na indústria farmacêutica, para dar estabilidade a emulsões e pomadas (Colonetti, 2012). Em estudo realizado comparando o potencial tecnológico de mucilagem de *Psyllium* em diferentes componentes alimentícios, para a bebida achocolatada, esta apresentou um maior potencial espessante, quando comparada à amostra controle utilizando goma xantana (Souza, 2018).

Além disso, percebe-se grande potencial no uso de mucilagem para desenvolvimento e/ou aprimoramento de fármacos. As características físico-químicas, a abundância e o baixo custo de produção associados à crescente demanda por novas perspectivas de aplicações da mucilagem, em estudo com ora-pro-nóbis, por exemplo, permitiu a exploração de seu potencial na síntese de hidrogéis. Ademais a combinação deste biopolímero com outros materiais poliméricos, como o alginato de sódio, viabilizam economicamente o uso desses hidrogéis para encapsular princípios ativos, compostos alimentícios ou mesmo atuar como leito de imobilização de proteínas e enzimas (Morais, 2019). Assim, pela grande variedade do uso de mucilagem, estas tornam-se grandes apostas para a indústria de fármacos e alimentos.

Para produtos alimentícios, o uso de estabilizantes comerciais é recorrente. Comumente, utilizam-se gomas (guár, xantana e carragena) para promover estabilidade e evitar formação de fases em produtos líquidos. Devido às suas fracas características de gel e alta pseudoplasticidade, a mucilagem de inhame, por exemplo, vem sendo estudada a viabilidade para substituir esses estabilizantes comerciais (See, 2020).

Na indústria alimentícia, são potenciais substitutos de emulsificantes, espessantes, gelificantes e na formação de filmes. Mucilagens nas indústrias farmacêutica e cosmética podem ser usadas como carreadores de fármacos e agentes emulsificantes. Embora existam muitas mucilagens conhecidas de origem vegetal, a possibilidade de uso de outras fontes é uma aposta para o cunho científico-industrial (Yang, 2023).

Algumas mucilagens têm maior capacidade emulsificante do que as gomas comerciais (Yang *et al*, 2023), (Lise *et al*, 2021) e (Oliveira *et al*, 2021) demonstraram que sozinhas ou combinadas com gomas as mucilagens podem exibir boa estabilidade de emulsões alimentícias mesmo quando submetidas a diferentes tecnologias na elaboração de produtos

alimentícios, como cozimentos congelamento e secagem por liofilização.

Polissacarídeos formados por carboidratos e proteínas também são elementos-chave no design de novos produtos, como agentes encapsulantes e espessantes (Mariutti *et al*, 2021). A perspectiva do uso como material de parede na encapsulação de outros compostos, na elaboração de filmes comestíveis e biodegradáveis (Soukoulis, Gaiani, Hoffmann, 2018) e emprego em emulsões de produtos cárneos e lácteos, apresenta-se como uma perspectiva promissora que contribui para a estabilidade associando-se potencial antioxidante em misturas alimentícias (De Souza *et al*, 2021)

#### 4. METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido através de revisão do tipo integrativa, tratando-se da mais ampla abordagem metodológica em termos de revisões, tornando possível a utilização de estudos experimentais e não-experimentais para uma compreensão completa da questão analisada. Alinhando também variáveis como: dados da literatura teórica e empírica, além de incorporar um vasto leque de propósitos: definição de conceitos, revisão de teorias e evidências, e análise de problemas metodológicos de um tópico (Souza, 2010).

##### 4.1. PERGUNTA CONDUTORA

Este trabalho, pretendeu elucidar o seguinte questionamento: “Quais as recentes aplicações de mucilagens vegetais e principais repercussões na formulação de alimentos?”

##### 4.2 MATERIAL DE ESTUDO

Para realização desta revisão, foram utilizados artigos de pesquisa do tipo experimental, publicados entre janeiro de 2018 a setembro de 2023 e retirados das seguintes bases de dados: *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), PubMed, *Science Direct*, e SCOPUS através da plataforma Periódicos CAPES.

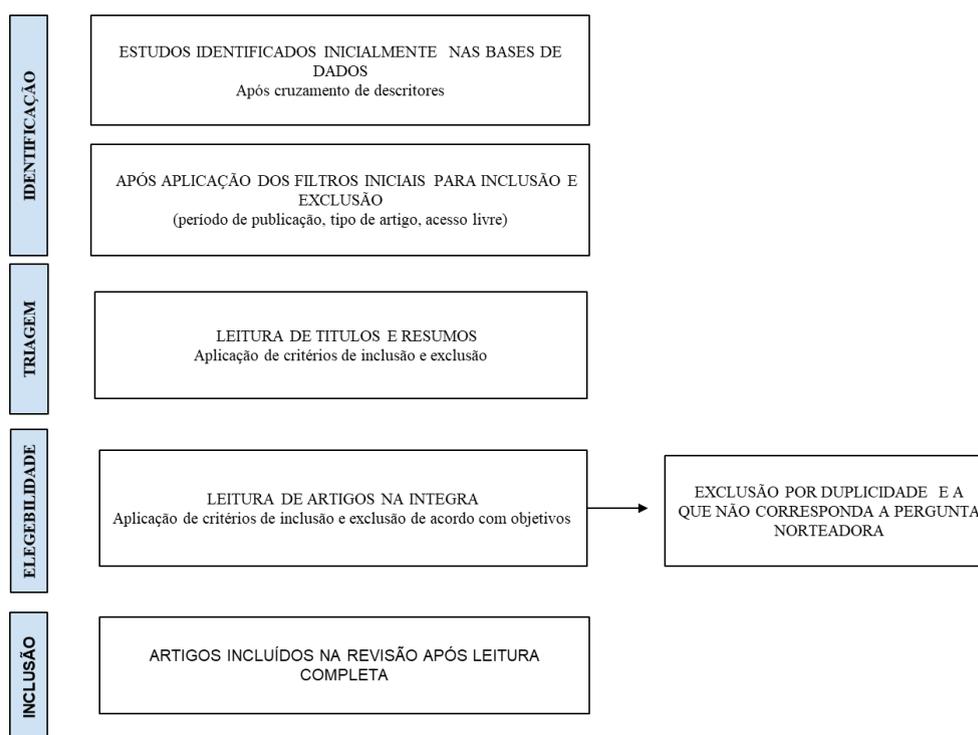
##### 4.3 METODOLOGIA DE PESQUISA EM BASES DE DADOS

Para pesquisa eletrônica nas bases de dados foram utilizados descritores selecionados a partir dos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS)

e incluem publicações em inglês, português e espanhol. Os descritores utilizados foram “*Plant mucilage*”, “*Food Technology*”, “*Industrialized Foods*”, “*Food*” utilizando o operador booleano “AND” entre as palavras. A pesquisa foi realizada no período de julho-setembro de 2023.

Quando combinados dois a dois, utilizando *Plant mucilage* como descritor fixo, revelaram um número inicial total de artigos disponíveis e este foi coletado a cada busca e a cada combinação. A partir deste momento foram aplicados os critérios de inclusão (período de publicação, tipo de artigo, acesso livre) para filtragem inicial, coletando-se o número de artigos disponíveis. Posteriormente foi utilizado Fluxograma PRISMA - 2020 para revisões sistemáticas (Paje *et al*, 2021) a fim de eleger os trabalhos que compõem esta revisão (Figura 3).

Figura 3 – Fluxograma PRISMA adaptado para esta revisão integrativa da literatura.



Fonte: adaptado de Paje *et al.*, (2021).

Após a seleção inicial, através da leitura do título e resumo, e nesta triagem excluídos do número inicial os artigos duplicados e que não atendiam aos critérios de inclusão, seguiu-se para a leitura completa dos trabalhos aplicando-se os demais critérios de inclusão e exclusão (Quadro 1) para a obtenção dos estudos que atendessem aos objetivos desta revisão.

Quadro 1 – Critérios de inclusão e exclusão aplicados na seleção e elegibilidade de artigos em

bases de dados eletrônicas.

CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO
Artigos de pesquisa publicados a partir de 2018.	Artigos de revisão, Mini <i>reviews</i> , Carta ao editor, Capítulos de livros, Resumos de congresso, Editoriais e congêneres.
Disponibilidade na íntegra gratuitamente.	Artigos que tratam de aplicações medicinais ou outras finalidades não alimentares
Publicações das línguas: inglês, português, espanhol.	Trabalhos realizados apenas com extração de mucilagem sem aplicações
Trabalhos com extração de mucilagem vegetal e aplicação em produtos alimentícios.	Trabalhos com aplicações em outros produtos ou finalidades para indústria alimentícia (ex.: coberturas, embalagens, conservação, etc.)
	Com usos de mucilagem sem haver extração do alimento (ex.: farinha de partes de vegetais contendo mucilagem)

Fonte: elaborado pela autora, 2023.

Foram eleitos ao final, os estudos que após aplicação de critérios de inclusão e exclusão respondessem à questão norteadora.

Foram coletados dados sobre o número de trabalhos inicialmente relacionados em cada base de dados e o número de exclusões a cada etapa do processo de seleção.

#### 4.4 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Foram obtidos dados relacionados a identificação do artigo, objetivo geral, parte da planta utilizada, nome científico e nome comum, forma de extração da mucilagem, concentrações utilizadas, produtos aplicados, objetivo da aplicação, variáveis relacionadas as propriedades tecnológicas avaliadas experimentalmente e principais conclusões.

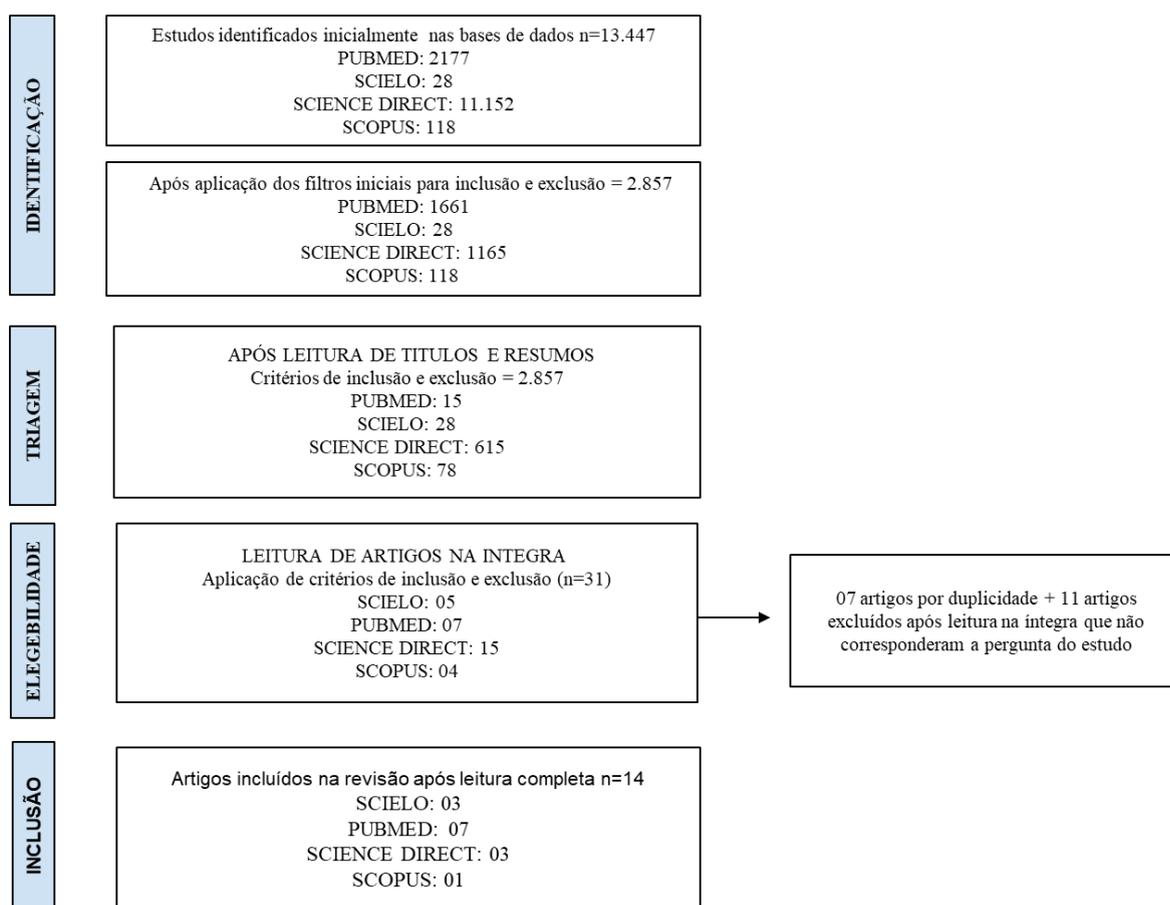
Os principais dados foram tabulados a fim de relacionar as principais aplicações utilizadas em alimentos e os principais resultados obtidos em relação as propriedades tecnológicas avaliadas.

### 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do cruzamento dos descritores, inicialmente, obteve-se 13.447 artigos inicialmente, e com aplicação dos filtros iniciais foram considerados 2.857 trabalhos para

análise inicial nesta revisão. Para o refinamento seguiu-se as etapas do fluxograma (Figura 4) e após leitura criteriosa foram eleitos 14 artigos de pesquisa para elaboração desta revisão de literatura.

Figura 4 – Fluxograma do processo de seleção eletrônica nas bases de dados para obtenção de artigos para revisão integrativa.



Fonte: elaborado pela autora, 2023.

A seleção dos artigos resultou em 14 publicações nos últimos 5 anos nas diferentes bases de dados analisadas. O quadro 2 apresenta as informações gerais, assim como as partes das plantas, espécies, objetivo principal e métodos de extração.

Quadro 2. Informações gerais sobre os artigos incluídos na revisão integrativa com materiais de estudo e objetivo principal (n=14).

Ano	Periódico	Local	Parte da planta	Nome comum / Nome científico	Formas de Extração	Objetivo	Referência
2018	<i>Journal of food and technology</i>	Brasil	Sementes	Chia ( <i>Salvia hispanica L.</i> )	Extração em água 1:40 (chia: água) com aquecimento, agitação constante e posterior centrifugação	Desenvolver formulações de sobremesa congelada de leite de cabra utilizando diferentes concentrações de mucilagem de chia	Chaves <i>et al.</i> (2018)
2019	<i>Food Science and Nutrition</i>	Irã	Frutos	Jujuba ( <i>Ziziphus spp.</i> )	Extração em água por aquecimento e centrifugação, com precipitação com etanol (1:4) e secagem por 48h	Avaliar a possibilidade de utilização da mucilagem da jujuba como estabilizador em iogurte mexido e examinar suas funções em relação às propriedades físico-químicas, reológicas e sensoriais do iogurte.	Yekta <i>et al.</i> (2019)
2019	<i>Brazilian Journal of food technology</i>	Brasil	Rizoma	Taro ( <i>Colocasia esculenta</i> )	Extração manual por trituração em tela de poliéster (40cm x 40 cm), com posterior filtração e liofilização (72h).	Apresentar métodos para verificar se os alvéolos estão distribuídos uniformemente na farinha de rosca contendo mucilagem de taro liofilizada.	Bicalho <i>et al.</i> (2019)

2020	<i>Food Science And Nutrition</i>	Irã	Frutos	Marmelo ( <i>Cydonia oblonga</i> )	Extração aquosa, seguida de agitação e secagem.	Determinar os parâmetros qualitativos, atividade antioxidante, desidratação e índice de escurecimento de fatias de banana liofilizadas pré-tratadas em comparação com fatias liofilizadas.	Milani <i>et al.</i> (2020)
2020	<i>Journal of functional foods</i>	Brasil	Sementes	Chia ( <i>Salvia hispanica L.</i> )	Extração aquosa (3 horas a 60 °C), separada a partir de um despoldador, seguida de liofilização.	Avaliar os efeitos da substituição do toucinho suíno pela mucilagem de chia (MC) e da adição de gel emulsão à base de mucilagem de chia em salsichas Bolonha sobre as sensações de apetite em voluntários saudáveis.	Câmara <i>et al.</i> (2020)
2020	<i>Food chemistry</i>	Irã	Sementes	Psyllium ( <i>P.ovata Forsk</i> )	Extração aquosa, seguida de agitação constante em agitador magnético, posteriormente, adicionada em agitador laboratorial.	Investigar o efeito da mucilagem na viabilidade de bactérias probióticas, nas propriedades físico-químicas e sensoriais do iogurte	Choobari <i>et al.</i> (2020)
2021	<i>Journal of dairy science</i>	Espanha	Sementes	Chia ( <i>Salvia hispanica L.</i> )	Extração aquosa seguida de agitação, resfriamento, centrifugação e liofilização.	Avaliar a possibilidade de adicionar mucilagem de chia como substituto de gordura a iogurtes desnatados e investigar o efeito de sua	Ribes <i>et al.</i> (2021)

						incorporação nas propriedades nutricionais, tecnológicas e organolépticas de iogurtes desnatados durante o armazenamento.	
2021	<i>Food Science and Technology</i>	Brasil	Folhas e frutos	Ora-pro-nóbis ( <i>Pereskia aculeata Miller</i> )	Os frutos verdes foram prensados com força de 2 toneladas em prensa hidráulica e o material extraído foi filtrado a vácuo por funil.	Avaliar o comportamento reológico e as propriedades texturais e microestruturais de queijos Petit Suisse frescos e reidratados após a liofilização.	Silva <i>et al</i> (2021)
2021	<i>Food Hydrocolloids for Health</i>	Irã	Sementes	Linhaça ( <i>Linum usitatissimum</i> )	Extração aquosa, seguida de agitação e filtração.	Desenvolver uma bebida de leite de cacau com mucilagem de linhaça.	Azarpazhooh <i>et al.</i> (2021)
2022	<i>Journal Of functional foods</i>	Espanha	Sementes	Chia ( <i>Salvia hispanica L.</i> )	Extração aquosa (proporção 3:30, p/p) e seguida de agitação por 3 h a 60 °C em um processador elétrico de alimentos. Essa mistura foi centrifugada a 10.000 rpm por 10 min a 20 °C. O sobrenadante foi removido e liofilizado.	Estudar a influência da adição da mucilagem da semente de chia, como espessante alternativo ao amido modificado.	Ribes <i>et al.</i> (2022)

2022	<i>Advanced polymer in food industry</i>	Colômbia	Rizoma	Inhame ( <i>Dioscorea cayanensis Lam.</i> )	Extração por método de borbulhamento, utilizando a relação inhame:água (1:8). A mucilagem líquida foi seca em liofilizador.	Avaliar a mucilagem do inhame como estabilizante e emulsificante na formulação de sorvete sabor baunilha.	Lozano <i>et al.</i> ( 2022)
2022	<i>Foods</i>	Turquia	Sementes	linhaça ( <i>Linum usitatissimum L.</i> ) Chia ( <i>Salvia hispanica L.</i> )	Extração através de subprodutos do óleo prensado. Seguida de extração aquosa, agitação, peneiração e secagem.	Emulsificante alternativo à base de mucilagem de sementes para emulsões de óleo em água (O/A), como maionese e molhos para salada, para obter uma emulsão O/A mais estável e com a qualidade esperada.	Hijazi <i>et al.</i> (2022)
2022	<i>Molecules</i>	Polônia	Sementes	Linhaça ( <i>Linum usitatissimum L.</i> )	Extração aquosa, seguida de resfriamento, centrifugação e filtração.	Produzir pão com equivalente sem glúten enriquecidos com Extrato da torta de linhaça e examinar a influência dos níveis de reposição de água em seu valor nutricional, propriedades antioxidantes e características sensoriais.	Krupa - Kozak <i>et al.</i> (2022)
2023	<i>Foods</i>	Turquia	Sementes	Linhaça ( <i>Linum usitatissimum L.</i> )	Extração aquosa, seguida de agitação e filtração.	Avaliar a sobrevivência de culturas de kefir enriquecidos com mucilagem de linhaça.	Alhssan; Ercan; Bozkurt (2023)

Fonte: elaborado pela autora, 2023.

Dentre os trabalhos apresentados, destacam-se 4 trabalhos produzidos no Brasil, e ainda que sementes (n=9), são preferencialmente utilizados como matérias-primas para extração de mucilagem além de frutos, rizomas e folhas.

Entre os estudos, observa-se uma semelhança na abordagem extrativa para a obtenção dos produtos mucilaginosos. Nesta seleção de trabalhos, para sementes (n=9), a forma extrativa mais utilizada foi a extração aquosa (n=8). Nos estudos de Chaves *et al.* (2018), Câmara *et al.* (2020), Choobari *et al.* (2020), Ribes *et al.* (2022), Alhssan; Ercan; Bozkurt (2023), Krupa-Kozak *et al.* (2022), Lozano *et al.* (2022), Azarpazhooh *et al.* (2021) relataram, com modificações, extrações com metodologias semelhantes. A uniformidade nas metodologias adotadas pode ser atribuída às propriedades físico-químicas das sementes, especialmente as de chia (Coelho *et al.*, 2014).

Ao serem adicionadas em água, as sementes de chia tendem a formar um gel transparente mucilaginoso, permanecendo fortemente ligado à semente. No epicarpo da semente encontram-se células que produzem mucilagem quando umedecidas. Ao entrar em contato com a água, o epicarpo incha, a cutícula se parte, esgotando a sua elasticidade e o conteúdo das células verte como mucilagem Coelho *et al.* (2014).

Existem diversas variáveis que podem afetar a qualidade do produto mucilaginoso obtido: quantidade de água, temperatura de extração, tempo de contato dos grãos e da água com ou sem movimento, o tempo de agitação e, principalmente, a técnica utilizada para separar a mucilagem (Chaves *et al.* 2018).

Chaves *et al.* 2018, adicionou às sementes de chia numa solução aquosa, centrifugando-as, e, posteriormente, liofilizando os produtos obtidos. O mesmo percebeu que a liofilização é um processo que não atinge significativamente o rendimento, já que ao comparar o valor inicial com final, os resultados são muito próximos.

Para extração de mucilagem em frutos, Yekta *et al.* (2019) e Milani *et al.* (2020) também relatam metodologias similares. Em ambos os casos, a extração aquosa foi utilizada, seguida de centrifugação, agitação e posterior secagem. Não houve nesses estudos menção à análise do rendimento final do produto mucilaginoso.

A extração de mucilagem em Rizomas foi relatada em dois estudos. Bicalho *et al.* (2019) cita a Extração manual por trituração em tela de poliéster (40cm x 40cm), com posterior filtração e liofilização (72h), por outro lado, Lozana *et al.* (2022) utilizou o método de borbulhamento, utilizando a relação iname: água (1:8). A mucilagem líquida foi seca em liofilizador.

No quadro 3 são apresentados dos trabalhos selecionados informações coletadas sobre

as finalidades e formas de aplicação da mucilagem nos alimentos experimentais e parâmetros tecnológicos avaliados e principais achados.

Quadro 3. Principais conclusões da influência da aplicação de mucilagens extraídas de diferentes tipos de vegetais sobre as propriedades tecnológicas em alimentos.

Fonte	Produto	Concentração de mucilagem	Objetivo de Aplicação	Propriedades tecnológicas avaliadas	Principais conclusões	Referência
Chia	Sobremesa gelada	8,96%	Substituição de Gordura	Composição centesimal e sólidos totais, taxa de fusão, parâmetros reológicos, valor energético	Maior rendimento de mucilagem após secagem; na mucilagem úmida, carboidrato se encontrava em maior proporção; Presença de mucilagem não alterou taxa de fusão; houve maior aumento de viscosidade.	Chaves <i>et al.</i> (2018)
Jujuba	Iogurte	0%, 0,1%, 0,15% e 0,2%	Estabilizador (período de 21 dias)	Separação do soro do leite, Capacidade de retenção de água (CRA), Viscosidade, Propriedades	Redução significativa da sinérese; Aumento da CRA; aumento da viscosidade proporcional a concentração.	Yekta <i>et al.</i> (2019)

				reológicas, cor, avaliação sensorial		
Taro	Pães	0,28 g 100 g-1 cinzas; 0,638g 100 g-1 extrato etéreo; 8,038g 100 g-1 proteína; 0,358g 100g-1 fibra; 6,798g 100 g-1 umidade e 84,128 g 100 g-1 de extrato não nitrogenado.	Emulsificante	Distribuição alveolar na farinha de rosca	A análise demonstra que o uso da mucilagem do taro proporciona uma massa com alvéolos regularmente distribuídos.	Bicalho <i>et al.</i> (2019)
Chia	Bananas	0,0%, 0,05%, 0,1%	Antioxidante	Teor de umidade; eliminação radicais livres, escurecimento enzimático	Variação teor de umidade; Melhora do escurecimento enzimático; Diminuição dos fenóis totais.	Milani <i>et al.</i> (2020)
Chia	Salsicha	4%	Substituição de Gordura; Emulsificante	Composição centesimal; Estudo de apetite; Digestão in vitro e	Redução do teor de gordura; Redução do valor energético; Não houve diferença quanto a sensação de	Câmara <i>et al.</i> (2020)

				digestibilidade proteica.	apetite; Interferência na digestão proteica.	
Psyllium	logurte Desnatado	0,5, 1 e 2%	Agente prebiótico na viabilidade de sobrevivência de <i>Lactobacillus acidophilus</i> ; propriedades físico-químicas e sensoriais	Avaliação da sinérese; Capacidade de retenção de água (CRA); Avaliação sensorial.	Redução significativa da sinérese; Aumento da CRA; Aumento da qualidade sensorial.	Choobari <i>et al.</i> (2020)
Chia	logurte	2,5; 5,0 e 7,5%, m/vol	Substitutos de gordura;	Caracterização físico-química; propriedades reológicas.	Aumento do grau de sinérese; Variação da tensão de escoamento.	Ribes <i>et al.</i> (2021)
Ora-pro-nóbis	Queijo	0,5%, 1%, 1,5%	Conservante, Estabilizante	Comportamento reológico; propriedades texturais e microestruturais; Sinérese.	Variação no grau de sinérese; A viscosidade aparente a $1,76 \text{ s}^{-1}$ apresentaram diferença estatística ( $P < 0,05$ ); variação no rendimento.	Silva <i>et al.</i> (2021)
Linhaça	Bebida à base de cacau	2%, 4%, 6%	Agente emulsificante	Propriedades físico-químicas,	Variação de viscosidade; m Efeito significativo ( $p < 0,05$ )	Azarpazhooh <i>et al.</i> (2021)

				atividade antioxidante.	da adição de linhaça-mucilagem sobre a atividade antioxidante	
Chia	Purê	1,5% e 1%	Agente espessante	Fluxo reológico, viscoelástico e de compressão combinada e teste de força de cisalhamento.	Aumento de viscosidade e Alteração de elasticidade.	Ribes <i>et al.</i> (2022)
Inhame	Sorvete	0,4% e 0,8%	Agente emulsificante	Propriedades físico-químicas; Caracterização viscoelástica.	O teor de mucilagem contribui para o aumento do teor de proteína e cinzas; Alteração no comportamento característico de fluido pseudoplástico; Comportamento característico de fluido pseudoplástico.	Lozano <i>et al.</i> (2022)

Linhaça	Maionese	1% e 2%	Agente emulsificante,	Análise reológica; Estabilidade oxidativa.	A diminuição da viscosidade pelo aumento da taxa de cisalhamento indicou um comportamento de fluxo não newtoniano de cisalhamento (pseudoplástico). Resultado favorável em relação à estabilidade oxidativa e o uso de mucilagem.	Hijazi <i>et al.</i> (2022)
Linhaça	Pão	11,1%, 22,2%, 33,3%, 44,4%	Substituição de água e agente antioxidante	Composição centesimal; Teor fenólico total; Avaliação da porosidade do pão	Diminuição do valor energético; Variação no teor de compostos fenólicos; Melhoria dos parâmetros tecnológicos.	Krupa - Kozak <i>et al.</i> (2022)

Linhaça	Probiótico à base de Kefir	0,03%, 0,05% e 1%	Agente prebiótico no enriquecimento de base de Kefir	Viscosidade; Teor de sólidos e proteínas; Análise sensorial.	FM melhorou significativamente a sobrevivência de <i>L. acidophilus</i> e <i>B. lactis</i> ; Variação nas propriedades físico-químicas.	Alhssan; Ercan; Bozkurt (2023)
---------	----------------------------	-------------------	--	--	---	--------------------------------

Fonte: elaborado pela autora, 2023.

Dentre os estudos, destaca-se o uso da mucilagem para substituição de gorduras, agentes emulsificantes, espessante e estabilizadores (n=9). Outros autores analisaram como, agente prebiótico (n=2) na viabilidade de sobrevivência de *Lactobacillus acidophilus* (n=1), e antioxidante (n=2).

A semente de chia foi a matéria-prima mais prevalente nos estudos. A mucilagem da chia, resultante da imersão das sementes de chia em água, é composta por frações de fibras solúveis, e representa de 5 a 6% da semente da chia (Capitani *et al.*, 2012). Esta se mostra com um novo ingrediente, com potencial aplicabilidade em alimentos, como produção de filmes, estabilizador de espuma, agente de suspensão, emulsificante e agente de ligação (Fernandes, 2015).

Tal afirmação corrobora com os resultados mencionados por Câmara *et al.* (2020) e Ribes *et al.* (2022) apresentados nesta revisão.

Câmara *et al.* (2020), realizou três diferentes formulações de salsicha: controle, com 20% de toucinho suíno e 0,5% de tripolifosfato de sódio; teor reduzido de gordura (10%) com 4% de mucilagem de chia (reidratada na concentração de 25% em água e mantida durante a noite a 5°C) (FMC); uma linguiça mortadela com baixo teor de gordura e substituição de 100% da gordura suína por emulsão gel (MC-EG), ambas com redução de 50% de fosfato. Percebeu-se significativa diminuição (32,73%) nos teores de gorduras presentes na formulação com adição de mucilagem de chia ( $P < 0,05$ ), por consequência, havendo também diminuição significativa no valor energético de produto (17,98%). A ocorrência desse resultado se explica pela composição centesimal dos produtos mucilaginosos. O mesmo ocorre no estudo realizado por Krupa-Kozak *et al.* (2022), ao adicionar a mucilagem de linhaça em amostras de pão, o valor energético diminuiu significativamente.

No geral, a proporção de macronutrientes está intrinsecamente relacionada à fonte e tipo de planta extraída, no entanto, diversos estudos relatam polissacarídeos como o principal macronutriente presente nas mucilagens (Rodrigues, 2020; Faccio, 2015; Rocha *et al.* 2011). Assim, ao substituir um produto de origem lipídica por um produto composto em sua maioria por carboidratos (digeríveis ou não), por consequência, há diminuição do valor energético. O mesmo ocorreu no estudo realizado por Chaves *et al.* (2018) ao aplicar mucilagem de chia como substituto de gordura em sobremesas geladas utilizando leite de cabra, em que foi observado a redução calórica de aproximadamente 7% de calorias no produto pronto para consumo. A redução do teor lipídico devido à substituição da gordura vegetal resultou na redução do valor energético em todos os testes neste estudo.

Alguns estudos anteriores, como os desenvolvidos por Utpott (2012) avaliaram a

utilização da mucilagem de chia na substituição de gordura em maionese, e obteve resultados positivos nos quesitos sensoriais e aspectos tecnológicos estudados, principalmente na utilização da mucilagem como agente estabilizante em emulsões.

Sob a perspectiva de mucilagem como estabilizante, Yekta *et al.* (2019) investigou a possibilidade através da aplicação de mucilagem dos frutos de Jujuba (*Ziziphus spp.*) como estabilizante de iogurte. Borneo *et al.* (2010) utilizaram a mucilagem como substituto de ovo ou óleo em formulações de bolo e obtiveram resultados satisfatórios para a substituição em até 25% do óleo ou ovo na formulação.

A explicação para a possibilidade de substituição de um estabilizante industrializado por mucilagens está diretamente ligada à sua composição química e estrutural. No geral, gomas ou hidrocolóides como gelatina, carboximetilcelulose, alginato de sódio, goma guar, goma locusta, carragena e goma xantana são utilizados como estabilizantes em sorvetes, visto que são polissacarídeos naturais, solúveis em água e extraídos de vegetais (Rodrigues, 2022). Assim, por conter grandes quantidades de polissacarídeos e proteínas, as mucilagens possuem um grande potencial como estabilizantes e emulsificantes (Rodrigues, 2022). Ademais, ao utilizar a mucilagem de Jujuba como potencial estabilizador, percebeu-se a formação de uma estrutura de gel estabilizada, aumentando, por consequência, a integridade da rede de gel e, conseqüentemente, a viscosidade complexa, por fim, garantindo um alto grau de firmeza nos iogurtes (Yekta *et al.*, 2019).

No que se refere a influência sobre a viscosidade, Ribes *et al.* (2022) e Yekta *et al.* (2019) relatam aumento dessa variável em seus trabalhos. Ao adicionar a mucilagem de Jujuba no iogurte, resultados mostram que os valores de viscosidade em todas as amostras aumentaram significativamente ( $p < 0,05$ ) ao longo do armazenamento. Silva *et al.*, (2022) relata variação de viscosidade geralmente proporcional à concentração da mucilagem nas amostras. O aumento da concentração de mucilagem nas amostras contribuiu para o aumento proporcional da viscosidade aparente.

Um dos fatores que explicam essa propriedade é a capacidade de reter água dos produtos mucilaginosos, por consequência, aumentando a viscosidade. Tais dados estão de acordo com o que foi encontrado por Azarpazhooha *et al.* (2021) ao adicionar a mucilagem de linhaça em bebida à base de cacau, em que a viscosidade foi aumentada com o aumento da concentração de mucilagem de linhaça. Esse realce pode estar relacionado à quantidade de fibra contribuída pela mucilagem de linhaça.

Por outro lado, Hijazi *et al.* (2022), ao adicionar a mucilagem de linhaça em maionese, notou a diminuição da viscosidade pelo aumento da taxa de cisalhamento, indicando um

comportamento de fluxo não newtoniano de cisalhamento (pseudoplástico). Ademais, Lozano *et al.* (2022), ao aplicar a mucilagem de inhame em sorvetes, cita diminuição da viscosidade pelo aumento da taxa de cisalhamento e cita que reologicamente, verificou-se que o sorvete tem o comportamento característico de um fluido pseudoplástico, apresentando uma estrutura viscoelástica em que predomina o comportamento elástico.

Em relação à sinérese, principalmente para iogurtes, este é um fenômeno negativo e que implica diretamente na qualidade do produto final. Ao adicionar a mucilagem de Jujuba, percebeu-se uma diminuição na separação distinguível do soro do leite. Em realidade, mucilagem de jujuba (tal qual qualquer mucilagem) atuou como um hidrocolóide sem carga que reduz a sinérese aumentando a viscosidade da fase contínua. O mesmo confirma-se com Choobari *et al.* (2020) ao aplicar Psyllium (*Plantago ovata* Forsk) em iogurtes com baixos teores em lipídio. Notou-se neste caso, como esperado, baixa sinérese.

Com relação à capacidade de retenção de água (CRA), esta propriedade aumentou proporcionalmente à concentração de mucilagem de Psyllium aplicada nas amostras analisadas por Choobari *et al.* (2020). O mesmo percebeu-se nas amostras de iogurte relatadas por Yekta *et al.* (2019). Em todas as variações de iogurte, os valores de CRA aumentaram significativamente ( $p < 0,05$ ). A CRA demonstra a quantidade de água retida pela amostra após a aplicação de uma força externa, sendo uma importante variável em alimentos quando trata-se de estabilidade, rendimento, textura e avaliação sensorial (Lise, 2021).

Sobre a propriedade de espessamento, todas as amostras estudadas por Yekta *et al.* (2019) com adição de mucilagem demonstraram aumento de viscosidade, o mesmo repete-se para Silva *et al.* (2021), Azarpazhooh *et al.* (2021) e Ribes *et al.* (2022). As propriedades reológicas de misturas de biopolímeros estão ligadas a diversas variáveis tais como: concentração e razão dos componentes da mistura, carga elétrica, estrutura química, massa molecular e interações entre os biopolímeros. Em geral, considera-se que há uma interação sinérgica entre os polissacarídeos quando a viscosidade da mistura é maior que a viscosidade aparente observada para cada componente puro, ou seja, quando a capacidade espessante da mistura é maior que a capacidade espessante de cada componente puro em concentrações similares (Vilela, 2019).

Em relação ao teor de umidade, Milani *et al.* (2020) ao analisar chips de bananas relatou que esta variável relacionada à umidade foi muito menor nos chips de banana contendo 0% de mucilagem em comparação com aqueles contendo 0,25 e 0,5% de mucilagem. A maior umidade nas fatias de banana tratadas é explicada devido à natureza higroscópica da mucilagem.

A atividade antioxidante também foi relacionada como uma variável explorada. No estudo de Milani *et al.* (2020), percebeu-se que houve uma diminuição no conteúdo fenólico total dos chips de banana seca em comparação com o valor do conteúdo fenólico total das fatias de banana fresca. Percebe-se, portanto, que diminuição da atividade antioxidante é influenciada pela diminuição do conteúdo fenólico total nas rodela de banana. O mesmo ocorre no estudo realizado por Krupa-Kozak *et al.* (2022), no qual o potencial antioxidante da mucilagem de linhaça é dado como positivo. Previamente, biscoitos enriquecidos com linhaça apresentaram maior conteúdo de polifenólicos totais, atividade antioxidante e escores sensoriais altamente aceitáveis (Krupa-Kozak *et al.* 2022).

A atividade alveolar de farinhas adicionadas a mucilagem também foi analisada. Bicalho *et al.* (2020) relata que os complexos formados entre os carboidratos e proteínas presentes na mucilagem atuam como compostos tensoativos na fase aquosa que permeia a parede alveolar, permitindo a formação de uma interface entre as fases e produzindo um maior número de pequenos alvéolos, sendo, portanto, um potencial agente emulsificante.

Em dois estudos a mucilagem foi aplicada também com a finalidade de agente prébiótico para as cepas utilizadas nas formulações de iogurte desnatado (Choobari *et al.*, 2020) e bebida probiótica de kefir (Alhssan; Ercan; Bozkurt, 2023). Amostras com 0,03% de FM e 0,2% de GA tiveram a maior contagem de *L. acidophilus* (5,95 log UFC/mL) aos 21 dias (Alhssan; Ercan; Bozkurt, 2023), o que reforça que a mucilagem por ser considerada um prebiótico tem um papel na melhoria do crescimento probiótico (Hadinezhad *et al.*, 2013).

Relacionou-se portanto nesta revisão aplicação de mucilagem em diferentes tipos de formulação de alimentos, com uma tendência maior para a indústria de derivados lácteos, especialmente com a finalidade de melhorar aspectos sensoriais dos alimentos, mas também relacionados a estabilidade para prolongamento da qualidade e vida de prateleira. Mas para além, verificou-se já a possibilidade de uso de mucilagens partindo de outras propriedades que estas exibem como o potencial antioxidante de seus componentes e também prebiótico para culturas de fermentação quando aplicadas na formulação, favorecendo a viabilidade de cepas probióticas.

Nota-se que os estudos se concentram ainda na exploração de sementes e mais expressivamente de chia e linhaça, o que demonstra uma lacuna na literatura para pesquisas com outras partes de plantas como as folhas, rizomas e raízes.

Este trabalho teve como principal limitação a disponibilidade de artigos na íntegra de acesso gratuitos, o que pode de certa forma limitar o conhecimento sobre a influência de mucilagens em outros tipos de alimentos, como pro exemplo em derivados cárneos, já que

aqui só foi apresentado um estudo disponível.

## 6. CONCLUSÃO

As propriedades funcionais da mucilagem vegetal associadas às características tecnológicas que exibem permitem a aplicação vasta na indústria de alimentos e esta investigação permitiu identificar o potencial uso na preparação de alimentos mais saudáveis na indústria alimentícia especialmente por visam a substituição de aditivos e ingredientes classicamente utilizados.

As sementes ainda são as principais matérias-primas estudadas, mas frutos, rizomas e folhas já se mostram como uma tendência a serem exploradas. As formas de extração do tipo aquosa sobressaem como as mais utilizadas, principalmente devido a serem tecnologias simples e com considerável rendimento e menor impacto sobre as propriedades da mucilagem.

Produtos lácteos foram os mais explorados quanto a substituição, mas há tendência especialmente na formulação de emulsões alimentícias. Destaca-se que em todos os trabalhos foram adicionadas mucilagens extraídas e não acompanhadas de suas matérias-primas o que caracteriza os resultados apresentados como o uso de mucilagens como um ingrediente, aditivo ou coadjuvante de tecnologia nas formulações analisadas.

Apesar do potencial da mucilagem nas aplicações alimentares a sua investigação ainda é bastante limitada e as suas propriedades ainda estão longe de serem ótimas, já que a depender da natureza do alimento pode não favorecer o aumento de viscosidade

Apesar das fontes de mucilagem disponíveis na natureza serem vastas, apenas de algumas espécies de plantas foram apresentadas. Nesse sentido, novas fontes que possam fornecer mucilagem vegetal de forma mais fácil e eficaz, juntamente com características mais adequadas, devem ser exploradas e estudadas.

Assim, este trabalho de revisão mostrou que a mucilagem de plantas se apresenta como uma oportunidade única nesse importante setor industrial.

## REFERÊNCIAS

**BICALHO, C. C. et al.** Alveolar distribution in French rolls made using taro mucilage. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 22, 2019.

**BECKER M. E. K.; NOUHUYS, I. S. V.; KEHL, L. C. K.; BRACK, P.; SILVA D. B.** Plantas alimentícias não convencionais (PANCs): hortaliças espontâneas e nativas. Porto Alegre, UFRGS, 1 ed., 2015.

**BIONDO, E.; FLECK, M.; KOLCHINSKI, E.M.; SANT'ANNA, V.; POLESI, R.G.** Diversidade e potencial de utilização de plantas alimentícias não convencionais no Vale do Taquari, RS. *Revista Eletrônica Científica Da UERGS*, v.4, n.1, p.61-90, 2018.

**BITTENCOURT, D. M. C.** Agricultura familiar, desafios e oportunidades rumo à inovação. In: BITTENCOURT, D. M. C. *Estratégias para a Agricultura Familiar Visão de futuro rumo à inovação*. Embrapa, Brasília - DF, 2020.

**BRASIL.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual de hortaliças não-convencionais. Mapa/ACS, p. 92, 2010.

**BRASIL.** Ministério da Saúde. Resolução n. ° 266, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para gelados comestíveis e preparados para gelados comestíveis. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, 23 set. 2005.

**CAMARA, A. K. F. I. et al.** Satiety and in vitro digestibility of low saturated fat Bologna sausages added of chia mucilage powder and chia mucilage-based emulsion gel. *Journal of Functional Foods*, v. 65, p. 103753, fev. 2020.

**CAMPOS, B. et al.** EXTRAÇÃO DA MUCILAGEM DA CHIA E USO EM SORVETE COMO EMULSIFICANTE. *Anais do Simpósio Nacional de Bioprocessos*, 5 set. 2015.

**CARINA, F.** Caracterização e uso da mucilagem do jaracatiá (*Carica quercifolia* (A. St.-Hil.) Hieron) na adsorção de papaína. 2015.

**CAKMAK, H. et al.** A review on recent advances of plant mucilages and their applications in the food industry: Extraction, functional properties and health benefits. *Food Hydrocolloids for Health*, v. 3, p. 100131, dez. 2023.

**CHAVES, M. et al.** Extraction and application of chia mucilage (*Salvia hispanica* L.) and locust bean gum (*Ceratonia siliqua* L.) in goat milk frozen dessert. *Journal of Food and Technology*, v. 55, n. 10, p. 4148–4158, 1 ago. 2018.

**CHOOBARI, S. Z. M.; ABBAS ALI SARI; AMIR DARAEI GARMAKHANY.** Effect of *Plantago ovata* Forsk seed mucilage on survivability of *Lactobacillus acidophilus*, physicochemical and sensory attributes of produced low-fat set yoghurt. *Food Science and Nutrition*, v. 9, n. 2, p. 1040–1049, 23 dez. 2020.

**COLONETTI, Vivian Caroline et al.** CARACTERIZAÇÃO DA MUCILAGEM DO FRUTO E CLADÓDIO DE *Cereus hildmaniannus* K. Schum. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, [S. l.], 2012.

**DE SOUZA, TCL et al.** A study of the bioactive potential of seven neglected and underutilized leaves consumed in Brazil, *Food Chemistry*, Volume 364, 2021.

**EIMAN ALHSSAN; SONGÜL ŞAHIN ERCAN; BOZKURT, H.** Effect of Flaxseed Mucilage and Gum Arabic on Probiotic Survival and Quality of Kefir during Cold Storage. *Foods*, v. 12, n. 3, p. 662–662, 3 fev. 2023.

**Hadinezhad, M.; Duque, C.; Han, NF; Hosseinian, F.** A fibra dietética solúvel de linhaça aumenta a sobrevivência e o crescimento das bactérias do ácido láctico no kefir e possui alta capacidade antioxidante. *J. Alimentos Res.* 2013, 2, 152.

**HIGGINS, J. P. T. et al. (EDS.).** *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. [s.l.] Wiley, 2019.

**HIJAZI, T. et al.** Extraction of Natural Gum from Cold-Pressed Chia Seed, Flaxseed, and Rocket Seed Oil By-Product and Application in Low Fat Vegan Mayonnaise. *Foods*, v. 11, n. 3, p. 363, 27 jan. 2022.

**INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo).** Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos. 4a ed. 1a Edição Digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, p. 1020, 2008.

**JACOB, Michelle Cristine Medeiros.** BIODIVERSIDADE DE PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS EM UMA HORTA COMUNITÁRIA COM FINS EDUCATIVOS. DEMETRA Alimentação, Nutrição & Saúde, [S. l.], p. 1-17, 11 dez. 2019.

**JESUS, Beatriz Barbosa de Souza de et al.** PANCs - PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS, BENEFÍCIOS NUTRICIONAIS, POTENCIAL ECONÔMICO E RESGATE DA CULTURA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer, Jandaia-GO, v. 17, p. 319-322, 15 set. 2020.

**JI, X. et al.** Isolation, structures and bioactivities of the polysaccharides from jujube fruit (*Ziziphus jujuba* Mill.): A review. v. 227, p. 349–357, 1 jul. 2017.

**KELEN, M. E. B.; NOUHUYS, I. S. V.; KEHL, L. C.; BRACK.P.; SILVA, D.B.** Plantas alimentícias não convencionais (PANCs): hortaliças espontâneas e nativas. ed.1, p.44, UFRGS: Porto Alegre, 2015.

**KRUPA-KOZAK, U. et al.** Novel Gluten-Free Bread with an Extract from Flaxseed By-Product: The Relationship between Water Replacement Level and Nutritional Value, Antioxidant Properties, and Sensory Quality. *Molecules*, v. 27, n. 9, p. 2690, 21 abr. 2022.

**LEITE, Joana Filomena Magalhães et al.** Nutritional value and antinutritional factors of foliaceous vegetable *Talinum fruticosum*. *Rev Inst Adolfo Lutz*, [S. l.], p. 341-345, 1 out. 2009.

**LIAO, Dung Y. et al.** Antioxidant activities and contents of flavonoids and phenolic acids of *Talinum triangulare* extracts and their immunomodulatory effects. *Scielo Brasil*, [S. l.], p. 294-302, 5 jan. 2015.

**LISE, CC, et al.** Alternative protein from *Pereskia aculeata* Miller leaf mucilage: technological potential as an emulsifier and fat replacement in processed mortadella meat. *Eur Food Res Technol* 247, 851–863, 2021.

**LOPES, Aline Chitto et al.** Potencial nutricional e tecnológico de mucilagem de chia (*Salvia hispânica*, l.) para processamento de alimentos. *Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos*, [s. l.], v. 2, 2020.

**LOPES, A. C. et al.** Aplicação de mucilagem de chia (*salvia hispânica*, l.) Em processamento de biscoitos. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 4, p. 17997–18008, 2020.

**LOPES-DÍAZ, A.S. et al.** Characterization of pitahaya (*Hylocereus undatus*) mucilage-based films. v. 3, n. 1, p. 100266–100266, 1 jun. 2023.

**LOZANO, E. et al.** Effects of Yam (*Dioscorea rotundata*) Mucilage on the Physical, Rheological and Stability Characteristics of Ice Cream. *Polymers*, v. 14, n. 15, p. 3142, 2 ago. 2022.

**LUNA-SOSA, B. et al.** Extraction and characterization of mucilage from *Opuntia ficus-indica* cultivated on hydroponic system. *ProQuest*, p. 12460, 2022.

**MARIUTTI, L.R.B. et al.** The use of alternative food sources to improve health and guarantee access and food intake, *Food Research International*, V. 149, 2021.

**MILANI, A.; JOUKI, M.; RABBANI, M.** Production and characterization of freeze-dried banana slices pretreated with ascorbic acid and quince seed mucilage: Physical and functional properties. *Food Science & Nutrition*, v. 8, n. 7, p. 3768–3776, 28 maio 2020.

**MORAES, Larissa Carolina De et al.** SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE HIDROGÉIS A PARTIR DE ALGINATO E MUCILAGEM DE *ORA-PRO-NOBIS*. 2019. Dissertação (Mestrado em Tecnologia dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, [S. l.], 2019.

**NESPOLO, C. R. et al.** Práticas em tecnologia de alimentos. *Artmed*. Porto Alegre, p. 220, 2015.

**OH, S.; KIM, D.-Y.** Characterization, Antioxidant Activities, and Functional Properties of Mucilage Extracted from *Corchorus olitorius* L. *Polymers*, v. 14, n. 12, p. 2488, 1 jan. 2022.

**OLIVEIRA, N.L., et al.** Development and characterization of biodegradable films based on *Pereskia aculeata* Miller. mucilage, *Industrial Crops and Products*, v. 130, p. 499-510, 2019.

**PAJE, M et al.** PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021;372:n160

**PIRES, A. et al.** Caracterização reológica de dispersões de mucilagem de linhaça, gelana acilada ou desacilada na preparação de bebidas para indivíduos com disfagia. *Brazilian Journal of Food Research*, 18 dez. 2019.

**ROCHA, J. F.; PIMENTEL, R. R.; MACHADO, S. R.** Estruturas secretoras de mucilagem em *Hibiscus pernambucensis* Arruda (Malvaceae): distribuição, caracterização morfoanatômica e histoquímica. *Acta Botanica Brasilica*, v. 25, n. 4, p. 751–763, dez. 2011.

**RODRIGUES, A. A.** Efeito da substituição total e parcial do emulsificante comercial por mucilagem de ora-pro-nóbis (*Pereskia Aculeata* Miller) na recristalização de gelo em sorvetes de sabor chocolate. *repositorio.ufla.br*, 3 maio 2022.

**RODRIGUES, V. C. DA C. et al.** Composição química e aceitabilidade de pão sem glúten desenvolvido com mucilagem de quiabo. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, v. 79, p. 1–6, 30 set. 2020.

**RIBES, S. et al.** Impact of chia seed mucilage on technological, sensory, and in vitro digestibility properties of a texture-modified puree. *Journal of Functional Foods*, v. 89, p. 104943, fev. 2022.

**SILVA ; REIS, C. G. ; ALVES ; OLIVEIRA.** Caracterização físico-química e sensorial de gelado comestível elaborado com polpa do fruto de mandacaru adicionado de soro de leite. In: *I Congresso Internacional das Ciências Agrárias - I COINTER-PDVAgro*, 2016, Vitória de Santo Antão - PE. Anais, 2016.

**SOUZA, Gabriela Sena.** OTIMIZAÇÃO DA EXTRAÇÃO DA MUCILAGEM DE PSYLLIUM E AVALIAÇÃO DE SUAS PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS FUNCIONAIS. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Maringá, [S. l.], 2018.

**SOUKOULIS, C.; GAIANI, C.; HOFFMANN, L.** Plant seed mucilage as emerging biopolymer in food industry applications, *Current Opinion in Food Science*, V. 22, P. 28-42, 2018.

**TAVARES, Sandra Aparecida et al.** CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA MUCILAGEM DE INHAME LIOFILIZADA. Scielo Brasil, [S. l.], p. 1-7, 24 out. 2010.

**TAVARES, S. A. et al.** Caracterização físico-química da mucilagem de inhame liofilizada. Ciência e Agrotecnologia, v. 35, n. 5, p. 973–979, out. 2011.

**UTPOTT, M.** Utilização da mucilagem da chia (salvia hispanica l) na substituição de gordura e/ou gema de ovo em maionese. lume.ufrgs.br, 2012.

**XU, Wei et al.** Anti-diabetic effects of polysaccharides from *Talinum triangulare* in streptozotocin (STZ)-induced type 2 diabetic male mice. Scielo Brasil, [S. l.], p. 575-579, 5 jan. 2015.

**XX SIMPÓSIO NACIONAL DE BIOPROCESSOS XI SIMPÓSIO DE HIDRÓLISE ENZIMÁTICA DE BIOMASSA, 2015, Fortaleza, Ceará, Brasil.** EXTRAÇÃO DA MUCILAGEM DA CHIA E USO EM SORVETE COMO EMULSIFICANTE [...]. [S. l.: s. n.], 2015.

**YANG, Y. et al.** Potential application of polysaccharide mucilages as a substitute for emulsifiers: A review, International Journal of Biological Macromolecules, V. 242, Part 2, 2023.