

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CURSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Esther Rocha Zacheu

Prebióticos, Probióticos, Simbióticos e Pósbióticos no desenvolvimento de derivados lácteos: uma revisão bibliográfica.

Florianópolis, 2021

Esther Rocha Zacheu

**Prebióticos, Probióticos, Simbióticos e Pós-bióticos em derivados lácteos:
uma revisão bibliográfica.**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em
Ciência e Tecnologia de Alimentos do Centro de
Ciências Agrárias da Universidade Federal de
Santa Catarina como requisito para a obtenção do
título de Bacharel em Ciência e Tecnologia de
Alimentos.

Orientador: Profa. Dra. Elane Schwinden Prudêncio

Florianópolis, 2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Zacheu, Esther Rocha

Prebióticos, Probióticos, Simbióticos e Pós-bióticos em
derivados lácteos: uma revisão bibliográfica / Esther
Rocha Zacheu ; orientador, Elane Schwinden Prudêncio, 2021.
46 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências
Agrárias, Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos,
Florianópolis, 2021.

Inclui referências.

1. Ciência e Tecnologia de Alimentos. 2. Probióticos. 3.
Prebióticos. 4. Simbióticos. 5. Pós-bióticos . I. Prudêncio,
Elane Schwinden. II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos.
III. Título.

Esther Rocha Zacheu

Prebióticos, Probióticos, Simbióticos e Pós-bióticos em derivados lácteos:
uma revisão bibliográfica

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Local, 16 de setembro de 2021

Prof. Ana Carolina de Oliveira Costa Dra.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof.(a) Elane Schwinden Prudêncio, Dra
Orientador(a)
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.(a) Vivian Maria Burin, Dra.
Avaliadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.(a) Carlise Beddin Fritzen Freire, Dra.
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Sou imensamente grata pela oportunidade que a UFSC me proporcionou de estudar em uma universidade como esta, pelo curso CTA, aos professores que me inspiraram e me ensinaram com tanto amor e dedicação, aos técnicos, em especial ao Jonas Fredigo, por toda atenção em todos os meus anos de curso! Agradecer a banca, a professora Renata, aos meus colegas que fizeram parte dessa minha jornada na faculdade e tornaram cada momento mais feliz, em especial a Carol Teixeira, Luana Fuchigami e Pilar Cordeiro. Agradeço a minha orientadora, Professora Elane Prudêncio, que por muitos dias dedicou do seu tempo para me ensinar e ajudar na construção desse trabalho, à Juliana Dingee, que me ajudou no começo com artigos e textos, e por última a minha família, que sempre me deu todo o apoio e base que precisei para estar onde me encontro hoje.

RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso de Graduação consiste na revisão bibliográfica sobre Prebióticos, Probióticos, Simbióticos e Pós-bióticos em derivados lácteos. Desta forma, foram abordados os conceitos atuais destes temas, com enfoque nas suas definições, nas suas atuações diante da saúde dos consumidores, nas suas vantagens e nas suas aplicações em produtos lácteos, além de ressaltar suas alegações de propriedades funcionais. Os critérios de busca bibliográfica sobre este tema foram trabalhos acadêmicos em bases de dados nacionais e internacionais, além de pesquisas em livros, e-books, trabalhos de conclusão de curso, dissertações, teses, legislações, disponibilizados em sites. Nesta busca foram utilizadas palavras-chaves como “probiótico”, “prebiótico”, “simbiótico”, “pós-biótico”, “alimentos funcionais”, “inulina”, “oligofructose”, “produto lácteo”, “iogurte”, “queijo”, “bebida láctea fermentada”, “leite em pó”, “sorvete”, “*dulce de leche*”, “*probiotic*”, “*prebiotic*”, “*symbiotic*”, “*postbiotic*”, “*functional food*”, “*inulin*”, “*oligofructose*”, “*dairy product*”, “*yogurt*”, “*cheese*”, “*fermented lactic beverage*”, “*powder milk*”, “*ice cream*”, “doce de leite” e “*frozen yogurt*”. Ao final, pode-se observar que prebióticos, probióticos e simbióticos têm sido empregados no desenvolvimento de produtos lácteos com alegações de propriedades funcionais e que os microrganismos probióticos devem estar viáveis para apresentarem efeitos benéficos à saúde. Sobre pós-bióticos, encontrou-se definição recente, sendo definidos como subprodutos de várias reações metabólicas ou fatores solúveis que são liberados por bactérias vivas ou após sua lise, neste último caso, empregando métodos térmicos ou não térmicos, que podem gerar benefícios fisiológicos e metabólicos ao microbioma intestinal. Entretanto, muitas pesquisas devem ainda ser realizadas, a fim de caracterizar os novos metabólitos pós-bióticos e seus efeitos benéficos à saúde.

Palavras chaves: Alimento funcional. Produtos lácteos. Prebióticos. Probióticos, Simbióticos. Pós-bióticos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição de microrganismos probióticos (gênero <i>Lactobacillus</i> e <i>Bifidobacterium</i>) em humanos saudáveis.....	16
Figura 2: Etapas de obtenção da oligofrutose a partir da hidrólise enzimática da inulina.....	19
Figura 3: Estrutura química dos principais fruto-oligossacarídeos (FOS): (a) 1-Kestose, (b) Nistose, e (c) Frutofuranosil nistose.....	20
Figura 4: O que acontece com a inulina através do sistema digestório?...	21
Figura 5: Efeitos benéficos dos prebióticos à saúde dos consumidores....	22
Figura 6: Mecanismo de ação dos simbióticos.....	25
Figura 7: Metabólitos e componentes classificados como pós-bióticos.....	28
Figura 8: Efeitos pleiotrópicos dos pós-bióticos.....	30
Figura 9: Pós-bióticos com efeitos pleiotróficos.....	30
Figura 10: Produtos lácteos já elaborados contendo pós-bióticos.....	31
Figura 11: Métodos empregados no rompimento da célula de microrganismos probióticos.....	35

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Exemplos de linhagens de microrganismos probióticos reconhecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) do Brasil.....	14
Quadro 2: Exemplo da atividade antagonista de microrganismos probióticos em relação à microrganismos indesejáveis.....	15
Quadro 3: Exemplos de produtos lácteos (leites fermentados) comercializados no Brasil.....	17
Quadro 4: Exemplo do emprego e função da adição de prebióticos em produtos lácteos.....	22
Quadro 5: Efeito dos pós-bióticos nos níveis intestinal e sistêmico humano.....	28
Quadro 6: Estudos recentes envolvendo produtos lácteos classificados como probióticos, prebióticos, simbióticos ou pós-bióticos.....	33

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
3.1. PROBIÓTICOS.....	12
3.2. PREBIÓTICOS.....	18
3.3. SIMBIÓTICOS E PÓS-BIÓTICOS.....	23
4. CONCLUSÃO.....	36
REFERÊNCIAS.....	37

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, as pesquisas sobre alimentos com alegações de propriedades funcionais avançaram significativamente. Palavras como probióticos, prebióticos e simbióticos se tornaram mais conhecidas, no entanto, muitos ainda as confundem. Depois do ano de 2019, um painel formado por especialistas, incluindo os profissionais Cientistas de Alimentos, convocado pela Associação Científica Internacional de Probióticos e Prebióticos (ISAPP), sugeriu mudanças nas definições destes termos. Além destas mudanças, o termo pós-bióticos foi totalmente revisado e, portanto, devem ser empregados de forma correta, pela comunidade científica, pela indústria de alimentos e pelas instituições governamentais.

De acordo com Salminen *et al.* (2021) probióticos são micro-organismos que, quando administrados de forma e em quantidades adequadas conferem benefício de saúde ao hospedeiro, enquanto prebióticos são substratos utilizados seletivamente pelo micro-organismo hospedeiro e que também conferem um benefício de saúde. Estes autores também ressaltaram que o termo simbiótico foi criado para indicar a combinação de probióticos e prebióticos que afetam positivamente o hospedeiro, melhorando a sobrevivência e colonização de probióticos no intestino. Neste painel, Salminen *et al.* (2021) também concluíram que micro-organismos probióticos inanimados ou subprodutos do metabolismo de micro-organismos probióticos, também podem exercer atividade biológica no hospedeiro, resultando no termo pós-bióticos.

O objetivo desta revisão bibliográfica foi elucidar os conceitos atuais sobre probióticos, prebióticos, simbióticos e pós-bióticos, abordando as mudanças realizadas nestes termos, as suas atuações diante da saúde dos consumidores, as suas vantagens e as suas aplicações em produtos lácteos, compreendendo as suas alegações de propriedades funcionais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho de conclusão de curso de Graduação foi realizada uma revisão bibliográfica. Na revisão bibliográfica foram utilizadas as seguintes etapas: (1) pesquisa, (2) seleção de documentos, (3) coleta de dados, (4) análise dos dados publicados, e (5) escrita do trabalho. A pesquisa e a seleção dos documentos foram realizadas de forma constante entre os meses de maio e agosto de 2021. Os critérios de busca foram relacionados a trabalhos acadêmicos, empregando preferencialmente datas recentes sobre o tema proposto neste trabalho. Os dados compilados neste trabalho foram obtidos das principais bases de dados nacionais e internacionais, como Scielo, ScienceDirect, Wiley, Google Scholar, Pubmed e SpringerLink. Foram também realizadas pesquisas em livros, e-books, trabalhos de conclusão de curso, dissertações, teses, legislações, todos disponibilizados em sites e base de dados.

Neste trabalho foram utilizadas palavras-chaves como “probiótico”, “prebiótico”, “simbiótico”, “pós-biótico”, “alimentos funcionais”, “inulina”, “oligofructose”, “produto lácteo”, “iogurte”, “queijo”, “bebida láctea fermentada”, “leite em pó”, “sorvete”, “*dulce de leche*”, “*probiotic*”, “*prebiotic*”, “*symbiotic*”, “*postbiotic*”, “*functional food*”, “*inulin*”, “*oligofructose*”, “*dairy product*”, “*yogurt*”, “*cheese*”, “*fermented lactic bverage*”, “*powder milk*”, “*ice cream*”, “doce de leite” e “*frozen yogurt*”.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. PROBIÓTICOS

Inicialmente, os probióticos foram definidos como contribuintes para o equilíbrio microbiano intestinal do hospedeiro. A definição de consenso moderno dos probióticos é que eles são microrganismos vivos, que quando administrados em quantidades adequadas podem conferir saúde e bem-estar ao hospedeiro (ASHAOLU, 2020). Hill *et al.* (2014) publicaram um documento representando as conclusões da reunião realizada pela *International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics* (ISAPP) onde foi apresentada a definição apropriada para o termo probiótico. Estes autores concluíram que o uso exato do termo probiótico seria mais útil para orientar médicos e consumidores na diferenciação dos diversos produtos do mercado. No Brasil, o uso de probióticos em alimentos requer prévia avaliação da Anvisa, segundo requisitos da Resolução RDC Nº 241, de 27 de julho de 2018. A comprovação da segurança deve ser realizada por meio de documentos técnicos ou estudos científicos que demonstrem o histórico de uso seguro; a ausência de registros de eventos adversos relevantes, obtidos a partir de estudos clínicos ou vigilância pós-uso; a ausência de fatores de virulência e patogenicidade relevantes para a saúde humana; a ausência de produção de substâncias ou metabólitos que representem risco à saúde humana; a ausência de resistência potencialmente transferível a antibióticos relevantes para a saúde humana; e a susceptibilidade a, pelo menos, dois antibióticos. Vale ressaltar que quando os probióticos não forem isolados da microbiota indígena humana e não tiverem sua segurança estabelecida em nível de gênero ou espécie, a segurança deve ser comprovada por meio dos seguintes estudos: genotoxicidade e mutagenicidade; toxicidade aguda; toxicidade subcrônica; toxicidade em longo prazo; e toxicidade reprodutiva e no desenvolvimento, quando a linhagem for destinada a crianças menores de três anos e gestantes. Esta quantidade é especificada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), como sendo ente 8 e 9 log Unidade Formadora de Colônia (UFC) por 100 g ou mL de um determinado alimento (SAAD, 2006). A *International Dairy Federation* (IDF) recomenda uma quantidade mínima de 7 log UFC (Unidade Formadora de Colônia) por grama de produto consumido (BARBOSA, GALLINA, 2017), enquanto a Anvisa cita que idealmente, a matriz

utilizada, assim como a dose avaliada nos estudos, deve ser compatível com a dose e os alimentos nos quais serão adicionados os probióticos (ANVISA, 2021).

No caso de associações de probióticos, as linhagens utilizadas devem ter sua segurança comprovada individualmente (BRASIL, 2018). No entanto, quando o benefício a ser comprovado estiver associado a uma mistura de linhagens, os estudos em humanos devem ser realizados com a mesma mistura a que se pretende demonstrar o efeito alegado. A comprovação do efeito benéfico é linhagem-específica, mas misturas de probióticos formado por linhagens de microrganismos, cuja comprovação do efeito (geral ou específico) já tenha sido realizada, não requerem nova avaliação de eficácia. Nesse caso, deve-se veicular a alegação aprovada para cada uma das linhagens. Porém, quando os microrganismos probióticos somente apresentam efeito benéfico em conjunto ou o efeito observado na mistura seja diverso daquele demonstrado para as linhagens isoladas, será necessária a avaliação do efeito benéfico da mistura. Os microrganismos probióticos pertencem a diferentes gêneros e espécies, tanto de bactérias como de leveduras (ANVISA, 2021). No Quadro 1 tem-se algumas linhagens de microrganismos classificados como probióticas.

Oliveira (2014) relatou que o consumo de alimentos probióticos por crianças e adultos tem como função o estabelecimento de uma microbiota que contribui para a atividade saudável do intestino. Os probióticos facilitam a formação da chamada barreira probiótica no intestino, impedindo, assim, a colonização da microbiota por bactérias patogênicas. Alguns dos mecanismos descritos para esse impedimento é a competição que ocorre no intestino favorecendo as bactérias probióticas, o estímulo do sistema imunológico facilitando a defesa do organismo, significativa redução dos níveis de colesterol total com diminuição do colesterol LDL, melhora da digestão de proteínas e aumento da absorção de vitaminas e minerais (OLIVEIRA, 2014). Saad (2006) ressalta que as utilizações de culturas bacterianas probióticas estimulam a multiplicação de bactérias benéficas, em detrimento à proliferação de bactérias potencialmente prejudiciais, reforçando os mecanismos naturais de defesa do hospedeiro.

Quadro 1: Exemplos de linhagens de microrganismos probióticos reconhecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) do Brasil.

LINHAGEM
<i>Bifidobacterium animalis</i>
<i>Bifidobacterium animalis</i> subespécie <i>lactis</i>
<i>Bifidobacterium bifidum</i>
<i>Bifidobacterium breve</i>
<i>Bacillus coagulans</i> GBI-30
<i>Bifidobacterium infantis</i>
<i>Bifidobacterium lactis</i> HN019
<i>Bifidobacterium longum</i>
<i>Enterococcus faecium</i>
<i>Lactobacillus acidophilus</i>
<i>Lactobacillus casei shirota</i>
<i>Lactobacillus casei</i> variedade <i>defensis</i>
<i>Lactobacillus casei</i> variedade <i>rhamnosus</i>
<i>Lactobacillus paracasei</i>
<i>Lactobacillus reuteri</i> DSM 17938
<i>Lactococcus lactis</i>

Fonte: ANVISA (2017).

Saad (2006) relata que o emprego de culturas probióticas exclui microrganismos potencialmente patogênicos e reforça os mecanismos naturais de defesa do organismo. Desta forma, a modulação da microbiota intestinal pelos microrganismos probióticos ocorre através de um mecanismo denominado exclusão competitiva que impede a colonização dessa mucosa por microrganismos potencialmente patogênicos, através da competição por sítios de adesão, da competição por nutrientes e/ou da produção de compostos antimicrobianos (SAAD, 2006). Atividades antagonistas de probióticos foram verificadas com relação a alguns microrganismos indesejáveis (Quadro 2). A atividade antagonista do gênero *Lactobacillus* é creditada a produção de ácido láctico, peróxido de hidrogênio e a formação de bacteriocinas (BURITI; SAAD, 2007), enquanto o gênero *Bifidobacterium*

à produção de ácidos graxos de cadeia curta, principalmente ácido acético e láctico, resultando na queda do pH intestinal (JUNGERSEN *et al.*, 2014).

Quadro 2: Exemplo da atividade antagonista de microrganismos probióticos em relação à microrganismos indesejáveis.

Microrganismo probiótico	Microrganismo indesejável	Referência
<i>Bifidobacterium bifidum</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	Moraes <i>et al.</i> (2019)
<i>Bifidobacterium breve</i>	<i>Candida albicans</i>	Reginato e Melos (2015)
<i>Bifidobacterium infantis</i>	<i>Salmonella typhimurium</i>	Abrantes (2015)
<i>Bifidobacterium lactis</i>	<i>Clostridium difficile</i>	Flesch, Poziomyck e Damin (2014)
	<i>Staphylococcus aureus</i>	Lima e Weschenfelder (2019)
	<i>Bacillus cereus</i>	
	<i>Escherichia coli</i>	
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	<i>Salmonella enteritidis</i>	Millette, Luquet e Lacroix (2006)
	<i>Escherichia coli</i>	
	<i>Salmonella typhimurium</i>	
	<i>Staphylococcus aureus</i>	
<i>Lactobacillus casei</i>	<i>Clostridium perfringens</i>	Buriti e Saad (2007)
	<i>Staphylococcus aureus</i>	
	<i>Escherichia coli</i>	
	<i>Vibrio sp.</i>	
<i>Lactobacillus plantarum</i>	<i>Salmonella sp.</i>	Lima e Weschenfelder (2019)
	<i>Staphylococcus aureus</i>	
	<i>Escherichia coli</i>	
<i>Lactobacillus paracasei</i>	<i>Salmonella enteritidis</i>	Carli (2006)

Quadro 3: Exemplos de produtos lácteos (leites fermentados) comercializados no Brasil.

Categoria	Produto	Empresa	Microrganismo probiótico
Leite fermentado	Yakult®	Yakult	<i>Lactobacillus casei shirota</i>
	Chamyto®	Nestlé	<i>Lactobacillus paracasei</i>
	Activia®	Danone	<i>Bifidobacterium animalis</i>
	Actimel®	Danone	<i>Lactobacillus casei defensis</i>
Queijo	Queijo fresco ultrafiltrado	Danúbio	<i>Bifidobacterium animalis</i>
	Biofrescal® (Minas Frescal)	Tirolez	<i>Bifidobacterium lactis</i>
	SanBios®	Santa Clara	<i>Bifidobacterium lactis</i>
	Queijo fresco ultrafiltrado	Polenghi	<i>Lactobacillus acidophilus</i>
Sobremesas lácteas	Activia®	Danone	<i>Bifidobacterium animalis</i>
	Sofyl®	Yakult	<i>Lactobacillus casei shirota</i>

Fonte: A autora.

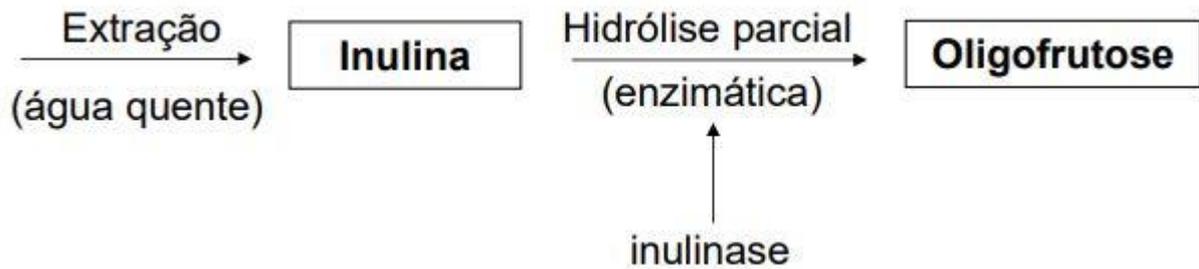
3.2. PREBIÓTICOS

Da mesma forma que os probióticos, os prebióticos têm sido sugeridos como componentes candidatos visando estratégias futuras preventivas e agudas para a infecção por COVID-19 (CUNNINGHAM *et al.*, 2021). De acordo com Oliveira (2014), assim como os alimentos probióticos, os alimentos prebióticos são considerados alimentos com alegação de propriedades funcionais. Os prebióticos são definidos como componentes alimentares não digeríveis que afetam benéficamente o hospedeiro pelo estímulo seletivo da proliferação ou atividade de populações de bactérias desejáveis no cólon (OLIVEIRA, 2014), inibindo a multiplicação de patógenos, garantindo benefícios adicionais à saúde do hospedeiro. Esses componentes atuam no intestino grosso e possuem impacto sobre os microrganismos do intestino delgado (SAAD, 2006). São prebióticos as fibras dietéticas, sendo encontradas em componentes naturais de vários alimentos, como, por exemplo, cebola, raiz de chicória, aspargos, alho, banana, centeio, cevada e alho-poró (OLIVEIRA, 2014).

Dentre os principais prebióticos destacam-se a inulina e a oligofrutose. A inulina é um tipo de carboidrato de armazenamento presente em mais de 36.000 espécies de plantas. Este prebiótico é prevalente nas plantas de alcachofra de Jerusalém (*Helianthus tuberosus* L.) e chicória (*Cichorium intybus* L.), e é um tipo de polímero de frutose. As unidades de frutose nas inulinas são ligadas por (2-1) ligações glicosídicas, e o grau de polimerização desses frutanos pode chegar a 60 unidades. Geralmente, uma molécula de glicose ligada por uma ligação (1-2) reside no final de cada cadeia de frutose (YANG *et al.*, 2016).

De acordo com Yang *et al.* (2016), a inulina pode ser hidrolisada para em oligofrutose pela inulinase (Figura 2). A inulina e a oligofrutose pertencem a uma classe de carboidratos conhecida como frutanos (KARIMI *et al.*, 2015). As inulinases são um grupo de enzimas que catalisam a hidrólise das ligações (2-1)-beta-d-frutosídicas na inulina. As inulinases podem ser classificadas nos dois tipos de enzimas que são as exo-inulinases (EC 3.2.1.80) e endo-inulinases (EC 3.2.1.7). A estrutura química dos principais frutanos está representada na Figura 3. A oligofrutose é um adoçante alternativo e um dos prebióticos mais benéficos e comuns. Os produtos da digestão enzimática da inulina são geralmente uma mistura de oligossacarídeos com uma fórmula geral de Gli- (Fru) n ($n = 1-7$) e (Fru) m ($m = 1-7$) (YANG *et al.*, 2016).

Figura 2: Etapas de obtenção da oligofrutose a partir da hidrólise enzimática da inulina.



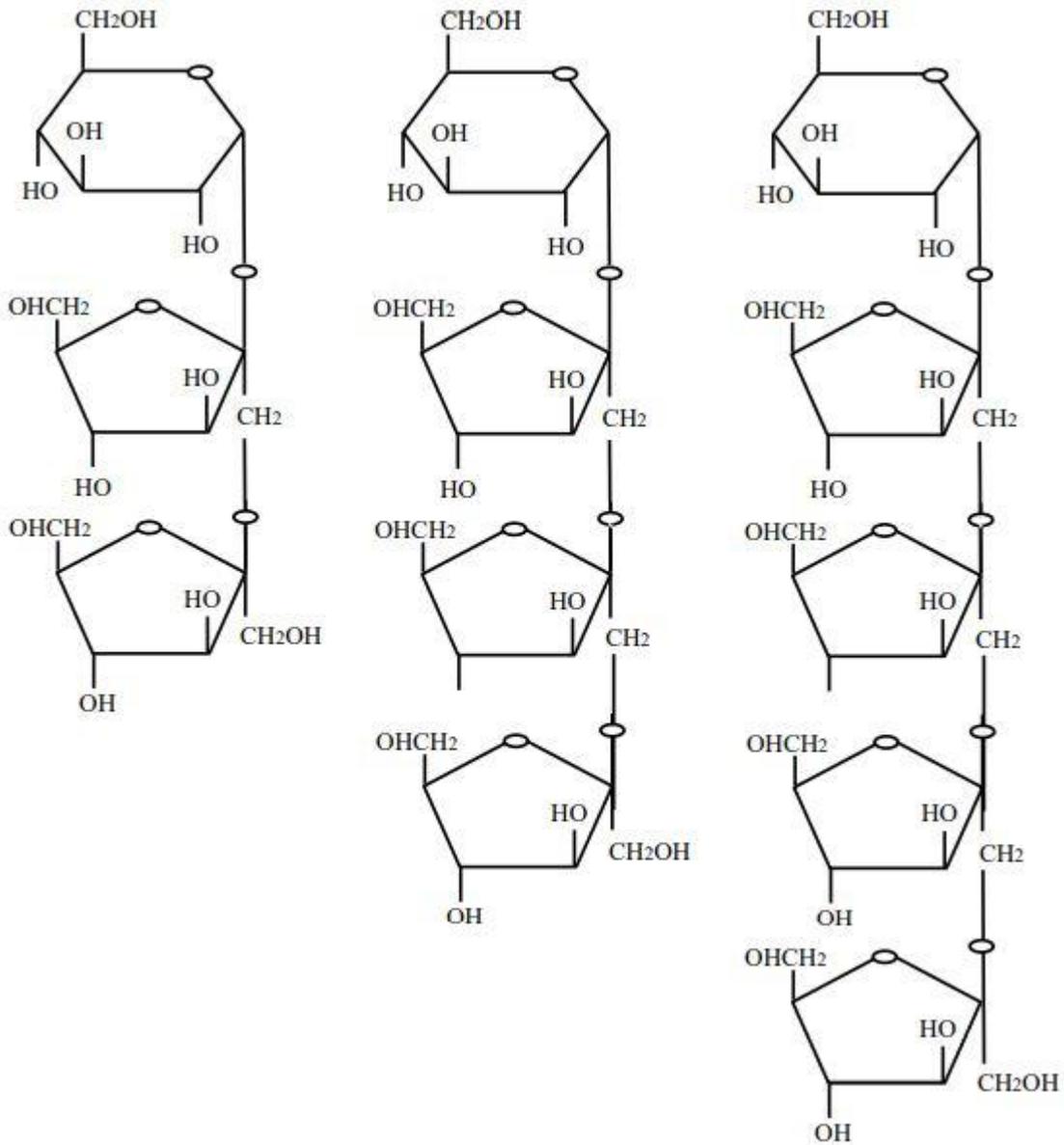
Fonte: Yang *et al.* (2016).

Assim como a inulina e a oligofrutose, a lactulose, os galacto-oligossacarídeos (GOS), os transgalacto-oligossacarídeos, os isomalto-oligossacarídeos, xilo-oligossacarídeos (XOS), glico-oligossacarídeo (GOS) e oligossacarídeos da soja são exemplos de prebióticos. Entretanto, a inulina, que consiste em fibras solúveis e fermentáveis, é a mais conhecida. A inulina exerce efeito protetivo ao *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus plantarum* e *Bifidobacterium spp.* (KARIMI *et al.*, 2015). O efeito desta fibra através do sistema digestório pode ser visualizado na Figura 4.

Os seguintes requisitos devem ser considerados na classificação de um produto como prebiótico: não ser hidrolisado, nem absorvido na parte superior do trato gastrointestinal, ou seja, não ser digerida por enzimas digestivas; ser fermentado seletivamente por bactérias benéficas no cólon; e ser capaz de alterar benéficamente a microbiota intestinal. Outro importante fator que deve ser levado em consideração é a dose de ingestão diária, a fim de que se tenha efetivo os requisitos a fim de evitar desconfortos intestinais. Quando administradas entre 20 e 30 gramas por dia do prebiótico, foi observado desconforto severo ao consumidor (SAAD, 2006). Com relação às quantidades recomendadas. A alegação de propriedade funcional poderá ser usada desde que a porção do produto pronto para consumo fornecer no mínimo 3 g se o alimento for sólido ou 1,5 g se o alimento for líquido (ANVISA, 2016). No

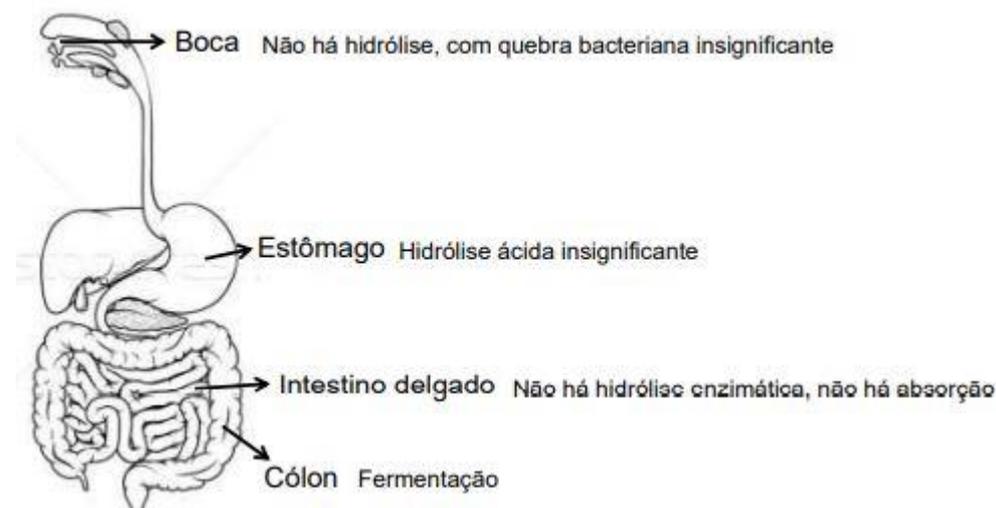
entanto, Saad (2006) relataram que empregando 4 g por dia de inulina e fruto-oligossacarídeos (FOS) aumentou a contagem de bifidobactérias.

Figura 3: Estrutura química dos principais fruto-oligossacarídeos (FOS): (a) 1-Kestose, (b) Nistose, e (c) Frutofuranosil nistose.



Fonte: Passos e Park (2003).

Figura 4: O que acontece com a inulina através do sistema digestório?



Fonte: Souza *et al.* (2010).

A inulina é usada para uma variedade de propósitos, incluindo como um substituto para gordura, enquanto a oligofrutose como substituto de açúcar, além de ambas apresentarmos baixa caloria. A inulina com cadeia longa é menos solúvel do que a oligofrutose e, quando dispersa em água ou leite forma microcristais que interagem conferindo ao produto textura mais cremosa. De cadeia curta, a oligofrutose é mais solúvel e apresenta propriedades similares aos açúcares e xarope de glicose (KARIMI *et al.*, 2015). Assim, como os probióticos, os prebióticos estão presentes em produtos alimentares contribuindo para diferentes propriedades (Quadro 4). Também como os probióticos, evidências científicas demonstram que os fruto-oligossacarídeos (ou oligofrutose) e a inulina possuem compostos bioativos capazes de atuar no organismo, produzindo efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou benéficos à saúde humana (Figura 5).

Quadro 4: Exemplo do emprego e função da adição de prebióticos em produtos lácteos.

Emprego	Função
Edulcorantes	Substituição de parte do açúcar
Substituto de gordura	Aumentar a consistência de produtos lácteos
Sobremesas lácteas	Diminuição do ponto de congelamento

Fonte: Tárrega, Torres e Costell (2011).

Figura 5: Efeitos benéficos dos prebióticos à saúde dos consumidores.



Fonte: Fortes e Muniz (2009).

3.3. SIMBIÓTICOS E PÓS-BIÓTICOS

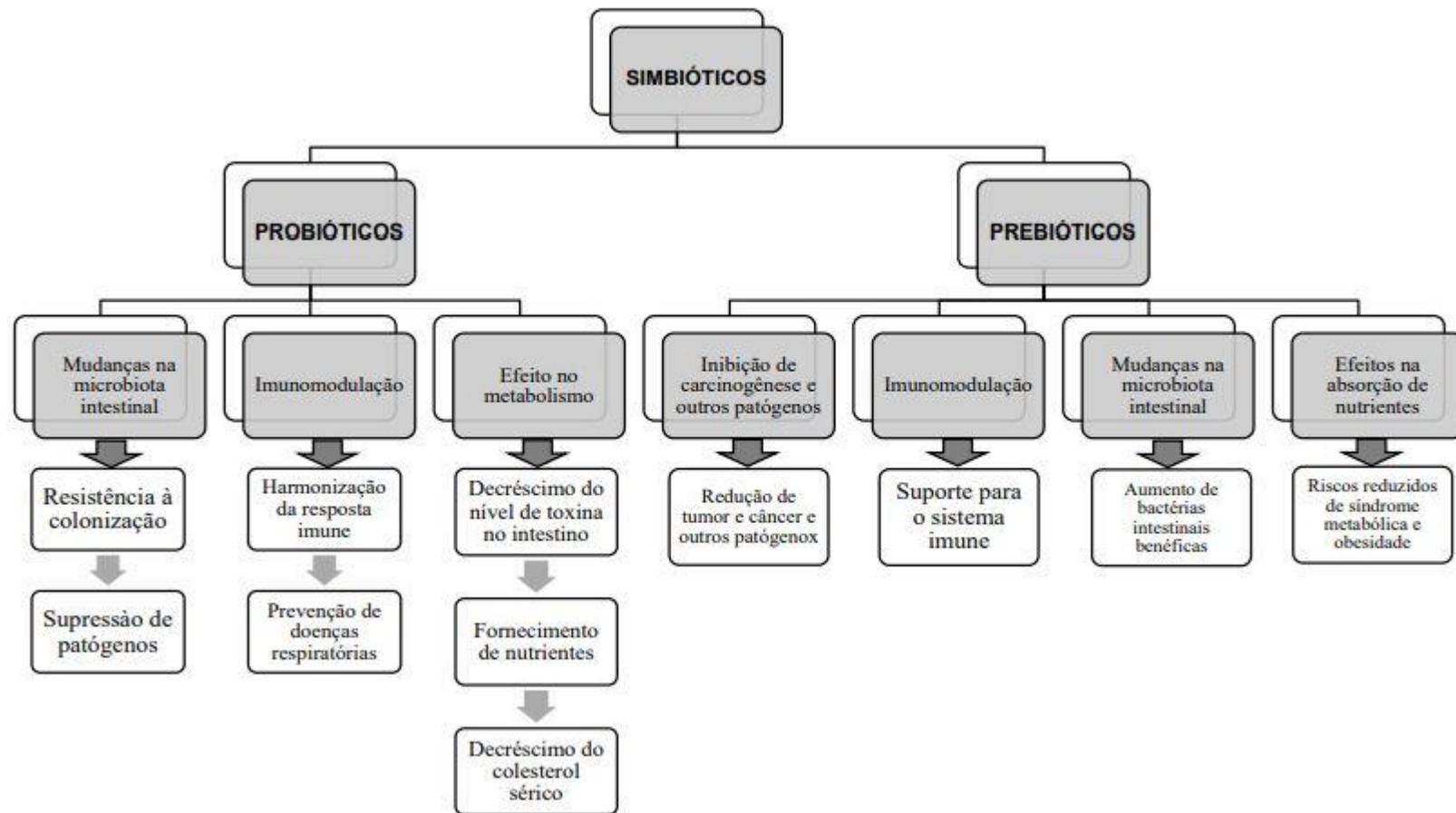
Oliveira (2014) relatou que a associação dos probióticos com os prebióticos dá origem a um produto denominado simbiótico, capaz de aumentar as chances de crescimento e colonização das bactérias probióticas no organismo humano. Os simbióticos são definidos como uma combinação de probióticos e prebióticos, sendo estes últimos fibras dietéticas não digeríveis que são utilizadas como substratos para a fermentação de bactérias intestinais, no mesmo produto (FERRONATTO *et al.*, 2021). Cunningham *et al.* (2021) ressaltaram que os simbióticos são uma combinação de um prebiótico e um probiótico aceitos, pois seus mecanismos de ação podem ser independentes um do outro, e tanto o prebiótico quanto o probiótico devem ter seus próprios benefícios à saúde demonstrados. Alternativamente, os simbióticos sinérgicos contêm um substrato fermentável para o microrganismo vivo coadministrado, onde o substrato e o microrganismo podem ou não ser capazes de induzir um benefício à saúde independentemente um do outro. Nesse caso, os componentes individuais não precisam ser necessariamente probióticos ou prebióticos confirmados, no entanto, eles devem ter uma combinação demonstrada de benefícios à saúde. Semelhante aos campos probióticos e prebióticos, o futuro dos simbióticos será influenciado pelo desenvolvimento de novas cepas e substratos (CUNNINGHAM *et al.*, 2021). Entretanto, Ferronato *et al.* (2021) ressaltaram que garantir a sobrevivência da bactéria, tanto nos processos industriais de desenvolvimento de um produto simbiótico ou mesmo na sua passagem pelo trato gastrointestinal, é um grande desafio.

Um exemplo de simbióticos são os iogurtes probióticos acrescidos de FOS, um prebiótico. Estes prebióticos podem ser classificados como componentes dietéticos funcionais que aumentam a sobrevivência dos probióticos durante a passagem pelo trato digestório, pelo fato de seu substrato estar disponível para sua fermentação. Desta forma, o consumo de probióticos e de prebióticos selecionados apropriadamente pode aumentar os efeitos benéficos de cada um deles. A inulina e os FOS apresentam efeito bifidogênico, ou seja, estimulam o crescimento intestinal das bifidobactérias, as quais, por efeito antagonista, suprimem a atividade de outras bactérias putrefativas, como a *Escherichia coli*, *Streptococcus faecales*, *Proteus* e outros. O crescimento de bifidobactérias, estimulado pelos FOS, leva à redução do pH em virtude da produção de ácidos, tendo como consequência, a diminuição do número

de bactérias patogênicas ou nocivas, diminuindo, conseqüentemente, a formação de metabólitos tóxicos (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011). De acordo com Ashaolu (2020), o que se pode afirmar é que cada um deles (probióticos e prebióticos) tem seus próprios benefícios imunológicos e podem interagir de forma benéfica em um processo simbiótico, a fim de aumentar a imunidade do hospedeiro humano. Na Figura 6 estão demonstrados os mecanismos de ação dos simbióticos (probióticos e prebióticos).

Desde a primeira definição do que é probiótico, as pesquisas sobre alimentos funcionais avançaram significativamente, a ponto de surgirem novos conceitos emergentes, como paraprobióticos, pós-bióticos e psicobióticos, para se referir aos microrganismos ou metabólitos inviáveis capazes de proporcionar benefícios fisiológicos à saúde dos consumidores, ou para indicar a ação terapêutica relacionada aos probióticos (BARROS *et al.*, 2020). Barros *et al.* (2020) relataram que em estudos recentes os microrganismos não viáveis ou subprodutos do metabolismo bacteriano também poderiam exercer atividade biológica no hospedeiro, tornando essa nova terminologia como paraprobióticos e pós-bióticos, respectivamente. Assim, um novo conceito quebrou o paradigma quando foi reconhecido que alguns mecanismos e os benefícios clínicos não foram diretamente relacionados aos microrganismos vivos. Assim, novas nomenclaturas como paraprobióticos e pós-bióticos foram criadas para definir que as células bacterianas não viáveis, partes microbianas ou restos celulares, quando administrados em doses corretas, também podem atuar como promotores de saúde e bem-estar (BARROS *et al.*, 2020).

Figura 6: Mecanismo de ação dos simbióticos.



Fonte: Baseado em Kaur *et al.* (2021).

Tavertiti e Guglielmetti (2011) propuseram a definição do termo paraprobiótico, cujo prefixo “para” é traduzido do grego antigo e significa lado a lado ou atípico. Paraprobióticos, também chamados de “probióticos inanimados” ou “probióticos fantasmas” são definidos como células microbianas não viáveis (intactas ou rompidas) ou extratos celulares brutos, que quando administrado por via oral em quantidades adequadas, conferem um benefício ao ser humano (BARROS *et al.*, 2020). Barros *et al.* (2020) relataram que depois desta terminologia surgiram outras denominações, como por exemplo, pós-bióticos, metabióticos, biogênicos, entre outros, para se referir a fatores bioativos, ou seja, produtos ou subprodutos metabólicos, produzidos por probióticos vivos.

Dinan, Stanton e Cryan (2013) definiram os psicobióticos como microrganismos vivos que, quando ingeridos em quantidades adequadas, proporcionam benefícios à saúde mental por meio de interações com a microbiota intestinal. Além disso, a nomenclatura “parapsicobióticos” foi criada para os paraprobióticos que podem contribuir para a promoção da saúde mental. Salminen *et al.* (2021) afirmaram que muita confusão com relação a estas definições surgiu por parte do consumidor e até mesmo pela indústria. Desta forma, em 2019, a Associação Científica Internacional de Probióticos e Prebióticos (ISAPP) convocou um painel especializado em nutrição, fisiologia microbiana, gastroenterologia, pediatria, microbiologia, além de cientistas de alimentos para revisar a definição e o escopo dos pós-bióticos. Isto porque o termo pós-biótico é cada vez mais encontrado na literatura científica e em produtos comerciais. O painel determinou que uma definição de pós-biótico é útil para que os cientistas, as listas de ensaios clínicos, a indústria, as agências reguladoras e os consumidores tenham um embasamento sólido e comum entre as atividades futuras envolvidas nesta área (SALMINEN *et al.*, 2021).

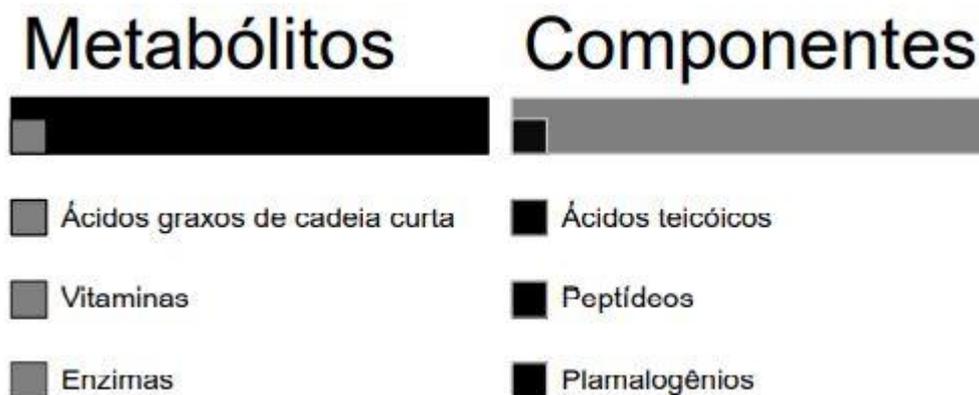
A partir do painel organizado pela ISAPP, ficou definido que pós-bióticos seriam uma preparação de microrganismos inanimados e/ou seus componentes que são capazes de conferir um benefício para a saúde do hospedeiro. Também ficou definido que os pós-bióticos eficazes devem conter células ou células microbianas inanimadas, componentes, com ou sem metabólitos, que contribuem para os benefícios de saúde do consumidor. Além disso, destacaram questões que devem ser consideradas na investigação dos pós-bióticos, como a matéria-prima, os meios de inativação e a garantia de segurança. O controle cuidadoso desses parâmetros é importante para pesquisas confiáveis e que podem ser repetidas (SALMINEN *et al.*, 2021). Os pós-

bióticos são um produto da ação microbiana, como a fermentação de carboidratos, síntese de enzimas, vários peptídeos e vitaminas. Mesmo alguns dos componentes estruturais das próprias bactérias são considerados pós-bióticos. A metabolômica oferece uma abordagem poderosa para quantificar pequenas moléculas em um sistema biológico complexo que seja adequado para a identificação de pós-bióticos (HERNÁNDEZ-GRANADOS; FRANCO-ROBLES, 2020). Desta forma, a partir de dezembro de 2019, ficaram estabelecidas as seguintes classificações: probióticos, prebióticos, simbióticos e pós-bióticos (SALMINEN *et al.*, 2021). De acordo com Salminen *et al.* (2021), o Brasil tem sido um dos mais ativos países a abordar os probióticos e incorporá-los em seus regulamentos, realizando atualizações e, por isso, acreditam que possa ser também um dos primeiros a incorporar os pós-bióticos nestes regulamentos.

Os pós-bióticos apresentam efeitos na saúde similares aos probióticos, sem, no entanto, ser necessária a administração de microrganismos vivos. Além disso, os pós-bióticos podem aumentar a potência dos microrganismos ativos ou convertê-los em ingredientes funcionais, facilitando a administração de ingredientes ativos, além de melhorar a validade e simplificar o acondicionamento e o transporte de alimentos (HERNÁNDEZ-GRANADOS; FRANCO-ROBLES, 2020). Também são vantagens dos pós-bióticos sobre o uso de probióticos, a pouca ou a nenhuma interação com compostos da matriz alimentar ou ingredientes que aumentam a validade do produto; a estabilidade em uma ampla faixa de pH e temperatura; e não requerer muitas vezes o uso de frio durante o armazenamento e o transporte, favorecendo o acesso desses produtos para regiões menos desenvolvidas (BARROS *et al.*, 2020).

Os pós-bióticos podem ser classificados como estruturais, como peptídeos, ácidos teicóicos e plasmalogênios. Eles também podem ser classificados como os metabólitos gerados pela microbiota, compreendendo os ácidos graxos de cadeia curta, vitaminas e enzimas (HERNÁNDEZ-GRANADOS; FRANCO-ROBLES, 2020). Eles foram reconhecidos por seus metabólitos e componentes produzidos (HERNÁNDEZ-GRANADOS; FRANCO-ROBLES, 2020; PELUZIO; MARTINEZ; MILAGRO, 2021), agindo como imunomoduladores, antiobesidade, anticâncer e antioxidantes (HERNÁNDEZ-GRANADOS; FRANCO-ROBLES, 2020) (Figura 7 e Quadro 5).

Figura 7: Metabólitos e componentes classificados como pós-bióticos.



Fonte: Hernández-Granados e Franco-Robles (2020) e Kaur *et al.* (2021).

Quadro 5: Efeito dos pós-bióticos nos níveis intestinal e sistêmico humano.

Efeito	Metabólito			Componente		
	AGCC	Vitaminas	Enzimas	Ácidos teicóicos	Peptídeos	Plasmalogênios
Fígado	X					
Prevenção de doenças cardíacas		X	X			
Prevenção de câncer			X	X		
Imunoestimulante				X		
Antimicrobiana (patógenos)					X	
Neurodegeneração						X
Antiobesidade						X

AGCC: Ácidos graxos de cadeia curta.

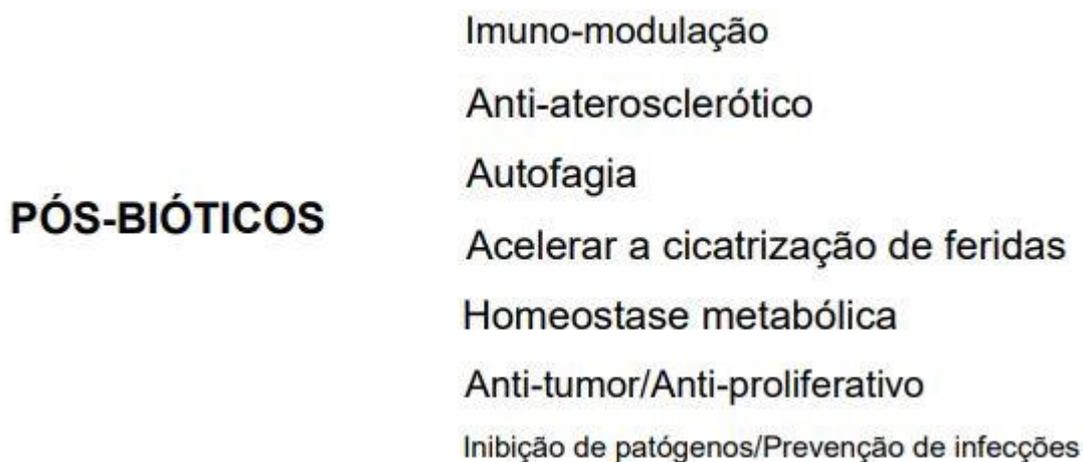
Fonte: Hernández-Granados e Franco-Robles (2020).

Os pós-bióticos apresentam implicações no intestino e sistêmicas no consumidor deste tipo de produto. Os ácidos graxos de cadeia curta atuam diretamente nos enterócitos, que é a camada superficial do intestino delgado e do intestino grosso responsável pela absorção de metabólitos e componentes, e na microbiota; neste caso especificamente o propionato é metabolizado diretamente no fígado. Algumas vitaminas como a tiamina e a riboflavina, podem agir diretamente nos enterócitos, enquanto a vitamina K₂ tem efeitos positivos na prevenção de doenças

cardíacas. As enzimas protegem as células do estresse oxidativo, câncer ou doenças cardíacas. Os ácidos teicóicos são reconhecidos como imunoestimulantes, formadores de granulócitos-monócitos, agentes na medula óssea e agentes antitumorais. Os peptídeos antimicrobianos atuam diretamente nas bactérias patogênicas encontradas no intestino. Os plasmalogênios agem positivamente no estresse oxidativo, neurodegeneração, obesidade e câncer (CHÁVARRI *et al. apud* DHANASEKARAN; SANKARANARAYANAN, 2021; HERNÁNDEZ-GRANADOS; FRANCO-ROBLES. 2020; KAUR *et al.*, 2021).

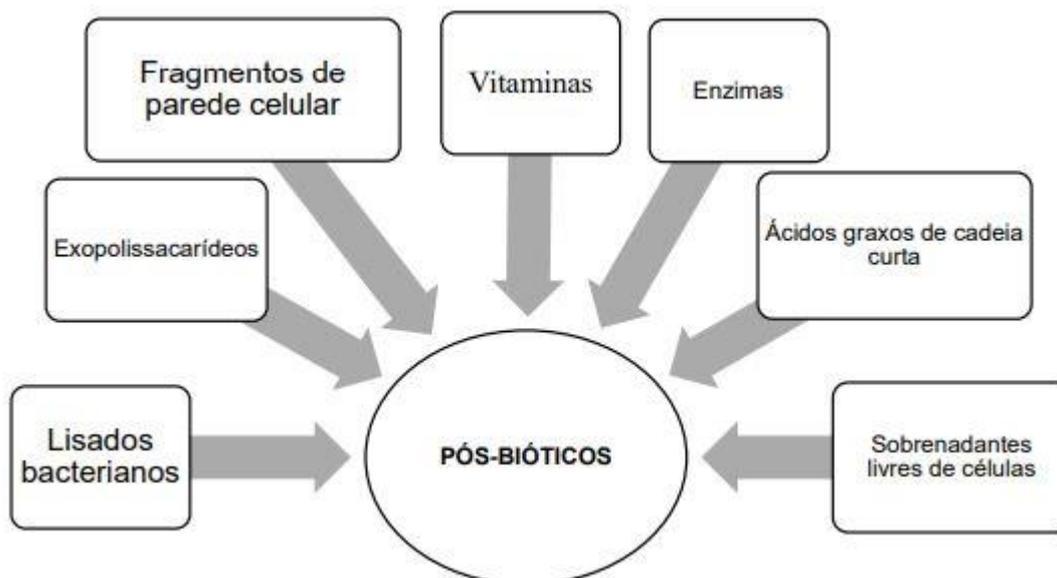
Kaur *et al.* (2021) concluíram que a maioria dos pós-bióticos comuns são derivados principalmente de cepas de *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* e outros táxons como *Streptococcus* e *Faecalibacterium* também atuam como uma boa fonte deles. Classes comuns de pós-bióticos incluem vitaminas B (biotina, B1, B2, B5, B12, niacina, folatos), vitamina K, D-aminoácidos, compostos orgânicos voláteis, neurotransmissores, peptídeos antimicrobianos, ácido fenilacético, ácidos graxos de cadeia curta, peróxido de hidrogênio, enzimas (por exemplo, glutathiona sintetizada por *Lactobacillus fermentum*), antibióticos naturais, fitoestrogênios (como equol e enterodiol), ácidos fúlvicos, antioxidantes, compostos anti-inflamatórios, urolitina A e B e ácido fenilacético. Desta forma, a fonte de nutrientes consumida por humanos é importante para promoção do crescimento do microbioma intestinal. Durante seu ciclo de vida, as bactérias geram alguns metabólitos com baixo peso molecular que desempenham um papel importante na regulação do crescimento e desenvolvimento de outros organismos benéficos, interações célula-célula e proteção contra vários fatores de estresse. Aos pós-bióticos é creditado efeito pleiotrópico, que é definido como um fenômeno genético em que um único gene possui controle sobre várias manifestações (KAU *et al.*, 2016) (Figura 8 e 9).

Figura 8: Efeitos pleiotrópicos dos pós-bióticos.



Fonte: Kaur *et al.* (2021).

Figura 9: Pós-bióticos com efeitos pleiotróficos.

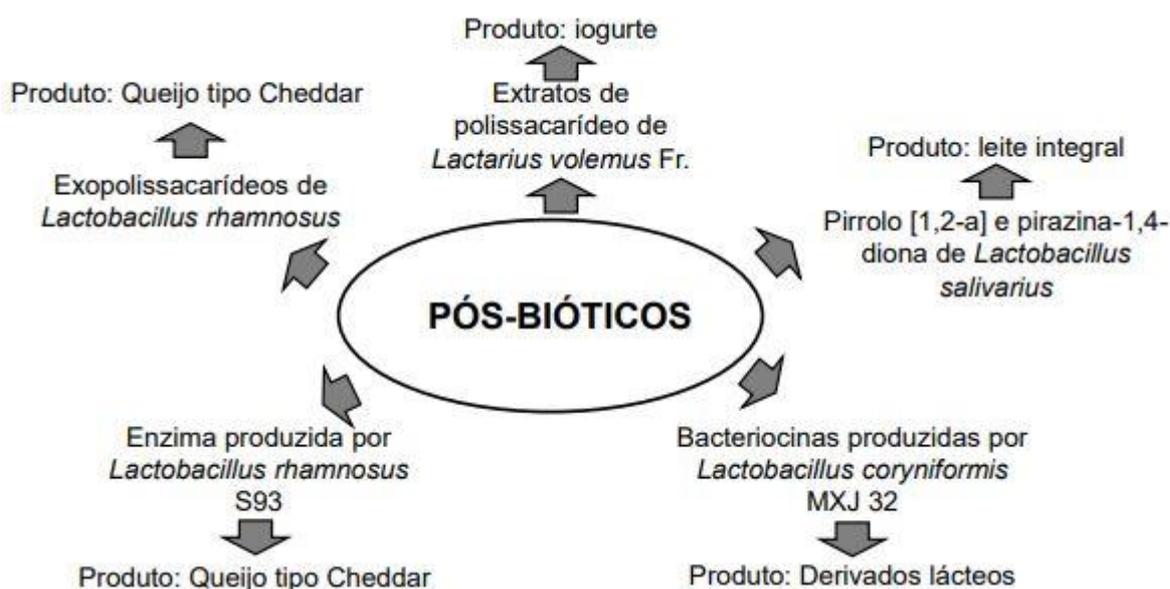


Fonte: Adaptado de Kaur *et al.* (2021).

De acordo com Hernández-Granados e Franco-Robles (2020) os pós-bióticos são reconhecidos como possíveis ingredientes funcionais em comparação com outros bióticos, sendo caracterizados por apresentar maior validade e um excelente potencial no desenvolvimento de novos produtos lácteos, devido aos fatores externos como temperaturas elevadas, isso porque é possível adicionar a cultura probiótica antes de tratamentos térmicos, como por exemplo, a pasteurização ou o tratamento UHT/UAT

(*Ultra High Temperature*/Ultra Alta Temperatura). Assim, o desenvolvimento de produtos com pós-bióticos seria uma alternativa à baixa resistência térmica de bactérias probióticas, visando à futura obtenção de produtos que sofram interferência de fatores inibitórios a manutenção de bactérias probióticas (BARROS *et al.*, 2020). Os pós-bióticos têm sido estudados não apenas *in vitro* e *in vivo*, mas também na elaboração de produtos lácteos pela indústria (HERNÁNDEZ-GRANADOS; FRANCO-ROBLES, 2020), conforme demonstrado na Figura 10.

Figura 10: Produtos lácteos já elaborados contendo pós-bióticos.



Fonte: Adaptado de Hernández-Granados e Franco-Robles (2020).

O uso de pós-bióticos em alimentos poderia ser uma alternativa para o campo referente à "biótica". Entretanto, existe consenso para as definições prébiótico e probiótico (WEGH *et al.*, 2019). Wegh *et al.* (2019) sugeriram que o uso de pós-bióticos poderia até mesmo substituir os probióticos, que devem apresentar estabilidade e viabilidade como requisito necessário para atingir os benefícios à saúde dos consumidores, enquanto que para os pós-bióticos a viabilidade não é um critério importante. Assim, o possível uso de pós-bióticos em derivados lácteos apresentaria vantagens tecnológicas já que a funcionalidade independe da viabilidade celular. Os pós-bióticos permitiriam uma validade mais longa ao produto, além de facilitar o seu armazenamento, manuseio e transporte (WEGH *et al.*, 2019).

Dentre os tipos de alimentos mais propícios à adição de probióticos, prebióticos, simbióticos e pós-bióticos destacam-se o leite e os produtos lácteos fermentados, resultando no aumento do seu efeito nutritivo e benéfico à saúde. Produtos lácteos fermentados, como iogurte e kefir, podem ser formulados com sucesso com probióticos e prebióticos como ingredientes-chave para desenvolver produtos alimentícios funcionais que promovam a saúde e o bem-estar. Ao longo do século passado, estudos de pesquisa foram continuamente estabelecidos para fortalecer o conhecimento científico fundamental e melhorar os aspectos tecnológicos dos produtos lácteos fermentados (THAIDI; RIOS-SOLIS; HALIM, 2021 *apud* CRUZ *et al.*, 2021). A diversidade de produtos lácteos probióticos, prebióticos, simbióticos e pós-bióticos recentemente elaborados, encontra-se descrita nos Quadros 6.

Na inativação de células probióticas alguns tratamentos podem ser utilizados, mantendo ainda as suas propriedades benéficas, até mesmo comparáveis às dos probióticos. Esta inativação pode ser realizada tanto em laboratório ou em indústria através de diferentes métodos de rompimento de células (Figura 11). Entretanto, os tratamentos térmicos constituem os procedimentos mais comuns para inativar microrganismos probióticos, obtendo células não viáveis e seus metabólitos. Os tempos e as temperaturas podem variar, uma vez que essas condições específicas dependem da resistência térmica dos microrganismos e de sua resistência térmica específica, como por exemplo, células vegetativas ou esporos (VALLEJO-CORDOBA *et al.*, 2020).

Quadro 6: Estudos recentes envolvendo produtos lácteos classificados como probióticos, prebióticos, simbióticos ou pós-bióticos.

Produto lácteo	Classificação	O que foi utilizado?	Referência
Iogurte	Probiótico	<i>Bifidobacterium animalis</i>	Vitheejongjaroen <i>et al.</i> (2021)
		<i>Lactobacillus paracasei</i>	Ghasempour <i>et al.</i> (2020)
		<i>Bifidobacterium animalis</i> subsp. <i>lactis</i> BB-12	Yerlikaya, Saygili e Akpinar (2021)
		<i>Bifidobacterium animalis</i> subsp. <i>lactis</i> BB-12, <i>Lactobacillus acidophilus</i> La-5 e <i>Lactobacillus rhamnosus</i> .	Cui, Chang e Nannapaneni (2020)
		<i>Lactobacillus rhamnosus</i> , <i>Lactobacillus brevis</i> e <i>Lactobacillus fermentum</i>	Lim <i>et al.</i> , (2020)
		<i>Lactobacillus acidophilus</i> La-5 e <i>Bifidobacterium lactis</i> Bb12	Rezazadeh <i>et al.</i> (2020)
	Prebiótico	Inulina e fruto-oligossacarídeo (FOS)	Bessa e Silva (2018)
		Xilo-oligossacarídeo, galacto-oligossacarídeo, polidextrose, fruto-oligossacarídeo (FOS) e inulina	Costa <i>et al.</i> (2019)
		Inulina	Yu <i>et al.</i> (2021)
	Simbiótico	Oligofruktose e polydextrose e <i>Lactobacillus casei</i>	Costa <i>et al.</i> (2019)
Pós-biótico	<i>Lactobacillus acidophilus</i> e <i>Bifidobacterium lactis</i> inativados	Parvarei <i>et al.</i> (2021)	
Queijo	Probiótico	<i>Bifidobacterium bifidum</i>	Mehdizadeh, Kaboudari e Reale (2021)
		<i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Bifidobacterium lactis</i> BB12, <i>Lactobacillus casei</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus rhamnosus</i> e <i>Bifidobacterium bifidum</i>	El-Sayed e El-Sayed (2021)
		<i>Lactobacillus casei</i>	Silva <i>et al.</i> (2018)
		<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	Prezzi <i>et al.</i> (2020)
		<i>Lactobacillus plantarum</i>	Papadopoulou <i>et al.</i> (2018)

		<i>Lactobacillus casei</i>	Sperry <i>et al.</i> (2018)
		<i>Kluyveromyces lactis</i> e <i>Torulaspora delbrueckii</i>	Andrade <i>et al.</i> (2021)
		<i>Lactococcus lactis</i> , <i>Lacticaseibacillus paracasei</i> e <i>Bifidobacterium breve</i>	Langa <i>et al.</i> (2021)
		<i>Lactobacillus acidophilus</i> La-05	Sameer <i>et al.</i> (2020)
		<i>Pediococcus acidilactici</i>	Olajugbagbe, Elugbadebo e Omafuvbe (2020)
		<i>Bifidobacterium longum</i>	Park <i>et al.</i> (2020)
	Prebiótico	Galacto-oligossacarídeos (GOS)	Vénica <i>et al.</i> (2020)
	Simbiótico	<i>Bifidobacterium</i> BB-12 e inulina	Muñoz <i>et al.</i> (2018)
		<i>Lactobacillus plantarum</i> e inulina	Zhang <i>et al.</i> (2021)
	Pós-biótico	Coletados de isolados de <i>Lactobacillus curvatus</i> e <i>Lactobacillus plantarum</i>	Hossain <i>et al.</i> (2021)
		Coletados de isolados de <i>Lactobacillus</i> spp.	Moradi, Mardani e Tajik (2019)
Bebida láctea fermentada	Probiótico	<i>Lactiplantibacillus pentosus</i> , <i>Lactiplantibacillus. plantarum</i> subsp. <i>plantarum</i> e <i>Limosilactobacillus fermentum</i>	Akman <i>et al.</i> (2021)
		<i>Lactobacillus acidophilus</i>	Silva <i>et al.</i> (2020)
		<i>Lactobacillus pentosus</i>	Escobar-Ramírez <i>et al.</i> (2020)
	Prebiótico	Galacto-oligossacarídeos (GOS)	Pázmándi, Kovács e Maráz (2021)
	Simbiótico	<i>Lactobacillus plantarum</i> e inulina	Balthazar <i>et al.</i> (2019)
Leite em pó	Prebiótico	Fruto-oligossacarídeos e galacto-oligossacarídeos	Paturi <i>et al.</i> (2018)
Sorvete	Probiótico	<i>Limosilactobacillus fermentum</i>	Zoumpopoulou <i>et al.</i> (2019)
		<i>Lactobacillus rhamnosus</i> e <i>Bifidobacterium animalis</i> subsp. <i>lactis</i> BB12	Yerlikaya, Saygili e Akpinar (2021)
		<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	Kozłowicz <i>et al.</i> (2019)
		<i>Lactobacillus acidophilus</i> e <i>Bifidobacterium lactis</i>	Akalin <i>et al.</i> (2018)

	Prebiótico	Inulina e fruto-oligossacarídeo (FOS)	Balthazar <i>et al.</i> (2018)
		Inulina	Peres e Bolini (2020)
	Simbiótico	<i>Saccharomyces boulardii</i> e inulina	Sarwar <i>et al.</i> (2021)
		Inulina e <i>Lactobacillus plantarum</i>	Zaeim <i>et al.</i> (2020)
Pós-biótico	Coletados de isolados de <i>Lactobacillus rhamnosus</i>	Pankiewicz <i>et al.</i> (2020)	
Frozen Yogurt	Probiótico	<i>Lactobacillus casei</i>	Terpou <i>et al.</i> (2019)
		<i>Bifidobacterium animalis</i>	Vitheejongjaroen <i>et al.</i> (2021)
Doce de leite	Prebiótico	Inulin e xilo-oligossacarídeo (XOS)	Ledomado <i>et al.</i> (2021)

Figura 11: Métodos empregados no rompimento da célula de microrganismos probióticos.



Fonte: Vallejo-Cordoba *et al.* (2020).

4. CONCLUSÃO

O uso de prebióticos, probióticos e simbióticos têm sido empregados desenvolvimento de produtos lácteos com alegações de propriedades funcionais. É reconhecido que os microrganismos probióticos devam estar viáveis para apresentarem efeitos benéficos à saúde humana. No entanto, uma inovação na pesquisa de microbioma, que é a pós-biótica que é composta por células microbianas inanimadas, frações ou lisados celulares, podem fornecer benefícios fisiológicos e metabólicos ao microbioma intestinal. Assim, recentemente foi postulada a diferenciação entre probióticos e pós-bióticos. Com isto, pós-bióticos passaram a ser definidos como subprodutos de várias reações metabólicas ou fatores solúveis que são liberados por bactérias vivas ou após sua lise, neste último caso, empregando métodos térmicos ou não térmicos, que apresentam propriedades pleiotróficas. Contudo, se pode também concluir que muitas pesquisas devem ainda ser realizadas, a fim de caracterizar os novos metabólitos pós-bióticos e seus efeitos benéficos à saúde.

REFERÊNCIAS

ABRANTES, F. A. **Efeito da *Bifidobacterium longum* 51A sobre restabelecimento da homeostase intestinal, em modelo experimental colite ulcerativa induzida por DSS**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2015.

AKALIN, A. S. *et al.* Enrichment of probiotic ice cream with different dietary fibers: structural characteristics and culture viability. **Journal Dairy Science**, v.101, p. 37-46, 2017.

AKMAN, P. K. *et al.* Potential probiotic lactic acid bacteria isolated from fermented gilaburu and shalgam beverages. **LWT - Food Science and Technology**, v. 149, p. 111705, 2021.

ANDRADE, G. C. *et al.* (2021). *Kluyveromyces lactis* and *Torulasporea delbrueckii*: probiotic characterization, anti-Salmonella effect, and impact on cheese quality. **LWT - Food Science and Technology**, v. 151, p. 1122240, 2021.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde**. 12 p., 2016. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/ptbr/assuntos/inspecao/produtosvegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/alegacoes-de-propriedade-funcional-aprovadas_anvisa.pdf. Acesso em: 12 ago. 2021.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Probióticos**: construção da lista de linhagens probióticas. 14 p., 2017. Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/documents/3845226/0/An%C3%A1lise+das+Linhagens+de+Probi%C3%B3ticos__23042018.pdf/6e37da13-2151-4330-85b0-0f449dbb0e95. Acesso em: 10 ago. 2021.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia para instrução processual de petição de avaliação de probióticos para uso em alimentos**.

62 p. 2021. Disponível em: <http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/5280930/guia+21+v2.pdf/dac5bf5f-ae56-4444-b53c-2cf0f7c15301?version=1.0>. Acesso em: 10 ago. 2021.

ASHAOLU, T. J. Immune boosting functional foods and their mechanisms: a critical evaluation of probiotics and prebiotics. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 130, p. 110625, 2020.

BALTHAZAR, C. F. *et al.* The addition of inulin and *Lactobacillus casei* 01 in sheep milk ice cream. **Food Chemistry**, v. 246, p. 464-472, 2018.

BALTHAZAR, C. F. *et al.* Novel milk–juice beverage with fermented sheep milk and strawberry (*Fragaria x ananassa*): nutritional and functional characterization. **Journal of Dairy Science**, v. 102, n. 12, p. 10724-10736, 2019.

BARBOSA, P. P. M.; GALLINA, D. A. Viabilidade de bactérias (starter e probióticas) em bebidas elaboradas com iogurte e polpa de manga. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 72, n. 2, p. 85-95, 2017

BARROS, C. P. *et al.* Paraprobiotics and postbiotics: concepts and potential applications in dairy products. **Current Opinion in Food Science**, v. 32, p.1-8, 2020.

BESSA, M. M.; SILVA, A. G. F. Elaboração e caracterização físico-química e sensorial de iogurte prebiótico de tamarindo. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 73, n. 4, p. 185-195, 2018.

BRASIL. RDC Nº 241, de 26 de julho de 2018. Dispõe sobre os requisitos para comprovação da segurança e dos benefícios à saúde dos probióticos para uso em alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 21 dez. 2018. Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/3898888/RDC_241_2018_.pdf/941cda52-0657-46dd-af4b-47b4ee4335b7. Acesso em: 25 jul. 2021.

BURITI, F. C. A; SAAD, M. I. Bactérias do grupo *Lactobacillus casei*: caracterização, viabilidade como probióticos em alimentos e sua importância para a saúde humana. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 57, n. 4, 2007. Disponível em: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222007000400010. Acesso em 17 jun. 2021.

CARLI, E. M. **Utilização de *Lactobacillus paracasei* como probiótico para o controle de *Salmonella spp* em frangos de corte**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. 2006.

CHÁVARRI *et al.* Secondary metabolites from probiotic metabolism. *In*: DHANASEKARAN, D.; SANKARANARAYANAN, A. **Advances in probiotics**. Academic Press, 2021. p. 259-276.

COSTA *et al.* Impact of prebiotics on the rheological characteristics and volatile compounds of Greek yogurt. **LWT - Food Science and Technology**. v. 105, p. 371-376, 2019.

CUI, L. CHANG, S. K. C. NANNAPANENI, R. Comparative studies on the effect of probiotic additions on the physicochemical and microbiological properties of yoghurt made from soymilk and cow's milk during refrigeration storage. **Food Control**. v. 119, n. 1, p. 107474, 2021.

CUNNINGHAM, M. *et al.* Shaping the future of probiotics and prebiotics. **Trends in Microbiology**, v. 29, n. 8, p. 667-685.

DINAN, T. G.; STANTON, C.; CRYAN, J. F. Psychobiotics: a novel class of psychotropic. **Biological Psychiatry**, v. 74, p. 720-726, 2013.

EL-SAYED, S. M.; EL-SAYED, H. S. Production of UF-soft cheese using probiotic bacteria and Aloe vera pulp as a good source of nutrients. **Annals of Agricultural Sciences**. v. 65, p.13–20, 2020.

ESCOBAR-RAMÍREZ, M. C. *et al.* Lactobacillus pentosus ABHEAU-05: an *in vitro* digestion resistant lactic acid bacterium isolated from a traditional fermented mexican beverage. **Revista Argentina de Microbiología**, v. 52, n. 4, p. 305-314, 2020.

FERRONATTO, A. N. *et al.* Development of a freeze-dried symbiotic obtained from rice bran. **Biotechnology Reports**, v. 30, p. e00636, 2021.

FLESCH, A. G. T; POZIOMYCK, A. K; DAMINO, D. C. Uso terapêutico dos simbióticos. **ABCD Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva**, v. 27, p. 206-209, 2014.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Probióticos, prebióticos e simbióticos. **Revista Food Ingredients Brasil**, n. 17, p. 58-65, 2011. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/177.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2021.

FORTES, R. C.; MUNIZ, L. B. Efeitos da suplementação dietética com frutooligosacarídeos e inulina no organismo humano: estudo baseado em evidências. **Comunicação em Ciências da Saúde**, v. 20, n. 3, p.:241-252, 2009.

GHASEMPOUR, Z. *et al.* Development of probiotic yogurt containing red beet extract and basil seed gum; techno-functional, microbial and sensorial characterization. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**. V. 29, p. 101785, 2020.

HERNÁNDEZ-GRANADOS, M. J.; FRANCO-ROBLES, E. Postbiotics in human health: possible new functional ingredients? **Food Research International**, v. 137, p. 109660, 2020.

HILL, C. *et al.* The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. **Nature**, v. 11, p. 506-514, 2014.

HOSSAIN, I. *et al.* *Listeria monocytogenes* biofilm inhibition on food contact surfaces by application of postbiotics from *Lactobacillus curvatus* B.67 and *Lactobacillus plantarum* M.2. **Food Research International**, v. 148, p. 110595, 2021.

JUNGERSEN, M. *et al.* The science behind the probiotic strain *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12[®]. **Microorganisms**, v. 2, p. 92-110, 2014.

KARIMI, R. *et al.* Application of inulin in cheese as prebiotic, fat replacer and texturizer: a review. **Carbohydrate Polymers**, v. 119, p. 85-100, 2015.

KAUR, S. *et al.* Perturbations associated with hungry gut microbiome and postbiotic perspectives to strengthen the microbiome health. **Future Foods**, v. 4, p. 100043, 2021.

KOZŁOWICZ K. *et al.* Effect of ice cream storage on the physicochemical properties and survival of probiotic bacteria supplemented with zinc ions. **LWT - Food Science and Technology**, v. 116, p. 108562, 2019.

LANGA, S. *et al.* Development of multi-strain probiotic cheese: nisin production in food and gut. **LWT - Food Science and Technology**, v. 148, p. 111706, 2021.

LEDDOMADO, L. S. *et al.* Technological benefits of using inulin and xylooligosaccharide in dulce de leche. **Food Hydrocolloids**, v. 110, p. 106158, 2021.

LIM, S. *et al.* Probiotic *Lactobacillus fermentum* KU200060 isolated from watery kimchi and its application in probiotic yogurt for oral health. **Microbial Pathogenesis**. vol. 147. p. 1-7, 2020.

LIMA, T. L.; WESCHEHFELDER, S. benefícios dos probióticos para a microbiota intestinal e sua adição em derivados lácteos e suplementos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 74, n. 1, p. 51-59, 2019.

MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M. **Brock Biology of Microorganisms**. Pearson Prentice Hall, 2005, p. 700-725.

MEHDIZADEH, T.; KABOUDARI, A.; REALE, A. Stimulatory effect of *Allium ampeloprasum* L. ssp. *iranicum* Wendelbo on the probiotic *Bifidobacterium bifidum* in iranian white cheese. **Journal of Dairy Science**, 2021.

MILLETTE, M.; LUQUET, P. M.; LACROIX, M. *In vitro* growth control of selected pathogens by *Lactobacillus acidophilus*- and *Lactobacillus casei*-fermented milk. **Letters in Applied Microbiology**, v. 44, p. 314-319, 2007.

MORADI, M.; MARDANI, K.; TAJIK, H. Characterization and application of postbiotics of *Lactobacillus* spp. on *Listeria monocytogenes* *in vitro* and in food models. **LWT - Food Science and Technology**, v. 111, p. 457-464, 2019.

MORAES, M. C. C. *et al.* Avaliação do efeito de cepas probióticas em biofilme de *S. aureus* sobre discos de titânio com superfície tratada. **Revista de Odontologia da UNESP**, v. 48, p. 1-8, 2019.

MUÑOZ, I. B. *et al.* The use of soft fresh cheese manufactured from freeze concentrated milk as a novelty protective matrix on *Bifidobacterium* BB-12 survival under *in vitro* simulated gastrointestinal conditions. **LWT - Food Science and Technology**, v. 97, p. 725–729, 2018.

OLAJUGBAGBE, T. E.; ELUGBADEBO, O. E.; OMAFUVBE, B. O. Probiotic potentials of *Pediococcus acidilactici* isolated from wara: a nigerian unripened soft cheese. **Heliyon**, v. 6, n. 9, p. e04889, 2020.

OLIVEIRA, L. **Probióticos, prebióticos e simbióticos**: definição, benefícios e aplicabilidade industrial. BRT, 2014, 22 p.

PANKIEWICZ, U. *et al.* Application of pulsed electric field in production of ice cream enriched with probiotic bacteria (*L. rhamnosus* B 442) containing

intracellular calcium ions. **Journal of Food Engineering**, v. 275, p. 109876, 2020.

PAPADOPOULOU, O. *et al.* Greek functional Feta cheese: enhancing quality and safety using a *Lactobacillus plantarum* strain with probiotic potential. **Food Microbiology**, v. 74, p. 21-35, 2018.

PARK, H. *et al.* Effects of queso blanco cheese containing *Bifidobacterium longum* KACC 91563 on fecal microbiota, metabolite and serum cytokine in healthy beagle dogs. **Anaerobe**, v. 64, p. 102234, 2020.

PARVAREI, M. M. *et al.* Comparative effects of probiotic and paraprobiotic addition on microbiological, biochemical and physical properties of yogurt. **Food Research International**, v. 140, p. 110030, 2021.

PASSOS, L. M. L.; PARK, Y. K. Frutooligosacarídeos: implicações na saúde humana e utilização em alimentos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 3, p. 385-390, 2003.

PATURI, G. *et al.* Goat and cow milk powder-based diets with or without prebiotics influence gut microbial populations and fermentation products in newly weaned rats. **Food Bioscience**. v. 17, p. 1-25, 2018.

PÁZMÁNDI, M.; KOVÁCS, Z.; MARÁZ, A. Potential of *Lactobacillus* strains for the production of fermented functional beverages enriched in galacto-oligosaccharides. **LWT - Food Science and Technology**, v. 143, p. 111097, 2021.

PERES, J. F.; BOLINI, H. M. A. Sorvetes de chocolate simbiótico de baixa caloria: análise tempo-intensidade múltipla e estudo de preferência. **Brazil of Journal Food Technology**, v. 23, p. 1-18, 2020.

PREZZI, L. E. *et al.* Effect of *Lactobacillus rhamnosus* on growth of *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus* in a probiotic Minas Frescal cheese. **Food Microbiology**, v. 92, p. 103557, 2020.

REGINATTO, M. M.; MELOS, M. G. Relação entre a *Bifidobacterium breve* e a presença de *Candida albicans*. **UNINGÁ jornal**, v. 43, p. 56-65, 2015.

REZAZADEH, L. *et al.* Evaluation of the effects of probiotic yoghurt on inflammation and cardiometabolic risk factors in subjects with metabolic syndrome: a randomised controlled trial. **International Dairy Journal**, v. 101, p. 104577, 2019.

SAAD, S. M. I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 42, n. 1, 2006.

SALMINEN, S. *et al.* The International Scientific Association of Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of postbiotics. **Nature Review, Gastroenterol Hepatology**, v. 18, p. 649–667, 2021.

SAMEER, S. *et al.* Development and characterization of probiotic buffalo milk ricotta cheese. **LWT - Food Science and Technology**, v. 121, p. 108944, 2020.

SARWAR, A. *et al.* Characterization of synbiotic ice cream made with probiotic yeast *Saccharomyces boulardii* CNCM I-745 in combination with inulin. **LWT - Food Science and Technology**, v. 141, p. 110910, 2021.

SILVA, H. L. A. *et al.* Sodium reduction and flavor enhancer addition in probiotic prato cheese: contributions of quantitative descriptive analysis and temporal dominance of sensations for sensory profiling. **Journal Dairy Science**, v. 101, p. 1-10, 2018.

SILVA, T. M. S. *et al.* Buffalo milk increases viability and resistance of probiotic bacteria in dairy beverages under in vitro simulated gastrointestinal conditions. **Journal of Dairy Science**, v. 103, n. 9, p. 7890-7897, 2020.

SOUZA, J. C. B. *et al.* Sorvete: composição, processamento e viabilidade da adição de probiótico. **Alimentos e Nutrição**, v. 21, n.1, p. 155-165, 2010.

SPERRY, M. F. *et al.* Probiotic Minas Frescal cheese added with L. casei 01: Physicochemical and bioactivity characterization and effects on hematological/biochemical parameters of hypertensive overweighted women: a randomized double-blind pilot trial. **Journal of Functional Foods**. v. 45. p. 535-443, 2018.

TAVERNITI, V.; GUGLIELMETTI, S. The immunomodulatory properties of probiotic microorganisms beyond their viability (ghost probiotics: proposal of paraprobiotic concept). **Genes & Nutrition**, v. 6, p. 261-274, 2011.

TERPOU, A. *et al.* Novel frozen yogurt production fortified with sea buckthorn berries and probiotics. **LWT - Food Science and Technology**, v. 105, p. 242-249, 2019.

THAIDI, N. I. A.; RIOS-SOLIS, L.; HALIM, M. Fermented milk: the most famous probiotic, prebiotic, and synbiotic food carrier. *In: Cruz et al.* **Probiotics and prebiotics in foods**. Academic Press, 2021, p. 135-151.

VALLEJO-CORDOBA, B. *et al.* Postbiotics and paraprobiotics: a review of current evidence and emerging trends. **Advances in Food and Nutrition Research**, v. 94, p. 1-34, 2020.

VÉNICA *et al.* Effect of the incorporation of β -galactosidase in the GOS production during manufacture of soft cheese. **Food Research International**, v. 137, p. 109654, 2020.

VITHEEJONGJAROEN, P. *et al.* Antioxidant activity of *Bifidobacterium animalis* MSMC83 and its application in set-style probiotic yoghurt. **Food Bioscience**, v. 43, p. 101259, 2021.

WEGH, C. A. M. *et al.* Postbiotics and their potential applications in early life nutrition and beyond. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 20, p. 1-23, 2019.

YANG, J. K. *et al.* Genetic modification and optimization of endo-inulinase for the enzymatic production of oligofructose from inulin. **Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic**, v. 134, p. 225-232, 2016.

YERLIKAYA, O.; SAYGILI, D.; AKPINAR, A. An application of selected enterococci using *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 in set-style probiotic yoghurt-like products. **Food Bioscience**, v. 41, p. 101096, 2021.

YU, F. *et al.* Influence of prebiotic biopolymers on physicochemical and sensory characteristics of yoghurt. **International Dairy Journal**, v. 115, p. 104915, 2021.

ZAEIM, D. *et al.* Microencapsulation of probiotics in multi-polysaccharide microcapsules by electro-hydrodynamic atomization and incorporation into ice-cream formulation. **Food Structure**, v. 25, p. 100147, 2020.

ZHANG, X. *et al.* The effects of *Lactobacillus plantarum* combined with inulin on the physicochemical properties and sensory acceptance of low-fat Cheddar cheese during ripening. **International Dairy Journal**, v. 115, p. 104947, 2021.

ZOUMPOPOULOU, G. *et al.* Kaimaki ice cream as a vehicle for *Limosilactobacillus fermentum* ACA-DC 179 to exert potential probiotic effects: overview of strain stability and final product quality. **International Dairy Journal**, v. 123, p. 105177, 2021.