

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA**

**A INULINA E A GOMA GUAR PARCIALMENTE
HIDROLISADA REALMENTE PODEM SER
CONSIDERADOS COMPOSTOS PREBIÓTICOS?**

YURI FARIA DOS SANTOS

Trabalho apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão Curso II – 0060029, como requisito parcial para a graduação no Curso de Nutrição da FSP/USP.

Orientador: Prof. Dr. João Paulo Fabi

São Paulo

2024

A INULINA E A GOMA GUAR PARCIALMENTE HIDROLISADA REALMENTE PODEM SER CONSIDERADOS COMPOSTOS PREBIÓTICOS?

YURI FARIA DOS SANTOS

**Trabalho apresentado à disciplina
Trabalho de Conclusão Curso II –
0060029, como requisito parcial para a
graduação no Curso de Nutrição da
FSP/USP.**

Orientador: Prof. Dr. João Paulo Fabi

São Paulo

2024

O conteúdo deste trabalho é publicado sob a Licença Creative Commons Atribuição
4.0 Internacional - CC BY 4.0.



Santos YF, Fabi JP. A inulina e a goma guar parcialmente hidrolisada realmente podem ser considerados compostos prebióticos? [Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Nutrição]. São Paulo. Faculdade de Saúde Pública da USP. 2024.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo verificar se a inulina e a goma guar parcialmente hidrolisada (GGPH) podem ser consideradas compostos prebióticos com base em evidências científicas atuais. A pesquisa foi conduzida por meio de uma revisão sistemática de ensaios clínicos randomizados, duplo-cegos e do tipo crossover, publicados entre 2004 e 2024, priorizando estudos que avaliaram o impacto desses compostos na microbiota intestinal humana. Os critérios de inclusão focaram em pesquisas realizadas exclusivamente em humanos, enquanto estudos *in vitro*, em animais e revisões sistemáticas foram excluídos para garantir a precisão dos resultados. Os achados indicam que a inulina cumpre os critérios estabelecidos para ser classificada como um prebiótico, devido à sua fermentação seletiva que estimula o crescimento de bactérias benéficas, como *Bifidobacterium*, além de promover a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC). Esses ácidos graxos desempenham papéis cruciais na saúde do hospedeiro, incluindo a manutenção da integridade da barreira intestinal e a modulação de processos inflamatórios. Estudos também mostram que a inulina contribui para a melhora da função gastrointestinal, aliviando a constipação e otimizando a motilidade intestinal. Adicionalmente, a inulina demonstrou efeitos positivos no controle glicêmico e no perfil lipídico, o que pode auxiliar na prevenção de doenças crônicas, como diabetes tipo 2 e dislipidemias. Por outro lado, a GGPH apresentou efeitos benéficos na regulação da glicemia, na promoção da saciedade e na redução da pressão arterial pós-prandial, sugerindo seu potencial para aplicações metabólicas. No entanto, a literatura ainda é insuficiente para afirmar com segurança que a GGPH possui um efeito direto na modulação da microbiota intestinal. Isso destaca a necessidade de estudos mais robustos que investiguem seu impacto microbiológico, fator essencial para sua classificação como prebiótico. Conclui-se que a inulina possui um papel comprovado na promoção da saúde intestinal e metabólica, cumprindo os critérios para ser considerada um composto prebiótico. Já a GGPH, apesar de seus benefícios metabólicos, requer investigações adicionais. Esta pesquisa fornece uma base científica relevante para orientar profissionais de saúde e futuras investigações no campo da nutrição,

destacando a importância de uma microbiota intestinal saudável na manutenção da saúde geral.

Descritores: inulina; goma guar parcialmente hidrolisada; fibras alimentares; compostos prebióticos; efeito prebiótico.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. OBJETIVOS.....	10
3. METODOLOGIA E SELEÇÃO DE ARTIGOS	10
3.1. INULINA	11
3.2. GOMA GUAR PARCIALMENTE HIDROLISADA.....	12
4. RESULTADOS.....	13
4.1. INULINA	13
4.1.1. Efeitos da Inulina na Composição da Microbiota Intestinal	13
4.1.2. Impacto na Função Gastrointestinal e Hábitos Intestinais.....	14
4.1.3. Efeitos Anti-inflamatórios, Modulação Imunológica, Melhora na Absorção de Minerais e Saúde Óssea.....	16
4.1.4. Tolerabilidade Gastrointestinal, Efeitos Colaterais e Efeitos em Populações Específicas	18
4.2. PRODUÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS DE CADEIA CURTA (AGCC).....	19
4.3. ESTUDOS COM RESULTADOS NEUTROS OU NEGATIVOS E ACHADOS ADICIONAIS.....	20
4.4. A INULINA PODE SER CONSIDERADA UM COMPOSTO PREBIÓTICO?	21
4.5. GOMA GUAR PARCIALMENTE HIDROLISADA	23
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
6. REFERÊNCIAS.....	25

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a busca por uma alimentação saudável tem ganhado cada vez mais destaque, não apenas pela estética, mas sobretudo pelos impactos profundos que exerce na saúde geral e no bem-estar dos indivíduos. A saúde humana é um dos pilares fundamentais para o desenvolvimento de sociedades saudáveis e produtivas, e a alimentação desempenha um papel central nesse processo. Com o recente aumento de doenças crônicas, como obesidade, diabetes tipo 2 e doenças cardiovasculares, torna-se essencial promover hábitos alimentares saudáveis para prevenir essas enfermidades e melhorar a qualidade de vida (SCHULZE *et al.*, 2018). Uma dieta equilibrada, rica em nutrientes essenciais como vitaminas, minerais, proteínas, fibras e gorduras saudáveis, contribui diretamente para o funcionamento adequado do organismo, fortalecendo o sistema imunológico, regulando processos metabólicos e prevenindo deficiências nutricionais (GUILLIN *et al.*, 2019; Wessels *et al.*, 2017). Por outro lado, o consumo excessivo de alimentos ricos em açúcares e gorduras saturadas, está associado ao desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis, reforçando a necessidade de escolhas alimentares adequadas para manter o equilíbrio fisiológico (CHEN *et al.*, 2020).

Considerando esse panorama, políticas públicas que incentivem a adoção de uma alimentação balanceada, aliadas à prática de atividades físicas, são cruciais para a promoção da saúde pública, pois ajudam a prevenir doenças crônicas e promover o bem-estar da população. Além disso, a nutrição adequada vai muito além da saciedade, abrangendo cuidados emocionais, psicológicos e físicos, que estão diretamente ligados à saúde integral dos indivíduos (SUÁREZ-LÓPEZ *et al.*, 2023). Sob essa perspectiva, o cuidado com a saúde intestinal é essencial para o bom funcionamento do organismo. Alimentos que favorecem a microbiota intestinal desempenham um papel central, promovendo o equilíbrio da microbiota intestinal e prevenindo desequilíbrios que podem comprometer a saúde como um todo (SEKIROV *et al.*, 2010).

Uma alimentação saudável, especialmente rica em fibras alimentares, desempenha um papel crucial na promoção da saúde intestinal e na prevenção de diversas condições metabólicas (ANDERSON *et al.*, 2009). Atualmente, a Organização Mundial de Saúde sugere um consumo diário de 25 a 30 gramas de fibras para adultos, provenientes de uma combinação de fibras solúveis e insolúveis.

Alimentos como frutas, vegetais, leguminosas e grãos integrais são fontes abundantes de fibras que, além de promoverem o bom funcionamento do intestino, ajudam a controlar os níveis de colesterol, glicemia e a prevenir o ganho de peso. Incorporar esses alimentos na rotina alimentar não apenas otimiza o trânsito intestinal, mas também contribui para a manutenção de uma microbiota intestinal saudável, crucial para a saúde metabólica e imunológica a longo prazo (GARUTTI *et al.*, 2022).

Dentro desse contexto alimentar, a ciência tem explorado com afinco o papel das fibras alimentares e seus benefícios, especialmente na saúde da microbiota intestinal (BERNAUD; RODRIGUES, 2013). A microbiota intestinal refere-se ao conjunto de bactérias, fungos, vírus e outros microrganismos que habitam o trato gastrointestinal humano (SALOMÃO *et al.*, 2021). Estima-se que existam trilhões de microrganismos no intestino, representando centenas de espécies diferentes, que desempenham papéis cruciais na saúde humana, incluindo a digestão de alimentos, a produção de vitaminas e a modulação do sistema imunológico (LEE; CHANG, 2021). Esses microrganismos coexistem em equilíbrio, proporcionando inúmeros benefícios ao hospedeiro, especialmente quando a dieta é rica em fibras alimentares, que influenciam diretamente a composição e o equilíbrio da microbiota.

Essa coexistência em equilíbrio na microbiota intestinal é a definição de eubiose, onde a composição e função dos microrganismos são ideais para a saúde do hospedeiro. Essa homeostase se refere ao equilíbrio harmônico entre os microrganismos benéficos e patogênicos no intestino (O'HARA; SHANAHAN, 2006). Quando a microbiota intestinal se encontra em homeostase, ela contribui para a proteção contra patógenos, a digestão adequada de nutrientes e a regulação do sistema imunológico (SEKIROV *et al.*, 2010).

Em contrapartida, a disbiose é o desequilíbrio da microbiota, caracterizado pela redução de microrganismos benéficos e/ou aumento de microrganismos potencialmente patogênicos (BROWN *et al.*, 2012). Este desequilíbrio pode ser causado por diversos fatores, incluindo dieta inadequada (DETHLEFSEN *et al.*, 2017) e uso excessivo de antibióticos (SULLIVAN *et al.*, 2001). Nesse sentido, a disbiose está associada a várias condições de saúde, incluindo doenças inflamatórias intestinais, obesidade, diabetes e até câncer colorretal (PETERSON *et al.*, 2015).

Diversos moduladores podem influenciar a composição e função da microbiota intestinal - buscando um potencial benefício para a microbiota - entre eles os

carboidratos não digeríveis, como as fibras dietéticas (COLLINS; GIBSON, 1999). Estes compostos promovem o crescimento de microrganismos benéficos e contribuem para a manutenção da eubiose. Além das fibras, outros moduladores incluem probióticos, prebióticos e simbióticos, cada um com funções específicas na modulação da microbiota (SUN; CHANG, 2014 e COLLINS; GIBSON, 1999).

As fibras alimentares são elementos da dieta que não são digeridos pelas enzimas digestivas humanas e são formados por polímeros de carboidratos, com três ou mais unidades monoméricas, além da lignina e um polímero de fenilpropano (BERNAUD; RODRIGUES, 2013). Os benefícios da fibra alimentar estão ligados, em parte, ao fato de que parte da fermentação de seus componentes acontece no intestino grosso, influenciando a velocidade do trânsito intestinal, o pH do cólon e a geração de subprodutos com funções fisiológicas importantes, exercendo funções essenciais na saúde digestiva e metabólica (DEVRIES, 2003).

As fibras alimentares podem ser classificadas em solúveis e insolúveis, ambas desempenhando papéis importantes na saúde intestinal. As fibras solúveis, presentes em alimentos como aveia, cevada, leguminosas e frutas, são fermentáveis e, portanto, mais eficazes na promoção do crescimento de microrganismos benéficos, como *Bifidobacterium* e *Lactobacillus* (ROBERFROID, 2005). Após a ingestão, as fibras solúveis atraem água e formam um gel viscoso no estômago e intestino delgado, retardando o esvaziamento gástrico e a absorção de glicose, promovendo a saciedade e auxiliando no controle glicêmico (SLAVIN, 2013). Ao chegarem ao intestino grosso, essas fibras são fermentadas pela microbiota, resultando na produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCCs), como acetato, propionato e butirato, que exercem efeitos benéficos, incluindo a redução do pH colônico, a promoção da integridade da barreira intestinal e a modulação de processos inflamatórios (KORSTEN *et al.*, 2022; ANDERSON *et al.*, 2009; CANANI *et al.*, 2011). O butirato, especificamente, é uma importante fonte de energia para os colonócitos, reforçando a função protetora no cólon (PARK, 2022).

Por outro lado, as fibras insolúveis, encontradas em alimentos como farelo de trigo, cereais integrais, nozes e sementes, embora pouco ou até não fermentáveis, são essenciais para a saúde intestinal, pois aumentam o volume do bolo fecal e aceleram o trânsito intestinal (CUMMINGS, 2001). Essas fibras passam praticamente

intactas pelo trato digestivo, absorvendo água e aumentando o volume das fezes, o que estimula o peristaltismo intestinal e previne a constipação (KANNAN *et al.*, 2022).

A sinergia entre as fibras solúveis e insolúveis em uma dieta equilibrada não apenas promove o equilíbrio da microbiota intestinal, mas também garante a integridade funcional do trato gastrointestinal, com efeitos diretos na digestão, absorção de nutrientes e excreção. Juntas, elas exercem múltiplos benefícios para a saúde, incluindo a regulação do trânsito intestinal, a proteção da barreira intestinal e a modulação de processos inflamatórios, sendo, portanto, essenciais para a saúde digestiva e metabólica (ANDERSON *et al.*, 2009).

Entre os diversos tipos de fibras alimentares, a inulina e a goma guar parcialmente hidrolisada têm emergido como componentes dietéticos de interesse, não só por suas propriedades nutricionais, mas também por seu potencial prebiótico.

O conceito inicial de que certos carboidratos poderiam estimular microrganismos benéficos no intestino humano surgiu em 1921, com estudos sobre a fermentação de carboidratos e o aumento de lactobacilos nas fezes (A TREATISE..., 1921). Esses primeiros estudos revelaram o papel dos açúcares fermentáveis no equilíbrio da microbiota intestinal, estabelecendo as bases para pesquisas futuras sobre os efeitos benéficos da dieta na saúde intestinal.

Entretanto, apenas em 1995, Marcel Roberfroid e Glenn Gibson cunharam o termo "prebiótico". Eles definiram prebióticos como "ingredientes alimentares não digeríveis que afetam benéficamente o hospedeiro ao estimular seletivamente o crescimento e/ou a atividade de um número limitado de bactérias no cólon" (GIBSON; ROBERFROID, 1999). Este conceito abriu uma nova área de pesquisa focada em fibras alimentares que pudessem melhorar a saúde por meio da modulação da microbiota intestinal.

Em 2004, a definição foi expandida para reconhecer que prebióticos não precisavam ser exclusivamente derivados de alimentos. Sem o critério de seletividade, abriu-se a possibilidade de classificar substâncias que não eram específicas em promover microrganismos benéficos, como antibióticos, o que gerou controvérsias científicas sobre o real impacto desses compostos. Além disso, os prebióticos passaram a ser vistos como algo que poderia afetar tanto a composição quanto a atividade das bactérias, desde que trouxesse algum benefício para a saúde do hospedeiro (GIBSON *et al.*, 2004). Essa mudança permitiu que compostos além dos

alimentares fossem considerados prebióticos, ampliando o campo de pesquisa sobre a microbiota em diferentes contextos fisiológicos.

Para garantir que esses compostos realmente confirmem benefícios à saúde, tornou-se essencial validar seus efeitos por meio de ensaios clínicos em humanos, já que estudos *in vitro*, embora úteis como ponto de partida, não eram suficientes para comprovar sua eficácia prebiótica (GIBSON; ROBERFROID, 2008). Entre esses estudos clínicos em humanos, os ensaios clínicos randomizados, duplo-cego e do tipo crossover são considerados os melhores, pois minimizam vieses e permitem uma comparação direta entre tratamento e placebo, garantindo resultados mais confiáveis. Esses métodos são amplamente utilizados na pesquisa de medicamentos e probióticos.

Em 2008, a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) redefiniu os prebióticos como componentes alimentares que proporcionam benefícios à saúde por meio da modulação da microbiota (PINEIRO, 2008). Entretanto, assim como em 2004, essa definição excluiu o critério de "seletividade", abrindo margem para que até substâncias como antibióticos pudessem ser consideradas prebióticos. Esse afastamento da seletividade causou debates significativos entre pesquisadores, já que a definição passou a englobar substâncias que não atuavam de maneira específica em microrganismos benéficos (BINDELS *et al.*, 2015).

Até 2016, diversos cientistas propuseram diferentes interpretações sobre os prebióticos, incluindo a possibilidade de modulação de microbiomas em outras partes do corpo, como a cavidade oral, a pele e o trato vaginal, além do intestino. A falta de uma definição clara dificultava o consenso científico e regulatório, destacando a necessidade de uma uniformização (BINDELS *et al.*, 2015).

Atualmente, o conceito mais aceito foi definido pela *International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics* (ISAPP), onde os prebióticos tem como definição "um substrato que é utilizado seletivamente pelos microrganismos do hospedeiro e que confere um benefício à saúde". O conceito ainda inclui três partes essenciais: uma substância, um efeito fisiologicamente benéfico e um mecanismo mediado pela microbiota (GIBSON *et al.*, 2017). Exemplos de prebióticos incluem a oligofrutose, galactoligossacarídeos e frutoligossacarídeos, que têm sido amplamente estudados por seus efeitos benéficos na microbiota intestinal (ROBERFROID, 2007).

O consumo regular de prebióticos está associado à melhoria da saúde digestiva, aumento da absorção de minerais e potencial modulação do sistema imunológico (SLAVIN, 2013).

Nesse sentido, sabendo da similaridade de ações e ideias sobre as fibras alimentares e prebióticos, pode haver confusão entre os conceitos destas substâncias. Alguns compostos químicos de baixo peso molecular com potencial prebiótico podem não ser considerados fibras alimentares (ex. lactulose e alguns compostos fenólicos). Além disso, nem todas as fibras alimentares são consideradas prebióticos, especialmente as fibras solúveis de alto peso molecular. A principal diferença reside na capacidade dos prebióticos de serem seletivamente fermentados por microrganismos específicos no intestino, promovendo benefícios à saúde do hospedeiro (SIMPSON; CAMPBELL, 2015). Ou seja, as fibras solúveis, em geral, geram o aumento de uma ampla gama de microrganismos, mas os prebióticos são específicos em estimular seletivamente o crescimento de bactérias benéficas ao hospedeiro, como por exemplo *Bifidobacterium* e *Lactobacillus*, resultando em uma modulação seletiva do microbioma do ecossistema (ELINAV *et al.*, 2019).

Caso o substrato não seja seletivo, a ampla diversidade de respostas do microbioma a diferentes compostos pode levar a mudanças inesperadas e pouco reprodutíveis e que nem sempre resultam em benefícios claros para a saúde. Essa variabilidade na modulação do microbioma torna difícil distinguir entre prebióticos, que são substâncias com efeitos benéficos específicos, e fibras alimentares, que podem ou não ter esses efeitos específicos.

Diante desse cenário, a inulina e a goma guar parcialmente hidrolisada ganham destaque como fibras solúveis de interesse, principalmente por seu potencial como compostos prebióticos. A inulina, encontrada em vegetais como a chicória, é conhecida por suas propriedades prebióticas e por promover a saúde intestinal ao estimular o crescimento de bifidobactérias (ROBERFROID, 2005). A goma guar parcialmente hidrolisada, derivada da semente da planta guar, também possui características que favorecem a saúde intestinal e tem sido pesquisada como potencial prebiótico (MUDGIL *et al.*, 2018).

Com base em estudos robustos, este trabalho busca avaliar de forma abrangente se a inulina e a goma guar parcialmente hidrolisada podem realmente ser consideradas compostos prebióticos. Através de uma revisão detalhada da literatura

científica e análise de estudos clínicos, esta pesquisa pretende mostrar alguns mecanismos de ação dessas fibras solúveis na microbiota intestinal e seus impactos na saúde do hospedeiro, além de ser explorado o potencial dessas fibras em promover benefícios à saúde, como a melhoria da função intestinal, a modulação do sistema imunológico e a redução da inflamação. Este estudo também visa identificar as doses eficazes para o consumo desses compostos, bem como possíveis efeitos adversos associados ao seu uso. Com isso, espera-se fornecer uma base científica sólida que possa orientar profissionais de saúde, nutricionistas e formuladores de políticas públicas na recomendação de práticas dietéticas que contribuam para o bem-estar dos indivíduos e a promoção da saúde pública. Além disso, pretende-se contribuir para a compreensão da importância da manutenção de uma microbiota intestinal saudável, destacando o papel crucial das fibras prebióticas na dieta da população.

2. OBJETIVOS

O objetivo principal do trabalho é verificar se a inulina e a goma guar parcialmente hidrolisada podem ser considerados prebióticos com base em dados científicos disponíveis na literatura.

Os objetivos secundários estão relacionados a verificação do estágio científico de análise destes compostos como potenciais prebióticos, se existe uma atribuição incorreta do termo prebiótico em algum deles, e quais as próximas etapas para que estes compostos sejam considerados prebióticos.

3. METODOLOGIA E SELEÇÃO DE ARTIGOS

Esta revisão sistemática adotará uma abordagem qualitativa, realizando uma análise criteriosa de artigos científicos publicados na base de dados PubMed. Foram considerados os seguintes critérios de inclusão: ensaios clínicos randomizados, duplo-cegos e do tipo *crossover*, controlados por placebo, realizados em humanos, publicados entre 2004 e 2024, em inglês ou português, que investigassem os efeitos da inulina e da goma guar parcialmente hidrolisada na microbiota intestinal humana. As palavras-chaves utilizadas na pesquisa foram: “*inulin AND clinical trial AND randomized AND double blind AND cross-over*” e “*guar gum AND clinical trial AND randomized AND double blind AND cross-over*”. Foram excluídos estudos *in vitro*, em

animais, revisões sistemáticas, meta-análises e artigos que não apresentavam dados relevantes ao objetivo do estudo.

3.1. INULINA

A seleção dos artigos para a inulina seguiu critérios bem definidos, garantindo a inclusão de estudos relevantes que pudessem fornecer uma análise robusta sobre seu potencial como composto prebiótico. Foram encontrados 60 artigos a partir de uma busca abrangente na base de dados PubMed. Destes, 14 artigos foram excluídos por não terem relação substancial com a inulina, limitando-se a mencioná-la de forma periférica ou contextual.

Nesse sentido, 46 desses artigos foram considerados pré-apropriados por envolverem a inulina como um dos ingredientes estudados. No entanto, apenas 34 artigos tinham a inulina como o foco principal, estudando-a como uma fibra com potencial efeito benéfico. Estes outros 12 artigos mencionam a inulina como parte de estudos envolvendo múltiplos compostos, incluindo simbióticos ou combinações com outros prebióticos e probióticos. Embora forneçam informações valiosas sobre contextos de uso conjunto, esses estudos não abordam diretamente os efeitos isolados da inulina na microbiota.

Essa análise detalhada garante que as conclusões sobre o papel da inulina na modulação da microbiota e seus benefícios metabólicos sejam baseadas em dados robustos e específicos, reforçando sua classificação como composto prebiótico conforme critérios reconhecidos.

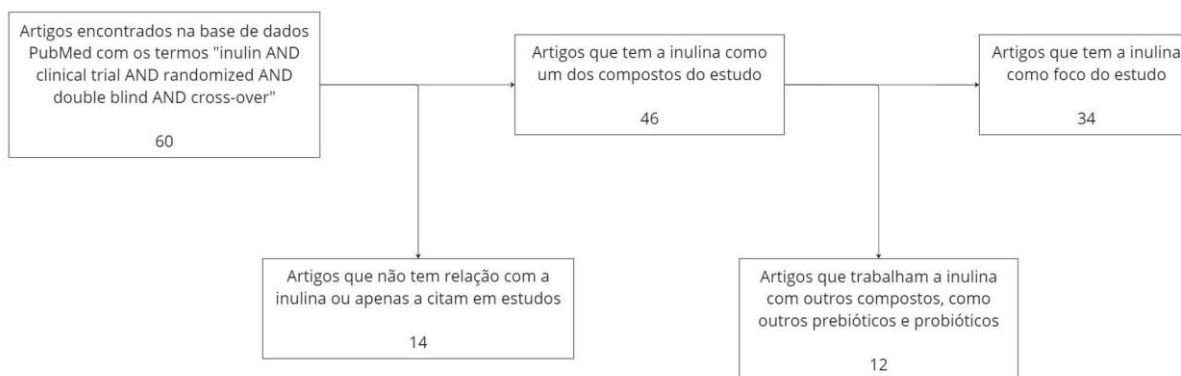


Figura 1: Fluxograma com critérios de seleção de artigos da inulina

3.2. GOMA GUAR PARCIALMENTE HIDROLISADA

A seleção dos artigos para a goma guar parcialmente hidrolisada seguiu os mesmos critérios da pesquisa referente a inulina, visando incluir estudos relevantes que fornecessem uma análise sólida sobre seu impacto potencial na saúde intestinal e metabólica. Foram encontrados 8 artigos a partir de uma busca abrangente na base de dados PubMed. Destes, 1 artigo foi excluído por não ter relação direta com a GGPH, mencionando-a apenas de forma superficial ou em contexto irrelevante para o objetivo desta revisão. Dos 7 artigos, 3 avaliavam a GGPH em conjunto com outros compostos, como prebióticos ou simbióticos, sem abordar de forma isolada os seus efeitos específicos na microbiota.

Portanto, 4 artigos tinham a GGPH como foco principal, analisando diretamente seus efeitos em parâmetros como resposta glicêmica, saciedade e pressão arterial pós-prandial. Embora esses estudos tragam *insights* importantes sobre possíveis sinergias entre diferentes fibras, eles não fornecem evidências claras sobre o impacto isolado da GGPH no equilíbrio microbiano.

Essa análise assegura que as conclusões sobre os efeitos da goma guar parcialmente hidrolisada sejam fundamentadas em dados precisos e contextualizados, destacando a necessidade de mais estudos para verificar se ela pode ser considerada um composto prebiótico.

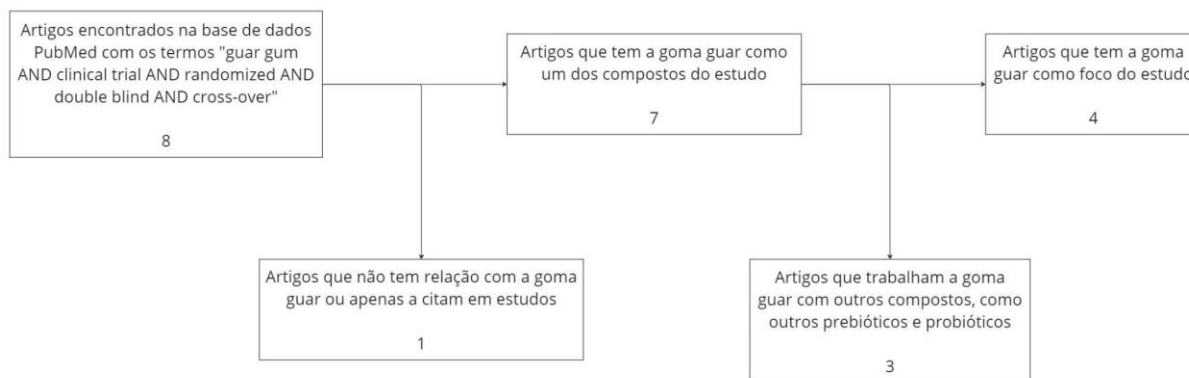


Figura 2: Fluxograma com critérios de seleção de artigos da goma guar parcialmente hidrolisada.

4. RESULTADOS

4.1. INULINA

Este tópico aborda os efeitos da utilização de inulina, destacando suas ações sobre a composição da microbiota intestinal, a função gastrointestinal, o controle metabólico, a modulação imunológica e outros aspectos relevantes à saúde. Diversos estudos clínicos têm investigado as propriedades prebióticas da inulina, seus efeitos na modulação de bactérias benéficas e suas contribuições para o bem-estar geral.

4.1.1. Efeitos da Inulina na Composição da Microbiota Intestinal

A inulina demonstrou efeitos benéficos sobre a microbiota intestinal em diversos estudos clínicos. Um dos efeitos mais consistentes é o aumento das populações de *Bifidobacterium*, frequentemente associado a melhorias na saúde intestinal e na função gastrointestinal. Em um estudo realizado com adultos saudáveis consumindo doses de inulina extraída da alcachofra, foi observado um aumento significativo nas bifidobactérias e lactobacilos, sem desconforto gastrointestinal relevante, indicando boa tolerância ao composto (COSTABILE *et al.*, 2010). Outro estudo com inulina de agave destacou seu efeito bifidogênico e uma redução de bactérias potencialmente prejudiciais, como *Desulfovibrio*, sugerindo que a inulina pode promover um ambiente microbiano mais favorável e menos propenso a inflamações intestinais (HOLSCHER *et al.*, 2015).

Além disso, os estudos indicam que a resposta da microbiota à inulina pode variar de acordo com a ingestão habitual de fibras dos participantes. Em indivíduos com baixa ingestão de fibras, houve um aumento mais pronunciado de *Bifidobacterium* após a suplementação com inulina, enquanto, em consumidores regulares de fibras, observou-se um aumento de *Faecalibacterium* e uma diminuição de gêneros bacterianos potencialmente inflamatórios, como *Coprococcus* e *Dorea* (Healey *et al.*, 2018). Em estudos com doses diferentes, tanto a dosagem baixa quanto a moderada de inulina (3 g e 7 g por dia) resultaram em aumentos substanciais de *Bifidobacterium* sem efeitos adversos significativos, sugerindo uma dose-resposta positiva e segura para a promoção da saúde intestinal (REIMER *et al.*, 2020).

Estudos indicam que a inulina também é eficaz na redução de metabólitos indesejáveis para o organismo, como amônia e compostos nitrogenados, que podem impactar negativamente o intestino (SLAVIN; FEIRTAG, 2011). A combinação de

inulina com outros prebióticos, como o arabinosilano, também se mostrou promissora, aumentando a produção de propionato e os níveis de *Bifidobacterium* e *Lactobacillus*, o que pode intensificar os benefícios à saúde intestinal (COLLINS *et al.*, 2023). Já em pacientes em hemodiálise, a inulina foi associada a um aumento de *Akkermansia* e *Bacteroides*, ambos reconhecidos por seus papéis benéficos na manutenção da barreira intestinal e na modulação do sistema imune (BIRUETE *et al.*, 2021).

Nesse sentido, a suplementação de inulina apresenta um efeito positivo claro na modulação da microbiota intestinal, com impactos diretos na diversidade e abundância de grupos bacterianos benéficos. No entanto, as respostas variam entre os indivíduos, sugerindo que abordagens personalizadas podem maximizar os benefícios do uso de inulina como prebiótico.

4.1.2. Impacto na Função Gastrointestinal e Hábitos Intestinais

A suplementação com inulina tem demonstrado um papel significativo na melhora da função gastrointestinal, influenciando positivamente a motilidade intestinal, a consistência das fezes e a frequência de evacuações, especialmente em indivíduos com constipação leve. Estudos como o de Micka *et al.* (2017) observaram que o consumo diário de inulina de chicória aumentou a frequência das evacuações em adultos constipados, passando de uma mediana de três para quatro vezes por semana, enquanto o placebo não mostrou melhora. Além disso, a inulina promoveu o amolecimento das fezes, contribuindo para uma maior satisfação dos participantes com o funcionamento intestinal (VANDEPUTTE *et al.*, 2017; MICKA *et al.*, 2017).

Outro aspecto relevante estudado é a capacidade da inulina de melhorar o ambiente intestinal, demonstrada por sua ação na modulação de biomarcadores como a amônia e peptídeos intestinais. Em um estudo com inulina de chicória, foi observada uma redução significativa nos níveis de amônia e na atividade de enzimas bacterianas como a beta-glucuronidase, que estão associadas a um ambiente intestinal mais saudável (SLAVIN; FEIRTAG, 2011). Além disso, a inulina parece afetar a produção de peptídeos intestinais que modulam a função de barreira do intestino, como a zonulina e o peptídeo glucagon-like 2 (GLP-2), que aumentaram significativamente após o consumo de inulina enriquecida em massas (RUSSO *et al.*, 2012).

A modulação do pH fecal e o aumento na produção de AGCCs também são destacados. Em um estudo de Petry *et al.* (2012) a suplementação com inulina reduziu

o pH fecal, promovendo um ambiente mais ácido, o que beneficia o crescimento de bactérias benéficas e inibe patógenos potenciais. Adicionalmente, a inulina mostrou aumentar a concentração de lactato e acetato, substâncias que ajudam a proteger o cólon e manter a saúde da barreira intestinal.

Quanto ao impacto na motilidade gastrointestinal superior, Russo *et al.* (2011) observaram que a adição de inulina à dieta retardou o esvaziamento gástrico e promoveu um aumento nos níveis de peptídeos como a somatostatina, o que pode ajudar na redução do apetite após as refeições. Esse efeito de retardamento no esvaziamento gástrico foi associado à liberação prolongada de hormônios intestinais que promovem a saciedade, sugerindo que a inulina pode ser benéfica para o controle do apetite e o suporte à saciedade em longo prazo.

Esses resultados mostram que a inulina atua de maneira multifacetada, promovendo um alívio da constipação, melhorando o ambiente microbiano e contribuindo para uma maior integridade da barreira intestinal. Esses efeitos positivos reforçam a utilização da inulina como uma intervenção prebiótica eficaz para a saúde gastrointestinal e suporte à motilidade intestinal, com potencial para ser uma abordagem acessível e de baixo risco para o manejo da constipação e manutenção da saúde digestiva.

Além disso, a ingestão de inulina pode resultar em múltiplos benefícios metabólicos, incluindo melhorias na sensibilidade à insulina, controle glicêmico, perfis lipídicos, regulação do apetite e gerenciamento de peso. Estudos em indivíduos com sobrepeso e pré-diabetes demonstraram que a suplementação de inulina pode reduzir a resistência à insulina e melhorar marcadores inflamatórios. Em um estudo com 30 adultos pré-diabéticos, o consumo diário de 10 g de inulina durante 12 semanas resultou em aumento da sensibilidade à insulina e redução desses marcadores (KELLOW *et al.*, 2014).

A liberação de hormônios envolvidos na saciedade, como os peptídeos YY (PYY) e peptídeo glucagon-like 1 (GLP-1), também é beneficiada pela inulina, com efeitos observados tanto em consumo agudo quanto crônico. Em um estudo de 24 semanas, o consumo diário de 10 g de éster de inulina-propionato aumentou significativamente a secreção de PYY e GLP-1, reduzindo a ingestão calórica e o ganho de peso em adultos com sobrepeso (CHAMBERS *et al.*, 2015). Em outro estudo, a administração de 16 g de inulina por seis semanas aumentou a produção

de GLP-1 em resposta a refeições em pacientes com diabetes tipo 2, demonstrando sua eficácia na modulação do apetite a longo prazo (BIRKELAND *et al.*, 2021).

No controle glicêmico, a inulina também se destaca. A substituição de carboidratos glicêmicos por inulina em alimentos, como iogurte e geleias, reduziu a glicemia pós-prandial em até 20% e a resposta insulínica em aproximadamente 15%, indicando seu papel na estabilização dos níveis de glicose (LIGHTOWLER *et al.*, 2018).

Além de beneficiar o metabolismo da glicose, a inulina impacta positivamente o perfil lipídico. Em um estudo com homens jovens saudáveis, a ingestão de massas enriquecidas com 11% de inulina por cinco semanas aumentou os níveis de HDL em 35,9% e reduziu os triglicerídeos em 23,4%, sugerindo seu potencial para reduzir o risco cardiovascular (RUSSO *et al.*, 2008). Em homens com sobrepeso, a inulina também foi associada à oxidação de gorduras e à produção de AGCC, como acetato e propionato, conhecidos por melhorar o metabolismo lipídico e a saúde metabólica geral (VAN DER BEEK *et al.*, 2018).

No gerenciamento de peso, a inulina demonstrou efeitos promissores. Um estudo mostrou que a suplementação de inulina antes das refeições reduziu a ingestão calórica ao longo do dia, com variações nos resultados dependendo da dose e do tempo de consumo (NABIZADEHASL *et al.*, 2022; HARROLD *et al.*, 2013). Em indivíduos obesos, o consumo regular de inulina resultou em uma diminuição de até 2% do peso corporal após 12 semanas, reforçando seu papel no controle de peso a longo prazo.

Apesar dos benefícios consistentes, algumas limitações foram identificadas, como a variação nas doses de inulina utilizadas e nas características dos participantes, o que pode influenciar os resultados. No entanto, os achados demonstram de forma geral que a inulina fornece suporte metabólico substancial, atuando na redução da resistência à insulina, no controle glicêmico, na modulação lipídica e no gerenciamento de peso.

4.1.3. Efeitos Anti-inflamatórios, Modulação Imunológica, Melhora na Absorção de Minerais e Saúde Óssea

A inulina tem demonstrado potencial para reduzir a inflamação e melhorar a resposta imunológica, o que pode ser especialmente benéfico em condições

inflamatórias crônicas, como a asma. No estudo de McLoughlin *et al.* (2019), uma intervenção com 12 g/dia de inulina em adultos com asma por sete dias resultou em uma redução na contagem de eosinófilos no escarro e na expressão do gene HDAC9, que está ligado à inflamação nas vias aéreas, além de uma melhora no controle dos sintomas de asma em 63% dos participantes que apresentavam controle insuficiente dos sintomas no início do estudo. Em adultos com sobrepeso, a suplementação de inulina foi associada à redução significativa da interleucina-8, um marcador inflamatório relacionado ao estresse oxidativo e à resistência à insulina (CHAMBERS *et al.*, 2019).

Adicionalmente, a inulina pode modular a microbiota intestinal ao favorecer o crescimento de bactérias benéficas e a produção de butirato, um composto com propriedades anti-inflamatórias. O estudo de Holscher *et al.*, (2015) relatou que a suplementação com inulina de agave aumentou os níveis de *Bifidobacterium* e reduziu a abundância de *Desulfovibrio*, uma bactéria potencialmente inflamatória, enquanto promoveu um aumento de 40% na produção de butirato, um AGCC com reconhecida ação anti-inflamatória. Em pacientes com diálise peritoneal, a suplementação com inulina restringiu a produção de indols, compostos que podem contribuir para a inflamação sistêmica quando absorvido (LI *et al.*, 2020).

A inulina também desempenha um papel positivo na absorção de minerais, especialmente cálcio e magnésio, o que pode contribuir para a saúde óssea. No estudo de Holloway *et al.* (2007) a administração de inulina enriquecida com oligofrutose por seis semanas resultou em um aumento na absorção intestinal de cálcio e magnésio em mulheres pós-menopáusicas, além de uma elevação nos marcadores de formação óssea, como a osteocalcina. Esses efeitos são relevantes, uma vez que a absorção aprimorada de cálcio e magnésio é essencial para a prevenção da perda óssea e para o suporte à densidade mineral óssea, especialmente em mulheres na pós-menopausa.

Outro aspecto interessante é a influência da inulina na biodisponibilidade de isoflavonas, compostos que beneficiam a saúde óssea. Piazza *et al.*, (2007) encontraram que, em mulheres pós-menopáusicas, a coadministração de inulina aumentou as concentrações plasmáticas de daidzeína e genisteína, isoflavonas associadas ao fortalecimento ósseo, sugerindo que a inulina pode melhorar a absorção de compostos específicos que auxiliam na saúde óssea.

Por fim, embora o efeito da inulina na absorção de ferro tenha sido investigado, o estudo de Petry *et al.* (2012) mostrou que, apesar do aumento na produção de lactato e da redução do pH fecal, a inulina não teve um impacto significativo na absorção de ferro em mulheres com baixos níveis desse mineral.

4.1.4. Tolerabilidade Gastrointestinal, Efeitos Colaterais e Efeitos em Populações Específicas

A inulina é geralmente bem tolerada em doses de até 10 g/dia, com baixa ocorrência de efeitos adversos significativos. Estudos indicam que essa dosagem apresenta uma boa aceitabilidade, sendo adequada para a maioria dos indivíduos sem causar desconforto gastrointestinal. No entanto, doses mais altas, como 20 g/dia, podem provocar efeitos gastrointestinais leves a moderados, incluindo flatulência, inchaço e alterações no pH fecal, especialmente em indivíduos mais sensíveis. Por exemplo, no estudo de Bruhwuyler *et al.* (2009), diferentes tipos de inulina foram administrados em doses de 5 g, 10 g e 20 g/dia, e observaram-se sintomas leves a moderados em 20 g, com melhor tolerância em até 10 g/dia.

Em outro estudo, Petry *et al.* (2012) utilizaram uma dosagem de 20 g/dia de inulina, observando um aumento significativo na concentração de bifidobactérias e lactato fecal, mas também um aumento na flatulência. De forma semelhante, Chambers *et al.* (2019) e Birkeland *et al.* (2021) testaram doses de 20 g de inulina ou éster de inulina-propionato (IPE), relatando uma tolerância geral satisfatória, mas com sintomas leves de desconforto em alguns participantes, como flatulência e distensão abdominal em doses maiores.

Além disso, quando doses menores são consumidas por períodos prolongados, como 10 g/dia durante 12 semanas, os efeitos benéficos sobre a microbiota intestinal e a sensibilidade à insulina são maximizados sem provocar desconforto significativo, conforme observado em estudos com indivíduos pré-diabéticos e adultos com sobrepeso. Em contraste, um consumo único de 24 g/dia, como no estudo de Van Der Beek *et al.* (2018), demonstrou boa tolerabilidade, mas deve ser considerado com cautela devido à possibilidade de aumento na produção de ácidos graxos de cadeia curta, o que pode contribuir para sintomas gastrointestinais em alguns indivíduos.

Esses achados sugerem que, embora a inulina possa ser consumida em doses de até 20 g/dia, doses acima de 10 g/dia devem ser introduzidas gradualmente para

evitar desconforto, especialmente em indivíduos não acostumados à ingestão de fibras fermentáveis. A escolha da dosagem ideal deve considerar a resposta individual e a tolerância, além dos objetivos terapêuticos desejados.

4.2. PRODUÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS DE CADEIA CURTA (AGCC)

A fermentação da inulina no intestino gera AGCC, incluindo acetato, propionato e butirato, que desempenham papéis importantes na saúde intestinal e no metabolismo energético. Esses AGCCs servem como fonte de energia para as células do cólon e têm efeitos benéficos na função de barreira intestinal, mantendo o ambiente do cólon ácido, o que limita o crescimento de bactérias patogênicas. Além disso, os AGCCs apresentam propriedades anti-inflamatórias, com destaque para o butirato, que é essencial para a integridade e saúde do epitélio colônico (COSTABILE *et al.*, 2010).

Estudos destacam que o consumo de inulina aumenta a produção de butirato e oferece benefícios significativos à saúde do cólon. Um estudo com suplementação de inulina de agave (COSTABILE *et al.*, 2010) mostrou que a produção de butirato foi aprimorada em indivíduos saudáveis, reforçando o papel desse AGCC na manutenção da saúde intestinal ao reduzir o pH fecal e suprimir bactérias prejudiciais. Em pacientes em hemodiálise, a suplementação com inulina aumentou os níveis de acetato e propionato ao promoverem a proliferação de bactérias benéficas como *Akkermansia*, que está relacionada à proteção da barreira intestinal (BIRUETE *et al.*, 2021).

Os AGCCs também têm efeitos benéficos no metabolismo energético e no controle de substratos, como observado em estudos sobre o impacto da inulina no metabolismo de indivíduos com sobrepeso. Em homens com sobrepeso, a suplementação com inulina aumentou a produção de AGCCs, melhorando a oxidação de gorduras e auxiliando no controle glicêmico e lipídico, além de aumentar a eficiência metabólica (VAN DER BEEK *et al.*, 2018). Outro estudo recente demonstrou que a combinação de inulina com arabinosilano pode reduzir a ingestão calórica e melhorar o metabolismo energético, associando a produção de propionato com a regulação do apetite e o potencial controle de peso (COLLINS *et al.*, 2023).

Esses achados evidenciam que a fermentação da inulina e a consequente produção de AGCCs oferecem um suporte abrangente à saúde intestinal e

metabólica, promovendo a integridade intestinal, o controle do apetite e a regulação de energia.

4.3. ESTUDOS COM RESULTADOS NEUTROS OU NEGATIVOS E ACHADOS ADICIONAIS

Os efeitos da inulina em termos de saúde metabólica e gastrointestinal apresentam uma perspectiva mista, com alguns estudos mostrando resultados neutros ou até negativos. Um estudo com pacientes diabéticos tipo 2 relatou que a inulina não teve efeito significativo sobre os níveis pós-prandiais de GLP-1, GLP-2 ou glicose, indicando que sua suplementação não promoveu uma resposta glicêmica ou insulínica aprimorada nesse grupo específico (BIRKELAND *et al.*, 2021). Além disso, um estudo conduzido com adultos com sobrepeso revelou que o consumo de inulina antes das refeições não levou a uma redução significativa na ingestão calórica nas 24 horas subsequentes, sugerindo que a inulina pode ter um efeito limitado no controle imediato do apetite e da ingestão de energia em alguns indivíduos (SMILJANEC *et al.*, 2017).

Por outro lado, outros estudos indicam que a inulina pode oferecer benefícios específicos em populações com condições de saúde particulares. Em pacientes renais, a suplementação com inulina resultou em uma redução de aproximadamente 10% nos níveis de ácido úrico sérico, possivelmente devido à modulação da microbiota intestinal, o que favorece a degradação extrarenal desse composto (He *et al.*, 2022). Além disso, em pacientes em diálise peritoneal, a inulina foi associada à redução de toxinas intestinais, como os indols, reduzindo a abundância de bactérias produtoras de indol como *Bacteroides thetaiotaomicron*, o que pode ter impacto positivo na inflamação sistêmica (LI *et al.*, 2020).

Esses achados sugerem uma visão equilibrada dos efeitos da inulina, onde, apesar de algumas limitações observadas em termos de regulação glicêmica e ingestão calórica em adultos saudáveis, existem benefícios promissores em contextos de saúde específicos, como o controle de toxinas em pacientes renais e a modulação de hormônios intestinais para suporte à saciedade e ao controle de apetite. Assim, a eficácia da inulina pode depender do contexto clínico e das características individuais dos pacientes.

4.4. A INULINA PODE SER CONSIDERADA UM COMPOSTO PREBIÓTICO?

Os resultados obtidos neste trabalho evidenciam que a inulina apresenta um perfil consistente de efeitos benéficos à saúde intestinal e metabólica, alinhados com os critérios estabelecidos pela ISAPP para a definição de prebióticos. Para ilustrar esses achados, a Tabela 1 a seguir sintetiza, por ordem decrescente de quantidade de participantes, os principais estudos clínicos selecionados nesta revisão, destacando as dosagens utilizadas, características dos participantes e os efeitos biológicos observados.

Os estudos demonstram que a inulina exerce efeitos positivos consistentes na modulação da microbiota intestinal, com aumento seletivo de bactérias benéficas como *Bifidobacterium* e *Lactobacillus*. Esse efeito bifidogênico é fundamental para a definição de prebiótico, uma vez que envolve a fermentação seletiva por microrganismos que conferem benefícios à saúde do hospedeiro (GIBSON *et al.*, 2017).

Além disso, os estudos evidenciam melhorias na função gastrointestinal, como o alívio da constipação e melhora na consistência das fezes (MICKA *et al.*, 2017; VANDEPUTTE *et al.*, 2017), bem como efeitos metabólicos favoráveis, incluindo melhor controle glicêmico e lipídico (CHAMBERS *et al.*, 2015; VAN DER BEEK *et al.*, 2018). A inulina também demonstrou efeitos anti-inflamatórios e imunomoduladores, contribuindo para a redução de marcadores inflamatórios e melhoria da saúde geral (MCLOUGHLIN *et al.*, 2019).

Embora alguns estudos tenham apresentado resultados neutros ou limitados em determinadas populações, como em pacientes com diabetes tipo 2 (BIRKELAND *et al.*, 2021), o conjunto de evidências suporta fortemente a consideração da inulina como um composto prebiótico. A variabilidade nas respostas pode ser atribuída a diferenças individuais, dosagens utilizadas e características específicas das populações estudadas.

Dessa forma, com base nos critérios estabelecidos pela ISAPP e nos resultados dos estudos clínicos revisados, conclui-se que a inulina atende aos requisitos para ser considerada um composto prebiótico. Sua capacidade de ser fermentada seletivamente por microrganismos benéficos e de promover benefícios à saúde do hospedeiro a posiciona como uma fibra alimentar de grande relevância para a promoção da saúde intestinal e metabólica.

Autor, Ano	Nome Artigo	Quantidade Estudada	Público Estudado	Público	Idades	Condições de Saúde	Efeitos Biológicos
Bruhwyler <i>et al.</i> , 2009	Digestive tolerance of inulin-type fructans: a double-blind, placebo-controlled, cross-over, dose-ranging, randomized study in healthy volunteers	5 g, 10 g e 20 g/dia	84	Adultos saudáveis	18-45 anos	Sem problemas de saúde evidentes	Efeitos leves como flatulência e alteração da consistência das fezes; alta tolerabilidade em doses de até 20 g/dia
Chambers <i>et al.</i> , 2015	Effects of targeted delivery of propionate to the human colon on appetite regulation, body weight maintenance and adiposity in overweight adults	10 g/dia	60	Adultos com sobrepeso	40-65 anos	Sobrepeso, alguns com doença hepática gordurosa não alcoólica	Redução da ingestão calórica, prevenção do ganho de peso, menor acúmulo de gordura intra-abdominal e melhora da sensibilidade à insulina
Vandeputte <i>et al.</i> , 2017	Prebiotic inulin-type fructans induce specific changes in the human gut microbiota	12 g/dia	42	Adultos saudáveis com constipação leve	18 anos	Constipação leve	Aumento de <i>Bifidobacterium</i> e <i>Anaerostipes</i> ; redução de <i>Bifiphila</i> ; melhora na consistência das fezes e na qualidade de vida
Micka <i>et al.</i> , 2017	Effect of consumption of chicory inulin on bowel function in healthy subjects with constipation: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial	12 g/dia	44	Adultos saudáveis com constipação crônica	20-75 anos	Constipação crônica	Aumento significativo da frequência de evacuações; amolecimento das fezes e melhora na qualidade de vida sem desconforto gastrointestinal significativo
Petty <i>et al.</i> , 2012	Inulin modifies the bifidobacteria population, fecal lactate concentration, and fecal pH but does not influence iron absorption in women with low iron status	20 g/dia	32	Mulheres com baixo nível de ferro	18-40 anos	Deficiência de ferro (ferritina plasmática <25 µg/L)	Aumento na população de bifidobactérias, redução do pH fecal, aumento na concentração de lactato; sem efeito na absorção de ferro
Healey <i>et al.</i> , 2018	Habitual dietary fibre intake influences gut microbiota response to an inulin-type fructan prebiotic: a randomised, double-blind, placebo-controlled, cross-over study	16 g/dia	34	Adultos saudáveis	19-65 anos	Sem problemas de saúde evidentes	Aumento de <i>Bifidobacterium</i> e <i>Faecalibacterium</i> em consumidores de alta fibra; alterações menores em consumidores de baixa fibra
Guess <i>et al.</i> , 2016	The Effect of Inulin on Glucose Homeostasis in Subtypes of Prediabetes: A Randomised Crossover Trial	30 g/dia	40	Adultos com pré-diabetes	≥18 anos	Prediabetes (IFG, IGT, ou ambos)	Aumento na secreção precoce de insulina e melhora na resistência à insulina em participantes com IFG; perda modesta de peso
Holscher <i>et al.</i> , 2015	Agave Inulin Supplementation Affects the Fecal Microbiota of Healthy Adults: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled, Crossover Trial	5 g e 7.5 g/dia	29	Adultos saudáveis	20-40 anos	Sem doenças metabólicas ou gastrointestinais	Aumento significativo de <i>Bifidobacterium</i> ; redução de <i>Desulfovibrio</i> ; tendência de redução do pH fecal e compostos fenólicos
Russo <i>et al.</i> , 2012	Inulin-enriched pasta improves intestinal permeability and modifies the circulating levels of zonulin and glucagon-like peptide 2 in healthy young volunteers	11 g/dia (na dieta)	20	Jovens saudáveis	18,8 ± 0,7 anos	Sem condições de saúde conhecidas	Redução da permeabilidade intestinal (menor relação lactulose/mantitil); aumento de GLP-2 e redução de zonulina
Li <i>et al.</i> , 2020	Inulin-type fructan intervention restricts the increase in gut microbiome-generated indole in patients with peritoneal dialysis: a randomized crossover study	10 g/dia	21 (15 completaram)	Pacientes em diálise peritoneal	18-65 anos	Doença renal em estágio terminal (sem diabetes)	Redução na produção de indol microbiano; sem mudanças significativas na p-cresol fecal, IS e pCS
van der Beek <i>et al.</i> , 2018	The prebiotic inulin improves substrate metabolism and promotes short-chain fatty acid production in overweight to obese men	24 g/dia	14	Homens com sobrepeso/obesidade	20-50 anos	Sobrepeso/obesidade, sem outras condições relevantes	Aumento da oxidação de gordura, menor glicose e insulina no plasma pós-prandial; aumento da produção de SCFAs como acetato
Bruiete <i>et al.</i> , 2021	Effect of Dietary Inulin Supplementation on the Gut Microbiota Composition and Derived Metabolites of Individuals Undergoing Hemodialysis: A Pilot Study	10-15 g/dia (baseado no sexo)	12	Pacientes em hemodiálise	55 ± 10 anos	Doença renal crônica em hemodiálise	Aumento de <i>Akkermansia</i> , sem redução significativa de indoxil sulfato ou p-cresol; aumento de acetato e propionato fecal

Tabela 1: Resumo dos principais estudos clínicos sobre a inulina

4.5. GOMA GUAR PARCIALMENTE HIDROLISADA

Dos poucos estudos encontrados, um deles analisou a adição de goma guar a misturas de farinha de pão chato (flatbread), com 40 participantes utilizando 4 g de goma guar, que mostrou uma redução de aproximadamente 15% na resposta glicêmica incremental e uma redução de até 28% na resposta insulinêmica total ($P < 0,0001$), quando comparado ao controle (BOERS *et al.*, 2017). Esses resultados sugerem que a goma guar, em combinação com outras fibras, pode ser uma estratégia viável para reduzir respostas pós-prandiais em alimentos de alto teor de carboidratos, especialmente em populações vulneráveis ao diabetes tipo 2. Outro estudo relevante utilizou barras nutricionais contendo 3 g de goma guar em 99 participantes, revelando um aumento de 27,1% na sensação de saciedade e uma redução de 14,2% na fome ($P < 0,001$), sugerindo que a goma guar pode ser útil no gerenciamento do peso em indivíduos com diabetes tipo 2, embora efeitos colaterais gastrointestinais devam ser monitorados (CHOW *et al.*, 2006). Além disso, a goma guar também foi investigada em relação à hipotensão pós-prandial em idosos, e os resultados mostraram uma redução significativa na prevalência de hipotensão pós-prandial (18,2% no grupo com goma guar versus 72,7% no grupo placebo, $P < 0,001$), em um estudo com 22 participantes utilizando 9 g de goma guar (JANG *et al.*, 2015). Esses achados reforçam o potencial da goma guar como uma intervenção dietética segura e eficaz para prevenir quedas da pressão arterial em idosos após as refeições.

Por outro lado, alguns estudos não foram tão diretamente relevantes para a questão do potencial prebiótico da goma guar. Por exemplo, um estudo sobre a inclusão de goma guar e alginato em alimentos médicos focou na palatabilidade e aceitação, sem explorar os efeitos na microbiota ou no metabolismo (WILLIAMS *et al.*, 2004).

Embora a GGPH apresente efeitos positivos, os estudos não evidenciam seu impacto direto na microbiota intestinal, elemento essencial para ser classificada como composto prebiótico. A definição de um prebiótico envolve a capacidade de promover seletivamente o crescimento de microrganismos benéficos no intestino, como bifidobactérias e lactobacilos. Para considerar a GGPH como prebiótico, seria necessário demonstrar que seu consumo leva ao aumento desses microrganismos, o que não foi verificado nos estudos revisados. Portanto, enquanto a GGPH tem

mostrado efeitos positivos no controle glicêmico, na saciedade e na pressão arterial, faltam evidências sobre sua ação moduladora da microbiota. Sem dados robustos que demonstrem alterações benéficas consistentes na composição da microbiota intestinal, a GGPH não pode ser classificada como um composto prebiótico, conforme a definição científica tradicional.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados analisados, a relevância destes estudos para a população é significativa, pois aborda a potencial contribuição de compostos dietéticos como a inulina e a goma guar parcialmente hidrolisada na promoção da saúde intestinal e metabólica.

A inulina, conforme demonstrado, atende aos critérios estabelecidos para ser considerada um prebiótico, devido à sua capacidade de ser fermentada seletivamente por bactérias benéficas, como *Bifidobacterium* e *Lactobacillus*, e por promover efeitos positivos na composição da microbiota intestinal. Esses benefícios se refletem na melhoria da função gastrointestinal, no aumento da produção de ácidos graxos de cadeia curta e em efeitos metabólicos favoráveis, como melhor controle glicêmico e lipídico. Tais achados são especialmente relevantes no campo da Nutrição e Saúde Pública, evidenciando a importância de componentes dietéticos na prevenção e manejo de doenças crônicas não transmissíveis na população.

Entretanto, a goma guar parcialmente hidrolisada, apesar de mostrar efeitos promissores no controle glicêmico e na sensação de saciedade, enfrenta obstáculos para ser reconhecida como prebiótico segundo os critérios atuais. A principal limitação reside na escassez de estudos que investiguem seu impacto direto na microbiota intestinal e na produção de ácidos graxos de cadeia curta. Isso destaca a necessidade de pesquisas adicionais que possam confirmar seu potencial prebiótico, abrindo oportunidades para futuros estudos no âmbito acadêmico e clínico. Como estudante de Nutrição, essa compreensão crítica dos compostos alimentares e seus efeitos no organismo é fundamental para a elaboração de intervenções nutricionais eficazes e baseadas em evidências científicas.

Em suma, este trabalho reforça a importância de investigar e compreender os efeitos de diferentes fibras alimentares na saúde humana. A confirmação da inulina como prebiótico eficaz pode influenciar recomendações dietéticas e políticas de saúde

pública, visando melhorar a qualidade de vida da população. Por outro lado, a goma guar parcialmente hidrolisada apresenta-se como um composto promissor para pesquisas futuras. A identificação de obstáculos e oportunidades neste estudo não apenas contribui para o avanço do conhecimento científico, mas também enfatiza o papel crucial do nutricionista na promoção da saúde e na prevenção de doenças por meio da alimentação.

6. REFERÊNCIAS

RETTGER, L.F. and CHEPLIN, H. **A TREATISE on the transformation of the intestinal flora, with special reference to the implantation of Bacillus Acidophilus.** JAMA - Journal of the American Medical Association, v. 77, p. 808, 1921.

AGUS, A. et al. **Western diet induces a shift in microbiota composition enhancing susceptibility to adherent-invasive E. coli infection and intestinal inflammation.** Scientific Reports, v. 6, p. 19032, 2016.

ANDERSON, James W. et al. **Health benefits of dietary fiber.** Nutrition Reviews, v. 67, n. 4, p. 188-205, 2009.

BERNAUD, Fernanda Sarmiento Rolla; RODRIGUES, Ticiana C. **Fibra alimentar: ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo.** Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia, v. 57, p. 397-405, 2013.

BINDELS, L. B. et al. **Towards a more comprehensive concept for prebiotics.** Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology, v. 12, p. 303-310, 2015.

BIRKELAND, Eline et al. **Effects of prebiotics on postprandial GLP-1, GLP-2 and glucose regulation in patients with type 2 diabetes: a randomized, double-blind, placebo-controlled crossover trial.** Diabetic Medicine, v. 38, p. e14657, 2021.

BIRUETE, Annabel et al. **Effect of dietary inulin supplementation on the gut microbiota composition and derived metabolites of individuals undergoing hemodialysis: a pilot study.** Journal of Renal Nutrition, v. 31, n. 5, p. 512-522, 2021.

BOERS, H. M. et al. **Efficacy of fibre additions to flatbread flour mixes for reducing post-meal glucose and insulin responses in healthy Indian subjects.** British Journal of Nutrition, v. 117, n. 3, p. 386-394, 2017.

BONNEMA, Angela L. et al. **Gastrointestinal tolerance of chicory inulin products.** Journal of the American Dietetic Association, v. 110, n. 6, p. 865-868, 2010.

BROWN, Kirsty et al. **Diet-induced dysbiosis of the intestinal microbiota and the effects on immunity and disease.** Nutrients, v. 4, n. 8, p. 1095-1119, 2012.

BRUHWYLER, Jacques et al. **Digestive tolerance of inulin-type fructans: a double-blind, placebo-controlled, cross-over, dose-ranging, randomized study in**

healthy volunteers. International Journal of Food Sciences and Nutrition, v. 60, n. 2, p. 165-175, 2009.

CANANI, Roberto Berni et al. **Potential beneficial effects of butyrate in intestinal and extraintestinal diseases.** World Journal of Gastroenterology: WJG, v. 17, n. 12, p. 1519, 2011.

CHAMBERS, Edward S. et al. **Dietary supplementation with inulin-propionate ester or inulin improves insulin sensitivity in adults with overweight and obesity with distinct effects on the gut microbiota, plasma metabolome, and systemic inflammatory responses: a randomized cross-over trial.** Gut, v. 68, n. 8, p. 1430-1438, 2019.

CHAMBERS, Edward S. et al. **Effects of targeted delivery of propionate to the human colon on appetite regulation, body weight maintenance and adiposity in overweight adults.** Gut, v. 64, n. 11, p. 1744-1754, 2015.

CHEN, X. et al. **Consumption of ultra-processed foods and health outcomes: a systematic review of epidemiological studies.** Nutrition Journal, v. 19, p. 86, 2020.

CHOW, J. et al. **Effect of a viscous fiber-containing nutrition bar on satiety of patients with type 2 diabetes.** Journal of Nutrition and Metabolism, v. 3, n. 1, p. 85-92, 2006.

COLLINS, M. David; GIBSON, Glenn R. **Probiotics, prebiotics, and synbiotics: approaches for modulating the microbial ecology of the gut.** The American Journal of Clinical Nutrition, v. 69, n. 5, p. 1052S-1057S, 1999.

COLLINS, Sineaid M. et al. **Chronic consumption of a blend of inulin and arabinoxylan reduces energy intake in an ad libitum meal but does not influence perceptions of appetite and satiety: a randomized controlled crossover trial.** European Journal of Nutrition, v. 62, p. 2205-2215, 2023.

COSTABILE, Adele et al. **A double-blind, placebo-controlled, cross-over study to establish the bifidogenic effect of a very-long-chain inulin extracted from globe artichoke (*Cynara scolymus*) in healthy human subjects.** British Journal of Nutrition, v. 104, p. 1007-1017, 2010.

CUMMINGS, John H.; SPILLER, G. A. **The effect of dietary fiber on fecal weight and composition.** CRC Handbook of Dietary Fiber in Human Nutrition, v. 3, p. 183-252, 2001.

DANTAS, Rafael; FORMIGA, Amanda. **O papel da microbiota intestinal na saúde humana: implicações clínicas e terapêuticas.** Revista Qualy Academics, Editora UNISV, v. 1, n. 2, p. 147-159, 2024.

DETHLEFSEN, Les; MCFALL-NGAI, Margaret; RELMAN, David A. **An ecological and evolutionary perspective on human-microbe mutualism and disease.** Nature, v. 449, n. 7164, p. 811-818, 2007.

DEVRIES, J. W. On defining dietary fiber. Journal of AOAC International, v. 86, n. 5, p. 1120-1124, 2003. GARUTTI, M. et al. **The impact of cereal grain composition on health and disease outcomes.** Frontiers in Nutrition, v. 9, p. 888974, 2022.

GIBSON, G. R.; ROBERFROID, M. B. **Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics.** Journal of Nutrition, v. 125, p. 1401-1412, 1995.

GIBSON, Glenn R. et al. **Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics.** Nutrition Research Reviews, 2004.

GIBSON, Glenn R.; ROBERFROID, M. B. **Handbook of Prebiotics.** Handbook of Prebiotics, 2008.

GIBSON, Glenn R. et al. **Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics.** Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology, v. 14, n. 8, p. 491-502, 2017.

GUESS, Nicola D. et al. **A randomized crossover trial: the effect of inulin on glucose homeostasis in subtypes of prediabetes.** Annals of Nutrition and Metabolism, v. 68, p. 26-34, 2016.

GUILLIN, O. M. et al. **Selenium, selenoproteins and viral infection.** Nutrients, v. 11, n. 9, p. 2101, 2019.

HARROLD, Joanne A. et al. **Acute effects of a herb extract formulation and inulin fibre on appetite, energy intake and food choice.** Appetite, v. 62, p. 84-90, 2013.

HE, Shuiqing et al. **Inulin-type prebiotics reduce serum uric acid levels via gut microbiota modulation: a randomized, controlled crossover trial in peritoneal dialysis patients.** European Journal of Nutrition, v. 61, p. 665-677, 2022.

HEALEY, Genelle et al. **Habitual dietary fibre intake influences gut microbiota response to an inulin-type fructan prebiotic: a randomized, double-blind, placebo-controlled, cross-over, human intervention study.** British Journal of Nutrition, v. 119, n. 2, p. 176-189, 2018.

HEAP, Sarah et al. **Eight-day consumption of inulin added to a yogurt breakfast lowers postprandial appetite ratings but not energy intakes in young healthy females: a randomized controlled trial.** British Journal of Nutrition, v. 115, p. 262-270, 2016.

HOLSCHER, Hannah D. et al. **Agave inulin supplementation affects the fecal microbiota of healthy adults participating in a randomized, double-blind, placebo-controlled, crossover trial.** The Journal of Nutrition, v. 145, p. 2025-2032, 2015.

HOLLOWAY, Leah et al. **Effects of oligofructose-enriched inulin on intestinal absorption of calcium and magnesium and bone turnover markers in postmenopausal women.** British Journal of Nutrition, v. 97, p. 365-372, 2007.

JANG, Y. et al. **Effects of guar gum ingestion on postprandial blood pressure in older adults.** European Journal of Clinical Nutrition, v. 69, n. 5, p. 576-580, 2015.

KANNAN, M. B. et al. **Dietary fiber, gut microbiota, and immune function: unraveling the link between nutrition and immunity.** American Journal of Clinical Nutrition, v. 115, n. 3, p. 437-439, 2022.

KELLOW, Nicole J. et al. **Effect of dietary prebiotic supplementation on advanced glycation, insulin resistance and inflammatory biomarkers in adults with pre-diabetes: a study protocol for a double-blind placebo-controlled randomized crossover clinical trial.** BMC Endocrine Disorders, v. 14, p. 55, 2014.

KOLIDA, Sofia; MEYER, David; GIBSON, Glenn R. **A double-blind placebo-controlled study to establish the bifidogenic dose of inulin in healthy humans.** European Journal of Clinical Nutrition, v. 61, p. 1189-1195, 2007.

KORSTEN, Sandra GPJ et al. **Butyrate prevents induction of CXCL10 and non-canonical IRF9 expression by activated human intestinal epithelial cells via HDAC inhibition.** International Journal of Molecular Sciences, v. 23, n. 7, p. 3980, 2022.

LEE, Mirae; CHANG, Eugene B. **Inflammatory bowel diseases (IBD) and the microbiome—searching the crime scene for clues.** Gastroenterology, v. 160, n. 2, p. 524-537, 2021.

LIGHTOWLER, Helen et al. **Replacement of glycaemic carbohydrates by inulin-type fructans from chicory (oligofructose, inulin) reduces the postprandial blood glucose and insulin response to foods: report of two double-blind, randomized, controlled trials.** European Journal of Nutrition, v. 57, n. 4, p. 1259-1268, 2018.

LI, Li et al. **Inulin-type fructan intervention restricts the increase in gut microbiome-generated indole in patients with peritoneal dialysis: a randomized crossover study.** American Journal of Clinical Nutrition, v. 111, p. 1087-1099, 2020.

MCCLOUGHLIN, Rebecca et al. **Soluble fibre supplementation with and without a probiotic in adults with asthma: A 7-day randomized, double blind, three way cross-over trial.** EBioMedicine, v. 46, p. 473-485, 2019.

MICKA, Antje et al. **Effect of consumption of chicory inulin on bowel function in healthy subjects with constipation: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial.** International Journal of Food Sciences and Nutrition, v. 68, n. 1, p. 82-89, 2017.

MUDGIL, Deepak et al. **Partially hydrolyzed guar gum as a potential prebiotic source.** International Journal of Biological Macromolecules, v. 112, p. 207-210, 2018.

NABIZADEHASL, Laleh et al. **Acute and short-term effects of Lactobacillus paracasei subsp. paracasei 431 and inulin intake on appetite control and dietary intake: A two-phases randomized, double blind, placebo-controlled study.** Appetite, v. 169, p. 105855, 2022.

O'HARA, Ann M.; SHANAHAN, Fergus. **The gut flora as a forgotten organ.** EMBO Reports, v. 7, n. 7, p. 688-693, 2006.

PARK, Bohye. **Metabolism in the colonocyte: where bacteria and diet meet.** Knoxville, 2022. PhD dissertation, University of Tennessee.

PETERSEN, Christine T. et al. **Immune homeostasis, dysbiosis and therapeutic modulation of the gut microbiota.** Clinical & Experimental Immunology, v. 179, n. 3, p. 363-377, 2015.

PIAZZA, Cateno et al. **Influence of inulin on plasma isoflavone concentrations in healthy postmenopausal women.** American Journal of Clinical Nutrition, v. 86, p. 775-780, 2007.

PINEIRO, M. et al. **FAO Technical meeting on prebiotics.** Journal of Clinical Gastroenterology, v. 42, Suppl. 3, 2008.

REIMER, Raylene A. et al. **Effect of chicory inulin-type fructan-containing snack bars on the human gut microbiota in low dietary fiber consumers in a randomized crossover trial.** American Journal of Clinical Nutrition, v. 111, p. 1286-1296, 2020.

ROBERFROID, Marcel B. **Introducing inulin-type fructans.** British Journal of Nutrition, v. 93, n. S1, p. S13-S25, 2005.

RUSSO, Francesco et al. **Effects of a diet with inulin-enriched pasta on gut peptides and gastric emptying rates in healthy young volunteers.** European Journal of Nutrition, v. 50, p. 271-277, 2011.

RUSSO, Francesco et al. **Inulin-enriched pasta improves intestinal permeability and modifies the circulating levels of zonulin and glucagon-like peptide 2 in healthy young volunteers.** Nutrition Research, v. 32, p. 940-946, 2012.

RUSSO, Francesco et al. **Inulin-enriched pasta affects lipid profile and Lp(a) concentrations in Italian young healthy male volunteers.** European Journal of Nutrition, v. 47, p. 453-459, 2008.

SALOMÃO, Joab Oliveira et al. **Influência da microbiota intestinal e nutrição sobre a depressão em mulheres: uma revisão sistemática.** Brazilian Journal of Health Review, v. 4, n. 2, p. 5622-5638, 2021.

SCHULZE, M. B.; et al. **Food-based dietary patterns and chronic disease prevention: recent insights and future directions.** British Medical Journal, v. 361, p. k2396, 2018.

SEKIROV, Inna et al. **Gut microbiota in health and disease.** Physiological Reviews, 2010.

SIMPSON, Hannah L.; CAMPBELL, Barry J. **Dietary fibre-microbiota interactions.** Alimentary Pharmacology & Therapeutics, v. 42, n. 2, p. 158-179, 2015.

SLAVIN, Joanne. **Fiber and prebiotics: mechanisms and health benefits.** Nutrients, v. 5, n. 4, p. 1417-1435, 2013.

SLAVIN, Joanne; FEIRTAG, Joellen. **Chicory inulin does not increase stool weight or speed up intestinal transit time in healthy male subjects.** Food & Function, v. 2, p. 72-77, 2011.

SMILJANEC, Katarina et al. **Pre-meal inulin consumption does not affect acute energy intake in overweight and obese middle-aged and older adults: a randomized controlled crossover pilot trial.** Nutrition and Health, v. 23, p. 1-7, 2017.

STATOVCI, D. et al. **The impact of Western diet and nutrients on the microbiota and immune response at mucosal interfaces.** *Frontiers in Immunology*, v. 8, p. 838, 2017.

SUÁREZ-LÓPEZ, L. M. et al. **Influence of nutrition on mental health: scoping review.** *Healthcare*, v. 11, p. 2183, 2023.

SULLIVAN, Åsa; EDLUND, Charlotta; NORD, Carl Erik. **Effect of antimicrobial agents on the ecological balance of human microflora.** *The Lancet Infectious Diseases*, v. 1, n. 2, p. 101-114, 2001.

SUN, Jun; CHANG, Eugene B. **Exploring gut microbes in human health and disease: pushing the envelope.** *Genes & Diseases*, v. 1, n. 2, p. 132-139, 2014.

THORBURN, A. N. et al. **Diet, metabolites, and "Western-lifestyle" inflammatory diseases.** *Immunity*, v. 40, p. 833-842, 2014.

VAN DER BEEK, Christina M. et al. **The prebiotic inulin improves substrate metabolism and promotes short-chain fatty acid production in overweight to obese men.** *Metabolism Clinical and Experimental*, v. 87, p. 25-35, 2018.

VANDEPUTTE, Doris et al. **Prebiotic inulin-type fructans induce specific changes in the human gut microbiota.** *Gut*, v. 66, n. 11, p. 1968-1974, 2017.

WESSELS, I. et al. **Zinc as a gatekeeper of immune function.** *Nutrients*, v. 9, n. 12, p. 1286, 2017.

WILLIAMS, J. A. et al. **Inclusion of Guar Gum and Alginate into a Crispy Bar Improves Postprandial Glycemia in Humans.** *Food Science & Nutrition*, v. 2, n. 3, p. 215-223, 2004.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a joint WHO/FAO expert consultation.** Geneva: World Health Organization, 2003.

ZMORA, N. et al. **You are what you eat: diet, health and the gut microbiota.** *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, v. 16, n. 1, p. 35-56, 2019.