



BACTÉRIAS ESPORULADAS PROBIÓTICAS EM PRODUTOS LÁCTEOS: CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS E BENEFÍCIOS A SAÚDE

Thaís Cristina Mendes da Silva^a, Márcia Cristina da Silva^a, Adriano Gomes da Cruz^a

^aInstituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ),
Departamento de Alimentos

RESUMO

O crescimento da produção de alimentos com características funcionais é notório no Brasil. Tendo um importantedestaque para os produtos probióticos (cerca de 70% dos produtos disponíveis). A grande ênfase da utilização destes micro-organismos entre os alimentos funcionais deve-se a sua capacidade de manter a integridade intestinal e reestabelecer o equilíbrio da microbiota natural dos indivíduos. No contexto atual, há uma lista limitada de gêneros utilizadosno desenvolvimento de produtos, sendo os *Bifidobacterium* e *Lactobacillus* a maior parte das cepas manuseadas, que apesar de possuírem eficácia comprovada, são pouco tolerantes aos processos produtivos de lácteos. Neste sentido, um tema relevanteem tecnologia de alimentos é a utilização de cepas de *Bacillus* com propriedades probióticas reivindicadas (PB) na indústria de lácteos. Os endósporos são capazes de sobreviver em situações extremas e em ambientes considerados letais às bactérias probióticas tradicionais, sendo resistentes tanto as etapas de produção quanto as condições do trato gastrointestinal.Além de conferirem benefícios à saúde, tais como atividade antioxidante, antimicrobiana, apoio à digestão e a imunidade do organismo humano.

Palavras-chave: Probióticos; *Bacillus* com propriedades probióticas reivindicadas; aspectos tecnológicos de probióticos esporulados.



1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o Brasil vem apresentando grandes transformações sociais, entre elas a diminuição da pobreza e exclusão social, afetando diretamente a saúde e a alimentação da população. Com a melhoria do acesso aos alimentos, a implementação de órgãos voltados para assistência alimentar e nutricional e a instalação de políticas públicas, podemos observar uma diminuição da fome e uma maior preocupação das instituições públicas no atendimento das necessidades nutricionais dos brasileiros. Um grande avanço observado foi a incorporação da alimentação como um direito social- Emenda Constitucional nº 64, aprovada em 2010, introduziu, no artigo 6º da Constituição Federal (BRASIL, 2013).

No entanto, a sociedade brasileira pode vivenciar uma peculiar e rápida transição nutricional: passando de elevadas taxas de desnutrição, na década de 1970 a uma grande prevalência de excesso de peso e obesidade no início dos anos 2000 (BRASIL, 2013).

Atualmente, com a pandemia de covid 19, a segurança alimentar e a adequada oferta de nutrientes tem sido o foco de muitos estudos pelo mundo, devido ao interesse em evitar o crescimento ou agravamento da obesidade e o avanço das doenças crônicas não transmissíveis, além de uma adequada alimentação ser um fator determinante de uma boa imunidade (RIBEIRO SILVA et al., 2020).



2. ALIMENTOS FUNCIONAIS

Diante da preocupação com os problemas de saúde, associado ao aumento da expectativa de vida da população, os alimentos considerados promotores de saúde ganharam notoriedade, surgindo então o conceito de alimentos funcionais. Este termo foi inicialmente utilizado no Japão, na década de 1980, ganhando espaço no mundo conforme ocorriam mudanças na regulamentação dos alimentos e avanços nos estudos científicos comprovando a relação da composição da dieta com a saúde (CORASSIN et al., 2017).

Alimento com alegação funcional é todo aquele alimento ou ingrediente que além das funções nutricionais básicas, quando consumido como parte da dieta usual, produz efeitos benéfico à saúde. Além do destaque da utilização de ingredientes naturais, em detrimento dos aditivos sintéticos, a utilização de probióticos e prébióticos também tem sido considerado como propriedades funcionais (CORASSIN et al., 2017).

No Brasil, os alimentos funcionais representam cerca de 15% do mercado de alimentos, com um crescimento anual estimado de 20%. Tendo os produtos com características probióticas um dos com maior destaque, representando cerca de 70% dos produtos disponíveis (CORASSIN et al., 2017).

3. PROBIÓTICOS

Historicamente, a associação da presença de bactérias e benefícios à saúde se deu em 1905, sendo descoberto pelo Biólogo Nobel Russo Elie Metchnikoff.



Atualmente, a indústria leiteira é o setor alimentício que mais utiliza probióticos em sua produção. O leite fermentado e o iogurte são os principais produtos onde os encontramos como ingredientes funcionais (GAO et al.,2021).

A grande ênfase dos probióticos entre os alimentos funcionais deve-se a sua capacidade de manter a integridade intestinal e reestabelecer o equilíbrio da microbiota natural dos indivíduos, destacando-se seu papel de impedimento da colonização da mucosa intestinal por microrganismos considerados potencialmente patogênicos. No meio científico já é bem descrito que a importância do intestino vai além da função digestiva, assumindo um relevante e significativo papel imunológico, uma vez que a parede do intestino é responsável pela seleção da entrada de nutrientes e não nutrientes no organismo (PEREIRA et al., 2020). Na Figura 1, podemos observar os mecanismos de ação dos probióticos no organismo humano.

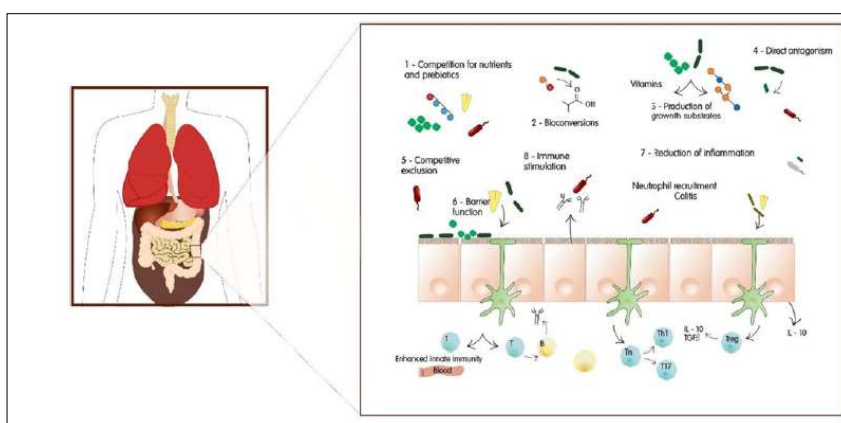
A Associação Científica Internacional de Probióticos e Prebióticos (ISAPP), em revisão à definição da FAO/OMS, 2002, caracteriza probióticos como “micro-organismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem um benefício à saúde do hospedeiro. Sendo assim, a viabilidade das bactérias é uma condição fundamental para proporcionar as vantagens à saúde conhecidos. Sendo descrito como a contagem de células em que se observa efeito na saúde na ordem de $10^6 - 10^8$ UFC/g (PIMENTEL et al.,2020).

No Brasil, a ANVISA regulamenta o uso de probióticos em alimentos, através da Resolução RDC 241/2018. A avaliação ocorre através de três elementos principais: comprovação inequívoca da identidade da linhagem domicro-organismo, de sua segurança e de seu efeito benéfico. Ademais, são averiguadas informações sobre a

existência de *status* GRAS (*Generally Recognized as Safe*) para a linhagem ou QPS (*Qualified Presumption of Safe*) para a espécie domicro-organismo (BRASIL, 2018; PIMENTEL et al., 2020).

No contexto atual, há uma lista limitada de gêneros sendo utilizados tanto na pesquisa quanto no desenvolvimento de produtos, sendo os *Bifidobacterium* e *Lactobacillus* a maior parte das cepas probióticas manuseadas. Contudo, há uma grande preocupação em relação à utilização destas no setor de alimentos: Apesar da eficácia dessas cepas serem mundialmente conhecidas, a funcionalidade de um probiótico está relacionada a capacidade de sobrevivência durante o processo de produção do alimento e resistência às condições do trato gastrointestinal, sendo então questionada essa tolerância pelos probióticos tradicionais. Por outro lado, pensar na adição desses micro-organismos em etapas que não os inviabilize, pode levar à recontaminação e deterioração do alimento e consequentemente prejuízos econômicos e à saúde (SOARES et al., 2019).

Figura 1. Mecanismos de ação das bactérias probióticas



Fonte: Colombo et al., 2018



4. PROBIÓTICOS PRODUTORES DE ESPOROS

Para garantir a sobrevivência em condições não favoráveis ao seu desenvolvimento, algumas espécies de bactérias possuem a capacidade de produzir uma estrutura classificada como endósporo bacteriano, o que lhes permite manter sua sobrevivência em longo prazo em condições consideradas letais a estes micro-organismos em sua forma vegetativa. Condições como escassez de nutrientes, extremos de temperatura, falta de água são algumas situações que causam a esporulação (CUTTING et al., 2011).

O endósporo é uma estrutura formada por um núcleo com um cromossomo condensado e inativo, camadas de peptideoglicanos (córtex) e material proteico de revestimento, que conferem também proteção da radiação UV, extremos de pH, solventes, peróxido de hidrogênio e enzimas como a lisozima. Com o retorno das condições ambientais propícias, o esporo é capaz de germinar em minutos, sendo quebrada a camada de revestimento e retomado o crescimento celular vegetativo (CUTTING et al., 2011).

Neste sentido, um tema relevante em tecnologia de alimentos é a utilização de probióticos produtores de esporos na produção de insumos alimentares. As culturas tradicionais possuem atividades notáveis, mas a resistência é limitada, não sobrevivendo também as condições do trato gastrointestinal (cerca de 1-15% conseguem suportar acidez gástrica e as enzimas digestivas). Portanto, micro-organismos esporulados apesar de serem inicialmente associados a patógenos transmitidos por alimentos, algumas cepas já possuem a reivindicação de probióticos, como o caso do gênero *Bacillus*. O fato de os esporos serem mais



resistentes ao processamento dos produtos e as etapas da digestão, tornam-se reais as chances de colonização do intestino através do consumo de produtos que utilizem essas cepas, gerando um maior interesse de pesquisadores (CAO et al., 2020).

As bactérias formadoras de esporos comumente se enquadram em dois gêneros, *Bacillus* e o estritamente anaeróbico *Clostridium* (Cutting et al., 2011). Elshagabee, 2017, em seu estudo de revisão sobre a espécie *Bacillus*, descreve que *Bacillus* são bactérias Gram-positiva, em forma de bastonete, aeróbia ou anaeróbia facultativa. O gênero *Bacillus* é da classe *Bacilli* sob o filo *Firmicutes*, estando fortemente relacionado com os *Lactobacillus* spp. A colonização do intestino humano se dá pelo consumo de vegetais ou alimentos crus contaminados com a microflora do solo ou através de alimentos fermentados por esses micro-organismos. No mundo já se encontram diversos insumos alimentares fermentados com as espécies de *Bacillus*, como grãos de soja, alfarroba e cereais com milho e arroz. Assim como produtos farmacêuticos e nutracêuticos (ELSHAGHABEE et al., 2017).

5. BENEFÍCIOS À SAÚDE DE BACTÉRIAS PROBIÓTICAS ESPORULADAS

Na literatura, diversos benefícios à saúde são atribuídos aos portadores de endosporos, como destaque encontra-se relatos de que algumas cepas de *Bacillus* exibem atividade antioxidante e imunomoduladora no organismo humano, salientando-se também a capacidade de síntese de enzimas extracelulares, vitaminas, peptídeos e diferentes substâncias antimicrobianas (bacteriocinas como: Subtilina e Coagulina), além de atividade anti- *H. pylori* (conferida à cepa B.



subtilis), o que influi no crescimento e composição de espécies comensais e benéficas no intestino, contribuindo para a saúde do hospedeiro (ELSHAGHABEE et al., 2017).

Cao e colaboradores, 2020, ao avaliarem especificamente as características da cepa *Bacillus Coagulans* no organismo humano, observaram que elas dificultam o crescimento de bactérias patogênicas no intestino e promovem o desenvolvimento de *Lactobacillus* e *Bifidumbactérias*, por transformarem o ambiente em um meio anaeróbico e ácido. Ademais, podem germinar na parte superior do intestino delgado, atuando em cooperação com a microbiota local e auxiliando a digestão e absorção de nutrientes. Outro fato relevante é a capacidade dos *B. Coagulans* segregar β -galactosidase durante o seu crescimento, o que auxilia na quebra da lactose em glicose e galactose, melhorando sintomas de intolerância à lactose (CAOET al., 2020).

A terapia probiótica é oportuna para o tratamento de várias doenças gastrointestinais, desde desconfortos, como diarreia e má digestão até disbiose e doenças inflamatórias intestinais (DIIs). Diversos ensaios clínicos mostraram melhora na qualidade de vida com o uso de algumas cepas de *Bacillus Coagulans*, porém os mecanismos ainda não são claros (CAOET al., 2020).

Quanto ao sistema imune, os *B. Coagulans* podem interferir tanto nos parâmetros quantitativos (número de linfócitos esplênicos, macrófagos e linfócitos T), quanto melhorar a imunidade celular do hospedeiro (CAOET al., 2020).

6. CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE BACTÉRIAS PROBIÓTICAS ESPORULADAS



É inegável que existe no setor alimentício uma tendência global de incorporar probióticos na matriz alimentar, a fim de agregar alguns componentes de promoção da saúde além de seus nutrientes tradicionais (ELSHAGHABEE et al., 2017).

No entanto, para a segurança alimentar, se faz necessário o emprego de diversas operações visando a preservação dos alimentos, a saber: pasteurização, congelamento, cozimento, extrusão, fermentação, aumento da pressão osmótica, aplicação de radiação UV e por fim, uma tecnologia emergente, a aplicação de alta pressão de dióxido de carbono (CO₂), que podem levar à inativação de microrganismos probióticos (ALMADA-ÉRIX et al., 2021).

De forma promissora, a utilização de cepas de *Bacillus* com propriedades probióticas reivindicadas (PB) traz novas possibilidades para a indústria de alimentos, pois essas bactérias além de possuírem características benéficas à saúde humana, apresentam maior resistência ao processamento de alimentos em comparação com as cepas probióticas de *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, devido a sua característica de formação de esporos (ALMADA-ÉRIX et al., 2021).

A utilização desses micro-organismos esporulados na produção de lácteos apresenta uma série de vantagens, pois além das PB serem mais estáveis ao processamento e armazenamento, a qualidade do produto não é afetada, pois não ocorrendo germinação, o metabolismo microbiano se mantém inativo, conferindo maior tempo de prateleira do insumo. Outra característica de extrema relevância das PBs é a maior resistência aos processos digestivos (pH gástrico e suco biliar), em comparação aos probióticos tradicionais, sendo



assegurada a chegada ao intestino delgado de forma intacta (ELSHAGHABEE et al., 2017).

Por fim, tem se observado que os produtos fermentados com *Bacillus* possuem atributos sensoriais únicos, provavelmente devido a atividade enzimática destas bactérias. A palatabilidade vem atraindo a atenção do mercado global de alimentos. As cepas de *Bacillus* mais utilizadas atualmente encontram-se descritas na tabela 1 (ELSHAGHABEE et al., 2017).

Tabela 1. Cepas de bacillus com propriedades probióticas reivindicadas (PB) estudadas.

Cepa	Origem da cepa
<i>B. flexus</i> Hk1	CSIR-Central Food
<i>B. subtilis</i> Bn1	TechnologicalResearchInstitute, Índia
<i>B. licheniformis</i> Me1	
<i>B. mojavensis</i> KJS3	Departamento de Farmácia, Universidade Kyungsung, Coreia
<i>B. subtilis</i> PB6	Kemin, São Paulo, Brasil ~
<i>B. subtilis</i> PXN 21	ProbioticsInternationalLtd. Lopen Head, Reino Unido
<i>B. coagulans</i> lactosporo	GanedenBiotechInc, Mayfield Heights, Ohio, USA

Fonte: Almada-érix et al., 2021

7. PERSPECTIVAS

O consumo de probióticos já é popularmente conhecido como benéfico a saúde, contudo, avanços científicos já apresentam a tendência de utilização de bactérias esporuladas probióticas na produção de alimentos, porém, ainda há um grande debate entre os pesquisadores e produtores sobre a atividade probiótica versus patológica do *Bacillus* spp. A segurança de um produto alimentar significa a



ausência de quaisquer efeitos adversos notáveis à saúde após o consumo sob condições definidas, neste sentido, diversas cepas de probióticos de *Bacillus* possuem comprovação no status GRAS e são populares, tanto para indústrias farmacêuticas, quanto na de alimentos com propriedades funcionais (ELSHAGHABEE et al., 2017).

Em síntese, podemos observar que a utilização de cepas produtoras de esporos além de ser algo inovador e promissor para a produção derivados do leite, estudos ainda são escassos e devem avançar para que haja uma segura aplicação dos micro-organismos esporulados, sem riscos à saúde pública.



8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMADA-ÉRIX, Carine N. et al. Quantifying the impact of eight tunitoperationson the survival of eight *Bacillus* strains with claimed probiotic properties. **Food ResearchInternational**, v. 142, p. 110191, 2021.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Política Nacional de Alimentação e Nutrição / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Básica. – 1. ed., 1. reimpr. – Brasília : Ministério da Saúde, 2013.

CAO, J. et al. Probioticcharacteristicsof bacillus coagulansandassociatedimplications for humanhealthanddiseases. *JournalofFunctionalFoods*, Elsevier, v. 64, 2020.

COLOMBO, Monique et al. The potential use ofprobioticand beneficial bacteria in theBrazil dairyindustry. **JournalofDairyResearch**, v. 85, n. 4, p. 487-496, 2018.

CORASSIN, A. G. da Cruz; PatriciaBlumerzacarchenco; Carlos Augusto Fernandes de O. C. H. Processamento de produtos lacteos: queijos, leites fermentados, bebidas lacteas, sorvete, manteiga, creme de leite, doce de leite, soro em po e lacteos funcionais. 1a. ed. [S.I.]: Elsevier Ltda, 2017. v. 3.

CUTTING, Simon M. *Bacillus* probiotics. **Food microbiology**, v. 28, n. 2, p. 214-220, 2011.

ELSHAGHABEE, Fouad MF et al. *Bacillus* as potentialprobiotics: status, concerns, and future perspectives. **Frontiers in microbiology**, v. 8, p. 1490, 2017.

FOOD; ORGANIZATION, A. Guidelines for theEvaluationofProbiotics in Food. [S.I.], 2002.

GAO, J. et al. Probiotics in the dairyindustry—advancesandopportunities. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, Wiley Online Library, 2021.

MINISTÉRIO DA SAÚDE - ANVISA. RESOLUCAO DA DIRETORIA COLEGIADA – RDC No 241, DE 26 DE JULHO DE 2018. 2018. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2018/rdc0241_26_07_2018.pdf>. Acesso em: 12 out. de 2021.

PEREIRA, Wander Lopes et al. O EFEITO DOS ALIMENTOS FUNCIONAIS NA MICROBIOTA INTESTINAL: O USO DO KEFIR E DA KOMBUCHA NA DIETA ALIMENTAR SAUDÁVEL. **Revista de Trabalhos Acadêmicos-Universo Campos dos Goytacazes**, v. 1, n. 13, 2020. (Pereira, et al., 2020)

PIMENTEL, A. G. da Cruz; Adriana Torres Silva e A. E. S. P. E. A. E. L. M. S. M. C. S. M. R. M. P. B. Z. T. C. ProbioticosePrebioticos - Desafios e Avancos. 1º. ed. [S.I.]: Setembro editora, 2020.

RIBEIRO-SILVA, Rita de Cássia et al. Implicações da pandemia COVID-19 para a segurança alimentar e nutricional no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, p. 3421-3430, 2020.

SOARES, M. B. et al. Behaviorofdifferent bacillus strainswithclaimedprobioticpropiertiesthroughoutprocessedcheese (“requeijao cremoso”) manufacturingandstorage. **Internationaljournalof food microbiology**, Elsevier, v. 307, p. 108288, 2019.