

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

Cynthia Farias Manassi

**TENDÊNCIAS EM PRODUTOS CÁRNEOS FUNCIONAIS E SUAS
IMPLICAÇÕES NA SAÚDE HUMANA**

Florianópolis

2021

Cynthia Farias Manassi

**TENDÊNCIAS EM PRODUTOS CÁRNEOS FUNCIONAIS E SUAS
IMPLICAÇÕES NA SAÚDE HUMANA**

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: Prof^ª. Dra. Silvani Verruck.

Florianópolis

2021

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

Manassi, Cynthia Farias

Tendências em produtos cárneos funcionais e suas
implicações na saúde humana / Cynthia Farias Manassi ;
orientador, Silvani Verruck , 2021.

79 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. , Silvani
Verruck. II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. III. Título.

Cynthia Farias Manassi

**TENDÊNCIAS EM PRODUTOS CÁRNEOS FUNCIONAIS E SUAS
IMPLICAÇÕES NA SAÚDE HUMANA**

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.

Florianópolis, 06 de maio de 2021.

Prof^a. Dra. Ana Carolina de Oliveira Costa
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof^a. Dra. Silvani Verruck
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^a. Dra. Katia Rezzadori
Avaliadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Juliano De Dea Lindner
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho eu dedico a todas as pessoas que me ajudaram e de alguma forma contribuíram para que este sonho se tornasse realidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família pelo amor, força e compreensão.

A minha orientadora, Prof.^a Dra. Silvani Verruck pela sua empatia, por suas palavras de incentivo, por todo apoio e pela confiança creditada em mim.

Aos meus professores pelo conhecimento compartilhado e pela amizade. Minha gratidão e admiração por vocês será eterna.

Aos colegas pelas trocas de experiências e pelos momentos de descontração que tornaram a convivência acadêmica mais amistosa.

Aos servidores, técnicos e demais colaboradores da UFSC, pela organização e a assistência que facilitam a vivência na universidade.

Agradeço a Universidade Federal de Santa Catarina, por proporcionar um ensino de qualidade, por ser uma instituição reconhecida por seu mérito, por disponibilizar restaurante, bibliotecas, laboratórios, sala de informática e demais estruturas que contribuem para a permanência e formação acadêmica.

RESUMO

Nos últimos anos, muitas pesquisas vêm sendo feitas para desenvolver produtos cárneos funcionais, usando estratégias relacionadas a presença de compostos benéficos e à limitação daqueles com implicações negativas para a saúde. Assim, a aplicação de prebióticos, probióticos e simbióticos tem crescido dentro do setor cárneo, visto que, além de proporcionar benefícios à saúde do hospedeiro, apresentam efeitos tecnológicos que podem ser explorados no desenvolvimento de embutidos com conteúdo restrito de gordura, sal e aditivos químicos. Os produtos fermentados demonstram ser uma excelente alternativa para veiculação de probióticos, pois são consumidos sem nenhum tratamento térmico, preservando assim a viabilidade dos microrganismos. Considerando a dose diária recomendável, o efeito probiótico poderia ser alcançado com a ingestão de apenas uma porção (50g) por dia de embutido cárneo, o que é viável e compatível com uma dieta nutricionalmente equilibrada. A inclusão de prebióticos melhora a qualidade nutricional dos alimentos, aumenta a disponibilidade dos substratos utilizados pelas bactérias comensais benéficas e pode estabilizar emulsões cárneas, melhorando a textura e o rendimento dos embutidos. Os produtos simbióticos (prebióticos e probióticos administrados em conjunto) podem alcançar um efeito potencializado de seus componentes, sendo, portanto, considerados uma inovação tecnológica. Com a evolução no desenvolvimento de novas metodologias de cultivo e sequenciamento genético, microrganismos emergentes estão sendo especulados como probióticos de nova geração, ampliando o leque de bactérias benéficas disponíveis para aplicação em diferentes tipos de alimentos, inclusive em produtos cárneos. Por definição, o termo probiótico, não se aplica as células bacterianas inativas ou aos produtos do metabolismo celular. Entretanto o conceito pós-bióticos podem apresentar benefícios à saúde além da viabilidade dos microrganismos, representando um grande potencial tecnológico no desenvolvimento de produtos funcionais, por serem considerados mais estáveis às condições de processamento e armazenamento, e mais seguros quanto aos riscos de translocação e infecção microbiana. Problemas que podem ser enfrentados com a administração de probióticos para pessoas imunocomprometidas. Este trabalho tem como objetivo apresentar potenciais aplicações para os produtos cárneos funcionais, com enfoque nos desafios tecnológicos, os efeitos e as pesquisas que abordam a adição destes componentes bióticos em formulações de produtos cárneos fermentados.

Palavras-chave: Alimento funcional. Probióticos. Prebióticos. Simbióticos. Pós-bióticos.

ABSTRACT

Over the past few years, much research has been done to develop functional meat products, using strategies related to the presence of beneficial compounds and the limitation of those with negative health implications. Thus, the application of prebiotics, probiotics and symbiotics has grown within the meat sector, since, in addition to providing benefits to the health of the host, they have technological effects that can be exploited in the development of sausages with restricted content of fat, salt and chemical additives. Fermented products prove to be an excellent alternative for the transmission of probiotics, since they are consumed without any thermal treatment, thus preserving the viability of microorganisms. Considering the recommended daily dose, the probiotic effect could be achieved with the ingestion of only one serving (50g) per day of meat sausage, which is feasible and compatible with a nutritionally balanced diet. The inclusion of prebiotics improves the nutritional quality of food, increases the availability of substrates used by beneficial commensal bacteria and can stabilize meat emulsions, improving the texture and yield of sausages. Symbiotic products (prebiotics and probiotics administered together) can achieve a potentiated effect of their components, being, therefore, considered a technological innovation. With the evolution in the development of new cultivation methodologies and genetic sequencing, emerging microorganisms are being speculated as new generation probiotics, expanding the range of beneficial bacteria available for application in different types of foods, including meat products. The term probiotic does not apply to inactive bacterial cells or products of cellular metabolism. However, the post-biotic concept can present health benefits in addition to the viability of microorganisms, representing a great technological potential in the development of functional products, as they are considered more stable to processing and storage conditions, and safer as to the risks of translocation and infection. microbial. Problems that can be faced with the administration of probiotics to immunocompromised people. This work aims to present potential applications for functional meat products, focusing on technological challenges, effects and research that address the addition of these biotic components in formulations of fermented meat products.

Keywords: Functional food. Probiotics. Prebiotics. Synbiotics. Postbiotics.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Principais mudanças na nomenclatura do gênero <i>Lactobacillus</i>	18
Quadro 2 – Produtos cárneos probióticos.....	20
Quadro 3 – Pós-bióticos em produtos cárneos	41
Quadro 4 – Prebióticos e potenciais prebióticos em produtos cárneos	50
Quadro 5 – Produtos cárneos simbióticos	59
Quadro 6 – Estudos <i>in vivo</i> com produtos cárneos funcionais	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A Amido

AGCC Ácidos Graxos de Cadeia Curta

AGS Ácidos Graxos Saturados

ANVISA Agência Nacional de Vigilância Sanitária

AR Amido Resistente

ATNC *Apparent Total Nitrous Compounds*

AW Atividade de Água

BG Beta-Glucana

CLA *Conjugated Linoleic Acid*

CMC Celulose Microcristalina

CRP Proteína C-Reativa

DCNT Doenças Crônicas não Transmissíveis

EH Emulsão Hidrogelada

EFSA *European Food Safety Authority*

FAO *Food and Agriculture Organization*

FDA *Food and Drug Administration*

FISH *Fluorescent Hybridization In Situ*

FOS Frutooligossacarídeos

FOS-CC Frutooligossacarídeo de cadeia curta

FOSHU *Foods for Specified Health Use*

FUFOSE *Functional Food Science in Europe*

GE Gel de Emulsão

GMC Gel de Mucilagem de Chia

GOS Galactooligossacarídeos

GRAS *Generally Recognized as Safe*

IMOS Isomaltoligossacarídeos

ISAPP *International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics*

KOS Oligossacarídeos de konjac

LBP *Live Biotherapeutic Products*

MHLW *Ministry of Health, Labor and Welfare*

MIC Concentração Inibitória Mínima

MEG Monoestearato de Glicerila
MUFA *Monounsaturated Fatty Acids*
NGP *Next Generation Probiotics*
OGM Organismo Geneticamente Modificado
OMS Organização Mundial da Saúde
PH Potencial de Hidrogênio
PSA Polissacarídeo A
PUFA *Polyunsaturated Fatty Acids*
RMN Ressonância Magnética Nuclear,
SLC Sobrenadante Livres de Células
SSB Substância Semelhante a Bacteriocina
TNF α Fatores de Necrose Tumoral Alfa
UFC Unidade Formadora de Colônia
XOS Xilooligossacarídeos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 ALIMENTOS FUNCIONAIS	13
3 PROBIÓTICOS	15
3.1 PROBIÓTICOS EM PRODUTOS CÁRNEOS	16
3.2 PROBIÓTICOS DE NOVA GERAÇÃO	28
3.3 ENCAPSULAMENTO DE PROBIÓTICOS PARA APLICAÇÃO EM PRODUTOS CÁRNEOS.....	35
4 PÓS-BIÓTICOS EM PRODUTOS CÁRNEOS	38
5 PREBIÓTICOS	45
5.1 PREBIÓTICOS EM PRODUTOS CÁRNEOS.....	46
5.2 PREBIÓTICOS DE NOVA GERAÇÃO	47
6 PRODUTOS CÁRNEOS SIMBIÓTICOS	56
7 ESTUDOS <i>IN VIVO</i> COM PRODUTOS CÁRNEOS FUNCIONAIS	61
8 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS	66
REFERÊNCIAS	68

1 INTRODUÇÃO

A carne e seus derivados fazem parte de um importante grupo alimentar na dieta da maioria das pessoas, e isto se deve ao seu alto poder nutritivo, sendo considerado fonte de proteínas de alto valor biológico, rica em vitaminas principalmente do complexo B e minerais, como zinco e ferro (BIS-SOUZA *et al.*, 2019a). No entanto, apresentam outros componentes como ácidos graxos saturados, colesterol, gordura, sal e aditivos, que vem sendo associados a doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), como doenças cardiovasculares, *diabetes mellitus* e câncer intestinal e colorretal (TREMEEA *et al.*, 2019).

Segundo Furlan *et al.* (2020), o hábito de consumir carnes processadas, como salsichas, linguiças e mortadelas vem se tornando cada vez mais presente entre a população. Os sais de nitrato e nitrito são empregados como aditivos intencionais, com função e quantidades reguladas pela ANVISA, utilizados em produtos cárneos processados, principalmente os embutidos, com o objetivo de conservar e retardar a oxidação lipídica (aumentando a vida de prateleira), conferir cor, sabor e aroma característico, melhorando assim a aparência do produto final (OLIVEIRA, 2014a). Fratucci *et al.* (2017), afirmam que a função mais importante deste aditivo é inibir o crescimento de esporos de *Clostridium botulinum*, extremamente tóxico para o organismo. Os autores ressaltam que apesar dos benefícios tecnológicos obtidos com o uso de nitrito e nitrato, o risco toxicológico associado a ingestão destes aditivos é preocupante.

Nos últimos anos o desenvolvimento de estratégias para agregar valor à carne vem aumentando, e essas estratégias se baseiam geralmente em pesquisas feitas com o objetivo de tornar os produtos mais saudáveis (NOVELLO; POLLONIO, 2015). Essa mudança na formulação pode ser pela redução ou substituição dos sais, redução da gordura ou substituição por outras opções menos nocivas, ou pela adição de outros compostos funcionais, como probióticos, vitaminas, fibras, minerais e antioxidantes naturais (CAVALHEIRO, 2016).

Os probióticos são definidos como microrganismos, que quando administrado em quantidade ideal é capaz de auxiliar na manutenção do equilíbrio e na composição da microbiota intestinal, melhorando a resistência à invasão de patógenos, entre outros benefícios à saúde (TRIPATHI; GIRI, 2014; HILL *et al.*, 2014). A utilização de matrizes cárneas para veiculação de probióticos vêm se mostrando uma alternativa viável por apresentar um ambiente propício para o desenvolvimento dos microrganismos, principalmente os embutidos fermentados que não são submetidos a tratamentos térmicos (CAVALHEIRO *et al.*, 2015), e pela função protetora que os lipídeos exercem sobre os probióticos durante a passagem pelo trato

gastrointestinal (BIS-SOUZA *et al.*, 2019a). Além disso, graças ao avanço nas pesquisas relacionadas ao microbioma humano, novos microrganismos vêm sendo cogitados para serem utilizados como probióticos de nova geração atuando na amenização de doenças específicas, podendo ser administrados por via dietética ou suplementação (LIN *et al.*, 2019).

Os prebióticos são substratos utilizados seletivamente por microrganismos benéficos presentes no intestino, principalmente *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, regulando positivamente a composição e a atividade da microbiota intestinal (MOHANTY *et al.*, 2018; GIBSON *et al.*, 2017). Além disso, as fibras prebióticas vem sendo utilizadas no desenvolvimento de produtos cárneos com o objetivo de reduzir o teor de gordura saturada. Além de melhorar o perfil nutricional devido ao aumento no teor de fibras, elas contribuem para estabilização de emulsões cárneas, melhoram o rendimento e a textura dos alimentos (DAS *et al.*, 2020).

O uso combinado de prebióticos e probióticos constituem os chamados simbióticos, e este produto é tido como uma inovação tecnológica projetada para funcionar cooperativamente, potencializando os efeitos de cada um destes compostos (SWANSON *et al.*, 2020). Os simbióticos são considerados uma opção importante na busca por produtos mais saudáveis (CAVALHEIRO *et al.*, 2015). Segundo Kolida e Gibson (2011), os simbióticos podem melhorar a viabilidade do probiótico no alimento, favorecendo a estabilidade do produto durante o armazenamento.

Nesta revisão serão tratados alguns assuntos pertinentes a reformulação de produtos feitos à base de matriz cárnea e seu impacto na saúde dos consumidores. Serão apresentados alguns trabalhos que investigaram a utilização de microrganismos (viáveis ou inviáveis) ou subprodutos deles, contemplando a definição do termo pós-bióticos, no desempenho de funções tecnológicas, melhorando a qualidade e a segurança do produto. Também serão abordadas informações sobre o potencial probiótico de algumas bactérias não convencionais, chamadas de probióticos de nova geração e seus efeitos benéficos.

2 ALIMENTOS FUNCIONAIS

Em 1984 a comunidade científica japonesa definiu os alimentos funcionais como aqueles que além da capacidade de nutrir, possuíam funções fisiologicamente ativas, como a regulação do biorritmo do sistema nervoso, do sistema imunológico ou da defesa corporal. Anos mais tarde, em 1991, o Ministério da Saúde, Trabalho e Bem-Estar (MHLW) reconheceu os

alimentos funcionais como “Alimentos para uso específicos da saúde” (*Foods for Specified Health Use-FOSHU*). Para que um alimento fosse reconhecido como sendo FOSHU, este deveria cumprir os seguintes requisitos: ter a sua eficácia baseadas em evidências científicas com estudos clínicos; a segurança deveria estar apoiada sobre dados históricos de padrão de consumo e estudos adicionais realizados em humanos; e o componente funcional responsável pela ação fisiológica benéfica teria que passar por determinação analítica (YAMADA *et al.*, 2008).

Segundo Pedrosa (2015), ainda não existe uma definição universal para os alimentos funcionais, pois este conceito varia de acordo com o país e é influenciado por diferentes fatores, como diferenças culturais, abordagem da ciência nutricional e hábitos alimentares. Embora todos os alimentos forneçam algum nível de função fisiológica, o termo alimento funcional serve para indicar os alimentos integrais, fortificados, enriquecidos ou aprimorado que apresentam efeitos positivos para a saúde, desde que, consumidos regularmente (CROWE *et al.*, 2013). A definição europeia concedida pela FUFOSSE (*Functional Food Science in Europe*) considera um alimento como sendo funcional quando for comprovada sua ação benéfica sobre uma ou mais de uma função no organismo, além de apresentar efeitos nutricionais relevante para o estado de saúde e bem estar, melhorando e/ou reduzindo o risco de doenças (HASLER; BROWN, 2009). No Brasil a legislação refere-se a propriedade funcional concedida ao alimento ou ingrediente que tiver sua eficácia devidamente comprovada sobre os efeitos metabólicos, fisiológicos e benéficos à saúde, além da sua função nutricional básica. Devendo este, ser seguro para consumo sem supervisão médica (BRASIL, 1999).

Entre os principais compostos funcionais que podem estar presentes nos alimentos estão, terpenoides (carotenoides e fitosteróis), fenólicos (flavonoides, catequinas e antocianinas), ácidos graxos (ω -3 e ω -6), oligossacarídeos, probióticos, prebióticos (ANJO, 2004). A produção de alimentos funcionais, contendo bactérias probióticas, vem ganhando destaque na indústria alimentícia nos últimos anos. Os consumidores estão mais conscientes da relação entre boa alimentação e saúde, e por isso tem aumentado a procura por alimentos que, além de nutrir, proporcionem benefícios à saúde dos consumidores (SIMEONI *et al.*, 2014). Yamada *et al.* (2008), ressaltam que os efeitos benéficos ao organismo pelo consumo de alimentos funcionais se restringem à promoção a saúde e não à cura de doenças. Estes alimentos podem ser capazes de prevenir o desenvolvimento de doença crônica antes que o tratamento com medicamentos se torne necessário.

3 PROBIÓTICOS

Os probióticos são microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas conferem benefícios à saúde do hospedeiro. Entretanto, as características probióticas não estão associadas ao gênero ou espécie, mas com poucas e especialmente selecionadas cepas de uma determinada espécie (HILL *et al.*, 2014). Conforme Sanders *et al.* (2019), os benefícios à saúde gerados pelo consumo de probióticos estão ligados a alguns mecanismos de ação como: (1) a modulação das funções imunológicas mediadas por células humorais; (2) a produção de ácidos orgânicos; (3) interação com a microbiota intestinal; (4) interação probiótica com o tecido hospedeiro; (5) melhoria da função de barreira; (6) produção de pequenas moléculas com efeitos locais e não locais e; (7) produção de enzimas.

Para que uma cultura microbiana seja considerada probiótica, ela deve possuir *status* GRAS (*Generally Recognized as Safe*) nos Estados Unidos, ou ter sido reconhecido por sua Presunção Qualificada de Segurança (*Qualified Presumption of Safety* - QPS) pela Autoridade Europeia para a Segurança Alimentar (EFSA). No Brasil, os microrganismos probióticos para uso em alimentos devem ser aprovados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e seguir os requisitos necessários estabelecidos na Resolução RDC 241/2018 (BRASIL, 2018).

De acordo com as diretrizes estabelecidas pela OMS (Organização Mundial da Saúde) e a FAO (Food and Agriculture Organization), as cepas reconhecidas como probióticas devem atender a alguns requisitos mínimos necessários para caracterização, como: avaliação da identidade da cepa; testes *in vitro* para o entendimento dos mecanismos envolvidos nos efeitos probióticos; critérios de segurança que certifiquem a ausência de efeitos colaterais e genes responsáveis pela resistência a antibióticos, por exemplo; e estudos *in vivo* para comprovação de uma alegação benéfica à saúde (FAO/WHO, 2002). Os microrganismos utilizados como probióticos em alimentos incluem os gêneros *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Saccharomyces*, *Escherichia* e *Enterococcus*, entre estes, o gênero *Enterococcus* é considerado o mais controverso, pois, apesar de ter um histórico de uso como probiótico, apresentam resistência a várias drogas e possuem numerosos traços de virulência (WANG *et al.*, 2020).

Para que os benefícios a saúde possam ser oferecidos, os probióticos precisam conter no momento do consumo uma quantidade adequada de células vivas (no mínimo de 10^6 UFC/g) capazes de resistir às condições do estômago e proliferar no intestino, requisito este que nem sempre é alcançado (SIDIRA *et al.*, 2014). Entregar a dose adequada do produto é um dos

maiores desafios no desenvolvimento de alimentos funcionais, visto que algumas culturas são extremamente sensíveis a fatores como o meio ácido e o oxigênio (SIMEONI *et al.*, 2014).

Os benefícios a saúde gerados pelo consumo de probióticos estão ancorados no importante papel que a microbiota intestinal humana desempenha no estado de saúde do hospedeiro e no surgimento de algumas doenças. Idealmente, o hospedeiro e sua complexa microbiota intestinal vivem em harmonia em uma relação de simbiose, mas algumas condições como uso de medicamentos, quadros de infecções, envelhecimento, estilo de vida, cirurgia e má nutrição, levam a disbiose por consequência da perturbação das comunidades microbianas intestinais (GAGLIARDI *et al.*, 2018). Existem inúmeras indicações clínicas para o uso de certas cepas probióticas apoiadas por evidências cientificamente comprovadas. A maioria destes estudos mostram os efeitos probióticos baseados em patologias associadas ao trato gastrointestinal, como por exemplo, a diarreia infecciosa e a diarreia associada ao uso de antibióticos, doença inflamatória intestinal, síndrome do intestino irritado, infecção por *Helicobacter pylori* e intolerância à lactose (SÁNCHEZ *et al.*, 2016). Entretanto existem fortes evidências sobre a atuação dos probióticos em outras patologias pouco exploradas, como obesidade e doenças metabólicas, doenças alérgicas e doenças neurológicas (CERDÓ *et al.*, 2019; SHARMA; IM, 2018; MISRA; MOHANTY, 2019).

A microbiota intestinal realiza uma grande variedade de atividades essenciais para o metabolismo do hospedeiro (PATEL; DUPONT, 2015). Entender a importância que a composição da microbiota intestinal exerce sobre a saúde e o bem-estar é fundamental para o desenvolvimento de produtos que possam auxiliar tanto na regulação da função intestinal como sobre outras funções biológicas. A terapia microbiana através da suplementação com probióticos mostra-se eficiente, natural e de baixo custo, além de ser possível sua administração por período prolongado (BARROS *et al.*, 2020a).

3.1 PROBIÓTICOS EM PRODUTOS CÁRNEOS

A reformulação dos embutidos cárneos tem como objetivo transformá-los em produtos mais saudáveis. De forma que estes produtos se tornem atrativo para uma parcela da população que vem crescendo nos últimos anos e que está mais preocupada com a alimentação, e então, vem buscando opções mais naturais e com menos aditivos químicos adicionados. Com o aumento da demanda por alimentos funcionais a indústria de produtos cárneos vem aumentando sua linha de produção para poder oferecer aos consumidores produtos cárneos funcionais

(ZHANG *et al.*, 2010). Os produtos fermentados são uma excelente alternativa para adição de probióticos, visto que eles são consumidos sem nenhum tratamento térmico, preservando assim a viabilidade dos microrganismos probióticos (KALSCHNE *et al.*, 2019).

Entretanto, a incorporação de bactérias probióticas em produtos cárneos também encontra certos desafios tecnológicos, como por exemplo, a sensibilidade aos sais de cura (MACEDO *et al.*, 2012), ambiente ácido, atividade de água reduzida, menor teor de açúcares e limitações na forma de preparação, principalmente associado a altas temperaturas (KALSCHNE *et al.*, 2019). Os microrganismos probióticos selecionados para atuar nestes produtos, devem resistir às etapas de processamento (fermentação e secagem), crescer rápido durante a fermentação, ser facilmente cultivados em escala industrial, sobreviver em condições de refrigeração e armazenamento, aumentar a vida de prateleira e contribuir para a qualidade sensorial do produto final (MACEDO *et al.*, 2012; DE VUYST *et al.*, 2008).

Várias espécies probióticas do gênero *Lactobacillus* vem sendo frequentemente selecionadas para o desenvolvimento de produtos cárneos fermentados (BIS-SOUZA *et al.*, 2019a). Há pouco tempo, o gênero *Lactobacillus* possuía cerca de 260 espécies de bactérias. Durante anos, todas as bactérias capazes de produzir ácido láctico, que fossem gram-positivas, possuísem o formato de bastonetes e fossem incapazes de produzir esporos, eram atribuídas aos *Lactobacillus* (ZHENG *et al.*, 2020). Com isto, este gênero possuía muitas bactérias geneticamente diferentes em relação ao seu conteúdo molecular, tamanho do genoma e número de genes. A necessidade de uma revisão entre estas espécies levou, em junho de 2020, cientistas de vários países a criarem o “Subcomitê da Taxonomia de Lactobacilos e Organismos Relacionados” com o objetivo de realizar uma revisão na nomenclatura e reclassificar este gênero (ZHENG *et al.*, 2020). Assim, os *Lactobacillus* foram desmembrados em 25 outros gêneros, entre eles 23 novos gêneros foram criados. Para amenizar os problemas que esta mudança pode representar para a indústria de alimentos, como por exemplo na rotulagem dos produtos, documentos legais ou de exportação, os cientistas priorizaram que os novos nomes permanecessem iniciando com a letra “L”, como também tentaram incorporar parte dos nomes antigos da espécie ou do grupo na nova nomenclatura (ZHENG *et al.*, 2020). Por exemplo, *Lactobacillus casei* se tornou *Lacticaseibacillus casei* e *Lactobacillus plantarum* se tornou *Lactiplantibacillus plantarum* (ZHENG *et al.*, 2020). O Quadro 1 traz alguns exemplos desta mudança para algumas das bactérias mais utilizadas na indústria de alimentos e na pesquisa. Desta forma, neste estudo as novas nomenclaturas foram consideradas.

Quadro 1. Principais mudanças na nomenclatura do gênero *Lactobacillus*.

Antes da reclassificação	Após a reclassificação	Abreviação
<i>Lactobacillus brevis</i>	<i>Levilactobacillus brevis</i>	<i>L. brevis</i>
<i>Lactobacillus fermentum</i>	<i>Limosilactobacillus fermentum</i>	<i>L. fermentum</i>
<i>Lactobacillus plantarum</i>	<i>Lactiplantibacillus plantarum</i>	<i>L. plantarum</i>
<i>Lactobacillus delbrueckii</i>	<i>Lactobacillus delbrueckii</i>	<i>L. delbrueckii</i>
<i>Lactobacillus helveticus</i>	<i>Lactobacillus helveticus</i>	<i>L. helveticus</i>
<i>Lactobacillus paracasei</i>	<i>Lacticaseibacillus paracasei</i>	<i>L. paracasei</i>
<i>Lactobacillus casei</i>	<i>Lacticaseibacillus casei</i>	<i>L. casei</i>
<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	<i>Lacticaseibacillus rhamnosus</i>	<i>L. rhamnosus</i>
<i>Lactobacillus reuteri</i>	<i>Limosilactobacillus reuteri</i>	<i>L. reuteri</i>
<i>Lactobacillus sakei</i>	<i>Latilactobacillus sakei</i>	<i>L. sakei</i>

Fonte: Zheng *et al.* (2020).

O Quadro 2 apresenta estudos feitos com probióticos em produtos cárneos e seus efeitos tecnológicos. Para a utilização de probióticos em produtos à base de carne cozida, algumas alternativas para solucionar o problema de viabilidades após o tratamento térmico vem sendo desenvolvidas, como o isolamento das bactérias ácido lácticas termotolerantes (CAVALHEIRO *et al.*, 2015). Pérez-Chabela *et al.* (2013), demonstraram a eficiência de algumas cepas em sobreviver ao tratamento térmico (65-72° C por 30-60 minutos) e aumentar as propriedades nutricionais e tecnológicas da carne cozida. As cepas utilizadas neste estudo foram: *Aerococcus viridans* UAM21, *Enterococcus faecium* UAM10a, *Lactiplantibacillus plantarum* UAM17 (anteriormente *L. plantarum* UAM17) e *Pediococcus pentosaceus* UAM11.

Conforme afirmação feita por Zhang *et al.* (2010), a fermentação da carne acarreta várias alterações físicas, bioquímicas e microbianas que melhoram as características funcionais, nutricionais e sensoriais destes produtos. Essas alterações incluem acidificação (catabolismo de carboidratos), solubilização e gelificação de proteínas miofibrilares e sarcoplasmática, degradação de proteínas e lipídios, redução do nitrato em nitrito, formação de nitrosomioglobina (coloração) e desidratação. Geralmente durante o processo de fermentação

de produtos cárneos, os açúcares presentes no meio são metabolizados pelas bactérias ácido lácticas, produzindo ácido lático e outros ácidos orgânicos. O pH diminui até atingir o ponto isoelétrico (carga neutra), promovendo a insolubilização das proteínas miofibrilares resultando na desidratação pela diminuição da capacidade de retenção de água. A acidez do meio e o baixo teor de umidade torna o ambiente impróprio para o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis (KALSCHNE *et al.*, 2019). Macedo *et al.* (2012) alertam para a produção de aminas biogênicas durante a maturação dos fermentados, devido ao elevado teor de proteínas e a intensa atividade proteolítica. Os autores sugerem a seleção de bactérias probióticas capazes de produzir amina oxidase, como algumas cepas de bactérias lácticas (*L. casei* e *L. plantarum*), para inibir o acúmulo destas substâncias nos produtos.

A maioria dos estudos feitos com a adição de probióticos em produtos cárneos fermentados foca na segurança microbiológica, nas características físico-químicas e sensoriais do produto. Poucos estudos relatam os efeitos do consumo desses produtos na saúde do hospedeiro. Para Khan *et al.* (2011), o principal motivo seria o fato de os testes *in vivo* serem caros, requerem mais tempo para experimentação e aprovação por comitês de ética.

Na tecnologia de produção de cárneos fermentados as culturas *starters* adicionadas são microrganismos comercialmente conhecidos, selecionados para que desenvolvam atividades metabólicas desejadas, como a padronização do processo de produção, características sensoriais e segurança do produto (CAVALHEIRO *et al.*, 2015). Segundo Bomdespacho *et al.* (2014), as culturas *starters* mais utilizadas na fermentação de produtos cárneos incluem bactérias do gênero *Streptococcus* spp., *Staphylococcus* spp., *Micrococcus* spp., *Leuconostoc* spp., *Pediococcus* spp. e *Lactobacillus* spp. Entretanto, estas culturas vêm sendo substituídas por microrganismos probióticos, como uma alternativa para reduzir os níveis de nitrito e nitrato em produtos cárneos além de otimizar o tempo de produção, auxiliar na preservação e melhorar as características sensoriais do produto. Cavalheiro *et al.* (2015) ressaltam que a utilização de probióticos como culturas *starters*, além de atuar como coadjuvante de tecnologia, ainda desempenham atividade funcional pela produção bacteriocinas, substâncias estas consideradas antibacterianas por suas propriedades bacteriostáticas ou bactericidas, que atuam reprimindo o crescimento de patógenos (KHANEGHAH *et al.*, 2020). Macedo *et al.* (2012) afirmam que a utilização de bactérias probióticas como cultura *starter* apresentam as mesmas características sensoriais e tecnológicas que as culturas tradicionais, além de proporcionar efeitos benéficos à saúde.

Quadro 2. Produtos cárneos probióticos

Produto	Local	Probiótico	Principais Resultados	Referência
Carne bovina	Tunísia	<i>L. plantarum</i>	A inoculação da cepa <i>L. plantarum</i> , melhorou a qualidade da carne bovina. As variações na qualidade mudaram de acordo com a concentração da cepa.	(TRABELSI <i>et al.</i> , 2019)
Linguiça fermentada	Japão	<i>L. acidophilus</i> <i>L. rhamnosus</i> <i>L. paracasei subsp. paracasei</i>	As cepas se mostraram capaz de inibir o crescimento de <i>S. áureos</i> durante o processo de fermentação da linguiça em diferentes temperaturas. Portanto, podem ser aplicáveis à fermentação de carne para manter a segurança do produto.	(SAMESHIMA <i>et al.</i> , 1998)
Linguiça fermentada seca	Finlândia	<i>L rhamnosus</i> GG <i>L rhamnosus</i> E-97800 <i>L rhamnosus</i> LC-705	A cepa E-97800 mostrou crescimento e acidificação mais rápida enquanto a cepa LC-705 mostrou-se mais lenta. As linguiças fermentadas por GG e E-97800 foram consideradas tão saborosas quanto as linguiças controle.	(ERKKILÄ <i>et al.</i> , 2001)
Linguiça fermentada do tipo escandinavo	Dinamarca	<i>L. sakei</i> <i>L. farciminis</i> <i>L. plantarum</i> <i>L. pentosus</i> <i>L. alimentarius</i> <i>L. brevis</i> <i>L. versmoldensis</i>	Foram isoladas 22 cepas de 15 produtos diferentes de cárneos fermentados e testados quanto seu potencial probiótico. As cepas <i>L. plantarum</i> MF1291 e MF1298, bem como <i>L. pentoceus</i> MF1300 foram identificados como candidatos promissores de culturas de <i>starter</i> de carne probiótica adequadas para a fabricação de linguiça fermentada do tipo escandinavo.	(KLINGBERG <i>et al.</i> , 2005)

Linguiça Ibérica fermentada seca	Espanha	<i>L. fermentum</i> HL57 <i>P. acidilactici</i> SP979	As linguiças podem ser consideradas funcionais devido o número de células viáveis encontradas no fim do processamento. No entanto, tiveram suas características de cor e sabor prejudicadas pela produção de ácido acético e produtos da degradação lipídica.	(RUIZ-MOYANO <i>et al.</i> , 2011a)
Linguiça e pescoço de porco fermentados e curados a seco.	Polônia	<i>B. animalis</i> subsp. <i>Lactis</i> BB-12 <i>L. rhamnosus</i> LOCK900 <i>L. acidophilus</i> Bauer	A cultura <i>L. acidophilus</i> Bauer apresentou maior redução do pH, oxidação lipídica e descoloração das linguiças. Apresentando-se em maior número de células viáveis no produto final. Mostrando sua eficiência para aplicação como culturas <i>starters</i> em carne defumada.	(WÓJCIAK <i>et al.</i> , 2012)
Linguiça Tunisiana fermentada seca	Tunísia	<i>S. xylosus</i> <i>L. plantarum</i>	As cepas foram capazes de inibir o crescimento de <i>Estaphylococcus</i> e <i>Enterobacteriaceae</i> , e melhorar os atributos sensoriais das linguiças fermentadas. A atividade nitrato redutase de <i>S. xylosus</i> melhorou a cor das linguiças fermentada.	(ESSID; HASSOUNA, 2013)
Linguiça de carneiro fermentada	República Tcheca	<i>L. acidophilus</i> <i>Bifidobacterium animalis</i>	O número de <i>Lactobacillus</i> (10^7 UFC/g) e <i>Bifidobacterium</i> (10^3 UFC/g) no produto final não alterou suas propriedades tecnológicas. Foi contatado uma baixa concentração de <i>Bifidobacterium</i> no produto após a fermentação e ausência depois do período de estocagem de 60 dias.	(HOLKO <i>et al.</i> , 2013)

Linguiça de salame Italiano	Brasil	<i>L. acidophilus</i> <i>Bifidobacterium lactis</i>	O uso de culturas probióticas teve efeitos positivos nas propriedades físico-químicas, microbiológicas e sensoriais.	(RUIZ <i>et al.</i> , 2014)
Linguiça fermentada com baixo teor de ácido e gordura	Espanha	<i>L. rhamnosus</i> CTC1679	<i>L. rhamnosus</i> permaneceu viável em níveis elevados (10^8 UFC/g) após o período de amadurecimento das linguiças e sobreviveu a passagem pelo trato gastrointestinal humano.	(RUBIO <i>et al.</i> , 2014a)
Linguiça fermentada com baixo teor de ácido (<i>fuet</i>), sódio e gordura reduzida	Espanha	<i>L. plantarum</i> 299v <i>L. rhamnosus</i> CTC1679 <i>L. casei</i> Shirota	A cepa CTC1679 foi a única capaz de crescer e dominar a população (10^8 UFC/g) durante todo o processo de amadurecimento. Mostrando ser adequada para aplicação em linguiça fermentada <i>fuet</i> com baixo sódio.	(RUBIO <i>et al.</i> , 2014b)
Linguiça fermentada	Espanha	<i>L. casei paracasei</i> CTC1677 <i>L. casei paracasei</i> CTC1678 <i>L. rhamnosus</i> CTC1679 <i>L. gasseri</i> CTC1700 <i>L. gasseri</i> CTC1704, <i>L. fermentum</i> CTC1693	As cepas foram previamente isoladas de fezes infantis e identificadas. As cepas CTC1677, CTC1678 e CTC1679 conduziram a fermentação e se tornaram dominantes sobre a população de bactérias ácido lácticas após o período de maturação, mostrando ser adequadas para aplicação em linguiças fermentadas como culturas <i>starter</i> .	(RUBIO <i>et al.</i> , 2014c)

Linguiça fermentada crua	Polônia	<i>L. casei</i> LOCK 0900	Os resultados deste estudo mostram que <i>L. casei</i> LOCK 0900 exerce efeito antagonista sobre <i>S. aureus</i> e <i>E. coli</i> . A diminuição do número de <i>Enterobacteriaceae</i> durante o período de armazenamento foi relacionada ao efeito de diferentes substâncias produzidas por <i>Lactobacillus</i> . O ambiente das linguiças fermentadas cruas se mostrou adequado para o crescimento e sobrevivência desta cepa.	(TRZASKOWSKA <i>et al.</i> , 2014)
Linguiça de esturjão	China	<i>L. paraplantarum</i> S4 <i>L. paraplantarum</i> L-ZS9, <i>L. pentosus</i> 31-1 <i>L. plantarum</i> Y9 <i>L. plantarum</i> pl-2 <i>L. plantarum</i> P <i>L. acidophilus</i> N4 <i>L. rhamnosus</i> 43101	As linguiças de esturjão fabricadas com cultura <i>starter</i> produtora de bacteriocina <i>L. paraplantarum</i> S4 inibiram o crescimento de <i>Enterobacteriaceae</i> e o acúmulo de nitrato. O pH das linguiças fermentadas de esturjão foi menor (4,01-4,28) do que as amostras controles (6,14). As linguiças de esturjão apresentaram boa aceitação pelo consumidor. As culturas <i>starters</i> produtoras de bacteriocina melhoram a qualidade e a segurança das linguiças de esturjão.	(WANG <i>et al.</i> , 2015)
Linguiça Sucuk seca	Turquia	<i>L. plantarum</i> AB20-961	A cepa <i>L. plantarum</i> AB20-961 pode ser utilizada como uma estratégia para melhorar o conteúdo CLA nos estágios iniciais da fermentação de linguiças sukuk sem apresentar quaisquer efeitos adversos nas características de qualidade do produto final.	(ÖZER <i>et al.</i> , 2016)

Linguiça fermentada	Brasil	<i>E. faecium</i>	<i>E. faecium</i> foi eficiente como cultura <i>starter</i> para a produção de linguiças fermentadas, mostrando resistência as condições de processamento e amadurecimento, como também durante a passagem pelo trato digestório humano simulado <i>in vitro</i> . Além disso, apresentou maior aceitação sensorial quando comparado a uma amostra comercial.	(CARVALHO <i>et al.</i> , 2017)
Linguiça de peixe fermentada	Itália	<i>L. plantarum</i> (11, 68 e 69)	As três cepas isoladas da microbiota intestinal de peixes reduziram o tempo de fermentação e melhoraram as características sensoriais do produto final. Mostrando aptidões probióticas como cultura <i>starter</i> em alimentos fermentados e permitindo a padronização do processo.	(SPERANZA <i>et al.</i> , 2017)
Linguiça Harbin seca	China	<i>P. pentosaceus</i> R1 <i>L. brevis</i> R4 <i>L. curvatus</i> , R5 <i>L. fermentum</i> R6	As 4 cepas de bactérias ácido lácticas isoladas de uma linguiça tradicional chinesa foram avaliadas e compradas <i>in vitro</i> com cepas probióticas selecionadas de produtos lácteos. Todas as cepas mostraram propriedades probióticas potenciais.	(HAN <i>et al.</i> , 2017)
Linguiça de porco fermentada fresca	Brasil	<i>L. sakei</i> BAS0117 <i>Pediococcus pentosaceus</i> <i>Lactococcus spp.</i>	<i>L. sakei</i> e <i>P. pentosaceus</i> se destacaram por sua resistência às barreiras tecnológicas. Foram consideradas eficientes na produção de linguiças fermentadas.	(GELINSKI <i>et al.</i> , 2019)

Linguiça e lombo de porco fermentado.	Polônia	<i>L. rhamnosus</i> LOCK900	A concentração de <i>L. rhamnosus</i> se manteve elevada durante todos os estágios de processamento. As cepas se mostraram eficientes quanto a prevenção da oxidação lipídica em lombos e linguiça de porco.	(NEFFE-SKOCIŃSKA <i>et al.</i> , 2020)
Linguiça fermentada	Brasil	<i>L. sakei</i> <i>Staphylococcus xilosus</i> <i>Staphylococcus carnosus</i>	Esta cultura <i>starter</i> comercial mostrou potencial probiótico na fermentação de embutidos cárneos. Embora tenham se mostrado incapazes de suportar pH baixo, esta cultura apresentou características tecnológicas para aplicação em linguiças fermentadas.	(MAFRA <i>et al.</i> , 2020)
Linguiça fermentada com redução de gordura	Brasil	<i>E. faecium</i> CRL 183	A adição do probiótico mostrou uma melhora na diversidade microbiana e produção de metabólitos. A linguiça produzida mostrou ser uma alternativa mais saudável.	(ROSELINO <i>et al.</i> , 2020)
Linguiça fermentada seca	Argentina	<i>L. rhamnosus</i> R0011 <i>L. helveticus</i> R0052 <i>L. rhamnosus</i> Lr-32 <i>L. paracasei</i> Lpc-37 <i>L. casei</i> Shirota <i>E. faecium</i> MXVK29 <i>L. reuteri</i> DSM17918 <i>L. reuteri</i> DSM17938	As cepas <i>L. rhamnosus</i> Lr-32 e R0011, <i>L. paracasei</i> Lpc-37, <i>E. faecium</i> MXVK29 e <i>L. casei</i> Shirota mostraram ser as principais candidatas à cultura <i>starters</i> em embutidos cárneos, por apresentar ótima capacidade de crescimento, alta produção de ácido láctico e bom crescimento sob baixas temperaturas. As cepas apresentaram atividade antimicrobiana contra <i>S. aureus</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>Salmonella</i> Dublin e <i>E. coli</i> .	(AGÜERO <i>et al.</i> , 2020)

Salame Húngaro	Austrália	<i>L. acidophilus</i> LAFTI™ L10 <i>L. paracasei</i> LAFTI™ L26 <i>L. paracasei</i> 5119 <i>Lactobacillus</i> sp. L24 <i>B. lactis</i> LAFTI™ B94	Todas estas culturas reduziram a contagem de <i>E. coli</i> e <i>L. monocytogenes</i> em mais de 2,5 unidades log e se mostraram resistentes durante o processo de fermentação e amadurecimento. Conclui-se que a implementação de mais de uma cultura com atividade inibitória de patógenos contribui para aumentar a segurança sem causar alterações sensoriais.	(PIDCOCK; HEARD; HENRIKSSON, 2002)
Salame Italiano	Brasil	<i>L. casei</i> , <i>L. paracasei</i> e <i>L. rhamnosus</i>	A presença das culturas probióticas levou a redução mais rápida do pH nos embutidos em relação ao controle, proporcionando gosto ácido mais intenso na avaliação sensorial. A adição de probióticos juntamente com a cultura <i>starter</i> comercial reduziu o crescimento de <i>S. xylosus</i> , porém o desenvolvimento de <i>P. pentosaceus</i> não foi afetado. Estas cepas mostraram crescimento durante o processamento e permaneceram viáveis no produto final	(MACEDO <i>et al.</i> , 2008)
Salame bovino probiótico	Itália	<i>L. plantarum</i> 299v	Os resultados mostraram que <i>L. plantarum</i> 299v manteve uma concentração superior 10 ⁶ UFC/g mesmo após 60 dias de armazenamento. O salame experimental exibiu o mesmo nível de aceitação sensorial do salame controle.	(BLAIOTTA <i>et al.</i> , 2017)

Salame Nostrano	Itália	<i>E. faecium</i> UBEF-41	Esta cepa foi selecionada pela sua capacidade de crescer sob baixas temperaturas e modular o aroma pela conversão de aminoácidos e ácidos graxos, tornando possível a produção de fermentados amadurecidos a baixa temperatura, sem adição de nitratos e nitritos, resultando num produto mais seguro sem efeito adverso na qualidade do salame italiano.	(CENTI-GOGA <i>et al.</i> , 2018)
Salame probiótico com redução de gordura e sais de cura	Brasil	<i>E. faecium</i> CRL 183 <i>L. acidophilus</i> CRL 1014	Os resultados indicaram que a substituição das culturas tradicionais por probióticos não compromete a composição química ou a aceitação dos salames, sendo possível obter um salame fermentado potencialmente probiótico com a substituição da gordura animal e redução de sais de cura.	(ROSELINO <i>et al.</i> , 2018)

Fonte: A autora (2021).

Em um estudo desenvolvido por Bomdespacho *et al.* (2014) foi possível demonstrar que a utilização de *Lactobacillus acidophilus* como cultura *starter* foi eficaz na manutenção da segurança dos hambúrgueres produzidos com carne de frango e farinha okara com redução da concentração de sais de cura. Os hambúrgueres ainda apresentaram boas características sensoriais e físico-químicas, entretanto mais estudos são necessários para investigação dos metabólitos produzidos durante a fermentação, salientam os autores.

Neffe-Skocinska *et al.* (2020) demonstraram a eficiência da cepa probiótica *Lacticaseibacillus rhamnosus* LOCK900 (anteriormente *L. casei* LOCK0900) como cultura *starter* na produção de lombos de porco fermentado e linguiças de porco funcionais. A produção de ácidos, principalmente o ácido láctico, durante a fermentação e maturação inibiu o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis e preveniu o acúmulo de amins biogênicas, além de contribuir para a melhora dos aspectos sensoriais, como firmeza, consistência, sabor e cor nos produtos finais. Os autores afirmam que o efeito de bioconservação melhora a estabilidade físico-química dos produtos cárneos.

Ayyash *et al.* (2019) utilizaram *Lactiplantibacillus plantarum* KX881772 (anteriormente *L. plantarum* KX881772) na formulação de linguiças fermentadas de carne de camelo e de carne bovina. Este estudo avaliou os promotores de saúde *in vitro* e comparou as propriedades tecnológicas das formulações. Após 21 dias de armazenamento, as linguiças fermentadas de carne de camelo apresentaram valores mais baixos de pH e umidade em comparação com a linguiças bovinas fermentadas. Apresentaram também um maior percentual de gordura, proteína e cinzas. O baixo teor de umidade foi atribuído a menor capacidade de retenção de água da carne de camelo. Com este estudo foi possível constatar que a cepa possui características promissoras para serem empregadas na indústria de carne fermentada. As propriedades probióticas destas cepas melhoraram o processo de fermentação pela produção de ácidos orgânicos, especialmente ácido láctico e reforçaram o gel formado pelas proteínas miofibrilares. Os resultados revelaram que o novo probiótico mostrou potencial antidiabético, anti-hiperhipertensivo e antioxidante.

Pavli *et al.* (2020) utilizaram a cepa *Lactiplantibacillus plantarum* L125 (anteriormente *L. plantarum* L125), isoladas anteriormente de uma linguiça fermentada grega tradicional, e avaliaram o desempenho desta cepa como cultura adjunta para a produção de linguiça de porco fermentadas a seco. Foram realizadas análises físico-

químicas, microbiológicas e sensoriais. Esta cepa manteve altos níveis populacionais durante o armazenamento (> 6 logs UFC/g), e ao final do amadurecimento foram constatados valores de pH e de atividade de água semelhantes ao controle, foram também atribuídas pontuações sensoriais semelhantes a linguiça produzida com a cultura comercial. Os autores concluíram que a cepa tem grande potencial para ser utilizada como cultura adjunta probiótica para fabricação de linguiças funcionais de fermentação seca.

Ruiz-Moyano *et al.* (2011b) investigaram o potencial probiótico da cepa *Limosilactobacillus reuteri* PL519 (anteriormente *L. reuteri* PL519) adicionadas em linguiças fermentadas secas ibéricas, e seu efeito sobre as propriedades sensoriais desses produtos. A inoculação desta cepa aumentou a quantidade de produtos da degradação do ácido acético, proteínas e lipídios nas linguiças fermentadas. Foram observadas diferenças na análise sensorial incluindo atributos de cor, textura e sabor. O lote inoculado com a cepa *L. reuteri* PL519 apresentou maior quantidade de ácido acético e menor quantidade de ácido láctico do que o lote controle. Este achado se correlaciona com o metabolismo heterofermentativo obrigatório das cepas *L. reuteri*. Não houve diferenças relevantes na umidade e na evolução da atividade hídrica entre as duas formulações (controle e com *L. reuteri* PL519). As linguiças fermentadas secas ibéricas inoculadas com PL519 podem ser consideradas como produtos funcionais, devido à alta contagem destas cepas no final do processamento (superiores a 7 log UFC/g). Esta cepa influenciou moderadamente os parâmetros físico-químicos analisados, mas não alterou significativamente as qualidades sensoriais das linguiças. Portanto, o uso desta cepa probiótica como cultura *starter* pode ser útil para obter uma linguiça fermentada seca ibérico funcional.

3.2 PROBIÓTICOS DE NOVA GERAÇÃO

O conhecimento sobre a microbiota intestinal humana e as implicações da disbiose na saúde, vem estimulando pesquisas sobre novos microrganismos com potencial probiótico. As bactérias comensais tornaram-se protagonistas nestas investigações, mas elas não podem ser consideradas probióticas até que sua estabilidade, conteúdo e efeito na saúde sejam caracterizados (EL HAGE *et al.*, 2017). Com o desenvolvimento de melhorias nas metodologias de cultura bacteriana, técnicas de sequenciamento e ferramentas mais poderosas para identificar e modificar os genes, estamos entrando uma

nova era nas pesquisas com probióticos (O'TOOLE *et al.*, 2017). As informações geradas a partir das pesquisas nos auxiliam na identificação de novas espécies e cepas bacterianas que podem ser usadas para reduzir o risco de doenças e otimizar nossas funções fisiológicas. Esses microrganismos são, em sua grande maioria, habitantes naturais do trato intestinal humano, mas diferentemente dos probióticos tradicionais, não possuem um histórico de uso seguro através da dieta. Estas bactérias recentemente isoladas e reconhecidas pelo seu potencial benéfico à saúde constituem o chamado “Probióticos de Nova Geração” (FERNÁNDEZ-MURGA; SANZ, 2016). Este termo NGP (next generation probiotics), representa não somente as bactérias comensais humanas, mas também aqueles ainda em fase de testes e cepas geneticamente modificadas (O'TOOLE *et al.*, 2017).

Diferentemente dos probióticos tradicionais que se concentram basicamente na saúde intestinal, os NGPs são direcionados à grupos específicos de pacientes, como por exemplo no tratamento de *diabetes mellitus* tipo 2, melhorando o controle glicêmico e no tratamento de diferentes tipos de cânceres, atuando como agentes imunoterapêuticos (LIN *et al.*, 2019). Pesquisas vêm sendo feitas sobre a atuação destes microrganismos no tratamento de disfunções, como a síndrome metabólica e as desordens relacionadas a esta condição (CANI; HUL, 2015).

Uma das grandes limitações na utilização destes microrganismos não convencionais, principalmente as bactérias comensais, é a sensibilidade extrema ao oxigênio que a maioria delas possui. Isto torna o seu isolamento, propagação e manutenção um processo ainda mais complexo. Dessa forma, são difíceis de produzir em larga escala e manter a viabilidade durante as etapas de processamento e formulação do potencial produto (DAHIYA *et al.*, 2019; SAARELA, 2019). Os requisitos para caracterização de NGP também são muito mais rigorosos do que os probióticos tradicionais. Estes, devem passar por etapas de especificação *in vitro* da fisiologia bacteriana, análise de potenciais de virulência, resistência antimicrobiana, transferência de genes resistentes a antibióticos e estudo de toxicidade aguda *in vivo* em camundongos saudáveis e imunodeprimidos (LIN *et al.*, 2019).

A segurança é o ponto mais importante, visto que alguns dos microrganismos investigados já foram reconhecidas como cepas patogênicas, ou por conter algum fator de virulência (SAARELA, 2019). Os mecanismos moleculares implícitos sobre o funcionamento dos NGP e a forma de interação entre o hospedeiro e o microrganismo

também devem ser elucidados, como também, informações essenciais para a formulação de produtos, como a viabilidade do NGP durante o processamento e como resistem as condições adversas do trato gastrointestinal e, posteriormente, colonizam as superfícies mucosas (LIN *et al.*, 2019).

Uma rota alternativa para o desenvolvimento de NGP é utilizá-lo como veículo para entrega de substâncias bioativas, como moléculas anti-inflamatórias. Nesta abordagem, o veículo bacteriano é conhecido por não produzir quaisquer fatores de virulência e ser tolerado pelo hospedeiro (O'TOOLE *et al.*, 2017), como no trabalho realizado por Motta *et al.* (2012), onde duas cepas (*Lactococcus lactis* e *Lacticaseibacillus casei*) reconhecidas com status GRAS foram projetadas para expressar e entregar Elafin (um inibidor de protease com propriedades anti-inflamatórias natural da mucosa intestinal de humanos saudáveis) no cólon de camundongos com colite aguda e crônica. A administração oral deste organismo geneticamente modificado (OGM) mostrou-se capaz de reduzir a atividade elastolítica e a inflamação, restaurando a homeostase intestinal dos camundongos.

Os NGPs possuem características que se sobrepõe ao conceito de produtos bioterapêuticos vivos (LBP), criado pela FDA (*Food and Drug Administration*) para regulamentar bioprodutos utilizados em aplicações farmacêuticas. Desta forma, o NGP poderá ser tratado como drogas, e não apenas como um ingrediente funcional ou suplemento alimentar (LIN *et al.*, 2019). Entretanto, existem diferenças a nível operacional entre estes dois termos. Os NGPs são habitualmente examinados por laboratório envolvidos em pesquisas de probióticos e microbiomas. Já os LBPs tendem a ser examinados por empresas farmacêuticas ou iniciantes em biotecnologia (O'TOOLE *et al.*, 2017).

Algumas espécies bacterianas mais promissoras que estão sendo consideradas como probióticos de nova geração incluem *Akkermansia muciniphila*, *Faecalibacterium prausnitzii*, *Eubacterium hallii*, *Bacteroides* spp. (*B. fragilis* e *B. uniformis*), *Clostridium* spp. e *Enterococcus* spp. Esses probióticos de próxima geração foram avaliados em ensaios pré-clínicos e produziram desfechos positivos para distúrbios inflamatórios e metabólicos (EL HAGE *et al.*, 2017).

Akkermansia muciniphila: Esta bactéria é capaz de tolerar concentrações nanomolares de oxigênio e representa de 1 a 3% da microbiota intestinal humana. Um dos mecanismos mais relevantes para a ação probiótica é o fortalecimento da barreira

epitelial intestinal. *A. muciniphila* pode ser usado como um biomarcador do perfil metabólico (ALMEIDA *et al.*, 2020). Visto, que a redução na população destas bactérias foi constatada em diversas situações patológicas, como obesidade, *diabetes mellitus* tipo 2, doenças inflamatórias intestinais, hipertensão e doenças hepáticas (CANI; DE VOZ, 2017). Foi demonstrado por Plovier *et al.* (2017) que a pasteurização aumenta os efeitos benéficos da *A. muciniphila* na síndrome metabólica em camundongos que recebiam uma dieta rica em gordura. Uma proteína específica isolada da membrana externa desta bactéria, chamada Amuc_1100, pode ser a responsável por sua capacidade de tolerar a temperatura de pasteurização, pois mostrou-se estável sob esta temperatura.

Faecalibacterium prausnitzii: Microrganismo extremamente sensível ao oxigênio, o que dificulta seu cultivo mesmo em condições anaeróbicas. Compõe cerca de 5 a 20% da microbiota fecal em indivíduos saudáveis (ALMEIDA *et al.*, 2020). *F. prausnitzii* é uma das bactérias produtoras de butirato mais expressiva no trato gastrointestinal humano, desempenhando um importante papel na fisiologia intestinal (MIQUEL *et al.*, 2013). A baixa população de *F. prausnitzii* foi constatada em indivíduos portadores de doenças inflamatórias, como doença de Crohn e transtornos depressivos, mostrando seu papel crucial na saúde humana (DAHIYA *et al.*, 2019). O monitoramento desta bactéria é proposto como um biomarcador, auxiliando no diagnóstico e prognóstico de distúrbios intestinais (ALMEIDA *et al.*, 2020). Vários estudos *in vitro* e *in vivo* comprovam as propriedades anti-inflamatórias das cepas de *F. prausnitzii*, permitindo assim, uma nova etapa nas pesquisas utilizando modelos murinos para determinar seus efeitos benéficos antes de serem testadas em humanos (EL HAGE *et al.*, 2017).

Eubacterium hallii: Este microrganismo também um importante produtor de butirato, conhecido como um dos poucos Clostridium clusters XIVa capaz de produzir butirato a partir de lactato e acetato em ambiente ácido (ALMEIDA *et al.*, 2020). Esta bactéria desempenha um papel importante no equilíbrio metabólico e na homeostase intestinal, devido a sua capacidade de produzir diferentes ácidos graxos de cadeia curta (AGCCs) a partir de uma ampla gama de substratos (EL HAGE *et al.*, 2017). Em um estudo feito com camundongos obesos foi possível observar uma melhora na sensibilidade a insulina e aumento no gasto energético após a administração de doses de *E. hallii* (UDAYAPPAN *et al.*, 2016).

Bacteroides spp.: Este gênero compõe aproximadamente 25% da população microbiana intestinal. São bactérias anaeróbicas, resistentes à bile e capazes de afetar o

sistema imunológico intestinal de forma direta, através da interação com o hospedeiro, ou indiretamente pela produção de moléculas capazes de alterar respostas imunológicas (SAARELA, 2019). Estudos vem sendo feitos com diferentes cepas desta espécie, como *B. fragilis* reconhecido por produzir polissacarídeo A (PSA), que é uma molécula imunomodulatória envolvida no desenvolvimento e na homeostase do sistema imunológico hospedeiro (EL HAGE *et al.*, 2017). Chang *et al.* (2019) afirmaram que esta bactéria demonstrou a redução de processos inflamatórios e efeito anticarcinogênico. No entanto algumas cepas parecem ser capazes de produzir fragilisina, uma molécula associada a fatores de risco para o desenvolvimento de câncer colorretal, segundo Barros *et al.* (2020a). A cepa *B. uniformis* é geralmente encontrada em abundância nas fezes de bebês saudáveis que são amamentados em comparação com a microbiota fetal de bebês que recebem fórmulas infantis, isto corrobora com a informação de que a amamentação reduz o risco de desenvolver obesidade e *diabetes mellitus* tipo 2 em crianças (FERNÁNDEZ-MURGA; SANZ, 2016). A cepa *B. uniformis* CECT7771 teve sua eficácia comprovada em um modelo de obesidade induzida pela dieta em camundongos, mostrando ser capaz de amenizar a disfunção metabólica e imunológica da obesidade (CANO *et al.*, 2012).

Clostridium spp.: Este gênero é estritamente anaeróbico e formador de esporos, pode utilizar um amplo espectro de substratos, incluindo celulose e açúcares. Várias cepas são exploradas por suas atividades metabólicas benéficas para o hospedeiro, como o *C. butyricum*, importante produtor de butirato. O *C. butyricum* faz parte da microbiota commensal do intestino humano e animal e já foram relatadas por diminuir a diarreia induzida pela quimioterapia em pacientes com câncer de pulmão e reduzir o sistema de resposta inflamatória sistêmica. A atuação probiótica do *C. butyricum* MIYAIRI 588 vem sendo averiguada em roedores, alguns animais de produção e humanos. Em camundongos esta cepa se mostrou capaz de estimular o sistema imunológico e proteger contra a infecção por *Escherichia coli*, colite experimental aguda e contra doenças hepáticas (SAARELA, 2019). Muitas cepas de *Clostridium* não toxigênicas são potencialmente probióticas, mas outras cepas como *C. perfringens* e *C. difficile* estão entre os patógenos mais prevalentes entre as doenças entéricas em humanos e animais (LIN *et al.*, 2019).

Enterococcus spp.: São comensais intestinais de humanos e animais que são usadas como probióticos e na produção de alimentos, no entanto, algumas espécies expressam inúmeros traços de virulência e mostram resistência a vários antibióticos

cl clinicamente importantes. A patogenicidade e a carga da doença causada por *Enterococcus* podem fazer deles más escolhas como probióticos (WANG *et al.*, 2020). Por outro lado, algumas cepas podem trazer benefícios à saúde do hospedeiro, como regulação imunológica, redução do colesterol sérico e síndrome do intestino irritável. A cepa *Enterococcus faecium* SF68 é uma das cepas de *Enterococcus* mais bem documentadas e eficazes para uso como probiótico (CAVALHEIRO *et al.*, 2015). *Enterococcus* são produtores de bacteriocinas com atividade antibacteriana, como por exemplo, a capacidade bem reconhecida de inibição de *Listeria* spp. em alimentos. Esta bactéria também é capaz de metabolizar citrato, o que resulta na formação de metabólitos com propriedades de aroma muito distintas, como por exemplo, diacetil, acetaldeído e acetoína, influenciando significativamente a qualidade dos alimentos fermentados. Estas características mostram aplicações importantes na tecnologia de alimentos (MORENO *et al.*, 2006).

Em um estudo desenvolvido por Alkalbani *et al.* (2019), foram isoladas bactérias lácticas da carne de peixes secos para posterior caracterização das propriedades probióticas. As cepas que mostraram resistência as condições simuladas de alta tolerância à digestão gastrointestinal foram selecionadas para produzir linguiças fermentadas de peixe. As linguiças foram produzidas, separadamente, com as cepas de *Enterococcus faecium* MF067509, *E. faecalis* KY962905 e *E. durans* KY962882. As linguiças preparadas com estas cepas apresentaram durante o período de armazenamento valores menores de pH e altas populações bacterianas, quando comparadas com linguiças inoculadas apenas com a cultura *starter* comercial. Conforme os resultados encontrados pelos autores, estas cepas apresentaram características probióticas promissoras, com potencial para ser usado pela indústria de processamento de carne para desenvolver novos alimentos fermentados funcionais.

As pesquisas com a utilização de novas cepas de NGP em formulações à base de carne ainda são limitadas. Sendo assim, estudos adicionais devem ser feitos para assegurar os benefícios à saúde trazidos pelo consumo dos produtos adicionados com estes microrganismos. Essa é uma área de pesquisa que deve ganhar atenção dos estudiosos no momento.

3.3 ENCAPSULAMENTO DE PROBIÓTICOS PARA APLICAÇÃO EM PRODUTOS CÁRNEOS

A encapsulação de probióticos é uma estratégia utilizada para proteger as células das condições adversas do meio, das baixas temperaturas de congelamento, do efeito bactericida do suco gástrico e outros meios ácidos, além de aumentar a estabilidade e manter a viabilidade da cultura durante a estocagem do produto (SIMEONI *et al.*, 2014). Esta técnica consiste num processo de revestimento de pequenas partículas, promovendo uma barreira física entre o material do núcleo (probiótico) e da parede, possibilitando a liberação do material encapsulado no sítio de ação adequado para exercer a função desejada (PRISCO; MAURIELLO, 2016).

Vários métodos de encapsulamento vêm sendo explorados, no entanto, a escolha do processo adequado dependerá da natureza do probiótico, das propriedades do material de parede e das características desejadas do produto final (AZEREDO, 2005). Simeoni *et al.* (2014) recomendam que o diâmetro das microcápsulas seja menor que 100 µm para não afetar as características sensoriais do alimento.

Diversos materiais podem ser utilizados como revestimento para aplicação em alimentos, como proteínas (soro de leite, proteína de soja, caseinato e gelatina) e carboidratos (amido, alginato, maltodextrina, pectina, inulina, goma arábica, quitosana carragenina, entre outras). Como nem todas as propriedades desejáveis podem ser alcançadas com apenas um tipo de material de parede, a mistura entre dois ou mais é uma prática comumente aplicada (KALSCHNE *et al.*, 2019). O agente encapsulante não deve ser tóxico, nem interagir com o material do núcleo, deve ser escolhido com base no método de encapsulação, além de apresentar um mecanismo de liberação satisfatório. (SIMEONI *et al.*, 2014). A natureza do material encapsulante influencia no tamanho das cápsulas, na taxa de transferência de calor e na higroscopicidade. Materiais mais viscosos produziram cápsulas mais esféricas, maiores e com menor transferência de calor. O tamanho das cápsulas tem influência positiva na higroscopicidade, ou seja, quanto maior a área superficial da cápsula, maior a capacidade de absorver umidade (SIPAILIENE; PETRAITYTE, 2017). Segundo Fritzen-Freire *et al.* (2012), a associação de prebióticos juntamente com proteínas lácteas durante a encapsulação, podem reduzir a umidade e a atividade de água nas cápsulas.

Várias são as técnicas que podem ser utilizadas para encapsular probióticos. Pode ser utilizada a extrusão, emulsificação, *spray-drying*, liofilização, entre outras. A técnica de encapsulamento por extrusão consiste em dispersar as bactérias em um meio através de um bocal de gotejamento, sob alta pressão, em uma solução contendo sais minerais para que ocorra a reação de gelificação (ACOSTA *et al.*, 2019). O alginato, a carragenina e a pectina são os materiais de parede mais utilizados. Esta técnica aumenta a viabilidade dos microrganismos encapsulados, entretanto é considerada de difícil aplicação em grande escala pela morosidade do processo (SIMEONI *et al.*, 2014).

O princípio da técnica de encapsulação de probióticos por emulsão se baseia na relação entre as duas fases, a fase contínua (óleo) e a fase descontínua (probióticos e a solução encapsulante), na presença de um surfactante. Os materiais de parede mais utilizados são o alginato, proteínas do leite e o caseinato (CAVALHEIRO *et al.*, 2015). Esta técnica produz microcápsulas de diâmetro reduzido, no entanto, não há uma padronização no tamanho e no formato delas (ACOSTA *et al.*, 2019).

A encapsulação pela técnica de secagem por spray, ou secagem por pulverização, é realizada através da atomização dos probióticos em solução polimérica, sob ar de secagem quente para evaporação instantânea da água (CAVALHEIRO *et al.*, 2015). Os polímeros mais utilizados nesta técnica são o amido e a goma arábica por formar microcápsulas mais esféricas, além de associações com proteínas. Este método é apropriado para aplicações industriais por ser altamente reprodutivo e produzir uma grande quantidade de material (VERRUCK *et al.*, 2017).

A liofilização é uma técnica que oferece maior estabilidade no armazenamento devido à baixa atividade de água, porém possui custo relativamente alto (ACOSTA *et al.*, 2019). O método empregado se baseia na sublimação de água congelada sob alto vácuo. Os materiais de parede mais indicados para esta técnica são o alginato de sódio, a goma gelana e o leite desnatado (CAVALHEIRO *et al.*, 2015). É comum a utilização de substâncias crioprotetoras capazes de reduzir a formação do gelo durante o congelamento. Entre as substâncias geralmente utilizadas estão a lactose, trealose, sorbitol, sacarose ou proteínas do leite (VERRUCK *et al.*, 2019).

Os probióticos encapsulados têm sido incorporados nos mais diversos alimentos, inclusive em matrizes cárneas, com o intuito de transformá-las em produtos mais saudáveis. A escolha do sistema de entrega dos probióticos dependerá das condições de processamento referentes ao produto cárneo, do tempo e condição de armazenamento e

da forma de preparação deste produto. Não menos importante, deve ser levado em consideração a tecnologia e as características sensoriais do produto da qual serão incorporados os probióticos (CAVALHEIRO *et al.*, 2015).

Em um estudo feito por Song *et al.* (2018), a bactéria *Bifidobacterium longum* foi encapsulado pela técnica de liofilização para produção de linguiças fermentadas funcionais. Para proteger o probiótico das baixas temperaturas foi utilizado o glicerol como um crioprotetor. Após 22 dias de maturação foi constatada a viabilidade de cerca de metade da população inoculada, redução da oxidação lipídica, maiores níveis de ácidos graxos insaturados e escores sensoriais superiores para cor, odor e sabor, em comparação com a amostra inoculada com cultura *starter* comercial.

Cavalheiro *et al.* (2020), avaliaram as características físico-químicas e microbiológicas de linguiças fermentadas secas com *Lactiplantibacillus plantarum* (anteriormente *L. plantarum*) encapsulado. Ao final do estudo foi constatado que após um período de 60 dias de armazenamento refrigerado a estratégia que utilizou a encapsulação em esferas de alginato, apresentou a maior contagem de células vivas, nível de oxidação lipídica mais baixo e melhores propriedades físicas. As outras estratégias avaliadas foram, inoculação como células livres, e encapsulação por emulsão simples (W/O) e emulsão dupla (W/O/W).

Muthukumarasamy e Holley (2007) avaliaram o efeito do encapsulamento de *Limosilactobacillus reuteri* e *Bifidobacterium longum*, conjuntamente com a culturas *starters* (*Pediococcus pentosaceus* e *Staphylococcus carnosus*), sobre a viabilidade de *E. coli* O157:H7 em linguiças fermentadas secas. O estudo mostrou que a encapsulação das bactérias probióticas assegurou a alta viabilidade das células durante o processo de fabricação, fermentação e secagem das linguiças. No entanto a formulação que utilizou apenas *L. reuteri* na sua forma livre, foi a única capaz de reduzir significativamente a população de *E. coli* patogênicas e aumentar a vida útil das linguiças fermentadas secas.

Em outro estudo Turhan *et al.* (2017), produziram um sucuk, espécie de linguiça seca picante comida nos Balcãs, com células encapsuladas e livres de *Lacticaseibacillus rhamnosus* e avaliaram, além da viabilidade probiótica, as características de qualidade do produto final. A produção de sucuk com *L. rhamnosus* microencapsulado foi considerada semelhante à sucuk tradicional em termos de propriedades texturais, físico-químicas e sensoriais. A técnica de microencapsulação melhora a sobrevivência dos microrganismos e contribui para a manutenção do número células probiótica.

Todos os estudos aqui descritos avaliaram a viabilidade dos probióticos utilizando diferentes formas de entrega e apresentaram as características do produto. A tecnologia de encapsulação representa uma estratégia promissora para a incorporação de culturas probióticas em produtos à base de carne, melhorando a viabilidade das células durante a produção, armazenamento e o consumo do alimento. Embora inúmeros artigos tenham sido publicados sobre a aplicação de bactérias probióticas encapsuladas em diferentes alimentos, este campo ainda necessita de mais pesquisas, como no desenvolvimento de materiais mais fáceis de manipular, mais estáveis e também mais baratos. Além disso, mais estudos devem ser realizados para avaliar os efeitos sobre a saúde do hospedeiro ao consumir produtos cárneos com bactérias probióticas encapsuladas, desta forma, confirmando a funcionalidade deste produto.

4 PÓS-BIÓTICOS EM PRODUTOS CÁRNEOS

Os probióticos possuem diversas aplicações em alimentos, entretanto as dificuldades encontradas em sua utilização, como a viabilidade probiótica, interações com compostos da matriz (KHANEGHAH *et al.*, 2020) e efeitos adversos causados pelo consumo de probióticos por pessoas de grupos de risco (SOTOUDEGAN *et al.*, 2019), acabam criando barreiras na utilização em alguns tipos de produtos. O termo probiótico não se aplica aos microrganismos inativados e nem aos subprodutos do metabolismo bacteriano (BARROS *et al.*, 2020b). Por outro lado, os pós-bióticos são capazes de expressar benefícios à saúde além da viabilidade inerente dos probióticos, comprovando que nem todos os mecanismos, nem benefícios clínicos, estão diretamente relacionados às bactérias viáveis, proporcionando uma ampla dimensão ao contexto probiótico (CUEVAS-GONZÁLEZ *et al.*, 2020). Este novo conceito representa um potencial tecnológico valioso para o desenvolvimento de produtos alimentícios, por serem considerados mais estáveis quanto às condições de processamento e armazenamento (BARROS *et al.*, 2020b), e mais seguros pela redução de riscos de translocação e infecção microbiana, demonstrado por alguns probióticos em consumidores com sistemas imunológicos desequilibrados (TAVERNITI; GUGLIELMETTI, 2011).

O termo pós-biótico é utilizado para se referir as preparações específicas de microrganismos inanimados e/ou seus componentes, que contribuem para promover um benefício à saúde do hospedeiro. Com informações detalhadas sobre o microrganismo

utilizado, a matriz inicial, o método de inativação e uma descrição da quantidade e da composição pós-biótica final. Esta definição abrange os componentes de células, incluindo pili, componentes da parede celular ou outras estruturas (SALMINEN *et al.*, 2021), como também os fatores solúveis bioativos (produtos ou subprodutos metabólicos) produzido por microrganismos durante o crescimento e a fermentação (MORADI *et al.*, 2020). Entre estes fatores solúveis podem ser encontrados ácidos graxos de cadeia curta (AGCCs), enzimas, peptídeos, ácidos orgânicos e polissacarídeos (AGUILAR-TOALÁ *et al.*, 2018). Sobre a produção de pós-bióticos, Salminen *et al.* (2021) sugerem métodos de inativação não térmica (campo elétrico pulsado, ultrassônica, alta pressão ou radiação ionizante), métodos de secagem por pulverização, vácuo ou fluidizada, ou então, pela aplicação combinada de tecnologias mais brandas.

As diferentes bioatividades apresentadas pelos pós-bióticos podem ser classificadas tanto por sua composição (lipídios, proteínas, vitaminas/cofatores) quanto por suas funções fisiológicas (imunomodulação, anti-inflamatório, hipocolesterolemia, anti-obesogênico, anti-hipertensivo, anti-proliferativo e antioxidante) (AGUILAR-TOALÁ *et al.*, 2018). Na maioria das vezes os pós-bióticos são derivados de *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, no entanto a cepa utilizada não precisa se qualificar como probiótico (enquanto viva) para que a sua versão inanimada possa ser aceita como um pós-biótico. Já foram investigados os potenciais efeitos benéficos que se encaixam na definição pós-biótica de cepas específicas de *Akkermansia muciniphila*, *Faecalibacterium prausnitzii*, *Eubacterium hallii* e o fungo *Saccharomyces boulardii* (SALMINEN *et al.*, 2021).

Os pós-bióticos podem ser utilizados na biopreservação de alimentos, prevenindo o crescimento de microrganismos deteriorantes e consequentemente estendendo a vida de prateleira deste produto, pela produção de metabolitos antimicrobianos, como ácidos orgânicos, peróxido de hidrogênio, exopolissacarídeos e bacteriocinas (MORADI *et al.*, 2020). O Quadro 3 traz alguns estudos demonstrando a aplicação de pós-bióticos em produtos de matriz cárnea.

Quadro 3. Pós-biótico em produtos cárneos.

Produto	Cepa	Pós-biótico	Principais resultados	Referência
Linguiça Beaker fermentada	<i>Lactococcus lactis</i>	Lacticina 3147	O tratamento com os íons Mn^{2+} e Mg^{2+} juntos aplicados na cepa <i>Lactococcus lactis</i> DPC 4275 antes da inoculação, potencializou o efeito da produção de bacteriocina lacticina 3147 por estimular o crescimento da cepa, e reduzir a sua sensibilidade a $NaNO_2$ e NaCl. Houve uma redução significativa de <i>S. aureus</i> MMPR3 e <i>Listeria innocua</i> DPC 1770 na linguiça inoculadas com cepa DPC 4275 produtora de bacteriocina.	(SCANNELL <i>et al.</i> , 2001)
Charque	<i>Lactococcus lactis</i> <i>subsp. Lactis</i>	Substância semelhante à nisina	A cepa <i>Lactococcus lactis</i> 69, anteriormente isolada de charque, mostrou-se capaz de crescer e produzir uma bacteriocina semelhante à nisina, em meio de cultura contendo 20% de NaCl. A bacteriocina produzida resistiu a temperatura de 100 °C e a presença de 1% p/v de agentes químicos, como também se mostrou estável numa ampla faixa de pH (2,0 a 10,0). Esta bacteriocina também foi capaz de inibir o crescimento <i>in vitro</i> de <i>L. monocytogenes</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> e outras bactérias halotolerantes isoladas do charque.	(BISCOLA <i>et al.</i> , 2013)

Salmão	<i>L. pentosus</i> 39	Substância semelhante à bacteriocina	<i>L. pentosus</i> 39 produz uma substância semelhante a bacteriocina (SSB). A aplicação em filés de salmão fresco, tanto de <i>L. pentosus</i> 39 quanto a SSB isolada, mostraram efeitos biopreservativos naturais contra patógenos psicotrópicos como a <i>Aeromonas hydrophila</i> e <i>Listeria monocytogenes</i> sob condições simuladas de quebra de cadeia de frio	(ANACARSO <i>et al.</i> , 2014)
Filé de frango	<i>L. plantarum</i> ST16Pa	Substância comparável à pediocina comercialmente pura	<i>L. plantarum</i> ST16Pa foi cultivado em meio de cultura contendo soro do queijo adicionado de farinha de soja como suplemento proteico. O sobrenadante livre de células (SLC) produzido a partir da fermentação foi aplicado na superfície de filés de peito de frango contaminados com <i>E. faecium</i> 711, mostrando alta eficiência antibacteriana durante 7 dias de armazenamento refrigerado, podendo ser comparada com a pediocina comercialmente pura.	(SABO <i>et al.</i> , 2017)
Embutidos cárneos	<i>Lactobacillus curvatus</i> ACU - 1	Bacteriocina sakacina G	Tripas naturais e artificiais foram avaliadas como carreadoras para aplicação da bacteriocina. Todas as tripas foram amplamente promissoras como suportes de aplicação de antibacterianos, sendo transportadores eficazes para serem usados em uma ampla gama de produtos cárneos.	(RIVAS <i>et al.</i> , 2018)

Carne moída	<i>L. acidophilus</i> LA5 <i>L. casei</i> 431 <i>L. salivarius</i>	Sobrenadante livre de célula (SLC)	<p>O <i>L. salivarius</i> SLC exibiu atividade antibacteriana significativa, já o <i>L. acidophylus</i> apresentou a produção de bacteriocina apenas em algumas cepas sensíveis e <i>L. casei</i> apresentou atividade antibacteriana fraca. Todos os pós-bióticos de <i>Lactobacillus</i> spp. exibiram redução do biofilme de <i>L. monocytogenes</i>, entre elas a cepa <i>L. salivarius</i> mostrou maior atividade devido a presença de ácido laurostárico, um potente surfactante. As três cepas testadas mantiveram sua atividade antimicrobiana acima de 50% numa ampla faixa de pH.</p> <p>Os MICs (Concentração Inibitória Mínima) de todos os pós-bióticos foram elevados em carne moída, especialmente o que foi produzido por <i>L. acidophilus</i> (45 mg/mL). Mostrando ser adequados para uso com aditivo em alimentos, desde que, esteja atrelado a outros obstáculos para inibição de microrganismos indesejáveis.</p>	(MORADI <i>et al.</i> , 2019)
-------------	--	------------------------------------	--	-------------------------------

Fonte: A autora (2021).

Embora existam diferentes funções fisiológicas que podem ser exploradas com aplicação de pós-bióticos, os estudos aqui mencionados focam majoritariamente na produção de bacteriocinas para o controle de patógenos em produtos cárneos. Scannell *et al.* (2001) investigou em seu estudo alguns métodos de enriquecimento pré-inoculação como forma de melhorar o crescimento e a produção de bacteriocina (lacticina 3147) por *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* DPC 4275, para aplicação em linguiças fermentadas. Os resultados deste estudo indicam que esta cepa poderia fornecer maior proteção, ou seja, produzir mais bacteriocina se fossem fornecidos íons de manganês e magnésio combinados em um período de ajuste frio antes da inoculação da mistura de carne. Biscola *et al.* (2013) objetivou em seu estudo o isolamento e caracterização de bactérias ácido lácticas produtoras de bacteriocina a partir de charque, testando a atividade contra diferentes bactérias isoladas neste mesmo produto, assim, prevendo a potencial aplicação tecnológica para a melhoria da qualidade deste produto de carne peculiar. Dois isolados (69 e 94) demonstraram ser produtoras de bacteriocina, portanto, foram testadas para a atividade antibacteriana contra as bactérias halofílicas e halotolerantes encontradas na própria matriz. O isolado 69 apresentou espectro mais amplo de atividade antibacteriana, sendo capaz de inibir, *in vitro*, todas as cepas de *L. monocytogenes* testadas, uma em cada três cepas de *Staphylococcus aureus* e doze de dezoito bactérias halotolerantes isoladas do charque, também mostrou ser capaz de sobreviver e produzir bacteriocinas em meio de cultura com até 20% de NaCl, evidenciando uma aplicação potencial como um obstáculo adicional na preservação do charque. Com a amplificação do DNA genômico foi possível identificar este isolado como sendo *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e a bacteriocina produzida por esta cepa mostrou ser 98% de similaridade ao gene nisina Z, uma das poucas bacteriocinas permitidas para aplicações em alimentos, como queijos e produtos cárneos.

Os produtos à base de matriz cárnea são altamente suscetíveis à contaminação bacteriana, causando uma redução em suas propriedades nutricionais, mudanças organolépticas indesejáveis e uma ameaça à saúde do consumidor, assim, a aplicação de pós-bióticos vem demonstrando sua eficiência no controle dos níveis de microrganismos patogênicos (MORADI *et al.*, 2019).

5 PREBIÓTICOS

Prebióticos são substrato utilizado seletivamente por microrganismos, trazendo benefícios à saúde do hospedeiro, segundo a definição da Associação Científica Internacional para Probióticos e Prebióticos (ISAPP) proposta em 2016. Conforme esta nova definição, os prebióticos não precisam necessariamente ser fibras (carboidratos) ou agir apenas na microbiota intestinal. Outras moléculas como polifenóis, ácidos graxos poli-insaturados (PUFA) e ácido linoleico conjugado (CLA) também podem atuar como prebióticos (GIBSON *et al.*, 2017).

Os prebióticos não são digeridos pelas enzimas digestivas humanas chegando intactos ao cólon, onde são seletivamente fermentados pelas bactérias intestinais, principalmente *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, desta forma regulam positivamente a composição e a atividade da microbiota intestinal (MOHANTY *et al.*, 2018). Como resultado do metabolismo destas fibras, são produzidos AGCCs (acetato, propionato e butirato). Esses AGCCs são cruciais para a saúde intestinal, pois são capazes de modular alguns aspectos da atividade metabólica, incluindo função colonocócica, homeostase intestinal, sistema imunológico, lipídios sanguíneos, apetite e fisiologia renal (GIBSON *et al.*, 2017). A presença destes compostos no cólon reduz o risco de desenvolvimento de diversas doenças como câncer de cólon, síndrome do intestino irritável, melhora a intolerância à glicose e a resistência à insulina (FARIAS *et al.*, 2019). Entre os prebióticos mais comuns da dieta estão a lactulose, galactooligosacarídeos (GOS), frutooligosacarídeos (FOS), xilooligosacarídeos (XOS) e inulina (GRANATO *et al.*, 2020). Os prebióticos podem ser encontrados naturalmente em frutas, vegetais, leguminosas e até no leite humano. Podem também ser obtidos sinteticamente por reações químicas e bioquímicas. A fermentação biotecnológica, através da síntese enzimática microbiana, vem sendo considerada uma boa alternativa para produção em grande escala com redução de custo e de forma sustentável (FARIAS *et al.*, 2019). Os prebióticos também podem ser obtidos de algas marinhas marrons, vermelhas e verdes, através do emprego de enzimas microbianas durante a extração (GURPILHARES *et al.*, 2019).

Os benefícios dos prebióticos sobre a saúde estão em constante atualização, porém o que se sabe até o momento é que são benéficos ao trato gastrointestinal (inibindo patógenos ou estimulando resposta imune), ao metabolismo cardíaco (reduzindo os níveis lipídicos no sangue e exercendo efeitos sobre a resistência à insulina), na saúde mental

(produção de metabólitos com influência na função cerebral, energia e cognição), nos ossos (melhorando a biodisponibilidade mineral), entre outros benefícios (GONZÁLEZ-HERRERA *et al.*, 2020).

As fibras dietéticas são consideradas boas fontes de prebióticos, mas vale ressaltar que nem todas as fibras dietéticas possuem propriedades prebióticas. Para que uma substância possa ser classificada como um prebiótico é necessária demonstração científica (*in vitro* e *in vivo*) dos critérios estabelecidos, como por exemplo, não deve ser absorvido na parte superior do trato gastrointestinal chegando intacta no cólon; resistir à acidez gástrica e a hidrólise enzimática; estimular seletivamente o crescimento e atividade de bactérias probióticas; e ser benéfico para a saúde do hospedeiro (MOHANTY *et al.*, 2018).

5.1 PREBIÓTICOS EM PRODUTOS CÁRNEOS

A reformulação de produtos cárneos tem como principal objetivo atender as exigências feitas por consumidores mais conscientes do reflexo que a dieta exerce sobre a saúde. As agências de saúde e órgãos reguladores têm estabelecido incentivos para o consumo de alimentos ricos em fibras e compostos bioativos e a redução de sal, gordura saturada e aditivos químicos. Com tudo, a remoção parcial ou total de alguns desses componentes pode levar a problemas tecnológicos, microbiológico e/ou sensorial (OZAKI *et al.*, 2020). A obtenção de produtos seguros, estáveis, com desempenho sensorial satisfatório e com apelo por um rótulo limpo, ou seja, menos ingredientes adicionados a formulação e mais natural possível, é um dos maiores desafios tecnológicos da indústria moderna (ASIOLI *et al.*, 2017). O Quadro 4 apresenta a utilização de prebióticos e potenciais prebióticos em produtos cárneos.

Inúmeros estudos vêm sendo realizados com o objetivo de enriquecer produtos cárneos com fibras alimentares, aumentando assim as razões nutricionais para serem incluídos numa dieta saudável (BALESTRA *et al.*, 2019). Os produtos cárneos requerem sal, gordura e aditivos para assegurar o bom desempenho das propriedades funcionais, como a formação de emulsão, formação de gel, capacidade de retenção de água, ligação de gordura, desenvolvimento de aroma e coloração típica (OZAKI *et al.*, 2020). A incorporação de ingredientes com propriedades extensoras, como as fibras, pode

contribuir com a estabilização de sistemas cárneos formado por carne, água e gordura melhorando o rendimento e a textura dos alimentos (BIS-SOUZA *et al.*, 2019a).

A gordura de porco (banha) é a principal fonte de gordura saturada em diferentes produtos de carne, e a substituição deste componente por óleos vegetais ou marinhos é uma alternativa interessante do ponto de vista nutricional. Entretanto, pode levar a alterações tecnológicas negativas, como por exemplo, na textura do alimento. Para melhorar as características dos produtos com substituição de gordura animal, técnicas para estruturação de óleos líquidos têm sido estudadas, como os géis de emulsão, por suas propriedades mecânicas sólidas semelhantes às de um gel (PAGLARINI *et al.*, 2018). Com base em suas propriedades tecnológicas, os prebióticos mais utilizados para produzir géis de emulsão em produtos cárneos com baixo teor de gordura e sódio são FOS, inulina, amido resistente e polidextrose (FELISBERTO *et al.*, 2015). Pintado *et al.* (2015) e Câmara *et al.* (2021) demonstraram resultados satisfatórios na elaboração de produtos cárneos emulsionados a base de inulina, alfa-ciclodextrina, e mucilagem de chia.

Segundo Paglarini *et al.* (2018), o uso de géis de emulsão é uma técnica muito promissora que pode apresentar grande potencial na redução ou na melhora do perfil lipídico dos produtos cárneos, devido ao aumento no teor de ácidos graxos monoinsaturados (MUFAs) e poli-insaturados (PUFAs). Esses óleos estruturados podem mimetizar os efeitos tecnológicos (firmeza e plasticidade) e sensoriais (palatabilidade) da gordura suína no produto (OZAKI *et al.*, 2020).

A reformulação de produtos de carne com utilização de fibras prebióticas como substituto de gordura é considerada uma excelente estratégia, devido a boa estabilidade e aceitação sensorial. Apesar dos benefícios tecnológicos alcançados, questões regulatórias para declaração de efeitos funcionais, quanto a constatação de evidências sobre a promoção à saúde relacionado ao consumo desse produto, devem ser considerados (OZAKI *et al.*, 2020).

5.2 PREBIÓTICOS DE NOVA GERAÇÃO

O termo prebiótico é normalmente atribuído aos carboidratos de baixo peso molecular, não digerido por enzimas digestivas e capaz de modular a microbiota intestinal humana. Com a atualização de 2016 feita pela ISAPP, este termo se tornou mais

abrangente e outros compostos passaram a ser avaliados como possíveis candidatos a prebióticos (BARROS *et al.*, 2020a).

Novas formas de obtenção vêm sendo desenvolvidas e aprimoradas, tornando os processos mais eficientes, sustentáveis e mais baratos para aplicação em larga escala, como a produção biológica de oligossacarídeos feita por microrganismos a partir da fermentação de resíduos agroindustriais (BARROS *et al.*, 2020a). Os resíduos gerados a partir do processamento de alimentos representam uma fonte rica e sustentável de ingredientes bioativos naturais que podem ser utilizados para produção de potenciais prebióticos, como a pectina da casca de laranja e os arabinosilanos presentes nos resíduos das destilarias e das cervejarias. Estes novos prebióticos também podem ser obtidos quimicamente ou através de modificações estruturais, alterando assim a sua funcionalidade pela aplicação de tratamentos de sonicação, alta pressão, acidificação, ação enzimática e oxidação (CUNNINGHAM *et al.*, 2021).

Os carboidratos continuam como a principal classe dos compostos prebióticos, sendo os oligossacarídeos aqueles considerados consolidados, como é o caso da inulina, dos FOS e dos GOS. Ingredientes com potencial prebiótico são o amido resistente, as mucilagens, a pectina, polidextrose, ciclodextrina, β -glucana, fibra de trigo, fibra de bambu, mucilagem de chia (BARROS *et al.*, 2020a), xilooligossacarídeos (XOS), isomaltoligossacarídeos (IMOS), glicooligossacarídeos, oligossacarídeos de soja, arabinosilano oligossacarídeos (AXOS), maltodextrina, rafinose, manitol, sorbitol (MANO *et al.*, 2017) e celulose microcristalina (NSOR-ATINDANA *et al.*, 2017).

Em um estudo feito por Dávila *et al.*, (2019), brotos de videira foram avaliados como uma nova fonte para produção de oligossacarídeos prebióticos, através do método de tratamento hidrotérmico para extração da sua principal fração hemicelulósica, os XOS. Este método é considerado um processamento amigável, pois não utiliza produtos químicos, sendo adequado para a indústria alimentícia. Uma etapa de purificação por filtragem de membrana foi necessária para remoção de compostos de baixa massa molar, como monossacarídeos e compostos fenólicos, como também compostos não sacarídeos liberados durante o processamento. A avaliação do efeito prebiótico foi realizada por meio da fermentação anaeróbica *in vitro* simulando as condições intestinais. Cerca de 80% dos oligossacarídeos foram consumidos, enquanto AGCC foram gerados (acetato, propionato e butirato) 48 horas após a fermentação. A dinâmica populacional de bifidobactérias foi monitorada por hibridização fluorescente *in situ* (FISH), e mostrou um

aumento de 14% deste grupo alvo, confirmando a atividade potencialmente prebiótica dos brotos de videira.

Zeng *et al.* (2018) demonstraram resultados positivos no crescimento de microrganismos probióticos (*L. plantarum* e *P. pentosus*) e na produção de AGCCs no intestino de camundongos alimentados com oligossacarídeos de konjac (KOS) preparados por hidrólise enzimática da farinha de konjac. A administração de KOS além de efeitos prebióticos demonstrou efeito imunomodulatório e antifatigante. Os resultados apresentados mostram que os KOS possuem potencial aplicação prebiótica e poderia ser utilizado como alimentos funcionais destinados a pessoas com trabalho irregular e de longa duração.

A evolução no campo prebiótico depende de novas fontes, novas técnicas de descoberta e avaliação, avanços de fabricação e formulação, mudanças regulatórias e políticas e influências na implementação em nutrição e saúde (CUNNINGHAM *et al.*, 2021).

Quadro 4. Prebióticos e potenciais prebióticos em produtos cárneos.

Produto	Local	Prebiótico ou potencial prebióticos	Principais Resultados	Referência
Linguiça fermentada seca com redução de gordura	Espanha	FOS de cadeia curta (FOS-CC)	O estudo mostrou que é possível produzir linguiças fermentadas com redução de até 58% da gordura com a adição de até 6% de FOS-CC sem afetar qualidade sensorial.	(SALAZAR <i>et al.</i> , 2009)
Linguiça tipo Frankfurters com gordura reduzida	Coreia	Óleos vegetais (azeite, soja, semente de uva, milho e canola) e fibra de farelo de arroz.	A adição de óleo vegetal mudou a composição lipídica. Os frankfurters com gordura reduzida formulados com óleo vegetal combinado com fibra de farelo de arroz tiveram aceitabilidade geral semelhante aos frankfurters tradicionais.	(CHOI <i>et al.</i> , 2010)
Linguiça fermentada com baixo teor de gordura	Brasil	Fibra de soja	Ao adicionar 2% de fibra de soja, foram observadas alterações na textura do produto. Além disso, houve uma redução significativa nos compostos voláteis relacionados à oxidação de lipídios, bem como um aumento na liberação de compostos voláteis relacionados aos aminoácidos.	(CAMPAGNOL <i>et al.</i> , 2013)
Linguiça prebiótica	Irã	β -glucana (BG), amido (A) e amido resistente (AR)	O AR teve efeito negativo sobre o rendimento do cozimento e aumentou a dureza das linguiças. Já a interação entre AR/BG/A apresentou efeito positivo no rendimento e a interação entre AR/BG produziu um produto com textura mais macia.	(SARTESHNIZI <i>et al.</i> , 2015)

Linguiça tipo Frankfurters com gordura reduzida	Espanha	Azeite, chia e agentes gelificantes frios (transglutaminase, alginato ou gelatina)	Frankfurters com géis de emulsão apresentaram melhorias no perfil lipídico, boas propriedades de ligação gordura-água e boa estabilidade durante o armazenamento. As propriedades sensoriais não foram afetadas pela incorporação de géis de emulsão, e todas as salsichas foram consideradas aceitáveis.	(PINTADO <i>et al.</i> , 2015)
Linguiça de Bolonha com baixo teor de gordura	Brasil	Fibra de trigo e aveia, inulina	A fibra de trigo aumentou a dureza e reduziu a coesividade. As pontuações para a impressão geral foram semelhantes à linguiça bolonesa controle. Este estudo mostrou que fibras podem ser usadas em substituição parcial de gordura saturada para produzir linguiças com baixo teor de gordura.	(BARRETTO <i>et al.</i> , 2015)
Linguiça fermentada seca com reformulação de gordura	Espanha	Emulsão gelificada de óleo de linhaça e carragenina com alto teor de ômega-3	O processo de reformulação não causou problemas de oxidação, e não foram relatadas diferenças perceptíveis para o sabor e suculência em relação a um produto tradicional, mostrando que é possível a produção de linguiças fermentadas secas enriquecidas com ácido α -linolênico pela incorporação de emulsão gelificada de óleo de linhaça.	(ALEJANDRE <i>et al.</i> , 2016)
Linguiça de frango fermentada a seco com redução de gordura	Brasil	Inulina	A adição de 7% de inulina como substituto parcial do óleo de milho melhorou o valor nutricional das linguiças formuladas com 52,9% de redução de gordura, resultando num produto com as características semelhantes aos produtos controle.	(MENEGAS <i>et al.</i> , 2017)

Linguiça fermentada seca com substituição de gordura	Sérvia	Inulina e PUFA	As linguiças com emulsão de inulina tiveram maior aceitabilidade geral no final do amadurecimento, assim a substituição de gordura por inulina pode ser considerada adequada. A emulsão de inulina apresentou alterações mais acentuadas no perfil da textura e parâmetros de cor e aumento da suscetibilidade à oxidação após um período de armazenamento.	(GLISIC <i>et al.</i> , 2019)
Linguiça de Bolonha com reformulação de gordura	Brasil	Géis de emulsão com óleo de soja, com agentes gelificantes (farinha de chia e/ou isolados de proteína de soja, inulina, carragenina)	Os géis de emulsão produzidos podem ser efetivamente usados como substituto da gordura de porco em produtos de carne mais saudáveis. A linguiça produzida pode ser caracterizada como produto com “reduzido teor de gordura total”, pois atingem uma redução de mais de 25%.	(PAGLARINI <i>et al.</i> , 2019)
Linguiça de Bolonha com teor de gordura reduzido	Brasil	Gel de emulsão rico em ácido oleico	A substituição da gordura de porco por gel de emulsão pode ser uma alternativa viável para a fabricação de embutidos. Foi possível reduzir os níveis de gordura e colesterol, melhorar o perfil de ácidos graxos sem afetar a qualidade sensorial, e ainda assim, melhor a qualidade tecnológica do produto.	(DA SILVA <i>et al.</i> , 2019)

Linguiça de Bolonha com redução de fosfato	Brasil	Mucilagem de chia em pó e em gel (GMC).	A adição de 2% de GMC proporcionou resultados satisfatórios, exceto no atributo cor, na produção de linguiça com baixo teor de gordura e ausência de fosfato, e proporcionou melhores parâmetros de estabilidade e textura.	(CÂMARA <i>et al.</i> , 2020)
Linguiça de Bolonha com baixo teor de gordura	Brasil	Gel de emulsão com mucilagem de chia e azeite de oliva	A substituição completa da gordura de porco por GMC e azeite de oliva, com redução de 50% de fosfato foi demonstrada ser tecnicamente possível.	(CÂMARA <i>et al.</i> , 2021)
Linguiça fermentada com sal reduzido	Brasil	Celulose microcristalina (CMC), amido resistente (AR) e fibra de aveia (FA)	A CMC pode melhorar a contagem de bactérias ácido láctico e juntamente com o AR mostrou efeito antioxidante. Este estudo demonstrou que CMC, AR e FA podem contribuir para o desenvolvimento de linguiça fermentada com redução de 25% de gordura e redução de sal (25% KCl; 75% NaCl).	(DOS SANTOS <i>et al.</i> , 2021)
Linguiças de Bolonha com redução no teor de gordura	Brasil	Gel de emulsão à base de monoestearato de glicerila (MEG) com óleo de girassol	Os resultados mostram que GE feitos com MEG com óleo de girassol podem ser usados como potenciais substitutos de gordura saturada em linguiças de Bologna.	(FERRO <i>et al.</i> , 2021)
Salame italiano de baixa gordura.	Brasil	Inulina, FOS e α -ciclodextrina	A substituição parcial de gordura pelas fibras dietéticas não mostrou efeito na perda de peso, Aw e pH durante o tempo de maturação. No entanto, a adição de até 2% α -ciclodextrina aumentou a leveza e reduziu a vermelhidão e a amarelção.	(BIS-SOUZA <i>et al.</i> , 2019b)

Hambúrgueres com baixo teor de gordura	Brasil	Emulsão hidrogelada (EH) de óleo de linhaça	A substituição de 20% de gordura de porco por EH melhorou o perfil de ácidos graxos dos hambúrgueres, sem causar grandes alterações nas propriedades tecnológicas. Os escores de aceitação e o perfil sensorial demonstraram que é possível substituir até 60% do toucinho suíno pelo EH.	(HECK <i>et al.</i> , 2016)
Hambúrguer de carne bovina com baixo teor de gordura	Brasil	Fibras de abacaxi com gel de emulsão feito com óleo de canola	A adição de fibras de abacaxi melhorou as características de cozimento, rendimento e os aspectos dos hambúrgueres com baixo teor de gordura, sem causar alterações na cor. Os resultados indicam que os hambúrgueres produzidos com fibras de abacaxi e emulsão de óleo de canola não diferiram do hambúrguer controle em nenhum atributo avaliado.	(SELANI <i>et al.</i> , 2016)
Hambúrgueres de carne com baixo teor de gordura	Canadá	Farinhas de grão de bico e lentilha verde (fonte de oligossacarídeos) micronizadas	A micronização das farinhas aumentou significativamente o teor de ácidos graxos ômega 3 e 6 nos hambúrgueres. As perdas por cozimento foram significativamente menores do que os hambúrgueres sem farinha adicionada.	(SHARIATI-IEVARI <i>et al.</i> , 2016)
Hambúrgueres com substituição de gordura animal por emulsões.	Brasil	Emulsões de óleos de gérmen de trigo e algas	A utilização de emulsões como substitutos da gordura da carne suína se mostrou eficaz na elaboração de hambúrgueres mais saudáveis. A emulsão de óleo de gérmen de trigo reduziu os conteúdos de AGS e MUFA e aumentou os PUFA (principalmente o ácido linoléico).	(BARROS <i>et al.</i> , 2021)

Patê de carne com baixo teor de gordura	Venezuela	β -glucana	A adição desta fibra aumentou a retenção de umidade e gordura, melhorando o rendimento durante o cozimento e conferindo maciez ao produto.	(PIÑERO <i>et al.</i> , 2008)
Massas de carne com redução de gordura e de sal.	Brasil	Inulina, FOS, polidextrose e amido resistente	A soma das fibras não desenvolveu efeito sinérgico em relação à estabilidade da emulsão. Uma maior liberação líquida após o cozimento foi observada.	(FELISBERTO <i>et al.</i> , 2015)
Emulsões cárneas com baixo teor de gordura	Brasil	Fibra de celulose amorfa	Foi possível obter produtos com baixo teor de gordura (cerca de 50% de redução de gordura) com propriedades tecnológicas semelhantes à amostra padrão, utilizando 1,3 g/100 g de fibra de celulose amorfa.	(SCHMIELE <i>et al.</i> , 2015)
Emulsões de carne com reivindicação funcional	Brasil	Carragenina, pectina e inulina.	Géis de emulsão foram produzidos para substituição de gordura suína. A inulina forneceu ao produto uma reivindicação funcional devido aos benefícios da ingestão de fibras, e o óleo de soja melhorou o perfil lipídico.	(PAGLARINI <i>et al.</i> , 2018)
Emulsões cárneas com substituição de gordura	Brasil	Gel de emulsão contendo óleo de canola, fibra de bambu, inulina, pele de porco, polidextrose, α -ciclodextrina.	A fibra de bambu e a α -ciclodextrina tiveram os efeitos mais significativos na estabilidade da emulsão. A pele de porco aumentou o reforço da rede de gel fornecida pelo colágeno. A inulina e a polidextrose contribuíram de forma menos eficaz na estabilidade.	(DOS SANTOS <i>et al.</i> , 2020)

Fonte: A autora (2021).

6 PRODUTOS CÁRNEOS SIMBIÓTICOS

O conceito simbiótico foi introduzido há mais de 25 anos por Gibson e Roberforid (1995), e esta definição envolvia a ideia de que probióticos e prebióticos poderiam ser administrados em conjunto para oferecer benefícios a saúde do hospedeiro, através de mecanismos que melhoravam a sobrevivência e implementação dos probióticos no trato gastrointestinal. A definição original, por vezes, causava confusão entre as partes interessadas, referente o que de fato constituía um simbiótico. Com o objetivo de esclarecer e orientar sobre o uso apropriado deste termo, em maio de 2019 a Associação Científica Internacional de Probióticos e Prebióticos (ISAPP), composta por um painel de nutricionistas, fisiologistas e microbiologistas, atualizou a definição de simbiótico, como sendo uma mistura composta de probióticos e substratos seletivamente utilizados pelos microrganismos comensais, capazes de conferir benefício à saúde do hospedeiro. Conforme exposto pelos cientistas que compunham a ISAPP, o termo simbiótico deve ser visto como uma inovação tecnológica projetada para potencializar os efeitos de cada um dos seus componentes (SWANSON *et al.*, 2020).

Conforme Kolida e Gibson (2011), os produtos simbióticos podem atuar de duas maneiras distintas conforme a interação entre as partes componentes. A abordagem simbiótica complementar é realizada quando o prebiótico selecionado atua estimulando seletivamente as concentrações dos componentes benéficos da microbiota, ou seja, pode promover indiretamente o crescimento e a atividade do probiótico. A simbiose sinérgica é feita quando o prebiótico é cuidadosamente escolhido para estimular o crescimento e a atividade exclusivamente do probiótico administrado em conjunto. Estas duas categorias de produtos simbióticos diferem quanto a quantidade de prebiótico utilizado e a forma de entrega do produto simbiótico. Para a abordagem simbiótica complementar, probiótico e prebiótico agem de forma isolada, por isso a dose de prebiótico utilizado deve ser relativamente alta (comumente mais de 6 g d⁻¹ para adultos), para que possa produzir um efeito na microbiota intestinal, assim, exclui-se a forma de entrega por encapsulamento. Já na abordagem simbiótica sinérgica o produto é tido como um só, e a dose utilizada de prebiótico é menor, apenas para que seja cumprido seu objetivo único de melhorar a sobrevivência e o estabelecimento do microrganismo probiótico.

A potencial sinergia entre probióticos e prebióticos foi considerada eficiente devido à melhora da sobrevivência e implantação dos probióticos no sistema

gastrointestinal. A principal razão para a vantagem dos simbióticos é que, na ausência de prebióticos, os probióticos podem não sobreviver devido à intolerância ao oxigênio, ao baixo pH e à temperatura desfavorável (SHAFI *et al.*, 2014). Além disso, os simbióticos têm potencial para controlar infecções, devido à produção de substâncias resultantes da fermentação por probióticos no intestino grosso (BENGMARK; GARCÍA DE LORENZO; CULEBRAS, 2001). Também são considerados úteis para o aprimoramento da funcionalidade das barreiras epiteliais e para modificação no ecossistema bacteriano (RITCHIE; ROMANUK, 2012). Embora os probióticos também funcionem no intestino delgado, os prebióticos são direcionados exclusivamente para melhorar a flora microbiana no intestino grosso. Em um produto simbiótico ideal, uma relação sinérgica é desenvolvida entre microrganismos vantajosos (probióticos) e substratos selecionados (prebióticos) e, devido a essa relação sinérgica, a atividade probiótica é aumentada. Esta ação reforçada de probióticos fornece resultados desejados contra uma doença direcionada (CHAUHAN; CHORAWALA, 2012; SHAFI *et al.*, 2014).

A inulina e os FOS apresentam efeito bifidogênico no sistema gastrointestinal, ou seja, estimulam o crescimento das bifidobactérias, assim suprimem a atividade de outras bactérias, como *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* e o gênero *Proteus*. O crescimento de bifidobactérias leva à redução do pH em virtude da produção de ácidos, tendo como efeito a diminuição do número de bactérias patogênicas ou nocivas, atenuando, conseqüentemente, a formação de metabólitos tóxicos (OLIVEIRA, 2014b).

O conceito de simbióticos oferece um potencial de maior eficácia aos alimentos funcionais, explorando as vantagens não apenas na saúde, mas também quanto à estabilidade do produto durante o armazenamento. A introdução de um prebiótico no produto deve teoricamente melhorar a viabilidade do probiótico. No entanto, alguns problemas podem causar alterações indesejadas como por exemplo, na textura do alimento, devido à redução do pH provocado pela produção de lactato e AGCCs durante a fermentação do prebiótico, e nas propriedades organolépticas, causadas pela fermentação por culturas *starters*, levando a uma diminuição na quantidade de substratos disponíveis para os microrganismos probióticos (KOLIDA; GIBSON, 2011).

O Quadro 5 traz alguns resultados alcançados com a utilização de simbióticos em produtos cárneos. Bis-Souza *et al.* (2020), avaliaram o uso de *L. casei* SJRP66 e *L. casei* SJRP169 no processo de fermentação de salame italiano de baixo teor de gordura com FOS. Estas cepas são heterofermentativas e por isso produzem uma variedade de ácidos

orgânicos. *L. casei* SJRP66 produz mais ácidos cítricos e pirúvicos, já o *L. casei* SJRP169 produz mais ácido láctico. Estas cepas apresentaram maior viabilidade em pH 4,5 e baixa temperatura (15 °C) e se mostram tolerantes as condições adversas, como as condições simuladas do trato gastrointestinal a um pH de 2,5. A cepa *L. casei* SJRP169 apresentou maior tolerância à presença de NaCl e esta é uma característica importante para a produção de produtos de carne fermentada. A adição de *L. casei* SJRP66 e *L. casei* SJRP169 não demonstraram efeito na diminuição do pH durante o tempo de maturação em relação à amostra controle, mas cresceram mais rapidamente do que a cultura comercial utilizada como controle, e após 18 dias de maturação apresentaram alta viabilidade, atingindo 8 Log UFC/g.

Pérez-Burillo *et al.* (2019), realizaram um estudo para avaliar o desempenho de diferentes tipos de fibras (fibra cítrica, inulina e arabinogalactana) na produção de AGCCs após a digestão *in vitro* de um salame contendo *L. rhamnosus* como cultura *starter* probiótica. Os resultados obtidos sugerem que a incorporação de fibras dietéticas aumentou a capacidade antioxidante e a produção de AGCCs, também reduziu a abundância dos gêneros *Escherichia* e *Shigella* durante a fermentação pela microbiota intestinal. Poucos trabalhos foram desenvolvidos até hoje com a utilização de produtos cárneos como veículo para administração dos simbióticos, porém os resultados são muito promissores. Além disso, futuros trabalhos experimentais devem ser desenvolvidos para avaliar não apenas o efeito do prebiótico sobre o probiótico, mas os efeitos desses produtos também sobre o hospedeiro.

Quadro 5. Produtos cárneos simbióticos.

Produto	Local	Probiótico	Prebiótico	Principais Resultados	Referência
Linguiça fermentada seca (<i>Longaniza de Pascua</i>)	Espanha	<i>L. casei</i> CECT475	Fibra de laranja	A adição de fibra de laranja e <i>L. casei</i> acelerou a redução do pH e a liberação de ácidos orgânicos e glicerol. As linguiças produzidas apresentaram melhores pontuações sensoriais e forneceram maiores garantias de segurança alimentar.	(SAYAS-BARBERÁ <i>et al.</i> , 2012)
Linguiça fermentada com baixo teor de gordura	Brasil e Espanha	<i>L. paracasei</i> <i>L. rhmanosus</i>	FOS	As cepas de <i>Lactobacillus</i> e fibras prebióticas (FOS) exerceram efeito positivo na qualidade sensorial das linguiças por contribuir para o aroma e a estabilidade do perfil volátil de embutidos.	(BIS-SOUZA <i>et al.</i> , 2019c)
Linguiça fermentada seca	Brasil	<i>L. paracasei</i> LPC02	Lactulose	As linguiças fermentadas secas produzidas apresentaram qualidades tecnológicas, microbiológicas e sensoriais semelhantes ao tradicional “salaminho”.	(COELHO <i>et al.</i> , 2019)
Linguiça cozidas	México	<i>E. faecium</i> <i>P. pentosaceus</i>	Farinha de casca de pera de cacto ou farinha de maçã	As linguiças inoculadas com as microcápsulas contendo coprodutos agroindustriais e microrganismos termotolerantes apresentaram maiores populações de bactérias ácido lácticas, refletindo em menores contagens de coliformes.	(BARRAGÁN-MARTÍNEZ <i>et al.</i> , 2020)

Linguiça fermentada a seco (<i>Longaniza de Pascua</i>)	Argentina e Espanha	<i>L. plantarum</i>	Farinha de castanha	A adição de farinha de castanha reduziu o pH e o nitrito residual das linguiças, também aumentou as contagens de bactérias produtoras de ácido láctico. <i>L. plantarum</i> se adaptou ao ecossistema, por isso este produto parece ser um bom carreador para o probiótico.	(SIRINI <i>et al.</i> , 2020)
Linguiça fermentada tipo <i>Salchichón</i> com redução de gordura	Brasil e Espanha	<i>L. paracasei</i> <i>L. rhamnosus</i>	FOS	A adição de FOS contribuiu para estabilidade e segurança da linguiça fermentada produzida com redução de gordura de até 29%. O produto apresentou características sensoriais semelhantes às formulações típicas de <i>Salchichón</i> espanhol.	(BIS-SOUZA <i>et al.</i> , 2020)
Salame probiótico	Espanha e EUA	<i>L. rhamnosus</i>	Fibra cítrica, inulina e arabinogalactana	A adição de fibras ao salame aumentou a produção de AGCCs durante a fermentação e reduziu a população de <i>Escherichia</i> na microbiota intestinal humana simulada <i>in vivo</i> .	(PÉREZ-BURILLO <i>et al.</i> , 2019)
Hamburguer de frango	Brasil	<i>L. acidophilus</i>	Farinha de okara	Os resultados mostram que a utilização de probiótico e farinha de okara possibilitou a produção de um produto seguro, com boas características físico-químicas e sensoriais na ausência de sais de cura.	(BOMDESPACHO <i>et al.</i> , 2014)

Fonte: A autora (2021).

7 ESTUDOS *IN VIVO* COM PRODUTOS CÁRNEOS FUNCIONAIS

A maioria dos estudos feitos com a adição de probióticos em produtos cárneos fermentados foca na segurança microbiológica, nas características físico-químicas e sensoriais do produto, poucos estudos relatam os efeitos do consumo desses produtos na saúde do hospedeiro. Para Khan *et al.* (2011), o principal motivo seria o fato de os testes *in vivo* serem caros, requererem mais tempo para experimentação e aprovação por comitês de ética. Porém, alguns estudos *in vivo* com produtos cárneos funcionais foram realizados e estão reportados no Quadro 6.

Thøgersen *et al.* (2018), investigaram o efeito do enriquecimento de linguiças suínas com inulina nas respostas metabólicas endógenas e a influência na atividade da microbiota intestinal de ratos saudáveis. Através de análises metabólicas em amostras fecais e plasmáticas foi possível detectar um aumento nos níveis de AGCCs, principalmente acetato e butirato, quando comparado com a dieta controle (linguiça sem enriquecimento). Os autores observaram um aumento nos níveis de *Bifidobacterium*, confirmando a propriedade prebiótica presente na inulina através do seu efeito bifidogênico. Foram detectados também, níveis aumentados do gênero *Lachnospiraceae* após o consumo de linguiça enriquecida com inulina, este gênero é reconhecido por sua capacidade de produção de AGCC. Este estudo não pode apontar a redução do risco de câncer colorretal, pois não avaliou estes biomarcadores, entretanto, baseado em estudos anteriores que indicaram uma associação entre câncer colorretal e níveis reduzidos de bifidobactérias no intestino, se pressupõe que a composição da microbiota intestinal modificada, como também, o conteúdo fecal de AGCC podem modular positivamente a influência do consumo de produtos de carne processado na homeostase do cólon.

Thøgersen *et al.* (2020a) continuaram a investigação sobre o enriquecimento de linguiças com inulina, mas desta vez referente ao efeito redutor da inulina sobre a excreção de compostos nitrosos. Baseado em suspeitas sobre o consumo de carne vermelha e processada com o aumento do risco de desenvolvimento de câncer colorretal, e indicações dos benefícios para a saúde do cólon alcançados com a inclusão de fibras alimentares em produtos cárneos processados. Este estudo teve como objetivo principal demonstrar a atuação protetora da inulina na formação endógena de compostos possivelmente carcinogênicos após a ingestão de linguiças enriquecidas com este carboidrato. Alguns parâmetros foram avaliados para melhor compreensão, como os

níveis fecais de compostos nitroso, o metaboloma do fígado, bem como marcadores de oxidação de lipídios e proteínas no plasma e no fígado. Os resultados indicaram uma redução nos níveis fecais de ATNC (compostos nitrosos totais aparentes), nitrosotióis e FeNO (nitrosilo complexo de ferro). Nenhum efeito da fortificação com inulina na linguiça de porco foi encontrado nos produtos finais da oxidação de lipídios e proteínas, nem em amostras de plasma ou fígado, nem na digestão *in vitro* de dietas experimentais. Os autores sugerem que o aumento na disponibilidade de carboidratos fermentáveis, como a inulina, pode atenuar a formação de produtos da fermentação de proteínas por bactérias do cólon com atividade redutora de nitrato ou nitrito, reduzindo assim, a disponibilidade dos substratos para formação de compostos nitrosos no intestino. Este estudo mostra que a inclusão de fibras pode ser uma ferramenta estratégica na redução dos potenciais efeitos prejudiciais à saúde, associados à carne na homeostase do cólon.

Pérez-Burillo *et al.* (2020) avaliaram os efeitos da ingestão diária de 30g de salame probiótico, utilizando *L. rhamnosus* como cultura *starter* e suplementado com fibras (pectina, celulose e hemicelulose), durante um período de intervenção de 4 semanas em voluntários saudáveis. Após este período foi constatado uma redução nos marcadores de processos inflamatórios, proteína c-reativa (CRP) e fatores de necrose tumoral alfa (TNF α), mostrando uma melhora no estado inflamatório destes participantes. Um aumento significativo nos níveis de butirato também foi identificado, e isto pode estar relacionado com as fibras adicionadas à formulação, pois estas, servem de substrato para as bactérias comensais, resultando na produção AGCCs. A análise molecular direcionada ao rRNA 16S mostrou um aumento não significativo na concentração de *Faecalibacterium*, *Eubacterium*, *Clostridium XIVa* e *Intestinimonas* entre outras bactérias produtoras de butirato. Mesmo que não relevante, este aumento poderia atuar em sinergia com outros produtores, e isto explicaria o aumento significativo nos níveis de butirato após o consumo do salame, reforçando a ideia de que o salame probiótico melhora a funcionalidade da microbiota intestinal. Além disso, foram identificadas cepas de *L. rhamnosus* nas fezes dos voluntários, os autores sugerem que este probiótico foi capaz de resistir as condições hostis do trato gastrointestinal e apresentar efeito funcionas. No entanto, Pérez-Burillo *et al.* (2020), salientam que para efeitos mais significativos o período de intervenção deveria ser maior do que 4 semanas, o experimento deveria ter sido feito com mais pessoas e que pessoas portadoras de inflamação intestinal deveriam fazer parte do ensaio.

Quadro 6. Estudos *in vivo* com produtos cárneos funcionais

Produto	Marcador da análise <i>in vivo</i>	Probiótico	Prebiótico	Principais Resultados	Referência
Salame	Níveis fecais de <i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Bifidobacterium</i> sp. <i>Lactobacillus</i> spp.	-----	A fermentação do salame com <i>L. acidophilus</i> resultou na redução dos níveis fecais <i>Listeria</i> .	(MAHONEY; HENRIKSSON 2003)
Carne bovina cozida e moída	Análise da concentração de ácidos orgânicos, fenol, p-cresol no ceco de ratos. Também o conteúdo fecal total de fibra alimentar.	-----	Celulose, fibra de batata e amido	Esse estudo investigou os efeitos que uma dieta a base carne vermelha e prebióticos (separadamente) pode surtir sobre a microbiota de ratos saudáveis. O estudo mostrou efeitos distintos para cada um dos prebióticos no ambiente colônico.	(PATURI <i>et al.</i> , 2012)
Linguças suínas enriquecidas com inulina	Avaliação fecal e plasmática por espectroscopia RMN e avaliação da composição da microbiota fecal por sequenciamento de amplicon do gene 16S rRNA.	-----	Inulina	O estudo revelou que a inulina foi capaz de modificar a microbiota intestinal de ratos saudáveis levando a mudanças no metaboloma fecal e plasmático. Foi constatado um aumento na concentração fecal de <i>Bifidobacterium</i> .	(THØGERSEN <i>et al.</i> , 2018)

Linguiça defumada fermentada e presunto	Alterações no ceco	-----	Inulina	Houve redução significativa da redução de pólipos intestinais nos animais que ingeriram a carne com prebiótico em relação ao controle.	(FERNÁNDEZ <i>et al.</i> , 2019)
Salame	Marcadores inflamatórios proteína c-reativa (CRP) e fatores de necrose tumoral alfa (TNF α), plasmáticos antioxidantes	<i>L. rhamnosus</i> HN001	Fibras cítrica adicionada (pectina, celulose e hemicelulose)	Houve redução nos marcadores de processos inflamatórios, CRP e TNF α . Um aumento significativo nos níveis de butirato também foi identificado.	(PÉREZ-BURILLO <i>et al.</i> , 2020)
Linguiça de porco	Níveis fecais de ATNC, nitrosotióis e FeNO Marcadores de oxidação (lipídica e proteica) no plasma e no fígado.	-----	Inulina	A administração de linguiça enriquecida com inulina para ratos reduziu o teor fecal de compostos nitrosos, indicando um efeito protetor contra a formação destes compostos.	(THØGERSEN <i>et al.</i> , 2020a)
Linguiça de porco	Marcador de reabsorção óssea e níveis fecais de AGCC	-----	Leite rico em inulina e cálcio	O enriquecimento de inulina aumentou a concentração fecal de AGCC. O mineral do leite reduziu a concentração de compostos nitroso nas fezes.	(THØGERSEN <i>et al.</i> , 2020b).

Fonte: A autora (2021).

8 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os embutidos cárneos fermentados se enquadram perfeitamente na tendência de consumo atual, devido à sua praticidade, versatilidade e composição nutricional. Nesse sentido, a adição de componentes funcionais torna-se uma tendência no desenvolvimento de produtos cárneos com apelo mais saudável, agregando valor a este alimento e oferecendo benefícios adicionais à saúde do consumidor.

A adição de probióticos e prebióticos aos embutidos aumenta a qualidade nutricional e melhora as propriedades tecnológicas destes produtos. A presença de microrganismos probióticos auxilia na manutenção da segurança microbiológica, tornando possível a redução de aditivos químicos nas formulações. Os prebióticos podem atuar também na estabilização da emulsão cárnea, mimetizando propriedades tecnológicas semelhantes à gordura animal, melhorando assim, o rendimento e a textura dos alimentos. O uso combinado entre probióticos e prebióticos, constituem os chamados simbióticos, considerados uma verdadeira inovação tecnológica, através da ação potencializada de cada um dos seus componentes, resultando na melhoria da sobrevivência e implantação dos probióticos no sistema gastrointestinal do hospedeiro.

Com a aplicação de tecnologias, como o encapsulamento, que protegem os probióticos das condições extremas durante as etapas de processamento (fermentação e secagem), armazenamento e digestão, a dose ideal de células pode ser administrada através da ingestão de uma porção (50 gramas) ao dia deste embutido. Garantindo os benefícios probióticos à saúde do consumidor, dentro do recomendável para uma dieta saudável.

O conceito pós-biótico apresenta um potencial de aplicação valioso para a indústria de alimentos, proporcionando um contexto mais amplo ao conceito probiótico, estendendo os benefícios gerados à saúde para além da viabilidade dos microrganismos.

Mais estudos *in vivo* devem ser realizados para comprovação dos efeitos benéficos gerados à saúde pelo consumo de produtos cárneos funcionais. Sendo este um grande campo para pesquisas futuras.

REFERÊNCIAS

- ACOSTA, B. C. *et al.* Encapsulação de probióticos: características e aplicações. *In: SIMPÓSIO EM SAÚDE E ALIMENTAÇÃO*, 3, 2019, Chapecó. Universidade Federal da Fronteira Sul, 2019.
- AGÜERO, N. L. *et al.* Technological Characterisation of Probiotic Lactic Acid Bacteria as Starter Cultures for Dry Fermented Sausages. **Foods** **2020**, v. 9, n. 5, 2020. <https://doi.org/10.3390/foods9050596>
- AGUILAR-TOALÁ, J. E. *et al.* Postbiotics: An evolving term within the functional foods field. **Trends in Food Science and Technology**, v. 75, p. 105-114, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.03.009>
- ALEJANDRE, M. *et al.* Linseed oil gelled emulsion: A successful fat replacer in dry fermented sausages, **Meat Science**, v. 121, p. 107-113, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.05.010>
- ALKALBANI, N. S. *et al.* Isolation, identification, and potential probiotic characterization of isolated lactic acid bacteria and *in vitro* investigation of the cytotoxicity, antioxidant, and antidiabetic activities in fermented sausage. **Microbial Cell Factories**, v. 18, p. 188, 2019. <https://doi.org/10.1186/s12934-019-1239-1>
- ALMEIDA, D. *et al.* Evolving trends in next-generation probiotics: a 5W1H perspective. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 60, n. 11, 2020. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1599812>
- ANACARSO, I. *et al.* A bacteriocin-like substance produced from *Lactobacillus pentosus* 39 is a natural antagonist for the control of *Aeromonas hydrophila* and *Listeria monocytogenes* in fresh salmon fillets. **LWT – Food Science and Technology**, v. 55, n. 2, p. 604-611, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.10.012>
- ANJO, D. F. C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 3, n. 2, p. 145-154, 2004.
- ASIOLI, D. *et al.* Making sense of the "clean label" trends: A review of consumer food choice behavior and discussion of industry implications. **Food Research International**, v. 99, p. 58-71, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.07.022>
- AYYASH, M. *et al.* *In vitro* investigation of health-promoting benefits of fermented camel sausage by novel probiotic *Lactobacillus plantarum*: A comparative study with beef sausages. **LWT – Food Science and Technology**, v. 99, p. 346-354, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.09.084>
- AZEREDO, H. M. C. Encapsulação: Aplicação à Tecnologia de Alimentos. **Alimentos e Nutrição**, v. 16, n. 1, p. 89-97, 2005.
- BALESTRA, F. *et al.* Chapter 10: Applications in Meat Products. *In: Galanakis, C. M. Dietary Fiber: Properties, Recovery, and Applications*. Viena, AUT: Academic Press, 2019. p. 313-344.

BARRAGÁN-MARTÍNEZ, L. P. *et al.* Probiotication of cooked sausages employing agroindustrial coproducts as prebiotic co-encapsulant in ionotropic alginate–pectin gels. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 55, n. 3, p. 1088-1096, 2020. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14259>

BARRETTO, A. C. S. *et al.* Effect of the addition of wheat fiber and partial pork back fat on the chemical composition, texture and sensory property of low-fat bologna sausage containing inulin and oat fiber. **Food Science and Technology**, v. 35, n. 1, 2015. <https://doi.org/10.1590/1678-457X.6496>

BARROS, C. P. *et al.* Probióticos, Prebióticos, Paraprobióticos e Pós-bióticos de Nova Geração. In: CRUZ, A.G. *et al.* **Probióticos e Prebióticos Desafios e Avanços**. Rio de Janeiro, RJ: Setembro Editora, 2020a. p. 24-51.

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, 2020b. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2019.12.003>

BARROS, J. C. *et al.* Healthy beef burgers: Effect of animal fat replacement by algal and wheat germ oil emulsions. **Meat Science**, v. 173, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108396>

BENGMARK, S. Use of pro-, pre-, and synbiotics in the ICU – Future options. **Nutrición Hospitalaria**, v. 6, p. 239-256, 2001.

BISCOLA, V. *et al.* Isolation and characterization of a nisin-like bacteriocin produced by a *Lactococcus lactis* strain isolated from charqui, a Brazilian fermented, salted and dried meat product. **Meat Science**, v. 93, n. 3, p. 607-613, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.11.021>

BIS-SOUZA, C. V. *et al.* New strategies for the development of innovative fermented meat products: a review regarding the incorporation of probiotics and dietary fibers. **Food Reviews International**, v. 35, n. 5, p. 467-484, 2019a. <https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1584816>

BIS-SOUZA, C. V. *et al.* Can dietary fiber improve the technological characteristics and sensory acceptance of low-fat Italian type salami? **Journal of Food Science and Technology**, v. 57, p. 1003-1012, 2019b. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04133-6>

BIS-SOUZA, C.V. *et al.* Volatile profile of fermented sausages with commercial probiotic strains and fructooligosaccharides. **Journal of Food Science and Technology**, n. 56, p. 5465-5473, 2019c. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04018-8>

BIS-SOUZA, C.V. *et al.* Impact of fructooligosaccharides and probiotic strains on the quality parameters of low-fat Spanish *Salchichón*. **Meat Science**, v. 159, p. 107936, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107936>

BLAIOTTA, G. *et al.* Production of probiotic bovine salami using *Lactobacillus plantarum* 299v as adjunct. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 98, n. 6, p. 2285-2294, 2017. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8717>

BOMDESPACHO, L. Q. *et al.* Evaluation of the use of probiotic acid lactic bacteria in the development of chicken hamburger. **International Food Research Journal**, v. 21, n. 3, p. 965-972, 2014.

BRASIL. Portaria nº. 398, 30 de abril de 1999. Diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 abr. 1999. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/1999/prt0398_30_04_1999.html. Acessado em: 24 fev. 2021.

BRASIL. Resolução nº. 241, 26 de julho de 2018. Requisitos para comprovação da segurança e dos benefícios à saúde dos probióticos para uso em alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 27 jul. 2018. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/34379910/doi-2018-07-27-resolucao-da-diretoria-colegiada-rdc-n-241-de-26-de-julho-de-2018-34379900. Acessado em: 24 fev. 2021.

CÂMARA, A. K. F. I. *et al.* Reducing phosphate in emulsified meat products by adding chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage in powder or gel format: A clean label technological strategy. **Meat Science**, v. 163, p. 108085, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108085>

CÂMARA, A. K. F. I. *et al.* Olive oil-based emulsion gels containing chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage delivering healthy claims to low-saturated fat Bologna sausages. **Food Structure**, v. 28, p. 100187, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.foostr.2021.100187>

CAMPAGNOL, P. C. B. *et al.* The Effect of Soy Fiber Addition on the Quality of Fermented Sausages at Low-Fat Content. **Journal of Food Quality**, v. 36, n. 1, p. 41-50, 2013. <https://doi.org/10.1111/jfq.12013>

CANI, P. D; HUL, M. V. Novel opportunities for next-generation probiotics targeting metabolic syndrome. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 32, p. 21-27, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2014.10.006>

CANI, P. D; DE VOZ, W. M. Next-Generation Beneficial Microbes: The Case of *Akkermansia muciniphila*. **Frontiers in Microbiology**, v. 8, p. 1765-2017, 2017.

CANO, P. G. *et al.* *Bacteroides uniformis* CECT 7771 Ameliorates Metabolic and Immunological Dysfunction in Mice with High-Fat-Diet Induced Obesity. **Plos One**, p. 41079, 2012. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0041079>

CARVALHO, C. C. P. *et al.* Fermented sausage production using *E. faecium* as starter culture: Physicochemical and microbiological profile, sensorial acceptance and cellular viability. **Acta Scientiarum Technology**, v. 39, n. 4, p. 395-402, 2017. <https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v39i4.30882>

CAVALHEIRO, C. P. *et al.* Application of probiotic delivery systems in meat products. **Trends in Food Science and Technology**, v. 46, n. 1, p. 120-131, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.09.004>

CAVALHEIRO, C. P. **Probióticos encapsulados aplicados em produto cárneo**. 2016. 151 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. 2016.

CAVALHEIRO, C. P. *et al.* Effect of encapsulated *Lactobacillus plantarum* as probiotic on dry-sausages during chilled storage. **Journal of Food Science and Technology**, v. 55, p. 3613-3621, 2020. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14695>

CENTI-GOGA, B. T. *et al.* Fate of selected pathogens in spiked “salame nostrano” produced without added nitrates following the application of NONIT™ technology. **Meat Science**, v. 139, p. 247-254, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.02.002>

CERDÓ, T. *et al.* The Role of Probiotics and Prebiotics in the Prevention and Treatment of Obesity. **Nutrients**, v. 11, n. 3, p. 635, 2019. <https://doi.org/10.3390/nu11030635>

CHANG, C. J. *et al.* Next generation probiotics in disease amelioration. **Journal of Food and Drug Analysis**, v. 27, n. 3, p. 615-622, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2018.12.011>

CHAUHAN, S. V; CHORAWALA, M. R. Probiotics, prebiotics and synbiotics. **International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research**, v. 3, n. 3, p. 711-726, 2012. [https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.3\(3\).711-26](https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.3(3).711-26)

CHOI, Y. S. *et al.* Effects of replacing pork back fat with vegetable oils and rice bran fiber on the quality of reduced-fat frankfurters. **Meat Science**, v. 84, n. 3, p. 557-563, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.10.012>

COELHO, S. R. *et al.* Application of *Lactobacillus paracasei* LPC02 and lactulose as a potential symbiotic system in the manufacture of dry-fermented sausage. **LWT – Food Science and Technology**, v. 102, p. 254-259, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.12.045>

CROWE, M. K. *et al.* Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Functional Foods. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, v. 113, n. 8, p. 1096-1103, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2013.06.002>

CUEVAS-GONZÁLEZ, P. F. Postbiotics and paraprobiotics: From concepts to applications. **Food Research International**, v. 136, p. 109502, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109502>

CUNNINGHAM, M. *et al.* Shaping the Future of Probiotics and Prebiotics. **Trends in Microbiology**, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2021.01.003>

DA SILVA, S. L. *et al.* Fat replacement by oleogel rich in oleic acid and its impact on the technological, nutritional, oxidative, and sensory properties of Bologna-type sausages. **Meat Science**, v. 149, p. 141-148, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.11.020>

DAHIYA, D. K. *et al.* New-Generation Probiotics: Perspectives and Applications. *In: Microbiome and Metabolome in Diagnosis, Therapy, and other Strategic Applications*. Elsevier Ltd, Academic Press, 2019, p. 417-424. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815249-2.00044-0>

DAS, A. K. *et al.* A comprehensive review on antioxidant dietary fibre enriched meat-based functional foods. **Trends in Food Science and Technology**, v. 99, p. 323-336, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.010>

DÁVILA, I. *et al.* Vine shoots as new source for the manufacture of prebiotic oligosaccharides. **Carbohydrate Polymers**, v. 207, p. 34-43, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.11.065>

DE VUYST, L. *et al.* Probiotics in fermented sausages. **Meat Science**, v. 80, n. 1, p. 75-78, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.05.038>

DOS SANTOS, J. M. *et al.* Performance of reduced fat-reduced salt fermented sausage with added microcrystalline cellulose, resistant starch and oat fiber using the simplex design. **Meat Science**, v. 175, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108433>

DOS SANTOS, M. *et al.* Emulsion gels based on pork skin and dietary fibers as animal fat replacers in meat emulsions: An adding value strategy to byproducts. **LTW – Food Science and Technology**, v. 120, p. 108895, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108895>

EL HAGE, R. *et al.* Emerging Trends in “Smart Probiotics”: Functional Consideration for the Development of Novel Health and Industrial Applications. **Next Generation Probiotics for Health and Industry**, v. 8, p. 1889, 2017. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01889>

ERKKILÄ, S. *et al.* Dry sausage fermented by *Lactobacillus rhamnosus* strains. **International Journal of Food Microbiology**, Oxford, v. 64, n. 1-2, p. 205-210, 2001. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(00\)00457-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(00)00457-8)

ESSID, I; HASSOUNA, M. Effect of inoculation of selected *Staphylococcus xylosus* and *Lactobacillus plantarum* strains on biochemical, microbiological and textural characteristics of a Tunisian dry fermented sausage. **Food Control**, v. 32, n. 2, p. 707-714, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.02.003>

FARIAS, D. P. *et al.* Prebiotics: Trends in food, health and technological applications. **Trends in Food Science and Technology**, v. 93, p. 23-35, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.09.004>

FELISBERTO, M. H. F. *et al.* Effect of prebiotic ingredients on the rheological properties and microstructure of reduced-sodium and low-fat meat emulsions. **LWT – Food Science and Technology**, v. 60, n. 1, p. 148-155, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.08.004>

FERNÁNDEZ, J. *et al.* Traditional Processed Meat Products Re-designed Towards Inulin-rich Functional Foods Reduce Polyps in Two Colorectal Cancer Animal Models. **Scientific Reports**, n. 9, 2019. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-51437-w>

FERNÁNDEZ-MUGA, M. L; SANZ, Y. Safety Assessment of *Bacteroides uniformis* CECT 7771 Isolated from Stools of Healthy Breast-Fed Infants. **Plos One**, v. 11, p. 145503, 2016. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0145503>

FERRO, A. C. *et al.* Glyceryl monostearate-based oleogels as a new fat substitute in meat emulsion. **Meat Science**, v. 174, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108424>

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. (FAO), WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Report of a Joint FAO/WHO Working Group on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food. London, ON, Canada, 2002.

FRATUCCI, A. *et al.* Nitratos, nitritos e n-nitrosaminas: efeitos no organismo. **Revista Eletrônica FACP**, v. 6, n. 12, 2017.

FRITZEN-FREIRE, C. B. *et al.* Microencapsulation of bifidobacteria by spray drying in the presence of prebiotics. **Food Research International**, v. 45, n. 1, p. 306-312, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.09.020>

FURLAN, V. J. M. *et al.* Determinação de nitrato e nitrito em produtos cárneos: adequação à legislação. **Magistra**, v. 31, p. 559-567, 2020.

GAGLIARDI, A. *et al.* Rebuilding the Gut Microbiota Ecosystem. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 8, p. 1679, 2018. <https://doi.org/10.3390/ijerph15081679>

GARCÍA, M. *et al.* Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages. **Meat Science**, v. 60, n. 3, p. 227-236, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00125-5](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00125-5)

GELINSKI, J. M. L. N. *et al.* Control of pathogens in fresh pork sausage by inclusion of *Lactobacillus sakei* BAS0117. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 65, n. 11, 2019. <https://doi.org/10.1139/cjm-2019-0136>

GIBSON, G. R.; ROBERFROID, M. B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics. **The Journal of Nutrition**, v. 125, n. 6, 1995. <https://doi.org/10.1093/jn/125.6.1401>

GIBSON, G. R. *et al.* Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. **Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology**, v. 14, p. 491-502, 2017. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2017.75>

GLISIC, M. Inulin-based emulsion-filled gel as a fat replacer in prebiotic- and PUFA-enriched dry fermented sausages. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 54, n. 3, p. 787-797, 2019. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13996>

GONZÁLEZ-HERRERA, S. M. *et al.* Synbiotics: a technological approach in food applications. **Journal of Food Science and Technology**, v. 58, p. 811-824, 2020. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04532-0>

GRANATO, D. *et al.* Functional Foods: Product Development, Technological Trends, Efficacy Testing, and Safety. **Annual Review of Food Science and Technology**, v. 11, p. 93-118, 2020. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032519-051>

GURPILHARES, D. B. Marine prebiotics: Polysaccharides and oligosaccharides obtained by using microbial enzymes. **Food Chemistry**, v. 280, p. 175-186, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.12.023>

HAN, Q. *et al.* *In vitro* comparison of probiotic properties of lactic acid bacteria isolated from Harbin dry sausages and selected probiotics. **Journal of Functional Food**, v. 32, p. 391-400, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.03.020>

HASLER, C. M.; BROWN, A. Position of the American Dietetic Association: functional foods. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 109, n. 4, p. 735-746, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2009.02.023>

HECK, R. T. *et al.* Hydrogelled emulsion from chia and linseed oils: A promising strategy to produce low-fat burgers with a healthier lipid profile. **Meat Science**, v. 156, p. 174-182, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.05.034>

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 Reviews Gastroenterology and Hepatology**, v. 11, p. 506-514, 2014. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2014.66>

HOLKO, I. *et al.* The substitution of a traditional starter culture in mutton fermented sausages by *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium animalis*. **Meat Science**, v. 94, n. 3, p. 275-279, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.03.005>

KALSCHNE, D. L. *et al.* Microencapsulated Lactic Acid Bacteria in Meat Products. *In*: LEBLANC, J. G.; LEBLANC, A. M. **The many benefits of lactic acid bacteria**. San Miguel de Tucumán: Nova, 2019, 338 p.

KHAN, M. I. *et al.* Meat as a functional food with special reference to probiotic sausages. **Food Research International**. v. 44, n. 10, p. 3125-3133, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.07.033>

KHANEGHAH, A. M. *et al.* Interactions between probiotics and pathogenic microorganisms in hosts and foods: A review. **Trends in Food Science and Technology**, v. 95, p. 205-218, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.11.022>

KLINGBERG, T. *et al.* Identification of potential probiotic starter cultures for Scandinavian-type fermented sausages. **International Journal of Food Microbiology**, v. 105, n. 3, p. 281-488, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2005.03.020>

KOLIDA, S; GIBSON, G. R. Synbiotics in Health and Disease. **Annual Reviews of Food Science and Technology**, v. 2, p. 373-393, 2011. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-022510-133739>

LEWIS, K. *et al.* Enhanced translocation of bacteria across metabolically stressed epithelia is reduced by butyrate. **Inflammatory Bowel Diseases**, v. 16, n. 7, p. 1138-1148, 2010. <https://doi.org/10.1002/ibd.21177>

LIN, T. L. *et al.* Investiture of next generation probiotics on amelioration of diseases – Strains do matter. **Medicine in Microecology**, v. 1-2, p. 100002, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.medmic.2019.100002>

MACEDO, R. E. F. et al. Desenvolvimento de embutido fermentado por *Lactobacillus* probióticos: características de qualidade. **Food Science and Technology**, v. 28, n. 3, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612008000300002>

MACEDO, R. E. F. et al. Probiotic meat products. In: RIGOBELLO, E. C. **Probiotic in Animals**. 3rd ed. Rijeka: Intech, 2012. <https://doi.org/10.5772/50057>

MAFRA, J. F. et al. Probiotic characterization of a commercial starter culture used in the fermentation of sausages. **Food Science and Technology**, Ahead of Print, 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/fst.12120>

MAHONEY, M; HENRIKSSON, A. The effect of processed meat and meat starter cultures on gastrointestinal colonization and virulence of *Listeria monocytogenes* in mice. **International Journal of Food Microbiology**, v. 84, n. 3, p. 255-261, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(02\)00400-2](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(02)00400-2)

MARKOWIAK, P; ŚLIŻEWSKA, K. Effects of Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics on Human Health. **Nutrients**, v. 9, n. 9, 2017. <https://doi.org/10.3390/nu9091021>

MENEGAS, L. Z. et al. Effect of adding inulin as a partial substitute for corn oil on the physicochemical and microbiological characteristics during processing of dry-fermented chicken sausage. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 41, n. 5, 2017. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13166>

MIQUEL, M. et al. *Faecalibacterium prausnitzii* and human intestinal health. **Current Opinion in Microbiology**, v. 16, n. 3, p. 255-261, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.mib.2013.06.003>

MISRA, S; MOHANTY, D. Psychobiotics: A new approach for treating mental illness? **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 59, n. 8, p. 1230-1236, 2019. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1399860>

MOHANTY, D. et al. Prebiotics and synbiotics: Recent concepts in nutrition. **Food Bioscience**, v. 26, p. 152-160, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2018.10.008>

MORADI, M. et al. 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. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.05.072>

MORADI, M. et al. Postbiotics produced by lactic acid bacteria: The next frontier in food safety. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 19, n. 6, p. 3390-3415, 2020. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12613>

MORENO, M. R. F. The role and application of enterococci in food and health. **International Journal of Food Microbiology**, v. 106, p. 1-24, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2005.06.026>

MOTTA, J. P. et al. Food-Grade Bacteria Expressing Elafin Protect Against Inflammation and Restore Colon Homeostasis. **Science Translational Medicine**, v. 4, n. 158, 2012. <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.3004212>

MUTHUKUMARASAMY, P. HOLLEY, R. Survival of *Escherichia coli* O157:H7 in dry fermented sausages containing micro-encapsulated probiotic lactic acid bacteria. **Food Microbiology**, v. 24, n. 1, p. 82-88, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2006.03.004>

NEFFE-SKOCIŃSKA, K. *et al.* The Possibility of Using the Probiotic Starter Culture *Lactobacillus rhamnosus* LOCK900 in Dry Fermented Pork Loins and Sausages Produced Under Industrial Conditions. **Applied Sciences**, v. 10, n. 12, 2020. <https://doi.org/10.3390/app10124311>

NOVELLO, D; POLLONIO, M. A. R. Tendências na reformulação de produtos cárneos. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 13, n. 2, 2015.

NSOR-ATINDANA, J. *et al.* Functionality and nutritional aspects of microcrystalline cellulose in food. **Carbohydrate Polymers**, v. 172, p. 159-174, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.04.021>

O'TOOLE, P. W. *et al.* Next-generation probiotics: the spectrum from probiotics to live biotherapeutics. **Nature Microbiology**, v. 2, p. 17057, 2017. <https://doi.org/10.1038/nmicrobiol.2017.57>

OLIVEIRA, E. M. D. **Nitrato, nitrito e sorbato em produtos cárneos consumidos no Brasil**. 2014. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia-Bioquímica) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. 2014a.

OLIVEIRA, L. Probióticos, prebióticos e simbióticos: definição, benefícios e aplicabilidade indústria. **Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais / CETEC**. 2014b.

OZAKI, M. M. *et al.* Produtos Cárneos com Adição de Compostos Prebióticos: Desafios Tecnológicos e Benefícios Nutricionais. In: CRUZ, A.G. *et al.* **Probióticos e Prebióticos Desafios e Avanços**. Rio de Janeiro, RJ: Setembro Editora, 2020. p. 301-328.

ÖZER, C. O. *et al.* In-vitro microbial production of conjugated linoleic acid by probiotic *L. plantarum* strains: Utilization as a functional starter culture in sucuk fermentation. **Meat Science**, v. 114, p. 24-31, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.12.005>

PAGLARINI, C. S. *et al.* Functional emulsion gels with potential application in meat products. **Journal of Food Engineering**, v. 222, p. 29-37, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.10.026>

PAGLARINI, C. S. *et al.* Functional emulsion gels as pork back fat replacers in Bologna sausage. **Food Structure**, v. 20, p. 100-105, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.foostr.2019.100105>

PATEL, R.; DUPONT, H. New Approaches for Bacteriotherapy: Prebiotics, New-Generation Probiotics, and Synbiotics. **Clinical Infectious Diseases**, v. 60, n. 2, p. 108-121, 2015. <https://doi.org/10.1093/cid/civ177>

PATURI, G. *et al.* Effects of potato fiber and potato-resistant starch on biomarkers of colonic health in rats fed diets containing red meat. **Journal Food Science**, v. 77, n. 10, p. 216-223, 2012. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2012.02911.x>

PAVLI, F. G. *et al.* Effect of *Lactobacillus plantarum* L125 strain with probiotic potential on physicochemical, microbiological and sensorial characteristics of dry-fermented sausages. **LWT – Food Science and Technology**, v. 118, p. 108810, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108810>

PEDROSA, G. P. **Alimentos funcionais: legislação, comparações e um olhar sobre o café**. 2015. 34 f. Monografia (Especialização em Farmacologia) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2015.

PÉREZ-BURILLO, S. *et al.* Potential probiotic salami with dietary fiber modulates antioxidant capacity, short chain fatty acid production and gut microbiota community structure. **LWT – Food Science and Technology**, v. 105, p. 355-362, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.02.006>

PÉREZ-BURILLO, S. *et al.* Potential probiotic salami with dietary fiber modulates metabolism and gut microbiota in a human intervention study. **Journal of Functional Foods**, v. 66, p. 103790, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103790>

PÉREZ-CHABELA, M. L. *et al.* Effect of Spray Drying Encapsulation of Thermotolerant Lactic Acid Bacteria on Meat Batters Properties. **Food and Bioprocess Technology**, v. 6, p. 1505-1515, 2013. <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0865-y>

PIDCOCK, K.; HEARD, G. M.; HENRIKSSON, A. Application of nontraditional meat starter cultures in production of Hungarian salami. **International Journal of Food Microbiology**, v. 76, n. 1-2, p. 75-81, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(02\)00002-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(02)00002-8)

PIÑERO, M. P. *et al.* Effect of oat's soluble fibre (β -glucan) as a fat replacer on physical, chemical, microbiological and sensory properties of low-fat beef patties. **Meat Science**, v. 80, n. 3, p. 675-680, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.03.006>

PINTADO, T. Effects of emulsion gels containing bioactive compounds on sensorial, technological, and structural properties of frankfurters. **Food Science and Technology International**, v. 22, n. 2, 2015. <https://doi.org/10.1177/1082013215577033>

PLOVIER, H. *et al.* A purified membrane protein from *Akkermansia muciniphila* or the pasteurized bacterium improves metabolism in obese and diabetic mice. **National Medicine**, v. 23, p. 107-113, 2017. <https://doi.org/10.1038/nm.4236>

PRISCO, A; MAURIELLO, G. Probiotication of foods: A focus on microencapsulation tool. **Trends in Food Science and Technology**, v. 48, p. 27-39, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.11.009>

RITCHIE, M; ROMANUK, T. N. A meta-analysis of probiotic efficacy for gastrointestinal diseases. **Plos One**, v. 7, n. 4, 2012. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0034938>

RIVAS, F. P. Natural and artificial casings as bacteriocin carriers for the biopreservation of meats products. **Journal of Food Safety**, v. 38, n. 1, p. 12419, 2018. <https://doi.org/10.1111/jfs.12419>

ROSELINO, M. N. *et al.* Probiotic salami with fat and curing salts reduction: physicochemical, textural and sensory characteristics. **Food Science and Technology**, v. 38, n. 2, p. 193-202, 2018. <https://doi.org/10.1590/fst.24216>

ROSELINO, M. *et al.* Effect of fermented sausages with probiotic *Enterococcus faecium* CRL 183 on gut microbiota using dynamic colonic model. **LWT – Food Science and Technology**, v. 132, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109876>

RUBIO, R. *et al.* The potential probiotic *Lactobacillus rhamnosus* CTC1679 survives the passage through the gastrointestinal tract and its use as starter culture results in safe nutritionally enhanced fermented sausages. **International Journal of Food Microbiology**, v. 186, n. 1, p. 55-60, 2014a. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.06.013>

RUBIO, R. *et al.* Nutritionally enhanced fermented sausages as a vehicle for potential probiotic lactobacilli delivery. **Meat Science**, v. 96, n. 2, p. 937-942, 2014b. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.09.008>

RUBIO, R. *et al.* Characterization of lactic acid bacteria isolated from infant faeces as potential probiotic starter cultures for fermented sausages. **Food Microbiology**, v. 38, p. 303-311, 2014c. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2013.07.015>

RUIZ, J. N. *et al.* Physicochemical, microbiological and sensory assessments of Italian salami sausages with probiotic potential. **Food Science and Technology**, v. 71, n. 3, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162014000300005>

RUIZ-MOYANO, S. *et al.* Application of *Lactobacillus fermentum* HL57 and *Pediococcus acidilactici* SP979 as potential probiotics in the manufacture of traditional Iberian dry-fermented sausages. **Food Microbiology**, v. 28, n. 5, p. 839-847, 2011a. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2011.01.006>

RUIZ-MOYANO, S. *et al.* Implantation Ability of the Potential Probiotic Strain, *Lactobacillus reuteri* PL519, in “Salchichón,” a Traditional Iberian Dry Fermented Sausage. **Journal Food Science**, v. 76, n. 5, p. M268-M275, 2011b. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02189.x>

SAARELA, M. H. Safety aspects of next generation probiotics. **Current Opinion in Food Science**, v. 30, p. 8-13, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2018.09.001>

SABO, S. S. *et al.* Inhibitory substances production by *Lactobacillus plantarum* ST16Pa cultured in hydrolyzed cheese whey supplemented with soybean flour and their antimicrobial efficiency as biopreservatives on fresh chicken meat. **Food Research International**, v. 99, p. 762-769, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.05.026>

SALAZAR, P. *et al.* Short-chain fructooligosaccharides as potential functional ingredient in dry fermented sausages with different fat levels. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 44, n. 6, p. 1100-1107, 2009. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2009.01923.x>

SALMINEN, S. *et al.* The International Scientific Association of Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of postbiotics. **Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology**, 2021. <https://doi.org/10.1038/s41575-021-00440-6>

SAMESHIMA, T. et al. Effect of intestinal *Lactobacillus* starter cultures on the behaviour of *Staphylococcus aureus* in fermented sausage. **International Journal of Food Microbiology**, v. 41, n. 1, p.1-7, 1998. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(98\)00038-5](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(98)00038-5)

SÁNCHEZ, B. et al. Probiotics, gut microbiota, and their influence on host health and disease. **Molecular Nutrition Food Research**, v. 61, n. 1, 2016. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201600240>

SANDERS, M. E. et al. Probiotics and prebiotics in intestinal health and disease: from biology to the clinic. **Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology**, v. 16, p. 605-616, 2019. <https://doi.org/10.1038/s41575-019-0173-3>

SARTESHNIZI, R. A. et al. Optimization of prebiotic sausage formulation: Effect of using β -glucan and resistant starch by D-optimal mixture design approach. **LTW – Food Science and Technology**, v. 62, n. 1, p. 704-710, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.05.014>

SAYAS-BARBERÁ, E. et al. Combined use of a probiotic culture and citrus fiber in a traditional sausage ‘*Longaniza de Pascua*’. **Food Control**, v. 27, n. 2, p. 343-350, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.04.009>

SCANNELL, A. G. M. et al. Pre-inoculation enrichment procedure enhances the performance of bacteriocinogenic *Lactococcus lactis* meat starter culture. **International Journal of Food Microbiology**, v. 64, n. 1-2, p. 151-159. 2001.

SCHMIELE, M. et al. Dietary fiber as fat substitute in emulsified and cooked meat model system. **LWT - Food Science and Technology**, v. 61, n. 1, p. 105-111, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.11.037>

SELANI, M. M. et al. Effects of pineapple byproduct and canola oil as fat replacers on physicochemical and sensory qualities of low-fat beef burger. **Meat Science**, v. 112, p. 69-76, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.10.020>

SHAFI, A. et al. Prevention and Control of Diases by Use of Pro- e Prebiotics (Synbiotics). **Food Reviews International**, v. 30, n. 4, p. 291-316, 2014. <https://doi.org/10.1080/87559129.2014.929142>

SHARIATI-IEVARI, S. et al. Sensory and Physicochemical Studies of Thermally Micronized Chickpea (*Cicer arietinum*) and Green Lentil (*Lens culinaris*) Flours as Binders in Low-Fat Beef Burgers. **Journal of Food Science**, v.81, n.5, p.1230-1242, 2016. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13273>

SHARMA, G; IM, S. H. Probiotics as a Potential Immunomodulating Pharmabiotics in Allergic Diseases: Current Status and Future Prospects. **Allergy, Asthma Immunology Research**, v. 10, n. 6, p. 575-590, 2018. <https://doi.org/10.4168/aaair.2018.10.6.575>

SIDIRA, M. et al. Evaluation of *Lactobacillus casei* ATCC 393 protective effect against spoilage of probiotic dry-fermented sausages. **Food Control**, v. 42, p. 315-320, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.02.024>

SIMEONI, C. P. *et al.* Microencapsulação de probióticos: Inovação tecnológica na indústria de alimentos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET**, v. 18, p. 66-75, 2014. <http://dx.doi.org/10.5902/2236117013020>

SIPAILIENE, A; PETRAITYTÈ, S. Encapsulation of Probiotics: Proper Selection of the Probiotic Strain and the Influence of Encapsulation Technology and Materials on the Viability of Encapsulated Microorganisms. **Probiotics and Antimicrobial Proteins**, v. 10, p. 1-10, 2017. <https://doi.org/10.1007/s12602-017-9347-x>

SIRINI, N. *et al.* Effect of chestnut flour and probiotic microorganism on the functionality of dry-cured meat sausages. **LWT – Food Science and Technology**, v. 134, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110197>

SONG, M. *et al.* Quality Characteristics of Functional Fermented Sausages Added with Encapsulated Probiotic *Bifidobacterium longum* KACC 91563. **Korean Journal for Food Science of Animal Resources**, v. 38, n. 5, p. 981-994, 2018.

SOTOUDEGAN, F. *et al.* Reappraisal of probiotics safety in human. **Food and Chemical Toxicology**, v. 129, p. 22-29, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.04.032>

SPERANZA, B. *et al.* Autochthonous lactic acid bacteria with probiotic aptitudes as starter cultures for fish-based products. **Food Microbiology**, v. 65, p. 244-253, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2017.03.010>

SWANSON, K. S. *et al.* The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of synbiotics. **Nat Rev Gastroenterol Hepatol**, v. 17, p. 687-701, 2020. <https://doi.org/10.1038/s41575-020-0344-2>

TAVERNITI, V.; GUGLIELMETTI, S. The immunomodulatory properties of probiotic microorganisms beyond their viability (ghost probiotics: proposal of paraprobiotic concept). **Genes and Nutrition**, v. 6, p. 261-264, 2011. <https://doi.org/10.1007/s12263-011-0218-x>

THØGERSEN, R. *et al.* Ingestion of an Inulin-Enriched Pork Sausage Product Positively Modulates the Gut Microbiome and Metabolome of Healthy Rats. **Molecular Nutrition and Food Research**, v. 62, n. 19, 2018. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201800608>

THØGERSEN, R. *et al.* Inulin-fortification of a processed meat product attenuates formation of nitroso compounds in the gut of healthy rats. **Food Chemistry**, v. 302, p. 125339, 2020a. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125339>

THØGERSEN, R. *et al.* Inulin and milk mineral fortification of a pork sausage exhibits distinct effects on the microbiome and biochemical activity in the gut of healthy rats. **Food Chemistry**, v. 331, 2020b. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127291>

TRABELSI, I. *et al.* Incorporation of probiotic strain in raw minced beef meat: Study of textural modification, lipid and protein oxidation and color parameters during refrigerated storage. **Meat Science**, v. 154, p. 29-36, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.04.005>

TREMEA, E. *et al.* Carne vermelha e seus derivados: Relação com as doenças crônicas não transmissíveis. *In: SIMPÓSIO EM SAÚDE E ALIMENTAÇÃO*, 3, 2019, Chapecó. Universidade Federal da Fronteira Sul, 2019.

TRIPATHI, M. K.; GIRI, S. K. Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. **Journal of Functional Foods**, v. 9, p. 225-241, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.04.030>

TRZASKOWSKA, M. *et al.* Microbiological quality of raw-fermented sausages with *Lactobacillus casei* LOCK 0900 probiotic strain. **Food Control**, v. 35, n. 1, p. 184-191, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.07.002>

TURHAN, E. U. *et al.* Design of probiotic dry fermented sausage (sucuk) production with microencapsulated and free cells of *Lactobacillus rhamnosus*. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, 2017. <https://doi:10.3906/vet-1701-76>

UDAYAPPAN, S. *et al.* Oral treatment with *Eubacterium hallii* improves insulin sensitivity in *db/db* mice. **NPJ Biofilms and Microbiomes**, v. 2, p. 16009, 2016. <https://doi.org/10.1038/npjbiofilms.2016.9>

VERRUCK, S. *et al.* Survival of *Bifidobacterium* BB-12 microencapsulated with full-fat goat's milk and prebiotics when exposed to simulated gastrointestinal conditions and thermal treatments. **Small Ruminant Research**, v. 153, p. 48-56, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.05.008>

VERRUCK, S. *et al.* Técnicas utilizadas para microencapsulação de bactérias probióticas In: **Inovações e Avanços em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados**. 1. Ed. São Paulo, SP: Setembro Editora, 2019. p. 251-276.

WANG, X. *et al.* Risks associated with enterococci as probiotics. **Food Research International**, v. 129, p. 108788, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108788>

WANG, Y. *et al.* Bacteriocin-producing probiotics enhance the safety and functionality of sturgeon sausage. **Food Control**, v. 50, p. 729-735, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.09.045>

WÓJCIAK, K. M. *et al.* Technological Aspect of *Lactobacillus acidophilus* Bauer, *Bifidobacterium animalis* BB-12 and *Lactobacillus rhamnosus* LOCK900 USE in Dry-Fermented Pork Neck and Sausage. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 41, n. 3, p. 12965, 2017. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12965>

YAMADA, K. *et al.* Health Claim Evidence Requirements in Japan. **The Journal of Nutrition**, v. 138, n. 6, p. 1192S-1198S, 2008. <https://doi.org/10.1093/jn/138.6.1192S>

ZENG, Y. *et al.* Prebiotic, Immunomodulating, and Antifatigue Effects of Konjac Oligosaccharide. **Journal of Food Science**, v. 83, n. 12, p. 3110-3117, 2018. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14376>

ZHANG, W. *et al.* Improving functional value of meat products. **Meat Science**, v. 86, n. 1, p. 15-31, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.018>

ZHENG, J. *et al.* A taxonomic note on the genus *Lactobacillus*: Description of 23 novel genera, emended description of the genus *Lactobacillus* Beijerinck 1901, and union of *Lactobacillaceae* and *Leuconostocaceae*. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, v. 70, n. 4, 2020. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.004107>