

A IMPORTÂNCIA DOS PRODUTOS ALIMENTÍCIOS ENRIQUECIDOS COM PREBIÓTICOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Bruno Cesar Circunvis^a, Beatriz Fernanda Bonfim de Souza^a

^aUniversidade Estadual de Maringá (UEM)

RESUMO

Os componentes ditos funcionais são alimentos que possuem de acordo com a sua estrutura química, características, propriedades e benefícios para a saúde. Um produto pode ser considerado prebiótico quando fermentado seletivamente, resulta em alterações específicas na composição ou atividade da microbiota gastrointestinal. Esse tipo de composto não é hidrolisado pelas enzimas digestivas humanas, muito menos absorvido no trato gastro intestinal superior, servindo assim, como substratos de fermentação para o crescimento seletivo de micro-organismos endógenos na flora intestinal, provocando alterações bioquímicas, fisiológicas e microbiológicas no intestino grosso, ação de redução lipídica, melhora da biodisponibilidade de cálcio e ferro, assim, conferindo inúmeros benefícios à saúde do hospedeiro. Por se tratar de um tema relevante na área da produção alimentícia, esta revisão de literatura procura discutir e aprofundar o conhecimento sobre alimentos funcionais, principalmente quando associados a bebidas, podendo melhorar as funções fisiológicas do metabolismo humano, auxiliando na saúde, tratamento e prevenção de doenças.

Palavras-Chave: Antioxidantes; Alimentos Funcionais; Compostos Bioativos.

THE IMPORTANCE OF FOOD PRODUCTS ENRICHED WITH PREBIOTICS: A LITERATURE REVIEW

Bruno Cesar Circunvis^a, Beatriz Fernanda Bonfim de Souza^a

^aUniversidade Estadual de Maringá (UEM)

Abstract

Components called functional foods that they have according to their chemical structure, characteristics, properties and health benefits. A product can be considered prebiotic when selectively fermented, results in specific changes in the composition or activity of the gastrointestinal microbiota. This type of compound is not hydrolyzed by human digestive enzymes, much less absorbed in the upper gastrointestinal tract, thus serving as fermentation substrates for the selective growth of endogenous microorganisms in the intestinal flora, causing biochemical, physiological and microbiological changes in the intestine. thick, lipid-lowering action, improving the bioavailability of calcium and iron, thus conferring numerous benefits to the health of the host. As it is a relevant topic in the area of food production, this literature review seeks to discuss and deepen the knowledge about functional foods, especially when associated with beverages, and can improve the physiological functions of human metabolism, helping in health, treatment and prevention of diseases.

Key words: Antioxidants; Bioactive Compounds; Functional Foods.

1. INTRODUÇÃO

Com o aumento da conscientização dos consumidores, aliada à preocupação com a incidência de doenças metabólicas, que podem ser evidenciadas por um conjunto de doenças que, associadas, vão levar ao aumento do risco de problemas cardiovasculares, alterações de colesterol, triglicérides, hipertensão, diabetes, acidente vascular cerebral, aterosclerose, ou ainda as síndromes metabólicas, chamadas de erros inatos do metabolismo, foi introduzido em 1908 pelo médico britânico Sir Archibald Garrod (SILVA & MARTINS, 2015).

Esses distúrbios são caracterizados por doenças metabólicas hereditárias (DMH) raras, em que a ausência de um produto esperado, acúmulo de substrato da etapa anterior é interrompida ou o surgimento de uma rota metabólica alternativa podem levar ao comprometimento dos processos celulares e ou a capacidade do corpo de derivar energia de alguns nutrientes, sendo classificados em 3 grupos (SILVA & MARTINS, 2015).

O primeiro grupo é constituído pelos distúrbios de síntese ou catabolismo de moléculas complexas. É constituído pelas doenças lisossomais e peroxissomais que tendem a apresentar sintomas permanentes, como face grosseira, dismorfias, visceromegalias e neurodegeneração, entre outros. O segundo grupo, consistente com erros inatos do metabolismo intermediário que culminam em intoxicação aguda ou crônica. Consiste em erros do metabolismo intermediário que culminam em intoxicação aguda ou crônica. As doenças deste grupo, compreendem as aminoacidopatias, os defeitos dos ácidos orgânicos e do ciclo da ureia e as intolerâncias aos açúcares, apresentando intervalos livres de sintomas e relação evidente com o aporte alimentar. As manifestações levam, de maneira geral, à intoxicação aguda e recorrente ou crônica e progressiva. E por fim, o terceiro grupo, representado pela deficiência na produção ou utilização de energia e inclui doenças cuja clínica é decorrente de alterações de produção e consumo energéticos (SILVA & MARTINS, 2015).

Considerando a variedade de substâncias presentes nos alimentos funcionais, foi feita uma pré-seleção dos artigos, utilizando bases de dados do Google Acadêmico, Web of Science e PubMed, além de livros e artigos em português e inglês publicados nos últimos 10 anos, destacados no tema central, que

abordavam o emprego de alimentos prebióticos na dieta, principalmente quando associados a bebidas, que podem melhorar as funções fisiológicas do metabolismo humano, auxiliando na saúde, tratamento e prevenção de doenças,

2. ALIMENTOS FUNCIONAIS

Em 1955, após a Segunda Guerra Mundial, nos EUA foi desenvolvida a hipótese lipídica, pelo pesquisador Ancel Keys, o qual afirmou que um alto consumo de gorduras pode levar um indivíduo a sofrer de doenças cardíacas (CAÑAS & BRALBANTE, 2019).

Posteriormente, entre 1960 e 1970, surgiu o fenômeno chamado de Revolução Verde, considerado como a difusão de tecnologias agrícolas que permitiram um aumento considerável a produção de alimentos, utilizando de forma intensiva produtos químicos, sobretudo em países menos desenvolvidos (CAÑAS & BRALBANTE, 2019).

No início dos anos 80, o Japão, inicia pesquisas e produção de alimentos, apoiado pelo estudo colaborativo entre o governo, universidades e fabricantes de alimentos. Surge a primeira denominação em inglês FOSHU (foods for specified health uses) que possibilitem potenciais benefícios à saúde, visando diminuir gastos em saúde pública, e alcançar a prevenção de certas doenças (BAPTISTA, *et al.*, 2013; COSTA & ROSA, 2016).

A partir da década de 90, começaram os estudos nos Estados Unidos, uma vez que sua população apresentava altos índices de obesidade, devido ao elevado consumo de alimentos com alta quantidade de sal e gorduras saturadas. No contexto brasileiro, o interesse pelos alimentos funcionais surge na década de 1990, seguindo as tendências do mercado mundial de alimentos. Em 1998, cria-se a Comissão Técnico-Científica de Assessoramento em Alimentos Funcionais e Novos Alimentos (CTCAF), formada por profissionais especializados na área de alimentos pertencentes a universidades públicas e instituições de pesquisa. Juntamente com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) foram criadas as resoluções no 18 e 19, de 30 de abril de 1999, as quais regulamentam as "Alegações de propriedades funcionais ou de saúde para estes alimentos" (NIZTIKE, 2012).

Os alimentos funcionais são alimentos naturais podendo ser de procedência animal ou vegetal sem nenhum tipo de processamento ou um alimento industrializado que teve algum tipo de processamento antes do seu consumo. Dessa forma, podemos dizer que os alimentos funcionais podem ser qualquer alimento que, na sua composição, contenham uma substância ou molécula química, seja do próprio alimento ou adicionada, que proporciona potenciais benefícios para a saúde das pessoas, podendo se apresentar em uma forma natural ou processada (CAÑAS & BRALBANTE, 2019).

Portanto, considerando estas definições, podemos dizer que um alimento funcional é aquele que além dos nutrientes básicos de um alimento (carboidratos, proteínas, gorduras, vitaminas e minerais) contém um nutriente ou ingrediente específico que trará um benefício exclusivo no organismo, no bem-estar ou para a saúde, sendo esses componentes os responsáveis pela característica de funcionalidade (CAÑAS & BRALBANTE, 2019).

Os componentes funcionais podem ser classificados de duas formas: quanto à fonte, de origem natural seja vegetal ou animal e quanto aos benefícios que oferecem, atuando em seis áreas do organismo: sistema gastrointestinal; sistema cardiovascular; metabolismo de substratos; crescimento, desenvolvimento e diferenciação celular; comportamento das funções fisiológicas e como antioxidantes (CAÑAS & BRALBANTE, 2019).

Existe uma ampla variedade de substâncias caracterizadas como funcionais (Quadro 1), que podem ser classificadas pelos componentes bioativos, onde estes alimentos possuem, de acordo com a sua estrutura química, características, propriedades e seus benefícios para a saúde.

Quadro 1. Principais compostos bioativos, benefícios e suas fontes (VIZZOTO, *et al.*, 2010).

Substâncias Bioativas	Benefício	Fonte
Carotenoides	Reduzir níveis de colesterol e risco de certos tipos de câncer, protegem contra a degeneração muscular e podem agir como antioxidantes	Tomate, derivados de goiaba vermelha, pimentão vermelho, melancia, folhas verdes, milho, mamão
Flavonoides	Possuir atividade antioxidante, vasodilatadora e anti-inflamatória	Soja, frutas cítricas, tomate, pimentão, alcachofra, cereja
Isoflavonas	Ação estrogênica (reduz sintomas da menopausa) e anticâncer	Soja e derivados
Catequinas	Reduzem a incidência de certos tipos de câncer, reduzem o colesterol e estimulam o sistema imunológico	Chá verde, cerejas, amoras, framboesas, mirtilo, uva roxa, vinho tinto
Fibras	Reduzir risco de câncer de cólon, melhora a função intestinal	Cereais integrais: aveia, centeio, cevada, farelo de trigo, soja, ervilha, feijão. Hortaliças: frutas com casca

<p>Probióticos (microrganismos)</p>	<p>Favorecer as funções gastrointestinais, reduzindo o risco de constipação e câncer de cólon</p>	<p>Leites fermentados, iogurtes e outros produtos lácteos</p>
<p>Probióticos - Bífidobacterias e Lactobacilos</p>	<p>Favorecem as funções gastrointestinais, reduzindo o risco de constipação e câncer de cólon</p>	<p>Leites fermentados, Iogurtes e outros produtos lácteos fermentados</p>

3. PRINCIPAIS PREBIÓTICOS E SUAS CARACTERÍSTICAS

O conceito de prebióticos foi introduzido pela primeira vez em 1995 por Glenn Gibson e Marcel Roberfroid. Este foi descrito como "um ingrediente alimentar não digerível que afeta benéficamente o hospedeiro, estimulando seletivamente o crescimento e/ou a atividade de uma ou um número limitado de bactérias no cólon e, portanto, melhora a saúde do hospedeiro" (GIBSON, *et al.*, 2010).

A Associação Científica Internacional de Probióticos e Prebióticos (ISAPP) definiu "prebióticos alimentares" como "um ingrediente fermentado seletivamente que resulta em alterações específicas na composição ou atividade da microbiota gastrointestinal, conferindo benefícios à saúde do hospedeiro" (GIBSON, *et al.*, 2010).

Embora nem todos os prebióticos sejam carboidratos, podemos distingui-los em fibras de prebióticos derivados de carboidratos com graus de polimerização (DP) igual ou superior a 3, e enzimas endógenas no intestino delgado que não podem hidrolisá-las (HOWLETT, *et al.*, 2010).

Os prebióticos são geralmente carboidratos não digeríveis, geralmente oligossacarídeos e polissacarídeos. Devido à sua estrutura principal, esse tipo de compostos não é hidrolisado pelas enzimas digestivas humanas, muito menos absorvido no trato gastro intestinal superior, servindo assim, como substratos de

fermentação para o crescimento seletivo de microrganismos endógenos na flora intestinal, como as bifidobactérias, lactobacilos e eubactérias, provocando alterações bioquímicas, fisiológicas e microbiológicas no intestino grosso, como por exemplo, supressão de patógenos em indivíduos através da indução de algumas moléculas imuno moduladoras com efeitos antagônicos contra patógenos pelo ácido lático, ação de redução lipídica, melhora da biodisponibilidade de cálcio e ferro (SUPRYA, et al., 2014).

Foi relatado que existem 10^{10} - 10^{12} microrganismos vivos por grama no cólon humano. Os grupos microbianos residentes no estômago, intestino delgado e grosso, em sua maioria anaeróbicos, são cruciais para a saúde humana, pois estes fermentam essas substâncias alimentares não digeríveis, particularmente carboidratos, obtendo sua energia de sobrevivência de ligações indigestíveis degradantes (COLLINS & REID, 2016).

Portanto, os prebióticos são geralmente misturas de oligossacarídeos indigestíveis, mas a inulina é uma exceção, pois é uma mistura de polissacarídeos e frutooligossacarídeos que também são denominados carboidratos, sendo as fontes prebióticas mais comuns a galacto-oligossacarídeos, lactulose, frutanos que são compostos por inulina, fruto-oligossacarídeos e dissacarídeo sintético (COLLINS & REID, 2016).

Em comparação com os probióticos, que podem introduzir bactérias exógenas na microflora intestinal, os prebióticos são veículos alimentares que visam estimular o desenvolvimento limitado de microrganismos endógenos no cólon, potencialmente promotores de saúde, modulando assim a estrutura do ambiente intestinal natural (DENIPORTE, *et al.*, 2010).

Os prebióticos proporcionam efeito benéfico ao hospedeiro por estimular seletivamente o crescimento e/ou metabolismo de um limitado grupo de bactérias no cólon, como os probióticos, assim, podemos concluir que existe uma relação simbiótica benéfica entre prebióticos e probióticos (BRITO, *et al.*, 2013).

Ainda, para se classificar um composto como prebiótico, este deve ser resistente ao pH ácido do estômago, não pode ser hidrolisado por enzimas de mamíferos e também não deve ser absorvido no trato gastrointestinal, pode ser fermentado pela microbiota intestinal, e o crescimento ou atividade das bactérias

intestinais podem ser estimulados seletivamente por esse composto (bacteriocininas), e esse processo pode melhorar a saúde do hospedeiro (DENIPORTE, *et al.*, 2010).

Vários compostos (Figura.1) foram testados para determinar sua função como prebióticos, por exemplo, a lactulose (4-0- β -D-galactopiranosil-D-frutofuranose) é um dissacarídeo sintético composto de galactose e frutose, sendo encontrada em leites e derivados, ao qual sofrem tratamento térmico, como um produto secundário. Pode-se ainda, por reação de isomeração catalisada por borato de sódio em meio alcalino, promovendo uma reação com alto rendimento e baixo custo da lactose, transformando-a em lactulose. Na indústria alimentícia, a lactulose pode ser adicionada em vários tipos de produtos alimentícios (formulação de alimentos infantis, substituto de açúcar, confeitaria, bebida suave e produtos derivados do leite), já que suas propriedades funcionais, são altamente mantidas em condições de processamento dos alimentos (CAPRILES & ARÊAS, 2012; ASHWINI, *et al.*, 2019).

A degradação da lactulose produz acidificação do meio intestinal acarretando em queda do pH, responsáveis pelo desencadeamento de mecanismos de ação benéfica na encefalopatia portossistêmica e constipação intestinal (ASHWINI, *et al.*, 2019).

O lactitol (4-0- β -D-galactopiranosil-D-glicitol) é produzido por hidrogenação catalítica da lactose, tendo como resultante desse processo, um poliálcool, composto de galactose e sorbitol. A hidrogenação gasosa, usando-se o níquel como catalisador, é realizada em solução de lactose (30-40%), em água a 100°C. Sua característica estável, e à solubilidade, propiciam ao lactitol, podem ser empregados em vários produtos alimentícios, tais como chocolate para diabéticos ou chocolates de baixa caloria, produtos forneados, confeitaria em geral e em todos os derivados do leite (ASHWINI, *et al.*, 2019).

Os Frutooligossacarídeos (FOS), galacto-oligossacarídeos (GOS) e trans-galacto-oligossacarídeos (TOS) são os prebióticos mais comuns. A fermentação de prebióticos pela microbiota intestinal produz ácidos graxos de cadeia curta (SCFAs), incluindo ácido lático, ácido butírico e ácido propiônico. Esses produtos podem ter vários efeitos no corpo, como exemplo, o propionato afeta as células T auxiliares nas vias aéreas e macrófagos, bem como células dendríticas na medula óssea

(TROMPETTE, *et al.*, 2014; FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, *et al.*, 2015; STINSON, *et al.*, 2017; ASHWINI, *et al.*, 2019).

Os SCFAs diminuem o pH do cólon e podem difundir a circulação sanguínea através dos enterócitos, os prebióticos têm a capacidade de afetar não apenas o trato gastrointestinal, mas também órgãos do local distante (FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, *et al.*, 2015; HERNOT, *et al.*, 2009; ZHOU, *et al.*, 2013).

O peptidoglicano é outro produto de fermentação prebiótica que pode estimular a sistema imunológico inato contra microrganismos patogênicos e o butirato influencia o desenvolvimento epitelial intestinal (CLARKE, *et al.*, 2010).

Os Galacto-oligosacarídeos (GOS) são um grupo de compostos de oligogalactose, juntamente com glicose e lactose. Eles são produzidos comercialmente a partir de lactose por β -galactosidase. Ocorrem naturalmente no leite humano e são importantes na proteção dos bebês, diminuindo assim, a biota de bactérias patogênicas gastrointestinais (ASHWINI, *et al.*, 2019).

Um estudo avaliou o efeito da mistura de GOS (Bimuno (B-GOS) na concentração de 5,5 % na microbiota intestinal, marcadores da

função imunológica e metabólitos em idosos (idade 65-80 anos) em um grupo randomizado, duplo-cego, controlado por placebo (maltodextrina) Amostras de sangue e fezes foram coletadas para análises de populações de bactérias fecais e biomarcadores imunológicos e metabólicos. O consumo de B-GOS levou a aumentos significativos de bacteroides e bifidobactérias, as últimas correlacionando-se com o aumento de ácido láctico nas águas fecais. Também foram observadas maior IL-10, IL-8, atividade de células natural killer e proteína C reativa e menor IL-1 β (VULEVIC, *et al.*, 2015).

Em outro estudo, avaliou-se os efeitos da dieta de cafeteria associadas aos Frutanos tipo Inulina (FTI) sobre o perfil cardiometabólico em ratos Wistar. Os FTI purificados, bem como, provenientes da matriz alimentar (yacon em pó), foram adicionados a seus respectivos grupos experimentais na dose de 6%. As variáveis analisadas foram: composição centesimal e conteúdo de FTI, ganho de peso (GP), peso relativo do ceco (PRC), peso relativo do fígado (PRF), consumo alimentar, glicemia, triglicerídeos, colesterol total, HDL-c, LDL-c, tecido adiposo subcutâneo e visceral (epididimal, retroperitoneal e mesentérica). A variável PRC foi

estatisticamente maior nos grupos submetidos aos FTI. O grupo que recebeu dieta de cafeteria apresentou valores superiores no GP, VLDL, triglicerídeos, tecido adiposo subcutâneo e epididimal. Não houve diferença estatística nos parâmetros PRF, colesterol total, LDL-c, HDL-c e glicemia. Portanto, através deste trabalho, verificou-se efeitos sistêmicos benéficos dos FTI em parâmetros como: PRC, GP, VLDL, triglicerídeos, tecido adiposo (SILVA & MARTINS, 2015).

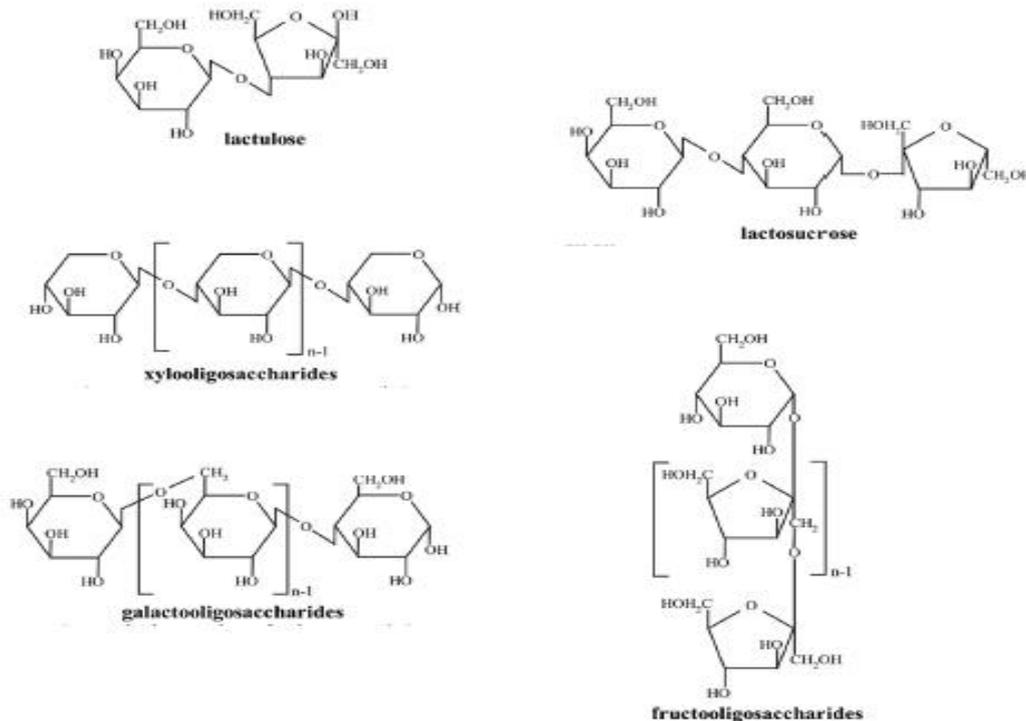


Figura 1. Estruturas químicas de vários tipos de oligossacarídeos probióticos (FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, *et al.*, 2015).

4. PREBIÓTICOS E BENEFÍCIOS À SAÚDE HUMANA

Distúrbios no ecossistema intestinal são geralmente caracterizados pelo aumento da contagem principalmente de bactérias gram-negativas da família *Enterobacteriaceae* e bactérias gram-positivas, como as da família *Streptococcaceae* no intestino delgado, reduzindo as bactérias benéficas como bifidobactérias. As bifidobactérias e os lactobacilos tendem a aumentar significativamente no intestino quando os prebióticos são consumidos, promovendo a produção dos ácidos láctico e

acético, reduzindo o pH intestinal, assim restringindo ou impedindo o crescimento de vários patógenos e bactérias putrefativas (ASHWINI, *et al.*, 2019).

Os efeitos da inulina e das oligofrutoses, na microbiota intestinal de humanos, têm sido extensivamente estudados tanto *in vivo* quanto *in vitro*. A maioria dos estudos relata a fermentação seletiva pela microbiota benéfica, principalmente pelas bifidobactérias e em menor extensão pelos lactobacilos (ASHWINI, *et al.*, 2019).

A microbiota intestinal exerce influência no anfibolismo do hospedeiro, incluindo a atividade enzimática intestinal, a produção no lúmen, já que essa microbiota nutrida pelo probióticos, produzem compostos primários, os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), principalmente acetato, propionato e butirato e os gases, dióxido de carbono, metano e hidrogênio. Estes por sua vez são eficientemente absorvidos e utilizados pelas células epiteliais humanas, estimulando a absorção de sais e água, o crescimento de células epiteliais e a motilidade intestinal (ASHWINI, *et al.*, 2019).

Nissen *et al.* (2020) estudaram o leite vegetal feito com sementes de cânhamo com maiores quantidades de acetato, propionato e butirato que promoveu o crescimento seletivo de microrganismos benéficos e a presença de hidrocarbonetos como terpenos que inibiu o crescimento de patógenos bacterianos, demonstrando ser uma fonte alternativa ao leite animal com benefícios funcionais ao organismo.

Massot-Claredra *et al.* (2020), avaliaram o impacto da fibra do cacau na composição de 10% cocoa (C10), fibra de cacau (CF) ou inulina (I). na microbiota intestinal, e sua interferência no sistema imunológico e a produção de SCFA, em ratos. Amostras fecais e séricas foram coletadas antes e após a intervenção. O conteúdo fecal e a amostra de cólon foram coletados. Composição da microbiota e IgA revestido por bactérias e o conteúdo de SCFA foram quantificados. A dieta de FC aumentou as contagens de *Bifidobacterium* e *Lactobacillus*, a proporção de bactérias que revestem o IgA, as concentrações de SCFA e os TLR2, TLR5, TLR7 e expressão de ocludina. Observa-se também que FC tem efeitos prebióticos que afetam e modulam os marcadores imunológicos intestinais.

Abhari *et al.* (2016), avaliaram *in vivo* os efeitos dos esporos probióticos de *Bacillus coagulans*, com e sem o prebiótico inulina, a 5% na microbiota gastrointestinal (GI) de ratos saudáveis e sua potencialidade para sobreviver no trato GI. A administração de dietas simbióticas e probióticas levou a um aumento

significativo ($P < 0,05$) nas bactérias do ácido láctico (BAL), população aeróbia total e anaeróbia total em comparação com as dietas prebiótica e controle. Uma diminuição significativa na contagem de Enterobacteriaceae de vários segmentos do trato GI (exceto intestino delgado) em grupos alimentados com simbióticos, probióticos e prebióticos também foi observada. Observou-se também, claramente que o probiótico *B. coagulans* foi eficiente na modulação benéfica da microbiota GI e, considerando as características de transição de *B. coagulans*, o consumo diário de produtos probióticos é necessário para qualquer efeito de longo prazo

5. PREBIÓTICOS EM PRODUTOS ALIMENTÍCIOS

Os prebióticos melhoram as características sensoriais ao mesmo tempo em que proporcionam uma composição nutricional mais equilibrada, entretanto, a maioria dos dados da literatura científica sobre efeitos prebióticos relaciona-se aos frutooligossacarídeos e a inulina (ROSA & CRUZ, 2017).

Estes por sua vez, possuem características e aplicabilidades distintas, perante a diferentes alimentos, aos quais são adicionados. Por exemplo, os FOS apresentam cerca de um terço do poder adoçante da sacarose, maior solubilidade que a sacarose, não cristalizam, não precipitam, não deixam sensação de secura ou areia na boca, sendo comumente agregados em formulações de sorvetes, sobremesas lácteas para diabéticos e em produtos naturais que promovam efeito nutricional (PIMENTAL, *et al.*, 2012).

A inulina e a oligofrutose são os exemplos mais corriqueiros de prebióticos, que estão presentes como carboidratos de reserva de plantas, podendo ser encontrados na chicória, alcachofra, alho, yacon e outros. Pode ser extraída, principalmente da raiz da chicória, através da reação da hidrólise enzimática ou sintetizados a partir da sacarose através da ação de β -frutossilfuranosidase obtida do *Aspergillus niger* (PIMENTAL, *et al.*, 2012; ROSA & CRUZ, 2017).

A oligofrutose, possui propriedades similares às do açúcar (sacarose) e de xaropes de glicose, apresentando 30 a 50% do poder adoçante e maior solubilidade, sendo assim, esse frutano é frequentemente empregado em conjunto com edulcorantes de alta densidade (EAI), para desenvolver um perfil de doçura muito similar ao do açúcar, resultando assim, em um perfil adoçante bem balanceado. Este

efeito sinérgico é particularmente benéfico em preparados de frutas, que são utilizados em iogurtes de frutas com teor de gordura reduzido, e bebidas que contém iogurte com teor de gordura reduzido, bem como outros ingredientes como leite ou sucos (PIMENTEL, *et al.*, 2012).

Ainda, a inulina pode ser utilizada em produtos espalháveis, com baixo teor de gordura contendo proteínas lácteas, assim como em manteigas e outros produtos espalháveis à base de leite. Em produtos lácteos com baixo teor de gordura, como queijos frescos, cremosos ou processados, a adição de pequenas percentagens de inulina resulta em textura mais cremosa e sabor mais balanceado (PIMENTEL, *et al.*, 2012; ROSA & CRUZ, 2017).

A inulina detém potencial de substituição de gordura. Esta característica foi descoberta e patenteada em 1992 pela Orafti. Em altas concentrações (> 25% para inulina convencional e > 15% para inulina HP), a inulina tem propriedade de formação de gel quando misturada à água ou leite, resultando em estrutura cremosa que pode ser incorporada em alimentos para substituir até 100% da gordura. O gel formado apresenta textura espalhável, sensação tátil oral homogênea, típica da presença de gordura, aspecto brilhante e liberação equilibrada de compostos de sabor na boca. Isso se dá, devido a habilidade destes frutanos em formar microcristais ao serem misturados a água ou leite, originando uma textura finamente cremosa, que promove a sensação de gordura ao paladar (PIMENTEL, *et al.*, 2012; ROSA & CRUZ, 2017).

Tanto a inulina como a oligofrutose têm recebido muita atenção, devido aos seus efeitos sobre a microbiota intestinal, promovendo a proliferação de bactérias probióticas e por apresentar valores calóricos reduzidos (1-2Kcal/g). São fáceis de processar e adicionar a líquidos, e podem ser incorporadas em receitas existentes para oferecer oportunidades de melhoria de produtos. A solubilidade e dispersão são exigências importantes para ingredientes utilizados em sucos de frutas e outras bebidas (CAPRILES & ARÊAS, 2012; ASHWINI, *et al.*, 2019).

Em bebidas ácidas com longa vida útil, armazenadas à temperatura ambiente, podem ocorrer alguns problemas de estabilidade, devido ao comprimento das cadeias está relacionado ao grau de estabilidade do ingrediente, isto significa que a oligofrutose é mais sensível à hidrólise do que a inulina. Em condições muito ácidas

ou de alta temperatura, a inulina e a oligofrutose podem ser hidrolisadas em cadeias mais curtas, resultando na formação de frutose e a perda de propriedades nutricionais. Estes problemas podem ser solucionados: a hidrólise pode ser administrada usando-se um pH alcalino e mantendo as temperaturas de processamento e armazenagem mais baixas (CAPRILES & ARÊAS, 2012; ASHWINI, *et al.*, 2019).

Pesquisadores elaboraram uma bebida fermentada de soja tipo iogurte enriquecida com inulina e saborizada com ameixa e avaliar sua qualidade microbiológica (coliformes totais e termotolerantes, bolores e leveduras e *Salmonella* sp), sensorial (realizada por teste de ordenação e teste de aceitação com o uso de escala hedônica) e físico-química (umidade, cinzas, proteína, lipídios, fibras, cor, viscosidade, pH, acidez e MEV). Quatro tratamentos com adição de 0, 5, 10 e 15% de inulina foram produzidos. O produto com 15% de adição de inulina obteve maior preferência. Os principais componentes foram carboidratos 19,31%, proteínas 2,09%, com destaque para a fibra alimentar total 10,95%, sendo 9,49% para fibra alimentar solúvel e 1,46% para fibra alimentar insolúvel. O pH diminuiu de 4,35 para 4,15 e a acidez aumentou de 0,33°D para 0,41°D, concluindo-se que a bebida fermentada de soja tem significativa quantidade de fibras e é uma boa opção para pessoas com intolerância a lactose e fonte de prebióticos (SANTOS, *et al.*, 2017).

6. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que os alimentos prebióticos oferecem inúmeros benefícios à saúde humana, como melhoria do funcionamento gastrointestinal, cardiovascular, no controle glicêmico, hipertensivo, na diferenciação celular imunológica, dentríticas, pulmonares, comportamento de funções fisiológicas e como antioxidantes.

Alinhados com as tendências desse mercado, diversos setores têm investido em pesquisa científica e inovação tecnológica no desenvolvimento de produtos referenciados por suas propriedades. Este segmento inclui diferentes tipos de ingredientes para a indústria alimentícia, sendo utilizados em alimentos de panificação, cereais, bebidas e laticínios, e segmento de alimentos suplementados, demonstrando a imensa variedade de produtos que estes compostos podem ser aplicados trazendo maiores benefícios aos consumidores.

7. REFERÊNCIAS

- ABHARI, K., SHEKARFOROUSH, S. S., HOSSEINZADEH, S., NAZIFI, S. S., SAJEDIANFARD, J., & ESKANDARI, M. H. (2016). The effects of orally administered *Bacillus coagulans* and inulin on prevention and progression of rheumatoid arthritis in rats. *Food & Nutrition Research*, vol.15, pp. 1 – 8.
- ASHWINI, A., RAMYA, H. H., RAMKUMAR, C., REDDY, K. R., KULKARNIK, R. V., ABINAYA, V., NAVVEN, S., & RAGHU, A. V. (2019). Reactive mechanism and the applications of bioactive prebiotics for human health: Review. *Journal of Microbiological Methods*, vol.159, pp. 128 -137.
- BAPTISTA, I. C., GENTA, T. M. S., CALDERELLI, V. A. S., MAURÍCIO, A. A., PORTILHO, M., & MATIOLI, G. (2013). Conhecimento da comunidade universitária em relação aos alimentos funcionais. *Acta Scientiarum – Health Sciences*, vol. 35, n. 1, pp. 5 – 21.
- BRITO, J. M., FERREIRA, A. H. C., JÚNIOR, H. A. S., ARARIPE, M. N. B., LOPES, J. B., DUARTE, A. R., CARDOSO, E. S., & RODRIGUES, V. L. (2013). Probióticos, prebióticos e simbióticos na alimentação de não-ruminantes - Revisão. *Revista Eletrônica Nutritime*, vol. 10, n. 4, pp. 2525 – 2545.
- CAÑAS, G. J. S., & BRALBANTE, M. E. F. (2019). A química dos alimentos funcionais. *Química Nova Escola*, vol. 41, n. 3, pp. 216 – 223.
- CAPRILES, V. D., & ARÊAS, J. A. G. (2012). Frutanos do tipo inulina e aumento da absorção de cálcio: uma revisão sistemática. *Revista de Nutrição*, Campinas, 25, n. 1, pp. 147 – 159.
- CLARKE, T. B., DAVIS, K. M., LYSENKO, E. S., ZHOU, A. Y., YU, Y., & WEISER, J. N. (2010). Recognition of peptidoglycan from the microbiota by nod1 enhances systemic innate immunity. *Nature Medicine*, vol.16, pp. 228.
- COSTA, N. M. B., & ROSA, C. D. O. B. (2016). Alimentos funcionais: componentes bioativos e efeitos fisiológicos. 2ª ed. Rio de Janeiro: Rubio, 504 p.
- COLLINS, S., & REID, G. (2016). Distant site effects of ingested prebiotics. *Nutrients*, vol.8, pp. 1 – 20.

DENIPORTE, F. G., TRINDADE, E. B. S. M., & BURIN, R. C. (2010). Probióticos e prebióticos na atenção primária ao câncer de cólon. *Arquivos Gastroenterologia*, vol.47, n.1, pp. 93 – 98.

FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, J., REDONDO, S. B., MIGUÉLEZ, E. M. G., VILLAR, C. J. G., CLEMENTE, A., & LOMBO, F. B. (2015). Healthy effects of prebiotics and their metabolites against intestinal diseases and colorectal cancer. *AIMS Microbiology*, vol.1 pp. 48 – 71.

GIBSON, G. R., SCOTT, K. P., RASTALL, R. A., TUOHY, K. M., HOTCHKISS, A., DUBERT-FERRANDON, A., GAREAU, M., MURPHY, E., SAULNIER, D., & LOH, G. (2010). Dietary prebiotics: Current status and new definition. *IFIS Functional Foods Bulletin*, vol.7, pp. 1 – 19.

HERNOT, D. C., BOILEAU, T. W., BAUER, L. L., MIDDELBOSS, I. S., MURPHY, M. R., SWANSON, K. S., & FAHEY, G. C. (2009). In vitro fermentation profiles, gas production rates, and microbiota modulation as affected by certain fructans, galactooligosaccharides, and polydextrose. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, vol. 57, pp. 1354 – 1351.

HOWLETT, J. F., BETTERIDGE, V. A., CHAMP, M., CRAIG, S. A., MEHEUST, A., & JONES, J. M. (2010). The definition of dietary fiber-discussions at the ninth vahouny fiber symposium: Building scientific agreement. *Food & Nutrition Research*, vol. 54, pp. 1 – 5.

MASSOT-CLADERA, M., COSTABILE, A., CHILDS, C. E., YAQOOB, P., FRANCH, A., CASTELL, M., & PÉREZ-CANO, F. J. (2019). Prebiotic effects of cocoa fibre on rats. *Journal of Functional Foods*, vol.19, pp. 341 – 352.

NISSEN, L., CARLO, E. D., & GIANOTTI, A. (2020). Prebiotic potential of hemp blended drinks fermented by probiotics. *Food Research International*, vol.13, pp. 586-595.

- NITZKE, J. A. (2012). Alimentos funcionais: uma análise histórica e conceitual. In: Dörr AC, Rossato MV, Zulian A. Agronegócio: panorama, perspectivas e influência do mercado de alimentos certificados, 1ª ed. Curitiba: Appris, pp. 11 – 23.
- PIMENTEL, T. C., GARCIA, S., & PRUDENCIO, S. H. (2012). Aspectos funcionais, de saúde e tecnológicos de frutanos tipo inulina. *Boletim CEPPA*, Curitiba, v. 30, n.1, pp. 103-115.
- ROSA, L. P. S., & CRUZ, D. J. (2017). Aplicabilidade dos frutooligossacarídeos como alimento Funcional. *Nutrivisa – Revista de Nutrição e Vigilância em Saúde*, v. 5, n. 1, pp. 68 – 79.
- SANTOS, P. A., LEITE, N. D., MARTINS, L. S. A., LODETE, A. R., & MOTTA, R. G. (2017). Bebida fermentada a base de soja com sabor de ameixa e suplementada com inulina em substituição ao iogurte tradicional. *Veterinária e Zootecnia*, vol.24, n. 4, pp. 724 – 733.
- SILVA, B. Y. C., & MARTINS, T. F. (2015). Alimentos prebióticos e probióticos na manutenção da saúde humana: qual a abrangência? *Revista de Atenção à Saúde*, n.44, vol. 13: pp. 71 – 79.
- STINSON, L. F., PAYNE, M. S., & KEELAN, J. A. (2017). Planting the seed: Origins, composition, and postnatal health significance of the fetal gastrointestinal microbiota. *Critical Reviews in Microbiology*, vol.43, pp. 352 – 369.
- SUPRYA, A.Y., VAISHALI, V. A., & SMITA, S. N. (2014). Enrichment of prebiotics in foods using green chemistry approach. *Current Organic Chemistry*, vol.18, n. 23, pp. 2961 – 2971.
- TROMPETTE, A., GOLLWITZER, E. S., YADAVA, K., SICHELSTIEL, A. K., SPRENGER, N., NGOM-BRU, C., BLANCHARD, C., JUNT, T., NICOD, L. P., & HARRIS, N. L. (2014). Gut microbiota metabolism of dietary fiber influences allergic airway disease and hematopoiesis. *Nature Medicine*, vol.20, pp. 159 – 166.
- VIZZOTTO, M., KROLOW, A. C., & TEIXEIRA, F. C. (2010). Alimentos funcionais: Conceitos básicos. *Embrapa Clima Temperado*, documento 312, 20 p.
- VULEVIC, J., JURIC, A., WALTON, G. E., CLAUS, S. P., TZORTZIS, G., TOWARD, R. E., & GIBSON, G. R. (2015). Influence of galacto-oligosaccharide mixture (B-GOS) on

gut microbiota, immune parameters and metabolomics in elderly persons. *British*

Journal of Nutrition, vol.114 n.4, pp. 586 – 595.

ZHOU, Z., ZHANG, Y., ZHENG, P., CHEN, X., & YANG, Y. (2013). Starch structure modulates metabolic activity and gut microbiota profile. *Anaerobe*, vol. 24, pp. 71 – 78.