

Efeitos dos prebióticos na modulação da microbiota intestinal

Effects of prebiotics on the modulation of the gut microbiota

Carolina Silva Dias

ORIENTADO POR: DOUTORA ANA SOFIA MATOS

REVISÃO TEMÁTICA

I.º CICLO EM CIÊNCIAS DA NUTRIÇÃO | UNIDADE CURRICULAR ESTÁGIO

FACULDADE DE CIÊNCIAS DA NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO DA UNIVERSIDADE DO PORTO

TC

PORTO, 2026



Resumo

A microbiota intestinal humana constitui um ecossistema complexo e diversificado, com funções metabólicas, imunológicas e neurológicas relevantes para a saúde do hospedeiro, sendo a sua composição fortemente influenciada pela alimentação. Os prebióticos são definidos como substratos seletivamente utilizados pela microbiota intestinal, resistentes à digestão no intestino delgado, chegando ao cólon intactos, onde são fermentados pela microbiota residente, conferindo benefícios à saúde. O presente trabalho consiste numa revisão temática com o objetivo de analisar os efeitos dos prebióticos na modulação da microbiota intestinal e as suas implicações para a saúde humana. A pesquisa foi realizada nas bases de dados PubMed, Scopus e Google Scholar, tendo sido analisados aproximadamente 50 estudos. Os resultados indicam que a suplementação com inulina, frutooligossacarídeos e galactooligossacarídeos promove efeito bifidogénico consistente, com benefícios na saúde intestinal, no metabolismo glicídico e lipídico, na resposta imunológica e na comunicação intestino-cérebro. Contudo, os efeitos observados são heterogêneos e dependentes da dose, do tipo de prebiótico e das características individuais. A maioria dos estudos apresenta limitações metodológicas relevantes, em particular curta duração, amostras reduzidas e foco em desfechos intermédios. Conclui-se que os prebióticos constituem uma estratégia dietética promissora, sendo necessários ensaios clínicos mais robustos para consolidar recomendações nutricionais individualizadas.

Palavras-Chave: Prebióticos, Microbiota intestinal, Fibra alimentar, Ácidos gordos de cadeia curta

Abstract

The human gut microbiota constitutes a complex and diverse ecosystem, with metabolic, immunological, and neurological functions relevant to host health, with its composition being strongly influenced by diet. Prebiotics are defined as substrates selectively used by the gut microbiota, resistant to digestion in the small intestine, reaching the colon intact, where they are fermented by the resident microbiota, conferring health benefits. The present work consists of a literature review aimed at analyzing the effects of prebiotics on the modulation of the gut microbiota and their implications for human health. The search was conducted in the PubMed, Scopus, and Google Scholar databases, with approximately 50 studies analyzed. The results indicate that supplementation with inulin, fructooligosaccharides, and galactooligosaccharides promotes a consistent bifidogenic effect, with benefits for intestinal health, glycemic and lipid metabolism, immune response, and gut-brain communication. However, the observed effects are heterogeneous and dependent on dose, type of prebiotic, and individual characteristics. Most studies present relevant methodological limitations, particularly short duration, small sample sizes, and a focus on intermediate outcomes. It is concluded that prebiotics constitute a promising dietary strategy, and more robust clinical trials are needed to consolidate individualized nutritional recommendations.

Keywords: Prebiotics, Gut Microbiota, Dietary Fiber, Short-Chain Fatty Acids

Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

AGCC - Ácidos Gordos de Cadeia Curta

FOS - Frutooligossacarídeos

IgA - Imunoglobulina A

GABA - Ácido Gama-aminobutírico

GOS - Galactooligossacarídeos

GLP-1 - Peptídeo tipo Glucagon 1

PYY - Peptídeo YY

SNC - Sistema Nevoso Central

Sumário

Resumo	i
Palavras-chave	i
Abstract	ii
Keywords	ii
Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos	iii
1. Introdução.....	1
2. Metodologia.....	1
3. Microbiota Intestinal: composição e funções.....	2
3.1 Definição e composição geral.....	2
3.2 Diferença entre microbiota e microbioma.....	2
3.3 Fatores moduladores da microbiota intestinal	3
3.4 Funções da microbiota intestinal	3
4. Conceito, principais grupos e mecanismos de ação dos prebióticos	4
4.1 Conceito de prebióticos	4
4.2 Principais grupos de fibras prebióticas	5
4.3 Mecanismos de ação dos prebióticos.....	6
5. Fontes alimentares de prebióticos.....	7

6. Evidência científica dos efeitos dos prebióticos na microbiota intestinal.....	8
7. Implicações dos prebióticos para a saúde	10
8. Análise crítica	12
9. Conclusões	14
Referências bibliográficas	15
Agradecimentos	18
Parecer do orientador do Trabalho Complementar	19

1. Introdução

A microbiota gastrointestinal humana constitui um ecossistema complexo e altamente diversificado, desempenhando um papel fundamental na manutenção da saúde humana. A sua composição é influenciada por diversos fatores, incluindo a genética, o ambiente e, de forma particularmente relevante, a alimentação⁽¹⁾.

Nos últimos anos, o interesse científico pelo estudo da microbiota intestinal tem vindo a aumentar, evidenciando a sua importância na regulação de funções metabólicas e imunológicas do organismo⁽²⁾. Neste contexto, o consumo de fibras alimentares assume um papel central, uma vez que estas podem influenciar a atividade metabólica da microbiota intestinal, promovendo efeitos benéficos para a saúde^(1, 2). Entre os componentes alimentares mais estudados destacam-se os prebióticos, definidos como substâncias não digeríveis que servem de substrato para microrganismos benéficos do trato gastrointestinal, contribuindo para o equilíbrio da microbiota intestinal e para o bem-estar do hospedeiro^(1, 2). Assim, torna-se pertinente aprofundar o conhecimento sobre o papel dos prebióticos na modulação da microbiota intestinal.

2. Metodologia

Para o desenvolvimento do presente trabalho foi realizada uma pesquisa bibliográfica de artigos científicos recorrendo à base de dados *PubMed*, *Scopus*, e *Google Scholar*. A pesquisa decorreu entre outubro de 2025 e abril de 2026. Os termos de pesquisa utilizados incluíram as expressões “*prebiotics*”, “prebiotic AND “dietary fiber”, “*prebiotics AND “gut microbiota*”, “dietary fiber” AND “gut

microbiota", "Dietary Fibers" AND "Short-Chain Fatty Acids". Foram considerados artigos científicos publicados em língua inglesa e portuguesa. Foram incluídos ensaios clínicos randomizados em humanos e revisões sistemáticas. Foram excluídos estudos cujo conteúdo não se enquadrava com o tema de modulação intestinal. A primeira seleção dos estudos foi realizada com base na leitura do título e resumo, seguida da leitura integral dos artigos considerados relevantes para os objetivos da presente revisão. Foram ainda selecionadas algumas referências pertinentes dos artigos científicos consultados. No total, foram analisados 50 estudos. O software utilizado para a gestão das referências foi o Endnote 2025.

3. Microbiota Intestinal: composição e funções

3.1 Definição e composição geral

A microbiota intestinal humana é um ecossistema complexo, dinâmico e altamente diverso, composto por trilhões de microrganismos, incluindo bactérias, vírus, fungos e protozoários, que colonizam o trato gastrointestinal. Entre estes, as bactérias representam o grupo predominante, estimando-se que mais de 90% pertençam aos filos Bacteroidetes e Firmicutes. A composição da microbiota é estabelecida desde o nascimento e sofre modificações ao longo da vida, sendo influenciada por fatores como idade, características genéticas, padrão alimentar e hábitos de vida^(3, 4).

3.2 Diferença entre Microbiota e Microbioma

A microbiota corresponde ao conjunto de microrganismos vivos (bactérias, fungos, vírus e protozoários) que colonizam um determinado nicho específico, como o intestino humano. Por sua vez, o microbioma constitui um conceito mais

abrangente, referindo-se não apenas à comunidade microbiana, mas também ao seu material genético, aos metabólitos produzidos e às interações com o hospedeiro. A composição do microbioma pode ser influenciada, principalmente, pela alimentação, estilo de vida e ambiente⁽⁵⁻⁷⁾.

3.3 Fatores moduladores da microbiota intestinal

Após o nascimento, a microbiota intestinal pode ser modulada por diferentes fatores relacionados com o estilo de vida, com destaque para a alimentação. Os microrganismos que colonizam o intestino adaptam-se à disponibilidade de nutrientes presentes no lúmen intestinal, o que permite alterações na sua composição de acordo com a variabilidade alimentar. Neste contexto, componentes não digeríveis da dieta, como as fibras alimentares, atuam como substratos para a fermentação bacteriana, influenciando diretamente o perfil da microbiota^(1, 3, 4, 8).

Intervenções alimentares com fibras prebióticas demonstram capacidade de alterar a composição da microbiota intestinal, mesmo que a magnitude dessas alterações varie entre indivíduos, refletindo a elevada variabilidade interindividual^(8, 9).

3.4 Funções da microbiota

A microbiota intestinal desempenha funções metabólicas, imunológicas e neurológicas relevantes para a saúde do hospedeiro. No plano metabólico, é responsável pela fermentação de fibras alimentares resistentes à digestão endógena, resultando na produção de ácidos gordos de cadeia curta (AGCC) acetato, butirato e propionato, metabólitos com efeitos benéficos sistêmicos^(1, 2, 10-15). O butirato, em particular, influencia a imunidade da mucosa através da modulação da

imunoglobulina A (IgA), células dendríticas e linfócitos T reguladores, contribuindo para a manutenção da integridade da barreira intestinal e para uma resposta inflamatória local. A mucosa intestinal, constituída por elementos químicos, físicos, microbianos e imunológicos, atua como barreira protetora contra invasões microbianas, antígenos estranhos e toxinas^(3, 4, 7). Para além destes efeitos, a microbiota comunica com o sistema nervoso central (SNC) através do eixo intestino-cérebro, participando na produção e modulação de neurotransmissores como a serotonina e o ácido gama-aminobutírico (GABA), com potencial influência sobre funções neurológicas, comportamentais e emocionais ^(3, 4, 7).

4. Conceito, principais grupos e mecanismo de ação dos prebióticos

4.1 Conceito de prebióticos

O conceito de prebiótico foi introduzido pela primeira vez em 1995, por Gibson & Roberfroid, e sofreu diversas revisões ao longo dos anos, acompanhando os avanços nas investigações sobre a microbiota intestinal. De acordo com o consenso da *International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP)*, os prebióticos são definidos como substratos seletivamente utilizados pela microbiota do hospedeiro, conferindo benefícios à saúde^(10, 14, 16).

Em geral, os prebióticos consistem em hidratos de carbono complexos e fibras alimentares resistentes à digestão pelas enzimas do trato gastrointestinal superior, alcançando o intestino grosso praticamente intactos, onde são fermentados pela microbiota residente. Este processo favorece a atividade metabólica bacteriana e contribui para a manutenção da homeostase intestinal^(1, 10, 13, 14, 16).

Uma distinção conceitual prende-se na diferença entre fibras fermentáveis e prebióticos. As fibras fermentáveis correspondem a qualquer tipo de fibra alimentar

que a microbiota intestinal seja capaz de metabolizar^(13, 17). Por sua vez, para que um composto seja considerado prebiótico, deve resistir à digestão no intestino delgado, ser fermentado pela microbiota colônica e promover alterações benéficas na composição ou na atividade microbiana. Dessa forma, os prebióticos constituem um subgrupo específico de fibras fermentáveis com ação funcional comprovada^(2, 18, 19).

Os prebióticos estão naturalmente presentes em diversos alimentos de origem vegetal, como frutas, hortaliças, leguminosas e cereais integrais, sendo um componente importante de padrões alimentares ricos em vegetais. A ingestão regular desses alimentos fornece substratos fermentáveis que sustentam a atividade metabólica da microbiota intestinal e contribuem para o equilíbrio do ecossistema intestinal^(14, 18, 20).

4.2 Principais grupos de fibras prebióticas

Entre os compostos com atividade prebiótica melhor documentados na literatura destacam-se os frutanos, particularmente a inulina e os frutooligossacarídeos (FOS). Estes hidratos de carbono são constituídos por cadeias de frutose resistentes à digestão humana e apresentam elevada fermentabilidade no cólon, sendo amplamente encontrados em alimentos vegetais. A sua ingestão está associada ao estímulo da atividade bacteriana fermentativa e à produção de metabólitos benéficos ao hospedeiro^(13, 21).

Outro grupo relevante corresponde aos galactooligossacarídeos (GOS), derivados da lactose, que também resistem à digestão no intestino delgado e são fermentados pela microbiota do cólon. Estes compostos têm sido amplamente

investigados devido à sua capacidade de modular a atividade microbiana intestinal e contribuir para a manutenção do equilíbrio do ecossistema intestinal^(1, 14).

Além destas, outras fibras fermentáveis presentes na alimentação, como pectinas, hemiceluloses e amido resistente, podem exercer efeitos prebióticos dependendo das suas características estruturais e do contexto alimentar. Estas fibras, comuns em frutas, vegetais e cereais integrais, servem como substratos energéticos para microrganismos intestinais e participam no processo global de fermentação colônica⁽¹⁸⁻²⁰⁾. Compostos derivados de alimentos específicos, como fibras cítricas e fibra de beterraba, também têm demonstrado potencial prebiótico ao influenciar a composição microbiana e a produção de metabólitos fermentáveis, expandindo a investigação de outras fibras alimentares complexas, permitindo comparações sobre as características estruturais e as suas diferentes modulações das respostas microbianas e metabólicas^(22, 23).

4.3 Mecanismo de ação dos prebióticos

O principal mecanismo de ação dos prebióticos está relacionado com a sua resistência à digestão no trato gastrointestinal superior, permitindo que alcancem o cólon intactos. Nesse ambiente, são utilizados como substratos por microrganismos anaeróbios benéficos, que os metabolizam por meio de processos fermentativos^(10, 13, 18).

A fermentação bacteriana dos prebióticos resulta na produção de AGCC, principalmente acetato, propionato e butirato, que desempenham funções importantes na fisiologia intestinal. Estes metabólitos contribuem para a manutenção da integridade da mucosa, fornecem energia para as células epiteliais do cólon e participam na regulação do ambiente intestinal^(10, 18, 20).

Além da produção de AGCC, a disponibilidade contínua de substratos fermentáveis promove alterações na atividade metabólica e na composição geral da microbiota intestinal, favorecendo o crescimento de microrganismos capazes de utilizar esses compostos. Desta forma, a ingestão de prebióticos contribui para a modulação do ecossistema intestinal e para a manutenção de um ambiente favorável ao funcionamento adequado do trato gastrointestinal^(1, 14, 21).

5. Fontes alimentares de prebióticos

Os prebióticos estão presentes naturalmente em alguns alimentos vegetais. Do ponto de vista dietético, identificar as fontes alimentares de prebióticos é relevante, uma vez que a ingestão regular destes compostos constitui uma forma acessível e sustentável de modulação da microbiota intestinal, além de reforçar os padrões alimentares ricos em vegetais como manutenção da saúde^(1, 13, 18).

Começando por um dos grupos de prebióticos mais documentados na literatura científica, encontram-se os frutanos, especificamente a inulina e os FOS. Entre suas fontes mais representativas, destacam-se: agave, alho, alho-francês, banana, cebola, espargos, raiz de chicória e alcachofra de Jerusalém ^(1, 10, 12, 14, 19, 21, 24).

As fontes alimentares de GOS, por sua vez, são as mais limitadas tratando-se de alimentos naturais. São compostos derivados da lactose, e a sua fonte natural mais significativa está presente no leite humano (oligossacarídeos do leite humano - HMOs). Devido à sua baixa presença em alimentos naturais, os GOS também são produzidos industrialmente por síntese enzimática a partir da lactose. São comumente utilizados em produtos à base de leite e fórmulas infantis para mimetizar os oligossacarídeos do leite materno^(12, 14, 16, 19, 25).

Em relação ao amido resistente, formado por polímeros de amilose e amilopectina, pode ser encontrado em algumas fontes vegetais como leguminosas, cereais, sementes, batatas e grãos. A sua concentração varia de acordo com a sua cozedura, sendo que o arrefecimento pode aumentar a proporção de amido resistente formado^(19, 26, 27).

O grupo das pectinas é encontrado em alguns vegetais e frutas^(18, 19). As principais fontes são encontradas na casca de frutas como maçã e laranja ⁽¹⁹⁾.

Para além dos prebióticos acima citados, também há o grupo da celulose e hemicelulose, que podem ser encontrados em alimentos como cereais, grãos, vegetais, aveia, cevada, feijões verdes, curgete, casca de maçã, ananás e grãos integrais⁽¹⁹⁾.

6. Evidência científica dos efeitos dos prebióticos na microbiota intestinal

A Tabela 1 apresenta alguns estudos representativos, com o objetivo de ilustrar os efeitos dos prebióticos na microbiota em diferentes populações, doses, duração, resultados e limitações.

Tabela 1 - Síntese de estudos sobre os efeitos de prebióticos na microbiota intestinal

Tipo de Prebiótico	Dose (g/dia)	Tempo	População	Principais resultados	Limitações	Referência
FOS	10	7 dias	Adultos saudáveis (n=40)	Aumento da abundância de <i>Bifidobacterium</i> (efeito bifidogénico)	Curta duração; resposta dependente da dose e da microbiota basal	(1, 28)
GOS	10	12 semanas	Adultos saudáveis (n=18)	Aumento da abundância de <i>Bifidobacterium</i>	Amostra reduzida; resposta dependente da dose; alta variabilidade interindividual	(1, 29)
GOS	1,5 a 5 (escalonada em 5 dias)	36 dias	Adultos intolerantes à lactose (n=30)	Aumento de <i>Bifidobacterium</i> , <i>Lactobacillus</i> ; melhoria clínica dos sintomas de	Potencial conflito de interesse (financiamento pela empresa produtora de	(11, 30)

				intolerância à lactose	GOS); Amostra reduzida	
Inulina	13	24 semanas	Crianças com obesidade (n=165)	Aumento da abundância de <i>Bifidobacterium</i> ; aumento da diversidade microbiana; modulação da microbiota intestinal e da produção de AGCC	População específica; Dificil extrapolação para adultos	(31, 32)
Inulina e GOS	Variável	Variável	Adultos com pré-diabetes e diabetes mellitus tipo 2	Aumento da abundância de <i>Bifidobacterium</i> ; sem efeito significativo na glicemia em jejum nem na HbA1c	Heterogeneidade elevada entre estudos; variabilidade nas doses e durações das intervenções	(33)

Os estudos analisados demonstram que a suplementação com prebióticos, especialmente inulina, FOS e GOS, promove alterações consistentes na composição da microbiota intestinal, com aumento de bactérias benéficas como as Bifidobactérias, em diferentes populações, como em adultos saudáveis, adultos com pré-diabetes e diabetes mellitus tipo 2, intolerantes à lactose e crianças com obesidade. O efeito bifidogénico mostrou-se dependente da dose, sendo que doses de 2,5g/dia de FOS não induziram alterações significativas, ao passo que doses de 10g/dia, foram bem toleradas, e produziram efeito bifidogénico^(1, 28). De forma semelhante, a mesma dose de 10g/dia de GOS também proporcionou efeito bifidogénico^(1, 29). Revisões recentes demonstram que os prebióticos, especialmente os frutanos do tipo inulina, promovem o aumento de *Bifidobacterium*, embora com resultados heterogêneos^(31, 32). Uma revisão sistemática e meta-análise verificou que, apesar dos prebióticos promoverem alterações favoráveis na composição da microbiota em doentes com pré-diabetes e diabetes tipo 2, os seus efeitos no controlo glicémico, especificamente na glicemia em jejum e na hemoglobina glicada,

não foram estatisticamente significativos, evidenciando a lacuna entre desfechos microbianos e desfechos clínicos⁽³³⁾.

7. Implicações dos prebióticos para a saúde

No que diz respeito à saúde intestinal, a ingestão de prebióticos tem demonstrado efeitos favoráveis na integridade da barreira da mucosa intestinal, em grande parte mediados pela produção de AGCC, principalmente o butirato^(10, 13, 34). O butirato, utilizado como fonte de energia dos colonócitos, estimula a produção de muco que atua como barreira física e protetora, bem como na redução da permeabilidade intestinal^(14, 18, 21, 25, 35).

A literatura científica refere que a inulina e os FOS têm potencial efeito benéfico no metabolismo lipídico e glicídico. Estudos reportam que a suplementação com estes prebióticos foi capaz de reduzir a glicemia pós-prandial em homens obesos e melhorar a sensibilidade à insulina em grupos pré-diabéticos^(10, 21, 36, 37). Complementarmente, têm sido associados à modulação de hormonas intestinais, nomeadamente o peptídeo tipo glucagon 1 (GLP-1) e peptídeo YY (PYY), que participam na regulação do apetite e na secreção de insulina^(10, 21, 24, 36). A oligofructose também foi associada ao aumento do PYY, com consequente redução da ingestão alimentar e da adiposidade⁽²⁶⁾. A inulina também esteve associada à redução nos níveis de triglicerídeos e colesterol⁽¹¹⁾.

A microbiota modulada pelos prebióticos exerce também efeitos imunomoduladores relevantes. Evidências indicam que a suplementação com inulina pode reduzir a expressão de genes pró-inflamatórios, contribuindo para um ambiente anti-inflamatório na mucosa intestinal⁽¹⁴⁾. Paralelamente, o butirato tem sido associado a ativação de linfócitos T reguladores, que estimulam a produção de

citocinas anti-inflamatórias, reduzindo a resposta inflamatória sistêmica^(3, 4, 18, 25, 34, 35). Para além disso, a ativação destas vias está associada ao aumento da produção de IgA, que desempenha um papel fundamental na defesa da mucosa intestinal contra microrganismos e toxinas. Além disso, os AGCC atuam através da ligação de recetores acoplados à proteína G, participando na homeostase imunológica⁽³⁾.

A relação entre a microbiota intestinal e o sistema nervoso central tem vindo a ser reconhecida como uma via de comunicação bidirecional, denominada eixo intestino-cérebro. Os prebióticos, ao modular a composição e a atividade da microbiota intestinal, podem influenciar esta comunicação^(3, 14). Os AGCC produzidos pela microbiota intestinal, podem contribuir para a integridade da barreira hematoencefálica, limitando a entrada de metabólitos indesejáveis no tecido cerebral^(4, 25). As alterações microbianas induzidas pelos prebióticos podem modular a produção de neurotransmissores como a dopamina, serotonina e o GABA, com potencial impacto no humor, no stresse, e na função cognitiva^(3, 25). Estudos também apontam que uma microbiota intestinal com redução na sua diversidade ao longo da vida pode influenciar doenças neurodegenerativas, como a doença de Parkinson, a doença de Alzheimer, bem como perturbações psiquiátricas, incluindo a depressão, estando também relacionadas com alterações na memória e cognição⁽⁷⁾.

A Tabela 2, a seguir, apresenta alguns estudos representativos identificados em revisões sistemáticas e artigos, com o objetivo de ilustrar alguns dos efeitos dos prebióticos no metabolismo humano, em diferentes populações, doses, duração, resultados e limitações.

Tabela 2 - Síntese de estudos sobre os efeitos de prebióticos no metabolismo humano

Tipo de Prebiótico	Dose (g/dia)	Tempo	População	Principais resultados	Limitações	Referência
--------------------	--------------	-------	-----------	-----------------------	------------	------------

Inulina	12	4 semanas	Adultos	Redução dos triglicerídeos (~27%) e colesterol (~5%)	Curta duração; ausência de desfechos clínicos de longo prazo	(11)
Inulina	24	2 dias (washout de 5 dias)	Homens adultos obesos	Redução da glicemia e da insulina plasmática pós-prandial	Pequena amostra (n=14); ausência de desfechos clínicos de longo prazo	(10)
Inulina	20	42 dias	Adultos com sobrepeso	Redução da insulina plasmática, com melhora da sensibilidade à insulina	Pequena amostra (n=12); difícil extrapolação	(10)
Inulina	10	6 semanas	Adultos	Melhora do controle glicêmico para pré-diabetes e diabetes tipo 2	Possível influência do sexo	(10)
Oligofrutose	30	6 semanas (6 semanas com um período de adaptação de 6 semanas)	Adultos saudáveis com sobrepeso e obesos	Alterações em hormonas intestinais; redução da ingestão alimentar e adiposidade	Curta duração; resultados limitados a parâmetros metabólicos, sem avaliação de desfechos clínicos de longo prazo	(21, 26)

8. Análise Crítica

A literatura científica demonstra efeitos benéficos na microbiota intestinal e na saúde humana, no entanto, há limitações metodológicas importantes e inconsistências que devem ser consideradas na interpretação dos resultados.

Em primeiro lugar, verifica-se uma elevada heterogeneidade entre os estudos, no que diz respeito ao tipo de prebiótico utilizado, à dose administrada, à duração das intervenções e às características das populações estudadas^(25, 28, 37, 38). Essa variabilidade dificulta a comparação entre resultados e limita a generalização dos efeitos observados⁽³⁹⁾.

Outro aspeto relevante prende-se com a curta duração de muitos ensaios clínicos. Os períodos de intervenção são muito limitados, sendo insuficientes para avaliar efeitos sustentados na composição da microbiota e, sobretudo, de efeitos

clínicos de longo prazo. Estudos demonstram alterações na abundância de bactérias benéficas, como *Bifidobacterium*, após a suplementação com prebióticos, porém, esses efeitos tendem a ser transitórios e reversíveis após a interrupção da intervenção^(11, 29, 30, 38).

Da mesma forma, a maioria dos estudos centra-se em desfechos clínicos intermediários, como alterações na composição da microbiota ou na produção de AGCC, ao invés de avaliar desfechos clínicos a longo prazo. Embora os AGCC tenham as suas funções importantes na fisiologia intestinal e metabólica, a sua quantificação *in vivo* apresenta limitações significativas, devido à sua rápida absorção e metabolismo⁽⁴⁰⁾.

Outro desafio consiste na elevada variabilidade interindividual na resposta à ingestão de prebióticos. Fatores como a composição da microbiota, a dieta habitual, a idade e o estado de saúde influenciam de forma determinante os efeitos observados. Essa variabilidade contribui para resultados incertos entre os estudos, reforçando a necessidade de abordagens personalizadas^(38, 39).

Por fim, apesar do crescente número de ensaios clínicos, a eficácia dos prebióticos na melhoria de parâmetros metabólicos e clínicos permanece objeto de debate. Enquanto alguns estudos demonstram benefícios na regulação glicêmica, no metabolismo lipídico e na função intestinal, outros apresentam resultados menos consistentes ou não significativos. Essa inconsistência evidencia a necessidade de ensaios clínicos mais robustos, com maior duração, amostras representativas e metodologias padronizadas, de forma a clarificar o papel dos prebióticos na promoção da saúde^(17, 25).

No conjunto, os dados sugerem que a ingestão regular de prebióticos pode constituir uma estratégia dietética complementar na prevenção e gestão de alterações metabólicas, embora a heterogeneidade dos estudos exija cautela na generalização dos resultados.

9. Conclusões

Ao longo desta revisão, foi possível aprofundar a compreensão sobre o modo como os prebióticos atuam na modulação da microbiota intestinal e o que isso representa para a saúde humana. Os dados reunidos na literatura indicam que substâncias como a inulina, os FOS e os GOS interferem de forma significativa tanto na composição como na atividade da microbiota, sobretudo ao favorecer microrganismos benéficos e estimular a produção de AGCC. Tais alterações repercutem positivamente na saúde intestinal, no controlo glicémico e lipídico, na resposta imunitária e, conforme sugerem estudos mais recentes, na própria comunicação entre o intestino e o sistema nervoso central. Ainda assim, os resultados não são uniformes, diferindo consoante a dose utilizada, o tempo de intervenção, o tipo de prebiótico e as características individuais de cada participante. Assim, a consolidação do papel dos prebióticos na promoção da saúde dependerá da realização de estudos mais robustos e de uma abordagem mais individualizada na sua aplicação.

Referências

1. Holscher HD. Dietary fiber and prebiotics and the gastrointestinal microbiota. *Gut Microbes*. 2017; 8(2):172-84.
2. Hijová E, Bertková I, Štofilová J. Dietary fibre as prebiotics in nutrition. *Cent Eur J Public Health*. 2019; 27(3):251-55.
3. Adak A, Khan MR. An insight into gut microbiota and its functionalities. *Cell Mol Life Sci*. 2019; 76(3):473-93.
4. Gomaa EZ. Human gut microbiota/microbiome in health and diseases: a review. *Antonie Van Leeuwenhoek*. 2020; 113(12):2019-40.
5. Berg G, Rybakova D, Fischer D, Cernava T, Vergès MC, Charles T, et al. Microbiome definition re-visited: old concepts and new challenges. *Microbiome*. 2020; 8(1):103.
6. Van Hul M, Cani PD, Petitfils C, De Vos WM, Tilg H, El-Omar EM. What defines a healthy gut microbiome? *Gut*. 2024; 73(11):1893-908.
7. El-Sayed A, Aleya L, Kamel M. Microbiota's role in health and diseases. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2021; 28(28):36967-83.
8. So D, Whelan K, Rossi M, Morrison M, Holtmann G, Kelly JT, et al. Dietary fiber intervention on gut microbiota composition in healthy adults: a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr*. 2018; 107(6):965-83.
9. Cronin P, Joyce SA, O'Toole PW, O'Connor EM. Dietary Fibre Modulates the Gut Microbiota. *Nutrients*. 2021; 13(5)
10. Bedu-Ferrari C, Biscarrat P, Langella P, Cherbuy C. Prebiotics and the Human Gut Microbiota: From Breakdown Mechanisms to the Impact on Metabolic Health. *Nutrients*. 2022; 14(10)
11. Ferro LE, Crowley LN, Bittinger K, Friedman ES, Decker JE, Russel K, et al. Effects of prebiotics, probiotics, and synbiotics on the infant gut microbiota and other health outcomes: A systematic review. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2023; 63(22):5620-42.
12. You S, Ma Y, Yan B, Pei W, Wu Q, Ding C, et al. The promotion mechanism of prebiotics for probiotics: A review. *Front Nutr*. 2022; 9:1000517.
13. Slavin J. Fiber and prebiotics: mechanisms and health benefits. *Nutrients*. 2013; 5(4):1417-35.
14. Yoo S, Jung SC, Kwak K, Kim JS. The Role of Prebiotics in Modulating Gut Microbiota: Implications for Human Health. *Int J Mol Sci*. 2024; 25(9)
15. Verspreet J, Damen B, Broekaert WF, Verbeke K, Delcour JA, Courtin CM. A Critical Look at Prebiotics Within the Dietary Fiber Concept. *Annu Rev Food Sci Technol*. 2016; 7:167-90.
16. Gibson GR, Hutkins R, Sanders ME, Prescott SL, Reimer RA, Salminen SJ, et al. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. 2017; 14(8):491-502.
17. Hutkins R, Walter J, Gibson GR, Bedu-Ferrari C, Scott K, Tancredi DJ, et al. Classifying compounds as prebiotics - scientific perspectives and recommendations. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. 2025; 22(1):54-70.
18. Makki K, Deehan EC, Walter J, Bäckhed F. The Impact of Dietary Fiber on Gut Microbiota in Host Health and Disease. *Cell Host Microbe*. 2018; 23(6):705-15.

19. Rezende ESV, Lima GC, Naves MMV. Dietary fibers as beneficial microbiota modulators: A proposed classification by prebiotic categories. *Nutrition*. 2021; 89:111217.
20. Fu J, Zheng Y, Gao Y, Xu W. Dietary Fiber Intake and Gut Microbiota in Human Health. *Microorganisms*. 2022; 10(12)
21. Hughes RL, Alvarado DA, Swanson KS, Holscher HD. The Prebiotic Potential of Inulin-Type Fructans: A Systematic Review. *Adv Nutr*. 2022; 13(2):492-529.
22. Zayed A, Adly GM, Khaled L, Abd El-Al MS, Farag MA. Citrus-derived prebiotics: Influence on gut microbiota composition, fermentation metabolites, and functional health effects. *Food Bioscience*. 2025; 72:107535.
23. Li X, Feng Y, Ye Y, Guo M, Lu W, Zhao J, et al. Exploring the prebiotic potential of sugar beet fiber through in vitro fecal fermentation: modulation of gut microbiota and associated metabolic signature. *Food Bioscience*. 2025; 73:107768.
24. Carlson JL, Erickson JM, Lloyd BB, Slavin JL. Health Effects and Sources of Prebiotic Dietary Fiber. *Curr Dev Nutr*. 2018; 2(3):nzy005.
25. Monteiro C, Boguea EG, Campos CDL, Pereira-Filho JL, Almeida VSS, Vale AAM, et al. Prebiotics and Gut Health: Mechanisms, Clinical Evidence, and Future Directions. *Nutrients*. 2026; 18(3)
26. Daud NM, Ismail NA, Thomas EL, Fitzpatrick JA, Bell JD, Swann JR, et al. The impact of oligofructose on stimulation of gut hormones, appetite regulation and adiposity. *Obesity (Silver Spring)*. 2014; 22(6):1430-8.
27. Birt DF, Boylston T, Hendrich S, Jane JL, Hollis J, Li L, et al. Resistant starch: promise for improving human health. *Adv Nutr*. 2013; 4(6):587-601.
28. Bouhnik Y, Vahedi K, Achour L, Attar A, Salfati J, Pochart P, et al. Short-chain fructo-oligosaccharide administration dose-dependently increases fecal bifidobacteria in healthy humans. *J Nutr*. 1999; 129(1):113-6.
29. Davis LM, Martínez I, Walter J, Goin C, Hutkins RW. Barcoded pyrosequencing reveals that consumption of galactooligosaccharides results in a highly specific bifidogenic response in humans. *PLoS One*. 2011; 6(9):e25200.
30. Azcarate-Peril MA, Ritter AJ, Savaiano D, Monteagudo-Mera A, Anderson C, Magness ST, et al. Impact of short-chain galactooligosaccharides on the gut microbiome of lactose-intolerant individuals. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2017; 114(3):E367-e75.
31. Alonso-Allende J, Milagro FI, Aranaz P. Health Effects and Mechanisms of Inulin Action in Human Metabolism. *Nutrients*. 2024; 16(17)
32. Visuthranukul C, Sriswasdi S, Tapaamorndech S, Chamni S, Leelahavanichkul A, Joyjinda Y, et al. Enhancing gut microbiota and microbial function with inulin supplementation in children with obesity. *Int J Obes (Lond)*. 2024; 48(12):1696-704.
33. Dimba NR, Mzimela N, Sosibo AM, Khathi A. Effectiveness of Prebiotics and Mediterranean and Plant-Based Diet on Gut Microbiota and Glycemic Control in Patients with Prediabetes or Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*. 2024; 16(19)
34. Hall CV, Hepsomali P, Dalile B, Scapozza L, Gurry T. Effects of a diverse prebiotic fibre blend on inflammation, the gut microbiota and affective symptoms in metabolic syndrome: a pilot open-label randomised controlled trial. *Br J Nutr*. 2024; 132(8):1002-13.
35. Maghsoumi-Norouzabad L, Bagherzadeh-Karimi A, Aliakbari Majd S, Hosseini L, Shahi F. The Effects of Prebiotic Dietary Fibers, Probiotics, and Synbiotics on Gut Permeability and Immunity: A Systematic Review. *Iran J Med Sci*. 2025; 50(8):500-29.

36. Li J, Liu F, Luo Y, Wijeyesekera A, Wang S, Chen X, et al. Differential effects of inulin and fructooligosaccharides on gut microbiota composition and glycemic metabolism in overweight/obese and healthy individuals: a randomized, double-blind clinical trial. *BMC Med.* 2025; 23(1):372.
37. van der Beek CM, Canfora EE, Kip AM, Gorissen SHM, Olde Damink SWM, van Eijk HM, et al. The prebiotic inulin improves substrate metabolism and promotes short-chain fatty acid production in overweight to obese men. *Metabolism.* 2018; 87:25-35.
38. Whelan K, Alexander M, Gaiani C, Lunken G, Holmes A, Staudacher HM, et al. Design and reporting of prebiotic and probiotic clinical trials in the context of diet and the gut microbiome. *Nat Microbiol.* 2024; 9(11):2785-94.
39. Krumbeck JA, Maldonado-Gomez MX, Ramer-Tait AE, Hutkins RW. Prebiotics and synbiotics: dietary strategies for improving gut health. *Curr Opin Gastroenterol.* 2016; 32(2):110-9.
40. Delcour JA, Aman P, Courtin CM, Hamaker BR, Verbeke K. Prebiotics, Fermentable Dietary Fiber, and Health Claims. *Adv Nutr.* 2016; 7(1):1-4.

Agradecimentos

À minha família, especialmente aos meus pais, Glicéria e Walner, por todos os esforços, renúncias e sacrifícios feitos para que eu pudesse chegar até aqui e concluir um dos ciclos mais importantes da minha vida. Obrigada por todo amor, apoio e incentivo ao longo dessa trajetória.

Às minhas irmãs, Gabriela e Ana Laura, por estarem presentes em cada fase da minha vida, sendo o elo mais forte que tenho. A presença e o carinho de vocês tornaram essa caminhada mais leve e significativa.

Ao meu companheiro da vida, Ronaldo Mota, por ter estado ao meu lado em cada etapa dos meus estudos, sempre com paciência, amor e companheirismo. Obrigada por ser minha fonte constante de motivação e por acreditar em mim mesmo nos momentos mais difíceis.

Aos professores que fizeram parte da minha trajetória acadêmica, por compartilharem seus conhecimentos, experiências e ensinamentos ao longo dessa caminhada. Em especial, àqueles que, além de transmitirem sabedoria, tornaram-se exemplos de dedicação e amor à profissão docente.

À Dra. Ana Sofia Matos, por ter me acolhido como sua estagiária, pela confiança, pelos ensinamentos compartilhados e pela oportunidade de crescimento profissional e pessoal ao longo dessa experiência.

Parecer do orientador do Trabalho Complementar

Eu, Ana Sofia Lemos Matos, na qualidade de orientadora do Trabalho Complementar intitulado “Efeitos dos prebióticos na modulação da microbiota intestinal”, desenvolvido pela Carolina Silva Dias, considero que a elaboração do trabalho apresentado revela um percurso de aprendizagem consistente, marcado por empenho, responsabilidade e autonomia.

Ao longo do desenvolvimento do trabalho complementar, a Carolina demonstrou capacidade de análise, sentido crítico e preocupação em aprofundar os conhecimentos relacionados com a temática escolhida, apresentando igualmente disponibilidade para acolher sugestões e reformular aspetos sempre que necessário. Destaca-se a forma organizada como conduziu a pesquisa e estruturou a informação, procurando fundamentar as ideias apresentadas com fontes científicas adequadas e pertinentes.

Em suma, demonstrou elevado compromisso e dedicação ao longo de todo o processo de elaboração do trabalho complementar.

Ana Sofia Matos

Porto, 15 de maio de 2026



