

Estudo da Aplicação de Microrganismos Probióticos Micro encapsulados em Alimentos

Study of the Application of Micro-Encapsulated Probiotic Microorganisms in Food

Leticia Galli Otaviano; Ana Paula Cerino¹

¹Centro Universitário Sagrado Coração, Bauru/SP, Brasil.

E-mail (autor principal): leticiagalli13@gmail.com

RESUMO

A sociedade cada vez mais tem buscado adquirir hábitos alimentares mais adequados. Desta forma, os alimentos funcionais têm um papel importante por promoverem benefícios adicionais à saúde, além de suas atribuições nutricionais básicas, dentre estes alimentos funcionais estão os probióticos, que são microrganismos vivos que, se administrados em quantidades adequadas, promovem benefícios à saúde. Em razão dos seus efeitos benéficos, os probióticos têm sido incorporados nos mais diversos alimentos. No entanto, existem ainda alguns problemas com relação à viabilidade e resistência das culturas probióticas nesses alimentos. Deste contexto, a microencapsulação surge como uma solução tecnológica capaz de promover proteção, liberação controlada e preservação dos efeitos bioativos. Logo, o presente estudo teve como objetivo avaliar a importância da utilização de microrganismos probióticos microencapsulados em alimentos, evidenciar algumas aplicações e analisar as principais tecnologias envolvidas no processo. No final do estudo foi possível constatar que as aplicações das bactérias probióticas microencapsuladas em alimentos apresentam ótimos valores de viabilidade e sobrevivência, comprovando que as microcápsulas são capazes de proteger estes microrganismos de condições adversas, mantendo maior estabilidade durante o processamento, armazenamento e, inclusive, durante a passagem pelo trato digestório. Além disso, dentre os métodos convencionais usados para o microencapsulamento de probióticos, a literatura destaca o método de extrusão, emulsificação e de secagem, como o *spray drying*.

Palavras-chaves: Alimentos funcionais. Culturas probióticas. Microcápsulas. Tecnologia.

ABSTRACT

Society has increasingly sought to acquire more adequate eating habits. In this way, functional foods play an important role by promoting additional health benefits, in addition to their basic nutritional attributions, among these functional foods are probiotics, which are live microorganisms that, if administered in adequate amounts, promote health benefits. Due to their beneficial effects, probiotics have been incorporated into the most diverse foods. However, there are still some problems regarding the viability and resistance of probiotic cultures in these foods. In this context, microencapsulation emerges as a technological solution capable of promoting protection, controlled release and preservation of bioactive effects. Therefore, the present study aimed to evaluate the importance of using microencapsulated probiotic microorganisms in foods, highlight some applications and analyze the main technologies involved in the process. At the end of the study, it was possible to verify that the applications of microencapsulated probiotic bacteria in food have excellent viability and survival values, proving that the microcapsules are capable of protecting these microorganisms from adverse conditions, maintaining greater stability during processing, storage and even during passage through the digestive tract. In addition, among the conventional methods used for the microencapsulation of probiotics, the literature highlights the extrusion, emulsification and drying method, such as spray drying.

Keywords: Functional foods. Probiotic cultures. Microcapsules. Technology.

INTRODUÇÃO

Atualmente, pesquisadores em todo o mundo têm se preocupado com a importância da alimentação na manutenção da saúde e na prevenção de doenças. Assim, a possibilidade de reduzir o risco de doenças por meio da dieta tem atraído a atenção tanto da comunidade científica como das indústrias alimentícias, com o objetivo de produzir alimentos com alegação funcional (BARROS *et al.*, 2022; PEREIRA; LUSNE, 2019).

Os alimentos funcionais baseiam-se em ingredientes que possuem componentes ativos capazes de promover, além da nutrição básica, efeitos benéficos adicionais para a saúde. Dentre os alimentos que se enquadram nessa categoria, os probióticos têm adquirido grande destaque pela relação à reestruturação e à manutenção da microbiota intestinal e na prevenção de doenças, contribuindo para o funcionamento e desenvolvimento de uma fisiologia corporal adequada (BARROS *et al.*, 2022; OLIVEIRA *et al.*, 2017).

Os probióticos são microrganismos vivos que, quando consumidos regularmente em quantidades suficientes e adequadas, produzem efeitos benéficos à saúde e ao bem-estar do hospedeiro. Todavia, um microrganismo só é considerado probiótico se for capaz de sobreviver à passagem pelo trato gastrointestinal e atingir áreas específicas no intestino (OLIVEIRA *et al.*, 2017).

Neste contexto, diferentes técnicas para aumentar a resistência desses microrganismos contra condições adversas têm sido propostas, incluindo o uso de duas fases fermentativas, adaptação ao estresse, incorporação de micronutrientes, como peptídeos e aminoácidos, e a microencapsulação (COSTA; MELO, 2017).

A microencapsulação é uma tecnologia que permite recobrir partículas ou pequenas gotas de material líquido ou gasoso, formando cápsulas em miniatura, as quais podem liberar seu conteúdo em taxas controladas e/ou sob condições específicas. Tais microcápsulas podem apresentar tamanho na faixa de frações de micron até vários milímetros, possuindo diferentes formas, dependendo dos materiais e métodos utilizados em sua preparação (MENEZES *et al.*, 2013).

Portanto, estudar os mecanismos de atuação dos microrganismos probióticos no trato gastrointestinal, certificar os diversos benefícios que o consumo de probióticos proporciona à saúde e verificar a técnica de microencapsulação de probióticos como forma de aumentar a resistência desses microrganismos é de extrema importância uma vez que o consumo e a busca por alimentos probióticos tem aumentado significativamente nos últimos anos.

Contudo, o presente estudo tem como objetivo avaliar a importância da utilização de microrganismos probióticos microencapsulados em alimentos, evidenciar algumas aplicações e analisar as principais tecnologias envolvidas no processo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo teve como diretriz o estudo da aplicação de microrganismos probióticos microencapsulados em alimentos.

De acordo com as classificações de Gil (2002), foi realizado um estudo qualitativo para levantamento bibliográfico, afim de gerar maior conhecimento do tema, a partir de livros, teses, artigos científicos, jornais, periódicos e revistas. A pesquisa foi explicativa, aprofundando maior conhecimento com composto estudado.

Após esse levantamento, efetivou-se a pesquisa básica, sem aplicação prática que comprovem sua funcionalidade, apenas referenciais de relevância.

Quanto aos procedimentos, o artigo se classifica como pesquisa bibliográfica desenvolvida através de dados da pesquisa documental e bibliográfica.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Alimentos Funcionais

O conceito de alimento funcional (AF) foi proposto em meados dos anos 80, como “alimentos ou ingredientes que produzem efeitos benéficos à saúde, além de suas funções nutritivas “,

e o Japão foi o primeiro país a adotar estudos científicos para comprovar os efeitos fisiológicos dos alimentos nos seres humanos. Em 1991, foi apresentado à comunidade científica o termo “*Food for Specified Health Use*”, que diz respeito a alimentos processados, similares em aparência aos alimentos convencionais, usados como parte de uma dieta normal e que demonstraram benefícios fisiológicos e/ou reduziram o risco de doenças crônicas, além de suas funções básicas nutricionais (SANTOS *et al.*, 2020).

Os diversos benefícios dos alimentos funcionais justificam o potencial crescimento mundial do consumo e desenvolvimento destes alimentos. Os benefícios ocorridos pela ingestão regular dos alimentos funcionais podem ser percebidos com ações das atividades antioxidantes, diminuição dos níveis de colesterol, redução da pressão sanguínea, controle da glicose e diminuição da concentração de hormônios, efeitos anticancerígenos e antidepressivos (SAFRAID *et al.*, 2022; SANTOS *et al.*, 2020).

Os alimentos funcionais desempenham um papel importante na construção de novos hábitos alimentares que visam os benefícios para a saúde em longo prazo. No Brasil, os alimentos funcionais são regulamentados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e devem ser seguros para serem consumidos sem a supervisão e/ou a recomendação médica (SAFRAID *et al.*, 2022).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) lista os seguintes compostos de alimentos funcionais com alegações de saúde comprovada: ácidos graxos ômega-3, carotenoides, fibras alimentares, probióticos, fitoesteóis e proteína da soja. Ressalta-se que para um alimento apresentar a alegação de propriedade funcional, é exigida comprovação científica por meio de estudos aplicáveis, baseados em ensaios clínicos com metodologia adequada ou em estudos epidemiológicos (BRASIL, 2016; SAFRAID *et al.*, 2022).

Por comprovadamente trazerem benefícios à saúde e por serem adicionados a uma grande variedade de alimentos lácteos e não lácteos, os probióticos são considerados os maiores impulsionadores do mercado de alimentos funcionais. No mundo inteiro, cerca de 60% dos alimentos funcionais são produzidos com adição de prebióticos e probióticos. Todavia, os consumidores estão mais conscientes sobre as vantagens do consumo de probióticos e esse é um fator que estimula esse segmento (HILACHUK; PAULA, 2022; SILVA, 2021).

Nesta perspectiva, uma pesquisa desenvolvida e divulgada pela empresa *Archer Daniels Midland* (ADM), líder global em nutrição, os alimentos que beneficiam a microbiota intestinal são uma tendência de consumo. A pesquisa constatou que 25% dos consumidores globais enfrentam problemas de saúde digestiva; e destes, 50% com complicação de grau moderado ou grave. Desta maneira, a utilização de probióticos no controle e na reestruturação da microbiota intestinal é bem aceita por esse público e também por quem deseja obter benefícios com o consumo, como por exemplo, controlar o peso, fortalecer o sistema cardiovascular e imunológico, regular diabetes e o colesterol (ADM, 2020).

Diante das evidências sobre a expansão do segmento de probióticos voltados para o consumo humano e dos benefícios, a sua utilização pelas indústrias farmacêutica e alimentícia é considerada versátil, uma vez que podem ser administrados na forma de medicamentos, alimentos e suplementos alimentícios (SILVA, 2021; HILACHUK; PAULA, 2022).

Os Probióticos

A história dos probióticos é tão antiga quanto a história humana, pois está estreitamente relacionada com a utilização de alimentos fermentados. Supõe-se que a produção de alimentos e bebidas fermentadas pelo homem teve início quando a agricultura começou a substituir a caça. Arqueólogos encontraram evidências da produção de bebidas fermentadas desde o ano 7000 A.C. numa aldeia da China e desde o ano 5000 A.C. na Mesopotâmia. No antigo Egito e na Mesopotâmia, as bebidas fermentadas eram produzidas recorrendo a frutas, mel e cereais, enquanto que na Ásia eram produzidas recorrendo principalmente ao arroz (SOUSA, 2021).

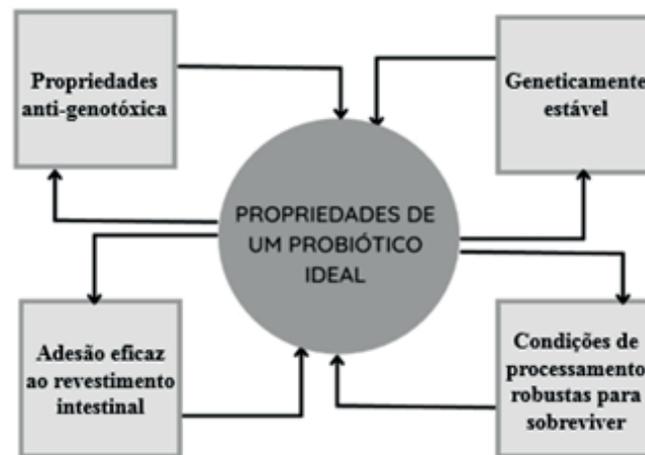
Entretanto, a história moderna dos probióticos teve início no século 19, devido observações do imunologista russo Elie Metchnikoff, que relacionou que camponeses búlgaros viviam mais e de forma mais saudável devido ao consumo de produtos lácteos fermentados (SANTOS *et al.*, 2020; POLINA *et al.*, 2021).

O termo “probiótico” surgiu pela primeira vez em 1953, sendo introduzido pelo cientista alemão, Werner Kollath, para designar “substâncias ativas que são essenciais para um desenvolvimento saudável da vida do hospedeiro”. Em 1965, Lilly e Stillwell definiram os probióticos como “microrganismos que estimulam o crescimento de outros microrganismos” (SOUSA, 2021).

Desde então os probióticos vem ganhando diversas definições conceituais, porém a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) rege no artigo 3º da Resolução da Diretoria Colegiada nº 241 que a definição atualmente em vigor de probióticos é “microrganismos vivos, que quando administrados em quantidades adequadas, confere um benefício a saúde do indivíduo” (BRASIL, 2018).

No entanto, para que um microrganismo possa ser considerado probiótico, ele deve seguir alguns critérios, como ser viável; benéfico à saúde humana; apresentar propriedades não patogênicas; ser resistente ao processamento tecnológico; apresentar-se como células vivas e em quantidades adequadas; resistir às condições adversas do trato gastrointestinal, sobrevivendo aos efeitos do ácido clorídrico e dos sais biliares pelo sistema digestório; colonizar o intestino; produzir substâncias antimicrobianas e apresentar influência sobre o sistema imunológico e as atividades metabólicas (Figura 1) (BRAND, 2019; MENEZES, 2019; PEREIRA; LUSNE, 2019; SANTOS *et al.*, 2021).

Figura 1. Representação esquemática de alguns dos pré-requisitos de um microrganismo probiótico ideal.



Fonte: Próprio autor (2022).

Estes requisitos são imprescindíveis, uma vez que que o trato gastrointestinal é um sistema complexo que hospeda uma diversidade de espécies de bactérias. Assim, na porção do estômago e do intestino delgado, o ambiente é desfavorável para a colonização e proliferação bacteriana, devido ao peristaltismo intenso nesta parte do intestino, além da ação bactericida do suco gástrico, da bile e da secreção pancreática (MENEZES,2019).

Os probióticos desempenham atividades biológicas benéficas, tanto na formação quanto na função da microbiota humana, que é responsável por influenciar várias situações clínicas, tais como: doenças gastrointestinais, Diabetes Mellitus tipo 1, doenças cardiovasculares e inclusive a obesidade. Logo, o consumo de probióticos torna-se uma medida de prevenção de doenças intestinais, pois, esses componentes alimentares aumentam significativamente a quantidade de microrganismos promotores da saúde no trato gastrointestinal. Além disso, são utilizados em outras práticas clínicas, como o controle do colesterol e o fortalecimento do sistema imunológico (BARROS *et al.*, 2022; OLIVEIRA *et al.*, 2017).

Assim o avanço no desenvolvimento dos alimentos com probióticos para a promoção da saúde justifica-se pela constante busca por alimentos funcionais, uma vez que passaram a ser vistos não somente como uma fonte de nutrientes, mas também como um promotor de bem-estar e saúde (SANTOS *et al.*, 2020; SILVA *et al.*, 2019).

Nessa perspectiva, um alimento vendido com alegações de trazer benefícios à saúde associado à adição de probióticos, deve conter um número de células viáveis de culturas probióticas de, pelo menos, 10^6 a 10^7 UFC/g, e para que ocorra ação benéfica no intestino, devem ser capazes de sobreviver as condições de processamento e armazenamento, além de ser ingeridos em quantidades adequadas, alcançando o número viável de microrganismos (SILVA *et al.*, 2019; MENEZES, 2019).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) recomenda que os probióticos não podem ser ultrapassados pelos suplementos alimentares na recomendação diária de consumo e por grupo populacional indicado pelo fabricante, desta forma, o artigo 5º da Instrução Normativa nº 76 estabelece que a quantidade mínima viável para os probióticos deve estar na faixa de 10^8 a 10^{10} UFC/g na recomendação diária do produto para consumo (BRASIL, 2020).

Embora uma ampla variedade de gêneros e espécies de microrganismos sejam considerados probióticos potenciais, os principais microrganismos usados em alimentos são em sua maioria bactérias pertencentes aos gêneros *Lactobacillus*, especialmente a espécie *Lactobacillus acidophilus*, e *Bifidobacterium*. Esses gêneros são habitantes dominantes no intestino humano (*Lactobacillus* no intestino delgado e *Bifidobacterium* no intestino grosso) (REIS, 2019; SOUSA, 2021; PEREIRA; LUSNE, 2019). O Quadro 1 mostra os principais microrganismos probióticos usados em alimentos.

Quadro 1. Microrganismos probióticos utilizados em alimentos.

Lactobacillus	Bifidobacterium	Outras bactérias do ácido lático	Outros microrganismos	Referência
L. acidophilus	B. adolescentes	Enterococcus	Bacillus clausii	REIS (2019)
L. amylovorus	B. animalis	Lactococcus lactis	Escherichia coli Nissle 1917	
L. casei	B. bifidum	Streptococcus thermophilus	Saccharomyces cerevisiae (boulardi)	
L. gasseri	B. breve	-	-	
L. helveticus	B. infantis	-	-	
L. johnsonii	B. longum	-	-	
L. pentosus	-	-	-	
L. plantarum	-	-	-	
L. rhamnosus	-	-	-	

Fonte: Próprio autor (2022).

Normalmente, os microrganismos probióticos estão disponíveis como concentrados de cultura na forma seca (liofilizada) para serem adicionados a um alimento para uso industrial ou doméstico. Estes podem ser consumidos como produtos alimentares (fermentados ou não fermentados) ou como suplementos dietéticos (produtos em pó, cápsulas ou comprimidos) (SILVA *et al.*, 2019).

Os produtos lácteos, como leites fermentados, sorvetes, vários tipos de queijo, alimentos para bebês, leite em pó, sobremesas lácteas congeladas, bebidas à base de soro de leite, creme azedo, leitelho, leite líquido normal e aromatizado, são considerados a melhor matriz alimentícia para veiculação de probióticos devido as suas características físico-químicas (SILVA *et al.*, 2019).

No entanto, a crescente popularidade dos alimentos funcionais contendo probióticos e os avanços nas pesquisas para desenvolvimento de novos produtos, resultou-se na incorporação de probióticos não só em produtos lácteos, mas também em bebidas, cereais, chocolates e, até mesmo, em produtos cárneos. Na produção de alimentos probióticos não-lácteos, um fator muito importante que deve ser considerado é a matriz alimentar que será utilizada, a fim de que ela ajude a proteger o probiótico durante sua passagem pelo trato gastrointestinal (COSTA; MELO, 2017; NIRO, 2021).

Mas, ainda assim, os produtos lácteos são os mais comumente utilizados como veículos de bactérias probióticas, com apelo de alimento funcional, entretanto, inúmeros fatores que afetam a viabilidade dos probióticos têm sido relatados nesses produtos, incluindo a concentração de açúcares, proteínas e gorduras, valor de pH, concentração de oxigênio, temperatura de armazenamento, interação com outros microrganismos contidos nos produtos e a atividade de água (NIRO, 2021).

Nesta perspectiva, a sobrevivência dos probióticos é, evidentemente, essencial para que esses microrganismos consigam atingir e colonizar o intestino humano, sendo um dos fatores mais importantes para que as bactérias probióticas promovam os benefícios desejados. Diante disto, surge a necessidade da aplicação de tecnologias, a fim de garantir a sobrevivência dos microrganismos tanto em produtos lácteos quanto em novas matrizes alimentares, destacando-se, neste contexto, as técnicas de microencapsulação (BRITO, 2021; PEREZ, 2021).

Microencapsulação

Histórico do uso de microencapsulação

Os primeiros registros de tentativas de microencapsulação datam dos anos de 1930, mas o primeiro produto com material microencapsulado só surgiu em 1954. A empresa norte-americana *National Cash Register* foi a pioneira, ao comercializar um papel de cópia sem carbono. Este papel recebeu uma fina camada de microcápsulas de tintas, contendo pigmento adequado disperso. Logo, a pressão da ponta do lápis na superfície do papel rompia as microcápsulas, liberando o pigmento, que, por contato direto com o revestimento ácido aplicado na superfície frontal da segunda via, mudava de cor em função do pH, propiciando a obtenção da cópia (ROSSO *et al.*, 2019; SANTOS, 2020).

Na indústria farmacêutica os primeiros estudos voltados a microencapsulação se fortaleceram na década de 50 com o objetivo de cobrir comprimidos e pílulas a fim de permitir a liberação controlada em locais específicos no organismo humano (COSTA *et al.*, 2020).

No setor da agricultura a microencapsulação aparece em diversos produtos e tem como principal finalidade diminuir a aplicação de produto de forma generalizada e não especifica-

mente no alvo de interesse, sendo que as pesquisas mostram que dependendo das condições climáticas quase 90% dos agrotóxicos aplicados não atinge o alvo de interesse. Desta maneira, a microencapsulação nesta área tem como objetivo reduzir os custos com agrotóxicos, além de atingir o alvo de interesse, diminuir a contaminação ambiental e os efeitos indesejáveis em outras culturas que porventura sejam atingidas pelo processo de deriva, por exemplo (ROSSO *et al.*, 2019).

Na década de 1960, relata-se aplicações na área médica em que um material encapsulado também chamado de células artificiais foram utilizadas para exercer a função de rins em pacientes com falência renal. Em 1970 a ideia de encapsulação foi aplicada para imobilização de bactérias (COSTA *et al.*, 2020).

Na área de alimentos, os primeiros registros sobre microencapsulação aconteceram nos Estados Unidos e foi a partir de microencapsulação de óleos essenciais para prevenir a oxidação e perda de substâncias voláteis, além de preservar o aroma (ROSSO *et al.*, 2019).

A tecnologia de microencapsulação tem aumentado, sendo que em 2002 mais de 1.000 patentes estiveram ligadas à microencapsulação e as suas aplicações são para diversos fins, como produtos químicos (agrotóxicos, pesticidas e repelentes), produtos farmacêuticos e cosméticos, e deste total, 300 delas estão ligadas à indústria alimentícia, principalmente para encapsulação de células vivas, enzimas e microrganismos (ROSSO *et al.*, 2019).

A tecnologia de microencapsulação

A microencapsulação é definida como um processo mecânico ou físico-químico que imobiliza e protege os microrganismos durante o processamento, estocagem e no trato gastrointestinal, em um material encapsulante, liberando-o no sítio de ação adequado para exercer os seus benefícios (LEITE, 2021).

Pode ser descrita também como uma tecnologia que consiste em envolver materiais sólidos, líquidos ou gasosos em pequenas cápsulas que liberam seu conteúdo sob condições controladas. No processo de microencapsulação, pequenas partículas, denominadas núcleo ou princípio ativo, são rodeadas por um revestimento ou encapsulante, formando pequenas cápsulas, cuja estrutura é relativamente simples. Em geral, as cápsulas são esféricas, semipermeáveis e apresentam uma membrana envoltória resistente (ANTUNES, 2018; BRAND, 2019; VANISKI *et al.*, 2017).

É uma técnica de grande aceitação, cuja utilização visa aumentar a efetividade de muitos compostos, por promover uma barreira física entre o componente do núcleo e os outros componentes do produto (BRAND, 2019).

A micropartícula produzida é classificada em relação ao tamanho e morfologia, de acordo com o encapsulante e o método de microencapsulação empregado. Todavia, as partículas po-

dem ser classificadas de acordo com o seu tamanho em macropartículas ($\geq 5.000 \mu\text{m}$), micropartículas ($0,2$ a $5.000 \mu\text{m}$) e nanopartículas ($\leq 0,2 \mu\text{m}$) (PEREIRA *et al.*, 2018; MENEZES, 2019).

No que se refere a morfologia, muitos autores utilizam o termo microcápsula em referência a micropartícula. No entanto a micropartícula envolve dois grupos: microcápsula, que compreende um sistema do tipo reservatório, e microesfera, que é um sistema monolítico (BIASUZ, 2018; PEREIRA *et al.*, 2018).

Logo, no sistema reservatório, microcápsula, o material ativo é bem definido e totalmente rodeado pelo encapsulante. No sistema monolítico, microesfera, a estrutura é do tipo matricial e o material ativo se encontra disperso em uma matriz contínua. Neste caso o material ativo pode estar disperso no encapsulante ou ser encontrado na sua superfície, o que não é o ideal e acaba sendo corrigido pela microencapsulação propriamente dita (PEREIRA *et al.*, 2018).

Os agentes encapsulantes mais empregados são os carboidratos (maltodextrina, goma arábica, alginatos, carragena, pectina, quitosana, entre outros) e as proteínas (proteínas de leite e do soro de leite, proteínas vegetais, gelatina, caseinato de sódio, entre outros) (BRITO, 2021).

Ácidos, bases, sais, gases, óleos, vitaminas, minerais, aminoácidos, *flavors*, corantes, enzimas e microrganismos são alguns dos exemplos de materiais que podem ser encapsulados na indústria de alimentos. Essa tecnologia é uma alternativa viável para resolução de problemas relacionados a instabilidade de certos componentes quando incorporados ao produto (ANTUNES, 2018; VIANA *et al.*, 2021).

Uma das grandes vantagens da tecnologia de microencapsulação é que as cápsulas podem ser projetadas para liberar de forma gradual os ingredientes ativos nos alimentos para assim, atuar em áreas específicas do organismo humano, sendo inclusive, resistente as condições ácidas do estômago, chegando ao destino final, intactas. Além disso, é capaz de estabilizar o material encapsulado, controlar reações oxidativas, mascarar sabores, cores ou odores indesejáveis, reduzir a toxicidade do material ativo, prolongar a vida útil e proteger compostos de alto valor nutricional (PEREIRA *et al.*, 2018; ROSSO *et al.*, 2019; VANISKI *et al.*, 2017).

No entanto, o sucesso e a estabilidade de um material encapsulado vão depender de uma série de fatores, como: técnica de microencapsulação, aplicação do produto, propriedades físico-químicas do núcleo, compatibilidade do produto com a parede do agente encapsulante, e também fatores econômicos. Já os principais requisitos para um bom material encapsulante é baixa higroscopicidade, facilidade de manipulação, baixa viscosidade, habilidade para se dispersar e emulsificar, não reagir com o material do núcleo, propriedades para formação de filme, proteção do núcleo contra pH, oxigênio, solventes, entre outros (ROSSO *et al.*, 2019).

Diferentes métodos são utilizados para a produção de microcápsulas que, em geral, podem ser divididos em três grupos, sendo físicos (*spray drying*, *spray coating*, *spray chilling*, gelificação

iônica, leite fluidizado, extrusão, centrifugação com múltiplos orifícios, co-cristalização, liofilização, químicos (polimerização interfacial, inclusão molecular) e físico-químicos (coacervação simples ou complexa (separação de fase aquosa), evaporação emulsão solvente (separação por fase orgânica), emulsão solidificação, envolvimento lipossômico) (VANISKI *et al.*, 2017).

Cada uma das tecnologias que podem ser aplicadas ao microencapsulamento produz microcápsulas com características diferentes em termos de tamanho de partículas, como pode ser visualizado na Tabela 1 (MENEZES, 2019).

Tabela 1. Algumas técnicas de microencapsulação e a distribuição média de tamanho de partículas (μm)

Técnicas	Tamanho de partícula (μm)	Referência
Spray drying	5 - 150	MENEZES (2019)
Refrigeração por pulverização (spray cooling)	20 - 200	
Coacervação simples	20 - 500	
Coacervação complexa	1 - 500	
Emulsificação	0 - 5000	
Extrusão	>100 - 40000	

Fonte: Próprio autor (2022).

A escolha do método de encapsulação é um ponto importante, pois depende de uma série de fatores, como: tamanho de partícula requerido, propriedades físicas e químicas do material ativo e do agente encapsulante, aplicação do produto final, mecanismos desejados de liberação e custo (SILVA, 2016; VANISKI *et al.*, 2017).

Microencapsulação e principais técnicas aplicadas em probióticos

Diversos fatores podem influenciar na sobrevivência dos microrganismos probióticos, dos quais pode-se destacar, as características da cepa, processamento, atividade de água, presença de oxigênio e também o processo digestivo, que possui condições que agem negativamente na sobrevivência dos probióticos. A começar pelo meio ácido do estômago que oscila entre os pHs 1 e 2,5, além das enzimas pancreáticas do intestino delgado e dos sais biliares, que possuem a capacidade de dissolver a membrana do microrganismo, pois apresentam natureza antimicrobiana (MIRANDA, 2021).

Desta forma, os benefícios proporcionados através do uso de probióticos só serão garantidos se os mesmos chegarem viáveis até o intestino, e para tal finalidade, são necessárias ações para garantir sua viabilidade durante a vida de prateleira e na passagem pelo sistema gastrointestinal. Nesse sentido, uma alternativa para superar os problemas mencionados é a microencapsulação desses microrganismos (BRITO, 2021; MIRANDA, 2021; VANISKI *et al.*, 2017).

A microencapsulação dos probióticos consiste na imobilização de células bacterianas em um material encapsulante, formando cápsulas que deverão resistir as condições adversas, que estarão expostas no alimento e no organismo durante a passagem pelo trato digestório, liberando seu material ativo de forma gradual, em áreas específicas do organismo. Uma vez no sistema intestinal, os microrganismos devem ser liberados de diferentes maneiras, como de acordo com o pH, atividade enzimática, temperatura, tempo e força osmótica (ANTUNES, 2018; BIASUZ, 2018; VANISKI *et al.*, 2017).

Os probióticos quando microencapsulados recebem uma proteção adicional, já que o revestimento funciona como uma barreira entre os probióticos e as condições externas, aumentando, assim, a sobrevivência e viabilidade das células no produto final. No mais, as características ideais para um probiótico microencapsulado seria na forma de um pó seco, de armazenamento fácil e de vida de prateleira longa ou então um gel úmido com estabilidade a longo prazo em um produto alimentício (ANTUNES, 2018; BRAND, 2019; MENEZES, 2019).

Várias técnicas estão disponíveis para a desidratação e conservação de microrganismos. Dentre os métodos convencionais usados para o microencapsulamento de probióticos, a literatura destaca o método de extrusão, emulsificação e de secagem, como o *spray drying* (VIANA *et al.*, 2021).

A extrusão é um dos métodos mais antigos e usuais para produzir cápsulas de hidrocoloides (alginatos, carragena e pectina). Configura-se pela preparação de uma solução aquosa de hidrocoloide, com a adição de microrganismos a ela e a extrusão da mistura de células-hidrocoloides ocorre através de uma agulha de seringa sob a forma de gotículas em queda livre em uma solução de endurecimento, como o cloreto de cálcio, que consiste em cátions multivalentes. No fim do processo, os microrganismos são imediatamente aprisionados pelos polímeros levando a formação de redes tridimensionais que se reticulam com íons de cálcio (ANDRADE, 2019; SILVA, 2021; VIANA *et al.*, 2021).

A técnica de emulsão tem sido aplicada com sucesso para a microencapsulação de bactérias ácido lácticas (BAL). Nesta técnica, as cápsulas são formadas a partir de duas etapas: a dispersão de uma fase aquosa contendo as células bacterianas e uma suspensão polimérica, dentro de uma fase orgânica, como óleo, resultando em uma emulsão de água em óleo; e a solidificação das cápsulas por um agente geleificante. Normalmente, a emulsificação resulta em cápsulas de pequenos diâmetros, e pode ser facilmente aplicada em grande escala, porém, pode produzir microcápsulas com grandes variações de tamanho e forma (VANISKI *et al.*, 2017; VIANA *et al.*, 2021).

A técnica de *spray drying* envolve a dispersão das células em uma solução polimérica que é atomizada na câmara de secagem, isso leva a evaporação do solvente e, conseqüentemente, a formação das microcápsulas (BRITO, 2021; VANISKI *et al.*, 2017). No Quadro 2 estão descritas as principais vantagens e desvantagens das técnicas aplicadas em microencapsulação de probióticos.

Quadro 2. Principais vantagens e desvantagens das técnicas de microencapsulação de probióticos.

Técnicas	Vantagens	Desvantagens	Referências
Extrusão	Baixo custo, simplicidade do método e não envolve altas temperaturas.	Difícil aplicação em grande escala industrial, devido à formação das microcápsulas ser muito lenta.	(VIANA <i>et al.</i> , 2021; ANDRADE, 2019).
Emulsão	Pode ser utilizada em escala industrial.	Custo elevado e microcápsulas com variação de tamanho e forma.	(VIANA <i>et al.</i> , 2021; VANISKI <i>et al.</i> , 2017).
Spray drying	Baixo custo, equipamento e técnica acessível, produção em escala industrial, solubilização instantânea e estabilidade elevada das cápsulas.	Microcápsulas não uniformes, perda de materiais sensíveis ao calor, como aroma e outros compostos voláteis.	(VANISKI <i>et al.</i> , 2017),

Fonte: Próprio autor (2022).

Aplicação de probióticos microencapsulados em alimentos

Sidira *et al* (2014) encapsularam *Lactobacillus casei* ATCC 393 para aplicação em salsichas fermentadas, utilizando-a como cultura *starter*, mas também com o objetivo de obter um produto probiótico. Foram detectados ao fim do processo de maturação concentração adequada para considerar o alimento probiótico.

A sobrevivência do *Lactobacillus casei* microencapsulado com leite em pó desnatado reconstituído foi analisada por Dimitrellou *et al* (2016). Os autores observaram que os componentes do leite, em especial a lactose, foram efetivos na proteção das células contra o calor e das soluções de suco gástrico e bile simuladas. Os resultados também mostraram uma taxa de sobrevivência de 17,8% dos probióticos encapsulados quando adicionados ao leite fermentado e estocados por mais de quatro semanas a 4°C, enquanto que os probióticos livres apresentaram uma taxa de 9,5%.

Gon *et al* (2015) testaram a sobrevivência de probióticos adicionados em *frozen yoguth*, produzido a partir do extrato aquoso de soja enriquecido com cálcio e adicionado a uma cultura mista com *L. acidophilus*, *Bifidobacterium* e *Streptococcus thermophilus*, microencapsulados por emulsão com albumina e colágeno, com agitação, até obtenção de um hidrogel, separado por centrifugação. Como resultado, foi comprovado que com a microencapsulação, os probióticos mantiveram-se viáveis no *frozen* de soja durante as seis semanas de armazenamento, além de obter um produto probiótico não fermentado com características físicas e químicas adequadas a de “gelado comestível”.

Bifidobacterium infantis e *Lactobacillus plantarum* foram microencapsulados empregando a metodologia de *spray dryer* por Bustamante *et al* (2017). Nesse estudo, as culturas probióticas que foram encapsulados com uma mistura de maltodextrina, mucilagem e proteína solúvel das sementes de chia e linhaça apresentaram uma alta sobrevivência após a secagem, além de os protegerem das condições adversas do trato digestório. Os probióticos microencapsulados foram incorporados a suco em pó instantâneo, que resultou em uma alta viabilidade dos mesmos após 45 dias de estocagem.

Santos *et al* (2019) aplicaram as microcápsulas de *L. acidophilus La-5* em um mousse simbiótico. As microcápsulas de inulina foram essenciais para garantir a sobrevivência dos probióticos após a secagem por pulverização, bem como para proteção dos mesmos as condições gastrointestinais simuladas.

Brand (2019) elaborou um preparo sólido para refresco sabor laranja adicionado de probiótico microencapsulado por *spray drying*. Em seu estudo, foram testadas três microcápsulas de *L. acidophilus*, que diferiram entre si pelo material de parede e parâmetros operacionais utilizados no *spray dryer*. Todas as formulações contendo o probiótico encapsulado apresentaram valores superiores de viabilidade e sobrevivência após simulação da digestibilidade quando comparados a formulação contendo o *L. acidophilus* livre (formulação controle), comprovando que as microcápsulas foram capazes de proteger o probiótico.

Lactobacillus plantarum CIDCA 83114 foram microencapsulados por Quintana *et al* (2018) através da técnica de emulsificação (O/A), utilizando óleo de okara e caseinato, e mostraram estabilidade da viabilidade probiótica após secagem por pulverização e posterior armazenamento por 60 dias a 4 °C. Isso demonstra a importância de definir formulações de emulsões adequadas para um encapsulamento eficiente de microrganismos, com aplicações promissoras no desenvolvimento de novos alimentos funcionais.

CONCLUSÃO

A microencapsulação é uma técnica promissora que tem auxiliado a indústria de alimentos na aplicação de microrganismos probióticos, pois essa técnica resulta em uma barreira física

contra as condições adversas do ambiente, proporcionando mais estabilidade durante o armazenamento e na passagem pelo trato gastrointestinal.

Para o sucesso da microencapsulação alguns pontos relevantes devem ser seguidos, como selecionar os materiais e processos microencapsulantes mais adequados, e ainda a viabilidade de células probióticas em baixo pH e altas concentrações de sais biliares.

No entanto, foi possível concluir que as aplicações das bactérias probióticas microencapsuladas em alimentos apresentam ótimos valores de viabilidade e sobrevivência, reforçando que as microcápsulas são capazes de proteger estes microrganismos, mantendo maior estabilidade durante o processamento, armazenamento e, ao longo da passagem pelo trato digestório.

REFERÊNCIAS

ADM. **Top five global trends that will shape the food industry in 2021**. 2020. Disponível em: <https://www.adm.com/news/news-releases/top-five-global-trends-that-will-shape-the-food-industryin-2021>. Acesso em 17 de setembro de 2022.

ANDRADE, Dayana Pereira de. **Microencapsulation of *Lactobacillus* strains**.. Tese (Doutorado em Microbiologia Agrícola). 65p. Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG. 2019. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/33645/2/TESE_Microencapsulation%20of%20Lactobacillus%20strains.pdf. Acesso em 1 de setembro de 2022.

ANTUNES, Laura Luisi. **Viabilidade de *Lactobacillus acidophilus* livre e microencapsulado em sucos funcionais**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos). 80p. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, PR. 2018. Disponível em: <http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/12669/2/Viabilidademicroencapsuladosucosfuncionais.pdf>. Acesso em 15 de setembro de 2022.

BARROS, Dayane de Melo *et al.* The importance of consuming probiotics and prebiotics for health: a review. **Brazilian Applied Science Review**. v.6.n.1.p.54-63. 2022. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BASR/article/view/42905/pdf>. Acesso em 15 de setembro de 2022.

BIASUZ, Thaís. **Obtenção de espécies de *Lactobacillus* microencapsulado em carragena com combinação proteica e aplicação em salame tipo milano**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). 79p. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira. 2018. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3186/1/MD_PPGTA_M_Biasuz%2c%20Tha%3ads_2018.pdf. Acesso em 10 de outubro de 2022.

BUSTAMANTE, Mariela *et al.* Effective *Lactobacillus plantarum* and *Bifidobacterium infantis* encapsulation with chia seed (*Salvia hispanica* Ll.) and flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) mucilage and soluble protein by *spray drying*. **Food Chemistry**. v. 216. p. 97–105. 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27596397/>. Acesso em 20 de outubro de 2022.

BRAND, Rafaela Dal'Prá. **Aplicação de *Lactobacillus acidophilus* microencapsulado com diferentes materiais de parede em preparação sólida para refresco**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos).49p. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, PR. 2019. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/12628/2/aplicacolaactobacillusacidophilusmicroencapsulado.pdf>. Acesso em 5 de outubro de 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 241, de 26 de julho de 2018**, dispõe sobre os requisitos para comprovação da segurança e dos benefícios à saúde dos probióticos para uso em alimentos. Diário Oficial da União. Poder Executivo. Brasília, DR.2018. Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/3898888/RDC_243_2018_.pdf/0e39ed31-1da2-4456-8f4a-afb7a6340c15. Acesso em 1 de setembro de 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Instrução Normativa nº 76, de 5 de novembro de 2020**, dispõe sobre a atualização das listas de constituintes, de limites de uso, de alegações e de rotulagem complementar dos suplementos alimentares. Diário Oficial da União. Poder Executivo. Brasília, DR. 2020. Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/5809185/IN_76_2020_COMP.pdf/28f071f-8-8079-4671-a1ec-b47c8dd30917. Acesso em 1 de setembro de 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. **Anvisa atualiza lista de alegações de propriedades funcionais e de saúde**. Oficial da União. Poder Executivo. Brasília, DR. 2016. Disponível em http://portal.anvisa.gov.br/noticias/-/asset_publisher/FXrpx9qY7FbU/content/anvisa-atualiza-lista-de-alegacoes-de-propriedades-funcionais-e-desauade/219201?inheritRedirect=false. Acesso em 1 de setembro de 2022.

BRITO, Gabriela Fachine. **Seleção e microencapsulação de bactérias ácido-láticas potencialmente probióticas obtidas de frutos do bacupari (*rheedia gardneriana*)**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). 68p. Universidade Federal do Tocantins. Palmas, TO. 2021. Disponível em: <http://repositorio.uft.edu.br/bitstream/11612/3578/1/Gabriela%20Fachine%20Brito%20-%20Disserta%3a7%3a3o.pdf>. Acesso em 9 de setembro de 2022.

COSTA, Igor Henrique de Lima. MELO, Calionara Waleska Barbosa de. Aplicação da microencapsulação de probióticos em alimentos: um estudo de revisão. In: Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências. II. **Anais**. 2017. Disponível em: http://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conapesc/2017/TRABALHO_EV070_MD1_SA20_ID340_02042017190331.pdf. Acesso em 9 de setembro de 2022.

COSTA, Tailane Vieira *et al.* Uma perspectiva para otimização do encapsulamento de açaí com proteínas do soro de leite em *spray dryer*. In: Congresso Internacional da Agroindústria. **Anais**. 2020. Disponível em: <https://ciagro.institutoidv.org/ciagro/uploads/1441.pdf>. Acesso em 20 de setembro de 2022.

DIMITRELLOU, Dimitra *et al.* Survival of spray dried microencapsulated *Lactobacillus casei* ATCC 393 in simulated gastrointestinal conditions and fermented milk. **LWT - Food Science and Technology**. v. 71. p. 169–174. 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S002364381630144X>. Acesso em 20 de outubro de 2022.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projeto de pesquisa**. 4^oed.São Paulo. Editora Atlas S.A.2002. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/150/o/Anexo_C1_como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf. Acesso em 20 de outubro de 2022.

GON, Renan Luiz Romano *et al.* Application and viability of *L. acidophilus*, *Bifidobacterium* and *S. thermophilus* microencapsulated in soy frozen yogurt. **Brazilian Journal of Food Research**. Campo Mourão. PR.v. 6. n. p. 43 – 56. 2015. Disponível em: https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa/article/download/3446/pdf_1#:~:text=As%20micelas%20de%20albumina%20e%20col%C3%A1geno%20foram%20capazes%20de%20manter,as%20seis%20semanas%20de%20armazenamento. Acesso em 20 de outubro de 2022.

HILACHUKI, Daniele. PAULA, Daniel de. Monitoramento tecnológico de probióticos para alimentação humana. **Cadernos de Prospecção**. v.15.n.2.p.362-378. Salvador. 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/download/47362/26458>. Acesso em 1 de setembro de 2022.

LEITE, Marcela de Souza. **Influência da matriz de gelado comestível sobre o comportamento e a sobrevivência de cepas probióticas a condições do trato gastrointestinal simuladas *in vitro***. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica). 80p. Universidade de São Paulo. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. São Paulo. 2021. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9133/tde-05082021-120843/publico/MarcelaS_Leite_ME_Original.pdf. Acesso em 15 de setembro de 2022.

MIRANDA, Artemiza da Silva. **Estudo do encapsulamento do *Lactobacillus rhamnosus* e avaliação da resistência ao trato gastrointestinal (TGI) simulado**. Dissertação (Mestrado em Microbiologia). 51p. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho. São José do Rio Preto, SP. 2021. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/213897/miranda_as_me_sjrp_par.pdf?sequence=7&isAllowed=y. Acesso em 10 de outubro de 2022.

MENEZES, Cristiano Ragagnin de *et al.* Microencapsulação de probióticos: avanços e perspectivas. **Revista Ciência Rural**. v.43. n.7. p.1309-1316. Santa Maria. 2013. Disponível em <https://www.scielo.br/j/cr/a/8DyQPZQNwQTQJb74ypK6B7r/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 16 de setembro de 2022.

MENEZES, Maria Fernanda da Silveira Cáceres de. **Microencapsulação de probióticos por multicamadas para aplicação em alimentos**. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos). 91p. Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Ciências Rurais. Santa Maria, RS. 2019. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/23055/TES_PPGC-TA_2019_MENEZES_MARIA.pdf?sequence=1. Acesso em 18 de outubro de 2022.

NIRO, Carolina Madazio. **Fitas comestíveis de banana como veículos para probióticos**. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia). 77p. Universidade Federal de São Carlos. Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia. São Carlos, SP. 2021. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1136507/1/TS-2021.009.pdf>. Acesso em 1 de setembro de 2022

OLIVEIRA, Janaina Lopes de *et al.* A importância do uso de probióticos na saúde humana. **Revista Unoesc & Ciência**. v. 8. n. 1. p. 7-12. Joaçaba. 2017. Disponível em : <https://files.core.ac.uk/pdf/12703/235124318.pdf>. Acesso em 12 de setembro de 2022.

PEREIRA, Amélia Aparecida Rocca. LUSNE, Ana Paula Iani. Probióticos e prebióticos na prevenção e tratamentos de doenças. **Revista Brasileira Multidisciplinar**. v.22. n.3.p.162-176. 2019. Disponível em: <https://www.revistarebram.com/index.php/revistauniara/article/view/677>. Acesso em 20 de setembro de 2022.

PEREIRA, Keyla Carvalho *et al.* Microencapsulation and release controlled by the diffusion of food ingredients produced by *spray drying*: a review **Brazilian Journal of Food Technology**. v. 21. e2017083. p.1-9.2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjft/a/grd6gfXLgGSqTqqw-cGGkxYb/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 13 de setembro de 2022.

PEREZ, Izadora Almeida. **Xantana Pruni de baixa viscosidade como agente encapsulante e sílica pirogênica como antiagregante na estabilidade de probiótico microencapsulado em *spray dryer***. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). 115p. Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Pelotas, RS. 2021. Disponível em: http://www.guaiaa.ufpel.edu.br/bitstream/prefix/8053/1/Dissertacao_Izadora_Almeida_Perez.pdf. Acesso em 13 de setembro de 2022.

POLINA, Caroline Chie *et al.* Encapsulation methods for probiotic immobilization with food application. **Brazilian Journal of Development**. v.7. n.3. p.22908-22929. Curitiba, PR. 2021. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/25912>. Acesso em 13 de setembro de 2022.

QUINTANA, G *et al.* Valorization of okara oil for the encapsulation of *Lactobacillus plantarum*. **Food Research International**. v.106.p.81-89.2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996917309079#!>. Acesso em 25 de outubro de 2022.

REIS, Ana Raquel. **Probióticos, potencialidades e desafios**. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas). 46p. Universidade Fernando Pessoa. Faculdade Ciências da Saúde. Porto. 2019. Disponível em: https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/8703/1/PPG_33443.pdf. Acesso em 15 de setembro de 2022.

ROSSO, Ana Cristina *et al.* Microencapsulação de compostos bioativos em alimentos. **Boletim Técnico-Científico**. v.5.n.2.p.63-76. 2019. Disponível em: https://periodicos.iffarroupilha.edu.br/index.php/boletim-tecnico-cientifico/article/view/227/pdf_26. Acesso em 19 de outubro de 2022.

SAFRAID, Giovana Flores *et al.* Profile of functional food consumer: identity and habits. **Brazilian Journal of Food Technology**. v.25. e2021072. Campinas, SP. 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjft/a/FRYBXmfYCHkffmw6Gh4NCtG/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 19 de setembro de 2022.

SANTOS, Douglas Xavier dos *et al.* Improved probiotic survival to in vitro gastrointestinal stress in a mousse containing *Lactobacillus acidophilus* La-5 microencapsulated with inulin by spray drying. **Food Science and Technology**. v. 99. p. 404-410. 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643818308284>. Acesso em 20 de setembro de 2022.

SANTOS, Priscila Souza *et al.* Potencial bioterapêutico dos probióticos. **Revista Cereus**. v.12. n.1. p.1-145.2020. Disponível em: <http://www.ojs.unirg.edu.br/index.php/1/article/view/1890/1590>. Acesso em 5 de setembro de 2022.

SIDIRA, Marianthi *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. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956713514000930>. Acesso em 22 de outubro de 2022.

SILVA, Sebastião Ânderson Dantas da. **Microencapsulação de *Lactobacillus acidophilus* e *Lactiplantibacillus plantarum* em alginato e gelatina: estudo da produção, caracterização e estabilidade visando aplicação em alimentos**. Dissertação (Mestrado em Mestre). 77p. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciência da Saúde. Natal, RN. 2021. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/46570/1/MicroencapsulacaoLactobacillusacidophilus_Silva_2021.pdf. Acesso em 13 de setembro de 2022.

SILVA, Thaianne Marques da. **Microencapsulação de *Bifidobacterium lactis* e *Lactobacillus acidophilus* por coacervação complexa: estudo da produção, caracterização e viabilidade**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos). 127p. Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Ciências Rurais. Santa Maria, RS. 2016. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/14474/DIS_PPGCTA_2016_SILVA_THAIANE.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em 12 de outubro de 2022.

SILVA, Maritiele Naissinger da. **Desenvolvimento de manteiga funcional adicionada de microrganismos probióticos**. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos).192p. Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Ciências Rurais. Santa Maria, RS. 2019. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/19507/TES_PPGCTA_2019_SILVA_MARITIELE.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em 12 de outubro de 2022.

SOUZA, Ana João Alves Fernandes de. **Os benefícios dos probióticos e prebióticos na saúde e em estados de disbiose: revisão narrativa**. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas). Universidade Fernando Pessoa. Faculdade Ciências da Saúde. Porto. 2021. Disponível em: https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/10496/1/PPG_39671.pdf. Acesso em 18 de setembro de 2022.

VANISKI, *Rosane et al.* Techniques and materials used in the Microencapsulation of probiotics. **Brazilian Journal of Food Research**. v. 8. n. 1. p. 156-184. Campo Mourão. 2017. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa/article/view/3651/pdf>. Acesso em 20 de outubro de 2022.

VIANA, Carolina Carvalho Ramos *et al.* Microencapsulation of probiotic bacteria: a brief review. **Research, Society and Development**. v. 10. n. 13.p.1-11.2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/20814/18869/255843>. Acesso em 1 de outubro de 2022.