



**JULIA ALVES**

**INGREDIENTES FUNCIONAIS E SUAS CARACTERÍSTICAS:  
O POTENCIAL DOS SISTEMAS DE ENCAPSULAÇÃO PARA  
APLICAÇÃO EM SISTEMAS ALIMENTÍCIOS**

**LAVRAS – MG**

**2021**

**JULIA ALVES**

**INGREDIENTES FUNCIONAIS E SUAS CARACTERÍSTICAS:  
O POTENCIAL DOS SISTEMAS DE ENCAPSULAÇÃO PARA  
APLICAÇÃO EM SISTEMAS ALIMENTÍCIOS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia de Alimentos, para obtenção do título de bacharel.

Prof.<sup>a</sup> Dra. Karen Cristina Guedes Silva

Orientadora

**LAVRAS – MG**

**2021**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA,  
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

ALVES, JULIA.

Ingredientes funcionais e suas características: o potencial dos sistemas de encapsulação para aplicação em sistemas alimentícios / JULIA ALVES. - 2021.

43 p.

Orientador(a): Karen Cristina Guedes Silva.

Monografia (graduação) - Universidade Federal de Lavras, 2021.

Bibliografia.

1. Alimentos funcionais. 2. Bioativos. 3. Encapsulação. I. Silva, Karen Cristina Guedes. II. Título.

**INGREDIENTES FUNCIONAIS E SUAS CARACTERÍSTICAS:  
O POTENCIAL DOS SISTEMAS DE ENCAPSULAÇÃO PARA  
APLICAÇÃO EM SISTEMAS ALIMENTÍCIOS**

**FUNCTIONAL INGREDIENTS AND THEIR  
CHARACTERISTICS: THE POTENTIAL OF ENCAPSULATION  
SYSTEMS FOR FOOD SYSTEMS APPLICATION**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia de Alimentos, para obtenção do título de bacharel.

**Aprovada em 26 de novembro de 2021**

Prof.<sup>a</sup> Dra. Gabriela Feltre Unicamp

Banca

Prof.<sup>a</sup> Dra. Sandra Maria Pinto UFLA

Banca

Prof.<sup>a</sup> Dra. Karen Cristina Guedes Silva UFLA

Orientadora

**LAVRAS – MG**

**2021**

Dedico este trabalho a  
Minha família e amigos que acreditaram  
no meu potencial e me apoiaram nos  
momentos mais difíceis e importantes da minha  
vida.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço acima de tudo a Deus, por não me abandonar em nenhum momento e me oferecer a oportunidade de concluir mais uma etapa da minha vida.

Agradeço aos meus pais, Priscilla Melissa Luzia e Wagner Francisco Alves por me apoiarem e oferecerem suporte durante a realização deste projeto tão importante para meu futuro profissional, pois sem o auxílio deles nada seria possível.

Agradeço a minha família Buscapé e todos os familiares que estiveram presente nesta trajetória, em especial meus avós Maria, Edinacy e Sebastião, minhas tias Vânia, Vanessa e Larissa.

Agradeço às minhas irmãs da República Menina Veneno e ao Conselho de Repúblicas de Lavras, por contribuírem com tanto aprendizado, parceria, motivação e irmandade, fazendo com que esse tempo de graduação se tornasse mais leve.

Agradeço à minha orientadora Karen Cristina Guedes Silva por acreditar no meu potencial, além de me auxiliar, motivar e contribuir com tanto conhecimento neste trabalho.

Agradeço às minhas amigas Gatonas, ao Bonde e todos amigos, em especial Laura Rodrigues e Rafaela Machado pela amizade e carinho durante esta trajetória.

Agradeço a todos os colegas de sala pela companhia durante os anos e ao Núcleo de Estudos em Laticínios – Nel, que me acrescentou tanto aprendizado e conhecimento durante a graduação, também agradeço a equipe de professores da UFLA- Universidade Federal de Lavras, que me proporcionaram imenso aprendizado.

Por fim, também agradeço a todos que me ajudaram direta e indiretamente na construção desse trabalho.

Foi uma experiência incrível, que levarei sempre no meu coração, afinal o mundo é pequeno demais para nós!

## RESUMO

Existe um consenso mundial de que os alimentos não devam mais ser vistos somente como uma fonte de nutrientes com apelo sensorial, mas que também sejam fonte de bem estar e saúde. Esse novo conceito requer mudanças de paradigmas no desenvolvimento de novos produtos, aplicando as tecnologias tradicionais, aliadas aos novos métodos de conservação, preservando o máximo possível os componentes que cada alimento possui. Com isso, surge a necessidade de se implementar métodos de processamento de alimentos que permitam preservar os componentes nutricionais, tornando-os mais bioacessíveis, preservando as características originais de cor, sabor e odor dos alimentos. Para isso, a tecnologia de encapsulamento vem avançando nos últimos anos e adentrando nos diversos segmentos industriais ao proteger substâncias (agentes ativos) de efeitos deletérios que ocasionam a perda de sua função. Baseia-se na proteção de um agente ativo através do condicionamento deste em um invólucro produzido por polímeros. No setor de alimentos podem ser encontradas substâncias encapsuladas incorporadas à matriz alimentícia ou como parte da dinâmica dos processos industriais. Diante disso, o presente estudo, visa abordar a importância do consumo de alimentos funcionais, destacando-se fontes e efeitos fisiológicos no organismo, bem como relatar o potencial das principais técnicas de encapsulação empregadas para proteção destes compostos de interesse. Realizou-se uma revisão bibliográfica de caráter qualitativo no qual foram empregadas referências de livros, sites, revistas, artigos científicos, teses e dissertações, para justificar as argumentações e discussões. Para o levantamento das referências citadas, foram utilizadas ferramentas virtuais nas bases de dados Scielo, Google Acadêmico, Web of Science, e Periódicos CAPES. As palavras chaves mais utilizadas foram: “probióticos”, “alimentos funcionais”, “bioativos” e “encapsulamento de alimentos”. Os bioativos mais explorados no setor alimentício também foram apresentados, abordando suas aplicações e propostas inovadoras, levando em consideração a geração de perspectivas futuras para a técnica de encapsulamento, que entre outras finalidades, proporciona melhor aplicação às substâncias que apresentam dificuldades na comercialização em virtude da alta suscetibilidade à fatores extrínsecos, que ocasionam a sua deterioração. Dessa forma, se faz necessário incentivar que os estudos de aplicação de encapsulação de compostos funcionais, sejam mais explorados refletindo em soluções que permitam o escalonamento a nível industrial.

**Palavras-chave:** Alimentos funcionais. Bioativos. Técnicas de encapsulamento. Indústria de alimentos. Biotecnologia.

## ABSTRACT

There is a worldwide consensus that foods should no longer be seen only as a source of nutrients with sensory appeal, but that they should also be a source of well-being and health. This new concept requires paradigm shifts in the development of new products, applying traditional technologies, combined with new conservation methods, preserving as much as possible the components that each food has. Thus, there was a great need to implement food processing methods that could make these nutritional components more bioaccessible, while preserving the original color, flavor and odor characteristics of the food. Encapsulation technology has been advancing in recent years and entering various industrial segments by protecting substances (active agents) from harmful effects that cause the loss of their function. It is based on the protection of an active agent by conditioning it in an envelope produced by polymers. In the food sector, encapsulated substances can be found incorporated into the food matrix or as part of the dynamics of industrial processes. Therefore, this study aims to address the importance of consumption of functional foods, highlighting sources and physiological effects in the body, as well as reporting the potential of the main encapsulation techniques used to protect these compounds of interest. A qualitative bibliographic review was carried out in which references based on books, websites, journals, scientific articles, theses and dissertations were used to justify the arguments and discussions. To survey the cited references, virtual tools were used in the databases Scielo, Academic Google, Web of Science, and CAPES Periodicals. The most used keywords were: “probiotics”, “functional foods”, “bioactives” and “food encapsulation”. The most explored bioactives in the food sector were also presented, addressing their applications and innovative proposals, taking into account what this generates for future perspectives for the encapsulation technique, which, among other purposes, provides better application to substances that present difficulties in commercialization in due to the high susceptibility to extrinsic factors that cause its deterioration. Thus, it is necessary to encourage application studies to be further explored and that this reflects in solutions that allow for scaling at an industrial level.

**Keywords:** Functional foods. Bioactives. Encapsulation techniques. Food industry. Biotechnology.



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>9</b>
2.1.	Geral	9
2.2.	Específicos	9
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>10</b>
4.1.	Alimentos Funcionais	10
4.2.	Probióticos e prebióticos como ingredientes funcionais: benefícios do consumo	11
4.3.	Benefícios dos alimentos funcionais à saúde dos consumidores	13
4.4.	Técnicas de encapsulação	15
4.5.	Biodisponibilidade e bioacessibilidade de nutrientes	17
4.6.	Tendências e oportunidades na utilização de alimentos funcionais	19
4.7.	Legislação e rotulagem de alimentos funcionais	22
4.8.	Percepção dos consumidores de alimentos funcionais	23
<b>4.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>25</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>27</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os alimentos funcionais são definidos como “sendo aqueles que beneficiam uma ou mais funções orgânicas, além da nutrição básica, contribuindo para melhorar o estado de saúde e bem-estar e/ou reduzir o risco de doenças” (CARVALHO et al., 2006). São considerados produtos que contêm em sua composição alguma substância biologicamente ativa que, ao ser adicionada a uma dieta usual, desencadeia processos metabólicos ou fisiológicos, resultando em redução do risco de doenças e manutenção da saúde, podendo variar de nutrientes isolados, produtos de biotecnologia, suplementos dietéticos, e alimentos geneticamente construídos, até alimentos processados e derivados de plantas (ANJO, 2004).

Roberfroid (2002) exemplifica que um alimento funcional pode ser um alimento natural; um alimento ao qual um componente foi adicionado; um alimento do qual um componente foi removido; um alimento no qual a natureza de um ou mais componentes foi modificada; ou ainda um alimento no qual a biodisponibilidade de um ou mais componentes foi modificada.

Cavalheiro et al. (2015) relatam que o mercado dos alimentos funcionais cresceu rapidamente nas últimas décadas, devido às mudanças comportamentais dos consumidores. Entre os alimentos funcionais, 65% do mercado deste tipo de alimento é representado pelos produtos probióticos, que já vêm sendo incluídos em diversos produtos como iogurte, kefir, entre outros (Menezes & Durrant, 2008; Castro-Cislaghi et al., 2012; Cook et al., 2012), sejam eles destinados a alimentação humana e animal. Os principais microrganismos com características de probióticos pertencem aos gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, porém outras espécies como *Enterococcus*, *Pediococcus* e *Saccharomyces* também podem ser utilizadas. Entre os benefícios do consumo de microrganismos probióticos, pode-se citar o fortalecimento da imunidade, redução nos sintomas de alergias alimentares, controle da síndrome do intestino irritado/inflamado, aumento na tolerância à lactose e redução nos fatores de risco para alguns tipos de câncer (Menezes & Durrant, 2008; Castro-Cislaghi et al., 2012; Cook et al., 2012).

A utilização de alimentos com finalidade de redução do risco de doenças teve início no Japão, na década de 1980. Em 1990, criaram a categoria de alimentos denominada FOSHU (Foods for Specified Health Use), que tinha como princípio a promoção de alimentos que conferissem mais saúde à população (GOZZOLINO, 2012).

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2008), citado por Silva et al. (2017), a maioria dos produtos alimentícios com probióticos existentes no mercado nacional referem-se a bebidas fermentadas à base de leite. Nestes produtos, em muitos casos, os microrganismos estão livres e expostos às condições do meio, o que pode reduzir o número de

células viáveis durante a estocagem. Esta perda de viabilidade microbiana reduz o tempo de validade da bebida, uma vez que o efeito probiótico no produto só é considerado enquanto a quantidade mínima viável de microrganismos estiver na faixa de 8 a 9 log de Unidades Formadoras de Colônias (UFC) na porção referente à recomendação diária do produto pronto para o consumo.

A inovação de produtos contendo compostos ativos se justifica pelas tendências do mercado consumidor em buscar produtos que englobam sensorialidade e prazer; saudabilidade e bem-estar; conveniência e praticidade; confiabilidade e qualidade, e finalmente sustentabilidade e ética (FILIPONI, 2018).

Rosso et al. (2019) afirmam que, devido à grande funcionalidade dos compostos bioativos foi necessário o desenvolvimento de técnicas que aumentassem a sua eficácia e seu tempo de prateleira, garantindo um produto rico em nutrientes e com estabilidade às condições adversas, sendo uma destas técnicas a encapsulação.

Champagne e Fustier (2007) e Donsì et al., (2011) apud Silva et al. (2015) abordaram em seus estudos que, atualmente, o desenvolvimento de alimentos funcionais por meio da adição de compostos bioativos detém muitos desafios tecnológicos. Estes autores explicam que muitos compostos bioativos são altamente lipofílicos e, conseqüentemente, apresentam baixa solubilidade em água, o que faz com que sua adição na maioria dos alimentos seja dificultada. Além disso, a baixa solubilidade, também significa menor absorção no trato gastrointestinal e, por conseguinte, sua biodisponibilidade torna-se limitada. Assim, na indústria alimentar, tornou-se evidente a necessidade imediata no desenvolvimento de sistemas para proteger e liberar os compostos bioativos presentes nos alimentos onde são adicionados, a fim que apresentem características funcionais.

De acordo com Cavalheiro (2015), a encapsulação é uma técnica amplamente utilizada nas áreas alimentícia, têxtil, agroquímica e farmacêutica, e trata-se de uma tecnologia de empacotamento de materiais sólidos, líquidos ou gasosos em cápsulas que são capazes de liberar seu conteúdo em determinado momento sob influência de condições específicas.

Rosso et al. (2019) apontam que microencapsulação possui objetivos específicos como separar materiais reativos, controlar a liberação do material no meio, reduzir a volatilidade de líquidos, mascarar sabores, cores ou odores de componentes amargos e indesejáveis, controlar reações oxidativas em alimentos, prolongar a vida de prateleira dos produtos, reduzir a toxicidade do material ativo, proteger contra a luz, água e calor mantendo o valor nutricional deles. Na indústria de alimentos, existe uma grande demanda por alimentos que tragam benefícios à saúde e para isso a tecnologia de microencapsulação tem como objetivo principal,

manter compostos que são considerados instáveis como por exemplo, antioxidantes, vitaminas, ácidos graxos e probióticos, viáveis desde a sua preparação, armazenamento, até o consumo (DIAS; BOTREL; FERNANDES, 2017). Segundo estudos de Barroso et al. (2021), entre os produtos que despertam interesse para serem encapsulados para fins alimentícios, destacam-se os compostos bioativos, corantes, óleos, probióticos e enzimas. Esses materiais são conhecidos por apresentarem sensibilidade a algumas condições ambientais, como temperatura, luz, oxigênio, pressão, além do ataque microbiano, reações químicas, bioquímicas e enzimáticas.

Dentre os diversos processos de encapsulação, a técnica de gelificação iônica permite proteção de diferentes compostos bioativos empregando biopolímeros variados, emprega soluções biopoliméricas que contém carga, capazes de complexar com íons divalentes, através de interação eletrostática, formando geis, que apresentam estrutura conhecida como mecanismo caixa de ovos. As técnicas de secagem para produção de encapsulados podem ser realizadas por sublimação (liofilização) e atomização (spray drying ou nebulização) (EZHILARASI et al., 2013). Essas técnicas, principalmente as de secagem por atomização, são comumente aplicadas na preparação de ingredientes alimentícios e no encapsulamento de nutracêuticos, devido a vantagens proeminentes na disponibilidade de equipamentos, alta estabilidade, pequena massa e volume do produto formado, consequentemente reduzido espaço de armazenamento e custos com transporte (FANG; BHANDARI, 2012).

Outro exemplo citado por Rosso et al., (2019) é a encapsulação de carotenóides, que permite manter a funcionalidade destes compostos ativos, diminuindo o risco de degradação e oxidação, consequentemente aumentando seu valor nutricional. Outros estudos de Aburto, Tavares e Marticci (1998) e Santos, Favaro-Trindade e Grosso (2005) apud Pires et al. (2020), empregaram a técnica do spray drying para encapsulação de óleo essencial de laranja, oleoresina de páprica e antioxidantes, respectivamente utilizando goma arábica, considerada um excelente agente encapsulante devido sua característica de baixa viscosidade em solução aquosa, tendo uma boa capacidade de formar emulsões.

O presente estudo, visa abordar a importância do consumo de alimentos funcionais, destacando-se fontes e efeitos fisiológicos no organismo, bem como levantar as principais técnicas de encapsulação empregadas para proteção destes compostos de interesse.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1. Geral**

Relatar a importância do consumo de alimentos funcionais, destacando-se fontes e efeitos fisiológicos no organismo, bem como levantar as principais técnicas de encapsulação empregadas para proteção destes compostos de interesse.

### **2.2. Específicos**

Apresentar as aplicações potenciais dos principais alimentos e ingredientes funcionais de interesse comercial;

Abordar os aspectos de formação, caracterização e aplicação de materiais encapsulados na área de alimentos funcionais;

Analisar estudos que abordam a percepção dos consumidores sobre os alimentos funcionais.

### **3 METODOLOGIA**

Em decorrência da busca por trabalhos que abordam de forma ampla informações referentes aos alimentos funcionais e o uso de técnicas de encapsulamento, e tendo em vista a problemática apontada, realizou-se uma revisão bibliográfica de caráter qualitativo no qual foram utilizadas referências baseadas em livros, sites, revistas, artigos científicos, teses e dissertações para justificar as argumentações e discussões. Para o levantamento das referências citadas, foram utilizadas ferramentas virtuais nas bases de dados Scielo, Google Acadêmico, Web of Science, e Periódicos CAPES. As palavras chaves mais utilizadas foram: “probióticos”, “alimentos funcionais”, “bioativos” e “encapsulamento de alimentos”.

A escolha dessas palavras-chave se deu pelo conhecimento prévio delas, e por se tratar de termos mais abrangentes, possibilitando um maior retorno de informações. Os resultados encontrados foram considerados suficientes, levando em consideração alguns critérios, como a confiabilidade da fonte, importância do conteúdo, e a semelhança ou discrepância entre os dados. A partir dos dados reunidos, foi feita a organização das ideias, visando associar o maior número de informações sobre o tema, no intuito de contribuir de forma clara e objetiva para uma ampla difusão do conhecimento, propondo solução para a problemática proposta.

### **4 REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **4.1. Alimentos Funcionais**

Os alimentos funcionais podem ser definidos como sendo alimentos consumidos como parte da dieta que, além do fornecimento de nutrientes básicos para a dieta, apresentem benefícios para o funcionamento metabólico e fisiológico, trazendo benefícios à saúde física e mental e prevenindo doenças crônico-degenerativas (ANGELIS, 2001). A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) define alimentos com propriedades funcionais aqueles que desempenham papel metabólico ou fisiológico no crescimento, desenvolvimento, manutenção e/outras funções normais do organismo humano (BRASIL, 1999).

Apesar das novas descobertas de diversos estudos na área de alimentos funcionais, outras questões ainda consideradas complexas necessitam ser mais bem estudadas e esclarecidas (Anjo et al., 2020; Buriti et al., 2021). Uma destas questões é o estudo da diferença dos efeitos biológicos de um determinado composto bioativo administrado na sua forma isolada ou em uma matriz alimentar. Nesta abordagem é possível avaliar se um determinado composto bioativo pode exercer uma ação sinérgica ou ainda, efeitos contraditórios com outros compostos presentes em uma matriz alimentar (VIZZOTTO et al., 2010). Outro aspecto relevante a ser

estudado na área de alimentos funcionais é a biodisponibilidade destes compostos e seus metabólitos a partir de diferentes matrizes alimentares, ou seja, as interações e a dinâmica destes compostos depois da ingestão e sua metabolização (COSTA, 2016). O conhecimento destes dados é importante para compreender os mecanismos de ação destes nutrientes e, posteriormente, propor alegações de saúde.

Neste contexto, a questão da dose ou quantidade a ser ingerida, necessária para um determinado composto bioativo exercer um efeito biológico é bastante relevante, no entanto, pouco esclarecida. Isso acontece em virtude dos estudos que são realizados em diferentes modelos experimentais (*in vitro*, *in vivo* e humanos), em que os efeitos biológicos destes compostos são diferentes (PATIL et al., 2009). Além da complexidade em termos experimentais para a determinação destes compostos, no caso dos estudos realizados em humanos, considerando sua complexidade, ainda são necessários mais ensaios clínicos robustos randomizados em diferentes populações, para que possamos demonstrar a relação entre a ingestão e os efeitos biológicos (FIGUEIREDO, 2015).

Para que os alimentos funcionais sejam eficazes é preciso que seu uso seja regular e que esteja associado a hábitos alimentares saudáveis. Estes alimentos devem ser consumidos preferencialmente em sua forma original, inseridos dentro da alimentação, de forma que possam demonstrar o seu real benefício, dentro de um padrão alimentar regular caracterizado pelo consumo frequente de frutas, hortaliças, fibras e alimentos integrais (VIDAL et al., 2012).

Os benefícios dos alimentos funcionais são decorrentes de vários efeitos metabólicos e fisiológicos que contribuem para um melhor desempenho do organismo do indivíduo que os ingere. Isto acontece devido à interação de determinados compostos bioativos com componentes celulares e/ou teciduais, gerando um consequente efeito biológico (FERRARI e TORRES, 2002).

Dessa forma, alguns mecanismos de ação benéficos podem ser estimulados pela ingestão regular de alimentos funcionais, como atividades antioxidantes, modulação de enzimas, diminuição da agregação plaquetária, alteração no metabolismo do colesterol, controle das concentrações de hormônios, redução da pressão sanguínea, efeitos antibacterianos e antivirais, efeitos anticancerígenos, diminuição da absorção da glicose e efeito antidepressivo (VIDAL et al., 2012).

#### **4.2. Probióticos e prebióticos como ingredientes funcionais: benefícios do consumo**

Os probióticos são microrganismos vivos administrados em quantidades adequadas que conferem benefícios à saúde do hospedeiro. São exemplos de probióticos: *L. acidophilus*, *B.*

*adolescentis*, *E. faecalis* e *S. cerevisiae*. Já os prebióticos são componentes alimentares não digeríveis que afetam benéficamente o hospedeiro, por estimularem seletivamente a proliferação ou atividade de populações de bactérias desejáveis. Adicionalmente, o prebiótico pode inibir a multiplicação de patógenos, garantindo benefícios adicionais à saúde do hospedeiro. Esses componentes atuam mais frequentemente no intestino grosso, embora eles possam ter também algum impacto sobre os microrganismos do intestino delgado (GIBSON, ROBERFROID, 1995; ROBERFROID, 2001; GILLILAND, 2001; MATTILA-SANDHOLM et al., 2002). Os alimentos prebióticos diferem dos probióticos por não serem digeridos pelo trato gastrointestinal humano, além de possuírem capacidade de estimular o crescimento de algumas espécies de bactérias que vivem nesse ambiente, conferindo uma série de benefícios ao organismo. São exemplos de prebióticos: lactulose, inulina e diversos oligossacarídeos (PEIXOTO; SILVA, 2008).

Segundo Isolauri et al. (2004), a correção do desequilíbrio na microbiota intestinal é a principal finalidade da utilização de probióticos. Estes promovem diversos efeitos benéficos ao hospedeiro, tais como: fermentação de substratos e produção dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC); redução do pH; diminuição dos níveis séricos de amônia pela fermentação de proteínas; participação na produção de vitaminas do complexo B; influência na resposta imune e redução dos níveis de triacilgliceróis (BLAUT, 2002).

Denipote et al. (2010) apontam a capacidade dos probióticos de ocuparem nichos da mucosa intestinal, impedindo a ocupação destes sítios por patógenos. Capriles et al. (2005) destacam também a capacidade de imunoestimulação desses microrganismos, estimulando a produção de imunoglobulina A (IgA) e ativando a resposta do sistema imune.

Denipote et al. (2010) destacam o efeito anticarcinogênico dos probióticos, através do estímulo da resposta imune; da ligação e degradação de compostos com potencial carcinogênico; e da produção de compostos antitumorígenos ou antimutagênicos no cólon.

Experimentalmente tem-se demonstrado que o ácido láctico produzido por *L. acidophilus* inibe o crescimento de *H. pylori* (MERINO, 2006). Estudos investigaram também a correlação entre a ingestão destes probióticos e a melhora da digestão da lactose, observando-se resultado positivo com melhora na digestibilidade da lactose em humanos (CAPRILES et al., 2005). Agrega-se também aos probióticos a produção de vitaminas, sendo as bifidobactérias capazes de produzir as vitaminas B1, B2, B6 e B12 e ácidos nicotínico e fólico (DENIPOTE et al., 2010).

Diversos estudos atribuíram aos prebióticos a característica de promover seleção positiva entre as bactérias resistentes no intestino. Essa fermentação seletiva, realizada por



lactobacilos e bifidobactérias, decorre da presença de enzimas específicas nessas bactérias capazes de hidrolisar os prebióticos. Salgado (2001) destacou o papel bifidogênico da inulina e dos frutooligosacarídeos (FOS). Segundo o autor, esses prebióticos estimulam o crescimento intestinal das bifidobactérias que, por efeito antagonista, suprimem a atividade de outras bactérias putrefativas.

A ingestão de substâncias prebióticas com o aumento na absorção de cálcio, uma vez que ao serem fermentadas no cólon pela microbiota local, especialmente as bifidobactérias e bacteroides, diminuem o pH do lúmen intestinal, o que ocasiona aumento da concentração de minerais ionizados, como consequência há aumento da solubilidade do cálcio e um subsequente estímulo à sua difusão passiva e ativa (CAPRILES et al., 2005)

Roberfroid et al., (2010) e Binns (2013) atribuíram ao consumo de FOS a redução da potencialidade de várias enfermidades humanas normalmente associadas com o alto número de bactérias intestinais patogênicas, como doenças autoimunes, câncer, acne, cirrose hepática, constipação, intoxicação alimentar, diarreia associada a antibióticos, distúrbios digestivos, alergias e intolerâncias a alimentos e gases intestinais.

#### **4.3. Benefícios dos alimentos funcionais à saúde dos consumidores**

Compostos bioativos, provenientes de fontes naturais, são amplamente investigados devido às suas várias características biológicas e funcionais. Podem ser obtidos a partir de plantas, animais ou outras fontes, como microrganismos, constituindo ingredientes de interesse pela indústria de alimentos (BANWO et al., 2021).

Uma contínua investigação vem sendo feita ao longo do tempo sobre as necessidades nutricionais requeridas pelo organismo humano nos estados de saúde e de doença (TEIXEIRA NETO, 2003). Waltzberg & Ferrini (1995) relatam que é reconhecida a influência do estado nutricional sobre a evolução clínica do paciente. Saúde com qualidade de vida requer um enfoque na adoção de hábitos saudáveis, principalmente quando se trata da alimentação e da prática de atividade física, que deve ocorrer desde a fase embrionária, passando pelas diversas fases da vida, até à velhice (PETERMANN, et al., 2011).

Fatores como tipo de alimentação, envolvendo quantidade e qualidade dos alimentos consumidos, podem influenciar direta e indiretamente o estado de saúde e a qualidade de vida do comensal. Segundo Bidlack & Wang (2004), o termo nutracêutico foi descrito pela primeira vez para inovação da medicina para identificar “qualquer substância considerada um alimento ou parte de um alimento que forneça benefícios médicos ou para a saúde, inclusive prevenção e tratamento de doenças”.

Por definição, podemos dizer que alimentos funcionais são alimentos que além da função de nutrir, têm também a característica de reduzir o risco de doenças. Esta afirmativa é endossada por Vidal, et. al., (2012) quando afirma que: “alimentos funcionais são aqueles que ao serem consumidos, além das suas funções nutricionais, produzem também alguns efeitos metabólicos e fisiológicos no organismo”.

Como já abordado, a utilização de alimentos com finalidade de redução do risco de doenças teve início no Japão, na década de 1980. Em 1990, a categoria de alimentos denominada FOSHU (Foods for Specified Health Use), tinha como princípio a promoção de alimentos que conferissem mais saúde à população (GOZZOLINO, 2012). Bidlack & Wang (2004) relatam que os alimentos funcionais podem variar desde nutrientes isolados, suplementos dietéticos e dietas até alimentos “planejados” fabricados geneticamente, produtos herbáceos e produtos processados tais como cereais, sopas e bebidas.

É importante lembrar que os alimentos funcionais não curam doenças, apenas previnem o aparecimento e, caso isso aconteça, ajudam a combatê-las de maneira mais eficaz. Estes não devem ser utilizados como remédios. Nos últimos anos, a literatura vem relatando a redução da incidência das doenças infecciosas e o aumento das doenças não transmissíveis (DNT) Vidal, et al., (2012).

No Brasil, quando se pensa nas doenças não transmissíveis (DNT), a maior preocupação da população é com a questão relativa a doenças cardiovasculares, como relataram cerca de 73% dos entrevistados (IKEDA, MORAES, MESQUITA, 2010). Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), 72% dos casos de óbito no Brasil, em 2005, tiveram como causas doenças crônico-degenerativas (GUIMARÃES, BORTOLOZO, LIMA, 2013). Petermann (2011) relata que: a alimentação inadequada e o sedentarismo são as maiores causas da ocorrência das doenças não transmissíveis, logo, uma dieta adequada, combinada com atividade física, são fatores essenciais para a construção de corpos fortes e saudáveis. Com a preocupação em prevenção ou tratamento de doenças, os efeitos dos alimentos funcionais vêm sendo estudados nas patologias citadas acima, além das intestinais (VIDAL, et al., 2012). Barros e Engstrom (2009) afirmam que é na adolescência que se estabelecem novos padrões de comportamento, que determinarão tanto a saúde imediata quanto a longevidade dos jovens e a de seus filhos.

As mudanças vivenciadas pelos jovens afetam seus hábitos e atitudes em relação à alimentação. Os padrões alimentares adotados têm influência direta da família, do meio social, amigos, trabalho, bem como da mídia. Ikeda, Moraes e Mesquita (2010) relata que: “O mundo tem convivido com diferentes doenças que atualmente são causadas principalmente por excesso

de trabalho, falta de tempo para atividades extras, vícios como cigarro e alcoolismo, má alimentação, falta da prática de atividades físicas, entre outras. Isso tem levado a consequências como enormes gastos com saúde pública”.

A fim de preservar as características dos ingredientes funcionais para que exerçam sua ação, a microencapsulação pode proporcionar vantagens como proteção de compostos sensíveis, evitando degradações pela luz, oxigênio, umidade, acidez e ingredientes reativos, evitando a perda nutricional, além de incorporar mecanismos de liberação controlada, mascarar ou preservar *flavors* e aromas e prevenir aglomeração (SHAHIDI e HAN, 1993).

#### **4.4. Técnicas de encapsulação**

Encapsulação pode ser definida como uma tecnologia de empacotamento de materiais sólidos, líquidos ou gasosos em cápsulas que são capazes de liberar seu conteúdo em determinado momento sob influência de condições específicas (ANAL & STEVENS, 2005; KAILASAPATHY & MASONDOLE, 2005; ANAL et al., 2006; ANAL & SINGH, 2007). Diferentes técnicas de encapsulação são amplamente utilizadas nas áreas alimentícia, têxtil, agroquímica e farmacêutica.

Em relação à estrutura das cápsulas, o material externo é chamado de agente encapsulante, de cobertura ou de parede, enquanto o material encapsulado recebe o nome de recheio ou núcleo (GIBBS et al., 1999; CHAMPAGNE & FUSTIER, 2007; FÁVARO-TRINDADE et al., 2008; FRITZEN-FREIRE et al., 2013). Ainda, as cápsulas podem ser classificadas de acordo com seu tamanho em macrocápsulas, que são aquelas maiores que 5000 µm, microcápsulas, onde o tamanho varia entre 0,2 e 5000 µm e as nanocápsulas, que variam entre 100 a 500 nm. Os fatores determinantes como o tipo de alimento funcional a serem encapsulados, varia o tamanho das cápsulas além do material de parede e a técnica utilizada para a encapsulação (MENEZES et al., 2013).

Atualmente existem diversas técnicas que podem ser utilizadas para encapsular probióticos, sendo que as mais comumente utilizadas são extrusão, *spray drying* e emulsificação. A extrusão é uma técnica física de encapsulação que utiliza hidrocolóides como materiais encapsulantes. O material a ser encapsulado é completamente homogeneizado com o material encapsulante. A encapsulação ocorre através do gotejamento dessa solução em outra solução gelificante através de um bico. Geralmente, este processo produz cápsulas com tamanho variando entre 2 e 5 mm (KRASAEKOOPT et al., 2003).

Porém, é possível o uso de um sistema com pressão, o que reduz consideravelmente o tamanho final das cápsulas. Por fim, as cápsulas são separadas da solução gelificante e podem

ser secas ou usadas *in natura*. A extrusão é um método simples e barato e como não envolve o uso de condições extremas, produz uma grande viabilidade probiótica (KRASAEKOOPT et al., 2003; BURGAIN et al., 2011). Geralmente, a eficiência de encapsulação (EE) ao utilizar essa técnica é próxima de 100% (KRASAEKOOPT et al., 2004; KUSHAL et al., 2006; URBANSKA et al., 2007).

Um dos materiais que são utilizados para encapsular probióticos através da técnica de extrusão é o alginato, que é um polissacarídeo extraído de diversas espécies de algas e composto pelos ácidos  $\beta$ -D-manurônico e  $\alpha$ -L-gulurônico (Garcia-Cruz et al., 2008). No entanto, as cápsulas obtidas com o uso de alginato são porosas, o que é uma desvantagem quando se deseja proteger os microrganismos de ambientes adversos (GOUIN, 2004). Porém, esta limitação pode ser compensada pela mistura de alginato com outros polímeros, cobrindo as cápsulas com outros compostos ou aplicando mudanças estruturais no alginato pela adição de diferentes aditivos (KRASAEKOOPT et al., 2003). Estudos já relataram a mistura de alginato com gelatina, amido, leite, entre outras para encapsular probióticos pela técnica de extrusão (ROSS et al., 2008; LI et al., 2009; BABU et al., 2009).

Encapsulação através de *spray drying* já é utilizada desde a década de 1950 em uma variedade de aplicações como vitaminas, minerais, óleos de pescado e probióticos (GOUIN, 2004; DESAI & PARK, 2005). Nesta técnica, a solução contendo o composto bioativo e o material de cápsula é atomizado em uma câmara e a água é evaporada de forma instantânea através do contato com o ar quente fazendo com que ocorra a secagem e formação da cápsula. Entre as vantagens desta técnica estão a facilidade de implantação em escala industrial, baixo custo operacional e facilidade de operação contínua. No entanto, devido ao uso de altas temperaturas, seu uso é limitado a materiais que apresentem determinada resistência térmica. Apesar de esta ser uma das formas mais tradicionais utilizadas para encapsular probióticos, alguns estudos não indicam seu uso devido à perda de viabilidade durante o processo (GIBBS et al., 1999; KAILASAPATHY, 2002; MADENE et al., 2006; MORTAZAVIAN et al., 2007).

No entanto, a perda de viabilidade probiótica pode ser amenizada através de ajustes nas temperaturas de entrada e saída, para minimizar o choque térmico (CHAMPAGNE & FUSTIER, 2007). A perda de viabilidade também vai depender do tipo de material utilizado como material de cápsula. Por exemplo, a adição de amidos aumenta a viabilidade probiótica durante o processo de secagem e armazenamento (BURGAIN et al., 2011).

A técnica da emulsificação consiste na dispersão da solução contendo os microrganismos probióticos e o material encapsulante (fase dispersa) em um óleo (fase contínua). Esta mistura quando submetida à agitação forma uma emulsão água-em-óleo (W/O),

que pode ser tanto permanente quanto temporária. O cloreto de cálcio também é utilizado nesta técnica, e quando adicionado à emulsão faz com que ocorra a separação de fases (KRASAEKOOPT et al., 2003), liberando as cápsulas. No entanto, pode-se utilizar a emulsão permanente contendo os microrganismos encapsulados como ingrediente na preparação de produtos alimentícios.

O alginato também é amplamente utilizado como material de cápsula ao utilizar a técnica de emulsificação, compondo a fase aquosa. No entanto, outros materiais também podem ser utilizados como gomas carragenas (AUDET et al., 1988), quitosana (GROBOILLOT et al., 1993), gelatina (HYNDMAN et al., 1993) e celulose acetato phthalate (RAO et al., 1989). Já como fase oleosa, para aplicações em alimentos, óleos vegetais como canola, soja, oliva e arroz são normalmente usados (LAMBA et al., 2015).

As principais vantagens da técnica utilizando o alginato são a facilidade de utilizá-lo em grande escala e a obtenção de uma alta eficiência de encapsulação (CHEN & CHEN, 2007). Ainda, a técnica de emulsão é capaz de formar cápsulas com tamanho muito menor quando comparada à técnica de extrusão, o que pode ser considerado como uma característica desejável dependendo do tipo de alimento onde elas serão incorporadas (BURGAIN et al., 2011). No entanto, a técnica de emulsificação pode formar cápsulas com formato irregular (MUTHUKUMARASAMY & HOLLEY, 2006).

#### **4.5. Biodisponibilidade e bioacessibilidade de nutrientes**

A Biodisponibilidade refere-se à concentração, em relação ao total ingerido, de um determinado composto ou de seus metabólitos na circulação, órgãos e tecidos, que estão disponíveis para manifestar sua bioatividade (JACOBS et al., 2007; GUGLIUCCI et al., 2009). Pesquisas empregando ingredientes funcionais apontam que três fatores principais podem ser investigados em estudos de biodisponibilidade: bioacessibilidade, absorção e transformação de biomoléculas. Muitos nutrientes apresentam baixa estabilidade em presença dos fluidos digestivos e baixa absorção através da camada epitelial intestinal, o que impulsiona o desenvolvimento de sistemas de encapsulação, a fim de otimizar a ação destes compostos de interesse (DIMA et al., 2020).

A biodisponibilidade de micronutrientes, incluindo os compostos bioativos dos alimentos, tem sido bastante estudada (MATHENS et al., 2015; RIBEIRO et al., 2013; CASGRAIN et al., 2010; PARADA; AGUILERA, 2007; YETLEY, 2007; MANACH et al., 2005). As técnicas que podem ser utilizadas para avaliar a biodisponibilidade de micronutrientes podem ser divididas em métodos *in vitro*, como a diálise e cultura de células

CaCO<sub>2</sub>, e os *in vivo* com animais (ratos ou porcos) e humanos. Nos métodos *in vitro* ocorre a simulação da digestão e absorção do trato digestório. Nesta simulação são utilizadas as enzimas pepsina, pancreatina e o extrato de bile, todas extraídas de porco. O processo é dividido em duas fases, a gástrica e a intestinal, em que na primeira o pH do meio é aproximadamente 2 e utiliza-se a enzima pepsina. Na fase intestinal o pH é aumentado para 7 e acrescenta-se a pancreatina e o extrato de bile. Após a fase da digestão, na diálise, é mensurada a quantidade do composto de interesse que consegue atravessar uma membrana de diálise com poro de tamanho conhecido. Estudos envolvendo a digestão de ferro, denominam o ferro que atravessa a membrana como ferro dialisável (MILLER et al., 1981; HEMALATHA et al., 2007). Como exemplo para a cultura de células Caco-2, que são modelos de células de carcinoma do cólon humano, Glahn et al., (2002) analisou a quantidade de ferro que consegue atravessar uma monocamada de células (absorvido) e verificou a formação de ferritina no interior das células.

Dada a dificuldade em se analisar órgãos humanos *in vivo*, a determinação da biodisponibilidade de Compostos bioativos (CBAs) é um desafio. Em geral, os dados obtidos para os alimentos referem-se à "biodisponibilidade relativa", uma vez que a determinação da "biodisponibilidade absoluta" é realizada pela comparação entre a quantidade exata de um princípio ativo na circulação calculada como a fração da área sob a curva após a ingestão oral e aquela obtida após a administração intravenosa (JACOBS et al., 2007).

Estudos recentes sugerem que a taxa absorptiva de vitaminas e minerais pode ser influenciada pela presença de polimorfismos genéticos, os quais podem interferir também na funcionalidade de enzimas antioxidantes, comprometendo o sistema de defesa antioxidante (BOREL et al., 2015; CARDOSO et al., 2015; COMINETTI et al., 2011; CASGRAIN et al. 2010). Este comprometimento pode agravar o estado inflamatório inerente às doenças desta natureza e o quadro de estresse oxidativo, prolongando as comorbidades associadas e ocasionada exacerbação de dor, onerando os gastos públicos.

Para os compostos bioativos, o efeito do processamento do alimento e as formas químicas das substâncias são os fatores que mais influenciam na biodisponibilidade dos mesmos (PARADA; AGUILERA, 2007; YETLEY, 2007; MANACH et al., 2005). Os alimentos de origem vegetal, por exemplo, apresentam diversos compostos bioativos, os quais têm sido associados à redução do risco de doenças crônicas e à melhora do estado de saúde da população. Nestes alimentos, observa-se a presença de vitaminas, minerais, fibras, polifenóis, fitosteróis, carotenóides, antocianinas, dentre outros (PARADA; AGUILERA, 2007).

Muitos fatores afetam a biodisponibilidade dos CBAs, tais como: a complexidade da matriz (alimento); a forma química da substância de interesse; a estrutura e a quantidade de

outros compostos presentes na dieta assim como a massa da mucosa e o tempo de trânsito intestinal; a taxa de esvaziamento gástrico; o metabolismo e o grau de conjugação e ligação com as proteínas de transporte no sangue e nos tecidos (JACOBS et al., 2007, FRASSETTO et al., 2001; GUGLIUCCI et al., 2009). A excreção de CBAs pela via urinária, por exemplo, é maior em estudos que suplementaram a dieta com os compostos na forma isolada do que naqueles que realizaram a suplementação com a "matriz alimentar", indicando diferenças na biodisponibilidade em função da forma como o CBA está ligado ao alimento. Avaliados em conjunto, esses fatores explicam as grandes variações inter e intraindividuais relativas à biodisponibilidade de CBAs, que podem variar de 0% a 100% da dose ingerida (JACOBS et al., 2007). O mesmo autor define bioacessibilidade (que constitui um pré-requisito para a biodisponibilidade) como a quantidade da substância que é potencialmente absorvível (JACOBS et al., 2007). Dependendo dos fatores citados anteriormente, a pouca bioacessibilidade limitará a biodisponibilidade. Os minerais, por exemplo, devem estar presentes no lúmen intestinal na forma solúvel para serem absorvidos. A formação de sais insolúveis, como quelatos com ácido fítico e oxálico, entre outros, reduz sua solubilidade e, portanto, sua biodisponibilidade.

Compostos bioativos não absorvidos podem apresentar atividade biológica no intestino ou estômago. Visto que o intestino é um órgão envolvido na resposta imune, a atividade local no trato digestório pode afetar a saúde de forma direta ou indireta. Ao atingir o cólon, os CBAs são hidrolisados pela microbiota originando uma gama de produtos que podem ser responsáveis pelos benefícios à saúde atribuídos aos CBAs precursores. Um exemplo desse processo é o equol, isoflavona sintetizada a partir da daidzeína (isoflavona da soja) pela microbiota do intestino, a qual apresenta atividade biológica muito superior à de seu precursor (GUGLIUCCI et al., 2009).

Parte dos CBAs está presente nos alimentos na forma glicosilada. No entanto, são absorvidos preferencialmente como agliconas. A hidrólise dos glicosídeos ocorre no lúmen intestinal pela ação de enzimas, como a lactase florizina hidrolase presente na membrana apical do enterócito (BASTOS et al., 2009).

#### **4.6. Tendências e oportunidades na utilização de alimentos funcionais**

Alimentos funcionais representam uma das tendências mais recentes para o mercado de alimentos devido aos benefícios e contribuições à saúde quando consumidos nas quantidades recomendadas (GOLDBERG; KNOOP; STROOCK, 2000). Tanto no Brasil quanto no exterior multiplicam-se os fóruns de discussão a respeito de novas descobertas e usos dos alimentos

funcionais. O fato de os alimentos funcionais incorporarem, em alguns casos específicos, benefícios ou posicionamentos antes exclusivos de produtos cosméticos e de saúde, faz com que o desenvolvimento dessa categoria de alimentos também herde características do mercado farmacêutico, uma vez que é necessário testar e provar clinicamente os benefícios prometidos (SILVA et al., 2020).

A Euromonitor (2007) estimou que o mercado mundial de alimentos funcionais movimentou cerca de US \$60 bilhões na Europa, Estados Unidos e Ásia. No Brasil, estes novos produtos responderam por pelo menos US \$600 milhões nesse mesmo ano e o conjunto deles já chega a representar 15% do total do mercado de alimentos. O conjunto de alimentos *diet & light* e funcionais representa cerca de 6% da produção nacional da indústria de alimentação. Atualmente, existem cinco segmentos de mercado onde pode-se encontrar alimentos funcionais: bebidas, produtos lácteos, produtos de confeitaria, produtos de panificação e cereais matinais. Hoje já é possível encontrar uma diversidade de alimentos funcionais: margarinas e leites que diminuem o colesterol e protegem contra problemas cardíacos, iogurtes e bebidas que auxiliam o funcionamento do intestino, produtos a base de soja que ajudam a prevenir osteoporose, pães que reduzem triglicérides e combatem a osteoporose, chocolates para a redução do colesterol, água com substâncias que induzem o auto bronzamento. No Brasil, já estão registrados cerca de 130 alimentos dessa categoria (Euromonitor, 2007).

Esse aumento na quantidade de lançamentos se dá porque indústrias desse segmento têm se movimentado rapidamente nesse sentido, como também grandes multinacionais do mercado de alimentos e cosméticos. Isso mostra que já há atualmente uma grande base de consumidores dispostos a consumir com maior frequência esses produtos, fazendo parte da alimentação diária (MORAES et al., 2007).

O crescimento e o desenvolvimento do mercado de alimentos funcionais apresenta as seguintes características, segundo Moraes et al., (2007): mercado relativamente jovem, com alto potencial de crescimento e diversificação, composto por consumidores mais exigentes e informados; a constante manutenção da imagem de segurança e alta qualidade dos produtos; a necessidade de uma comunicação eficiente e honesta com o consumidor; a constante manutenção da imagem de segurança e alta qualidade dos produtos; a necessidade de apoio científico, que prove os benefícios alegados, justificando o preço diferenciado destes produtos.

A constante preocupação com os fatores mencionados deve ser motivação para uma crescente confiança e programas de incentivos por parte do governo, dos órgãos de legislação e dos consumidores, além da produção de alimentos funcionais produzidos em sistemas agroecológicos.



Regulamentação, controle e comunicação baseados em um alto padrão de pesquisa científica, ajudarão a construir a confiança de consumidores e produtores em uma cadeia de alimentos mais saudável, segura e eticamente correta. O perfil dos consumidores de hoje busca cada vez mais o autoconhecimento, informação de produtos para direcionar a uma alimentação adequada e ações preventivas para uma melhor qualidade de vida (IKEDA et al., 2010).

Milner (2000) aponta que o aumento de interesse em alimentos funcionais está relacionado aos custos de tratamento de saúde, legislação e descobertas científicas. Sarkar (2007) complementa afirmando que se nota uma inclinação em direção aos alimentos funcionais e os fatores responsáveis pela consciência do consumidor, são principalmente: adultos conscientes da saúde e movimentos com cuidado próprio; custos de tratamento de saúde oscilantes associados com doenças crônicas advindas do envelhecimento; avanços da tecnologia genômica; mudanças nos regulamentos relacionados aos alimentos; oportunidade de marketing; desenvolvimento de novas descobertas científicas em alimentos e/ou componentes alimentares para otimizar a saúde; novas tecnologias em processamento de alimentos, varejo e distribuição; mudanças nas demandas do consumidor e nas atitudes sociais; evidências científicas nos benefícios de saúde de certos ingredientes; e a procura por novas oportunidades para adicionar valor a produtos existentes e para aumentar os lucros.

Tudo isso acaba implicando em mudanças nos hábitos de vida e consumo desse público. Apesar de dirigirem suas forças para uma alimentação saudável e funcional, o sabor ainda é o grande motivador de compra. Ou seja, um alimento antes de tudo tem que ser gostoso e prazeroso. A demanda por alimentos que atendam necessidades específicas, como porções individuais e particularidades de ingredientes que precisam ser incluídos nas dietas também é fator determinante. Assim, a busca por alimentos, vai além da necessidade alimentar, englobando também assegurar saúde no futuro, melhorar a saúde diariamente, sentir-se bem e parecer-se bem, energia para o dia a dia. Trata-se de um perfil de consumidor bem-informado, com idade madura, que foi ou está sendo afetado por algum problema de saúde e tem total conhecimento sobre estes problemas (IKEDA et al., 2010).

Sarkar (2007) relata que o consumo de alimentos funcionais pode (i) reduzir o risco cardiovascular; (ii) melhorar a saúde em geral; (iii) melhorar a memória; (iv) melhorar o gerenciamento de perda de peso; (v) reduzir o risco de doenças em geral; (vi) reduzir a osteoporose; (vii) melhorar a saúde mental; (viii) reduzir o tempo de reação; (ix); melhorar a saúde do feto.

Em resumo, Gray, Armstrong e Farley (2003) apontam as principais tendências que estimulam a demanda de alimentos funcionais e suas implicações, que estão destacadas conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Tendências que estimulam a demanda de alimentos funcionais

<b>Tendências do consumidor</b>	<b>Implicações</b>
Envelhecimento da população Demanda por serviços de saúde	Aumento da expectativa de vida Aumento do peso econômico Aumento da demanda por alimentos mais saudáveis.
Conscientização da relação dieta/saúde	Aumento de interesse em produtos que podem reduzir os sintomas de envelhecimento.
Pró-atividade em relação a saúde	Aumento da demanda por produtos que previnem doenças

Fonte: GRAY; ARMSTRONG e FARLEY (2003)

#### **4.7. Legislação e rotulagem de alimentos funcionais**

As mudanças nos perfis demográfico, epidemiológico e alimentar da população tornaram os alimentos funcionais popularmente conhecidos e vistos como parte integrante de uma dieta nutricionalmente equilibrada e saudável. Suas definições são diversas, não existindo um consenso mundial para a utilização do termo; o que se tem em comum entre os variados conceitos é a existência de benefícios secundários à nutrição. Segundo Roberfroid (2002), um alimento pode ser considerado como funcional se beneficia uma ou mais funções alvo no organismo, além dos efeitos nutricionais adequados, sendo relevante para o estado de bem estar e de saúde ou para a redução do risco de uma doença. No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) não traz uma definição exata do termo, porém, por meio da RDC nº 18/99, apresenta o conceito de alegações de propriedades funcionais e de saúde, assim como os critérios para utilização de tais informações nos rótulos dos alimentos (BRASIL, 1999).

O surgimento destes alimentos não tem data determinada, os produtos foram desenvolvidos e tiveram seus benefícios descobertos de forma gradual. Há evidências que o termo “alimentos funcionais” foi utilizado pela primeira vez no Japão, por volta de 1980. Segundo Nitzke (2012), a categoria foi reconhecida após pesquisas, apoiadas pelo governo japonês, que evidenciaram o poder de alguns alimentos em influenciar nas funções fisiológicas humanas; a partir de tais resultados o Ministério da Saúde e Bem-estar desse país estabeleceu uma categoria de alimentos para o uso dietético especial, que podiam relacionar sua ingestão a

alguns efeitos benéficos à saúde em sua rotulagem, que foram chamados de Foods for Specified Health Use (FOSHU).

Na América Latina, o Brasil foi o primeiro país a estabelecer legislação referente a alimentos funcionais, sendo emitidas, em 1999, quatro resoluções (RDC n° 16/99: Regulamento Técnico de Procedimentos para Registro de Alimentos e ou Novos Ingredientes; RDC n° 17/99: Regulamento Técnico que Estabelece as Diretrizes Básicas para Avaliação de Risco e Segurança dos Alimentos; RDC n° 18/99: Regulamento Técnico que Estabelece as Diretrizes Básicas para Análise e Comprovação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde Alegadas em Rotulagem de Alimentos; RDC n° 19/99: Regulamento Técnico de Procedimentos para Registro de Alimento com Alegação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde em sua Rotulagem) e uma portaria (Portaria n° 15/99 instituiu a Comissão de Assessoramento Tecnocientífico em Alimentos Funcionais e Novos Alimentos), pela ANVISA. Em 2002, foi publicada a RDC n° 2, que se refere às substâncias bioativas e probióticos isolados com alegações de propriedade funcional e/ou saúde, objetivando padronizar os procedimentos a serem adotados para a avaliação de segurança, registro e comercialização. Em 2004, foi emitido o Informe Técnico n° 9, com orientação para utilização, em rótulos de alimentos, de alegações de propriedades funcionais de nutrientes com funções plenamente reconhecidas pela comunidade científica.

Em 2005, após uma pesquisa de rotulagem dos alimentos que comprovou inconformidades, a ANVISA divulgou uma lista com 14 alegações aprovadas e os textos que devem constar nos rótulos. Os bioativos aprovados podem ser classificados em: probióticos, prebióticos, fibras alimentares, ácidos graxos poli-insaturados, antioxidantes, proteína de soja, fitoesteróis e poliois.

A escolha dos alimentos pelos consumidores é feita com base nos hábitos alimentares, nas condições socioeconômicas, nas informações de rotulagem e no marketing utilizados pela indústria de alimentos. Sendo um dos fatores que leva o consumidor a adquirir ou não determinado alimento, a rotulagem de alimentos tem como objetivo garantir a presença de informações claras e precisas, com declarações que possam ocasionar o consumo seguro, devendo esta ser constantemente avaliada conforme as legislações vigentes e necessidades do consumidor (SOLOMON, 2002).

#### **4.8. Percepção dos consumidores de alimentos funcionais**

O estudo do comportamento do consumidor é um tema relacionado, também, à gestão mercadológica, no qual se analisam os consumidores de acordo com seus hábitos, desejos, e

quais variáveis influenciam seu comportamento, para assim descobrir como as pessoas se comportam diante das diversas situações de marketing. O estudo do comportamento do consumidor é um campo que envolve os pensamentos e os sentimentos que as pessoas experimentam e suas ações no processo de consumo. Inclui também todas as questões ambientais que influenciam esses pensamentos, sentimentos e ações, tais como comentários alheios, propagandas, informações sobre preço, embalagem, aparência dos produtos e muitos outros (SOLOMON, 2002).

Já para Churchill (2000), o comportamento do consumidor envolve os pensamentos, sentimentos, ações e as influências sobre eles que determinam mudanças. Entende-se ainda que junto ao comportamento do consumidor existe também o marketing de relacionamento, pois os clientes buscam ser reconhecidos como indivíduos que possuem suas necessidades específicas. Portanto, o marketing de relacionamento “exige um conhecimento muito mais profundo e detalhado dos determinantes do comportamento do cliente e de seu processo decisório de compra” (MACHLINE et al., 2004).

O consumidor pode ser classificado como sendo a pessoa que identifica uma necessidade ou desejo e realiza uma compra a fim de satisfazer a necessidade ou desejo percebido (SOLOMON, 2002). Através desse estudo, os profissionais de marketing desenvolvem novos produtos, com novas características, com preços, canais, mensagens e outros elementos do composto de marketing (KOTLER, 1998).

Algumas características influenciam no comportamento de compra do consumidor. A cultura pode ser conceituada como um centro complexo de valores e crenças criados pela sociedade, passada de geração a geração no ambiente familiar e reforçada por instituições como a escola ou igrejas. É a determinante mais básica das necessidades e do comportamento de uma pessoa. Muitos hábitos de consumo fazem parte da cultura de uma sociedade (MACHLINE et al., 2004). No Brasil, a cultura popular desencadeia comportamentos cordiais, intimistas, calorosos, todos ligados à receptividade do povo brasileiro, que também moldam o comportamento de compra do consumidor (CHURCHILL, 2000).

Toda e qualquer sociedade, mesmo que pregando a igualdade dos seus cidadãos, será dividida em classes sociais, as quais são formadas por indivíduos que tem o mesmo padrão de vida. É sobre as determinantes de uma classe social que Churchill (2000) retrata que apesar do valor atribuído à igualdade na maioria das culturas, os consumidores se encontram em diferentes classes sociais. O termo classe social refere-se a uma hierarquia de status nacional pela qual indivíduos e grupos são classificados em termos de valor e prestígio, com base em sua riqueza, habilidade e poder.

Pode-se dizer ainda que uma classe social é uma mescla de fatores como: ocupação, renda, instrução, entre outros. Cada indivíduo se comporta no processo de compra de acordo com seu papel dentro da sociedade, ou seja, de acordo com sua classe social. A estrutura social de um indivíduo é importante para definir não apenas o quanto de dinheiro é gasto, mas como e quando esse dinheiro é gasto. A demanda do consumidor por bens e serviços depende tanto da possibilidade de compra quanto da disposição para comprar. Enquanto a demanda por bens necessários tende a se manter estável ao longo do tempo, outras despesas podem ser adiadas ou eliminadas se as pessoas não acharem que este é um bom momento para gastar dinheiro (SOLOMON, 2002).

O comportamento de uma pessoa é adquirido, desde seu nascimento até sua vida adulta, pelo convívio com outras pessoas. O comportamento do ser humano é baseado na aprendizagem propiciada pela interação social entre as pessoas. Quando esse contato se transforma numa relação psicológica explícita, dá-se a ele o nome de grupo de referência, que é formado por pessoas que mantêm uma relação de interdependência, na qual o comportamento de cada membro influencia o comportamento de cada um dos outros. Essas pessoas partilham, geralmente, as mesmas crenças, valores e desejos em relação ao comportamento de compra. O grupo influencia a concepção que as pessoas têm de si mesmas, constituindo seu ponto de referência (MACHLINE et al., 2004).

Em uma pesquisa realizada por (NEVES, 2020), foi constatado que a busca do consumidor por alimentos funcionais é influenciada pelo interesse de expectativa e qualidade de vida, devidamente decorrente pelo aumento da incidência de doenças e óbitos ocorridos devido às “doenças crônicas não transmissíveis”. Constou também a influência que o grau de escolaridade interfere no consumo de alimentos saudáveis, onde os entrevistados com nível superior, ou cursando, se aderem a esses alimentos como prevenção de doenças e promoção de saúde, além de possuírem hábitos diários em consumir os produtos. As pessoas de gênero masculino se mostraram indiferentes a estes tipos de produtos, destacando então que o gênero feminino possui uma maior preocupação em cuidar da saúde e possuir hábitos saudáveis.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Diversos compostos, como vitaminas e minerais, antioxidantes, ácidos graxos insaturados, fibras alimentares, flavonoides, prebióticos e probióticos, são reconhecidos por prevenirem ou retardarem o surgimento de doenças. Por meio de diferentes técnicas e processos, esses compostos podem ser isolados e inseridos em alimentos para torná-los mais

ricos nutricionalmente. Assim, as pesquisas mencionadas neste trabalho mostram que uma variedade de ingredientes tem sido empregada nos últimos anos para a elaboração de alimentos funcionais. Além disso, os estudos referenciados indicam que essa é uma área potencialmente promissora da indústria, pois possibilita a elaboração de alimentos com propriedades benéficas que tenham aceitabilidade perante consumidores, mantendo os padrões de qualidade exigidos pela legislação brasileira.

É importante destacar que grande parte dos trabalhos mencionados nessa revisão demonstram papel fundamental na obtenção de ingredientes e alimentos funcionais disponíveis para a indústria de alimentos. Os métodos de extração de compostos funcionais e microencapsulação atuais permitem o desenvolvimento de produtos contendo microrganismos probióticos provenientes do uso de técnicas específicas, microrganismos selecionados ou geneticamente modificados produtores de oligossacarídeos prebióticos, alimentos obtidos a partir de espécies vegetais modificadas geneticamente para seu enriquecimento em frutanos prebióticos, fitoesteróis, carotenóides e antioxidantes, alimentos obtidos a partir de microalgas produtoras de substâncias antioxidantes e ácidos graxos ômega 3, entre vários outros. No caso específico do desenvolvimento de novos alimentos e ingredientes funcionais, destaca-se o papel do consumo destes produtos na prevenção e auxílio ao tratamento de doenças crônico-degenerativas como as cardiovasculares, o diabetes tipo 2, a degeneração macular, entre várias outras.

Foi possível entender que as técnicas de encapsulamento surgiram da observação do comportamento estrutural biológico de sucesso da membrana plasmática de células, além da repetição de sua proposta de funcionalidade para a proteção de agentes ativos sensíveis a múltiplos fatores. Diversos pesquisadores realizaram o aperfeiçoamento contínuo das formas as quais podemos realizar o envelopamento de agentes ativos, o entendimento de como otimizar o processo considerando as características individuais dos materiais utilizados e o destino requerido. Dessa forma, novos usos aplicáveis de encapsulamento além da sua utilização como tecnologia de conservação foram surgindo, como um meio de veiculação inteligente de bioativos em diversas matrizes bem como no organismo humano e estratégia para melhorias ativas dentro do meio industrial.

## REFERÊNCIAS

ABURTO, L. C.; TAVARES, D. Q.; MARTICCI, T. Microencapsulação de óleo essencial de laranja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 1, 1998.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde, novos alimentos/ingredientes, substâncias bioativas e probióticos. IX – Lista de alegações de propriedade funcional aprovadas. (Atualizado em julho/2008).

ANAL, A. K.; SINGH, H. Recent advances in microencapsulation of probiotics for industrial applications and targeted delivery. **Trends Food Sci Technol**. 8(5):240-251, 2007.

ANAL, A. K.; STEVENS, W. F. Chitosan-alginate multilayer beads for controlled release of ampicillin. **Int J Pharm**. 290(1-2):450-454, 2005.

ANAL, A. K.; STEVENS, W. F.; REMUÑÁN-LÓPEZ, C. Ionotropic cross-linked chitosan microspheres for controlled release of ampicillin. **Int J Pharm**. 312(1-2):166-173, 2006.

ANGELIS, R. C. **Importância de alimentos vegetais na proteção da saúde: fisiologia da nutrição protetora e preventiva de enfermidade degenerativas**. São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte: Atheneu, 2001. 295p.

ANJO, D. F. C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. **J. Vasc. Br.**, v. 3, n. 2, p. 145-154, 2004.

ANJO, D. F. C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 3, n. 2, p. 145-154, 2020.

AUDET, P.; PAQUIN, C.; LACROIX, C. Immobilized growing lactic-acid-bacteria with k-carrageenan – locust bean gum gel. **Appl Microb Biotechnol**. 29(1):11-18, 1989.

BABU, R.; SABIKHI, L.; THOMPSON, D. K. Microencapsulation for enhancing the survival of probiotic *Lactobacillus paracasei*, **J Food Sci Technol**. 46(4):325-330, 2009.

BANWO, K. et al. Functional importance of bioactive compounds of foods with Potential Health Benefits: A review on recent trends. **Food Bioscience**, p. 101320, 2021.

BARROSO, T. L. C. T et al. Tecnologia de encapsulamento na área de alimentos: Uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, e6210716240, 2021.

BASTOS, D. H. M.; ROGERO, M. M.; ARÊAS, J. A. G. Mecanismos de ação de compostos bioativos dos alimentos no contexto de processos inflamatórios relacionados à obesidade. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 53, p. 646-656, 2009.

BIDLACK, W. R.; WANG, W.; **Planejamento de alimentos funcionais**, in SHILS, M. E., et al. Tratado de Nutrição Moderna na Saúde e na Doença. 9 ed., p. 1959/1970, São Paulo: Manole, 2004.

BOREL et al. “Can Genetic Variability In A-Tocopherol Bioavailability Explain The Heterogeneous Response To A- Tocopherol Supplements?”, **Antioxidants & Redox Signaling**, V. 22, N.8, P. 669-678, 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as Diretrizes Básicas para Análise e Comprovação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde Alegadas em Rotulagem de Alimentos. Brasília, 1999.

BURGAIN, J.; GAIANI, C.; LINDER, M.; SCHER, J. Encapsulation of probiotic living cells: From laboratory scale to industrial applications. **J Food Eng.** 104(4):467-183, 2011.

CAPRILES, V. D.; ARÊAS, J. A. G. Desenvolvimento de salgadinhos com teores reduzidos de gordura saturada e de ácidos graxos trans. **Food Science and Technology**, v. 25, p. 363-369, 2005.

CARDOSO et al. “Polymorphism Affects the Selenium Status and GPX Activity In Response To Brazil Nut Intake”, **Food Func.**, v. 7, p. 825-833, 2016.



CARVALHO, P. G. B. de. et al. Hortaliças como alimentos funcionais. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 397-404, 2006.

CASGRAIN, A.; COLLINGS, R.; HARVEY, L. J.; BOZA, J. J.; FAIRWEATHER-TAIT, S. J. “Micronutrient Bioavailability Research Priorities”, **Am J Clin Nutr**, v. 91, p. 1423-9, 2010.

CASTRO-CISLAGHI, F. P. et al. Bifidobacterium Bb-12 microencapsulated by spray drying with whey: Survival under simulated gastrointestinal conditions, tolerance to NaCl, and viability during storage. **Journal of Food Engineering**, v. 113, p. 186-193, 2012.

CAVALHEIRO, C. P. et al. Encapsulação: alternativa para a aplicação de microrganismos probióticos em alimentos termicamente processados. **Ciência e Natura**, Ed. Especial-Nano e Microencapsulação de compostos bioativos e probióticos em alimentos, v.37, p. 65-74, 2015.

CHAMPAGNE, C. P.; FUSTIER, P. Microencapsulation for the improved delivery of bioactive compounds into foods. **Current Opinion in Biotechnology**, v.18, p.184-190, 2007.

CHAMPAGNE, C. P.; FUSTIER, P. Microencapsulation for the improved delivery of bioactive compounds into foods. **Curr Opin Biotechnol**. 18(2):184-190, 2007.

CHEN, M. J.; CHEN, K. N. Applications of probiotic encapsulation in dairy foods. In: Lakkis JM, editor. Encapsulation and Controlled Release **Technologies in Food Systems**, p. 83-107, 2007.

CHURCHILL, G. A. **Marketing: criando valor para o cliente**. São Paulo: Saraiva, 2000.

COMINETTI, C.; BORTOLI, M. C.; GARRIDO, A. B.; COZZOLINO, S. M. F. “Brazil Nut Consumption Improves Selenium Status and Glutathione Peroxidase Activity and Reduces Atherogenic Risk in Obese Women”, **Nutrition Research**, V.32, P. 403-407, 2011.

COOK, M. T. et al. Microencapsulation of probiotics for gastrointestinal delivery. **Journal of Controlled Release**, v.162, p.56-67, 2012.

COSTA, N. M. B.; ROSA, C. de O. B. Alimentos funcionais: componentes bioativos e efeitos fisiológicos. **Editora Rubio**, 2016.

DENIPOTE, F. G.; TRINDADE, E. B. S. de M.; BURINI, R. C. Probióticos e prebióticos na atenção primária ao câncer de cólon. **Arquivos de Gastroenterologia**, v. 47, p. 93-98, 2010.

DESAI, K.; GOUD, H.; JIN PARK, H. Recent developments in microencapsulation of food ingredients. **Drying Technology**, v. 23, n. 7, p. 1361-1394, 2005.

DIAS, D. R.; BOTREL, D. A.; FERNANDES, R.V. Encapsulation as a tool for bioprocessing of functional foods. **Current Opinion in Food Science**, v. 13, p. 31-37, 2017.

DIMA, C. et al. Nutraceutical nanodelivery; an insight into the bioaccessibility/bioavailability of different bioactive compounds loaded within nanocarriers. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 61, n. 18, p. 3031-3065, 2021.

DONSI, F.; SESSA, M.; MEDIOUNI, H.; MGAIDI, A.; FERRARI, G. Encapsulation of bioactive compounds in nanoemulsionbased delivery systems. **Procedia Food Science**, v. 1, p. 1666 – 1671, 2011.

ENGSTROM, E. M. **Diagnóstico nutricional de adolescentes**. Barros DC. Sisvan: instrumento para o combate aos distúrbios nutricionais em serviços de saúde: o diagnóstico nutricional. Rio de Janeiro: Fiocruz, p. 105-23, 2009.

EUROMONITOR, 2007. Disponível em:  
<<http://www.portal.euromonitor.com/Portal/Statistics.aspx>>.

FAVARO-TRINDADE, C. S.; PINHO, S. C.; ROCHA, G. A. Revisão: microencapsulação de ingredientes alimentícios. **Braz J Food Technol**. 11(2):103-112, 2008.

FERRARI, C. K. B.; TORRES, E. A. F. S. **Alimentos funcionais: melhorando a nossa saúde. Espaço para a Saúde**. 2002.

FIGUEIREDO, H. R.; CARVALHO, V. R. J. de. ALIMENTOS FUNCIONAIS: Compostos bioativos e seus efeitos benéficos à saúde. In: **II Congresso Internacional do Grupo Unis. Fundação de Ensino e Pesquisa do Sul de Minas**, 2015.

FILIPONI, M. P. **Desenvolvimento e caracterização de micropartículas contendo complexos de ferro e peptídeos**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Campinas, SP: ITAL - Instituto de Tecnologia de alimentos, 2018.

FRASSETTO, L.; MORRIS, R. C.; SELLMAYER, D. E.; TODD, K.; SEBASTIAN, A. Diet, evolution and aging - The pathophysiologic effects of the post-agricultural inversion of the potassium-to-sodium and base-to-chloride ratios in the human diet. **Eur J Nutr.** 40(5):200-13, 2001.

FRITZEN-FREIRE, C. B.; PRUDÊNCIO, E. S.; PINTO, S. S.; MUÑOZ, I. B.; AMBONI, R. D. M. C. Effect of microencapsulation on survival of Bifidobacterium BB-12 exposed to simulated gastrointestinal conditions and heat treatments. **LWT – Food Sci Technol.** 50(1):39-44, 2013.

GARCIA-CRUZ, C. H.; FOGGETTI, U.; SILVA, A. N. da. Alginato bacteriano: aspectos tecnológicos, características e produção. **Química Nova**, v. 31, n. 7, p. 1800-1806, 2008.

GBASSI, G. K.; VANDAMME, T. Probiotic encapsulation technology: from microencapsulation to release into the gut. **Pharmaceutics.** 4(1):149-163, 2012.

GIBBS, B. F.; KERMASHA, S.; ALLI, I.; MULLIGAN, C. N. Encapsulation in the food industry: a review. **Int J Food Sci Nutr.** 50(3):213-224, 1999.

GIBSON, G. R.; ROBERFROID, M. B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. **J. Nutr., Bethesda**, v.125, p.1401-1412, 1995.

GILLILAND, S. E. Probiotics and prebiotics. In: MARTH, E.H., STEELE, J.L., eds. **Applied Dairy Microbiology**. New York: Marcel Dekker, p.327-343, 2001.

GOLDBERG, R. A.; KNOOP, C. I.; STROOCK, L. M. **The promise of functional foods. Harvard Business School Cases**, p. 1-15, 2000.

GOUIN, S. Microencapsulation: industrial appraisal of existing technologies and trends. **Trends Food Sci Technol**. 15(1-2):330-347, 2004.

GOZZOLINO, S. Nutracêuticos? O que significa. ABESO, n. 55/5, Fev. 2012.

GRAY, J.; ARMSTRONG, G.; FARLEY, H. Opportunities and constraints in the functional food market. **Nutrition & Food Science**, v. 33, n. 5, p. 213-218, 2003.

GROBOILLOT, A. F.; CHAMPAGNE, C. P.; DARLING, G. D.; PONCELET, D.; NEUFELD, R. J. Membrane formation by interfacial cross-linking of chitosan for microencapsulation of *Lactococcus lactis*. **Biotechnol Bioeng**. 42(10):1157-1163, 1993.

GUGLIUCCI, A.; BASTOS, D. H. M. Chlorogenic acid protects paraoxonase 1 activity in high density lipoprotein from inactivation caused by physiological concentrations of hypochlorite. **Fitoterapia**. 80:138-142, 2009.

GUIMARÃES, A. A.; BORTOLOZO, E. A. F. Q.; LIMA, D. F. R de. Prevenção de fatores de risco para doenças cardiovasculares: programa de nutrição e prática de atividade física para servidores de uma universidade pública do estado do Paraná. **Revista Eletrônica Fafit/Facic**, v. 4, n. 1, 2013.

HYNDMAN, C. L.; GROBOILLOT, A. F.; PONCELET, D.; CHAMPAGNE, C. P, NEUFELD, R. J. Microencapsulation of *Lactococcus lactis* within cross-linked gelatin membranes. **J Chem Technol Biotechnol**. 56(3):259-263, 1993.

IKEDA, A. A.; MORAES, A.; MESQUITA, G. Considerações sobre tendências e oportunidades dos alimentos funcionais. **Revista P&D em Engenharia de Produção**, v. 8, n. 2, p. 40-56, 2010.

IKEDA, A. A.; MORAES, A.; MESQUITA, G. Considerações sobre tendências e oportunidades dos alimentos funcionais. **Revista P&D em Engenharia de Produção**, v. 8, n. 2, p. 40-56, 2010.

ISOLAURI, E.; SALMINEN, S.; OUWEHAND, A. C. **Probiotics**. Best practice & research Clinical gastroenterology, v. 18, n. 2, p. 299-313, 2004.

JACOBS, D. R.; TAPSELL, L. C. Food, not nutrients, is the fundamental unit in nutrition. **Nutr Rev**. 65(10):439-50, 2007.

KAILASAPATHY, K. Microencapsulation of probiotic bacteria: technology and potential applications. **Cur Issues Intest Microbiol**. 3(2):39-48, 2002.

KAILASAPATHY, K.; MASONDOLE, L. Survival of free and microencapsulated *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium lactis* and their effect on texture of feta cheese. **Aust J Dairy Technol**. 60(3):252-258, 2005.

KOTLER, P. **Administração de marketing: Análise. Planejamento, Implementação e controle**. São Paulo: Atlas, 1998.

KOTLER, P.; ARMSTRONG, G. **Princípios de Marketing**. 9.ed. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

KRASAETKOOPT, W.; BHANDARI, B.; DEETH, H. Evaluation of encapsulation techniques of probiotics for yoghurt. **Int Dairy J**. 13(1):3-13, 2003.

KRASAETKOOPT, W.; BHANDARI, B.; DEETH, H. The influence of coating material on some properties of alginate beads and survivability of microencapsulated probiotic bacteria. **Int Dairy J**. 14(8):737-743, 2004.

KUSHAL, R.; ANAND, S. K.; CHANDER, H. In vivo demonstration of enhanced probiotic effect of co-immobilized *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum*. **Int J Dairy Technol**. 2006;59(4):265-271.

LAMBA, H.; SATHISH, K.; SABIKHI, L. Double emulsions: Emerging delivery system for plant bioactives. **Food Bioprocess Technol.** 8(4):709-728, 2015.

LI, X. Y.; CHEN, X. G.; CHA, D. S.; PARK, H. J.; LIU, C. S. Microencapsulation of a probiotic bacteria with alginate-gelatin and its properties. **J Microencapsul.** 26(4):315-324, 2009.

MACHLINE, C. et al. **Gestão de Marketing.** São Paulo: Saraiva, 2004.

MADENE, A.; JACQUOT, M.; SCHER, J.; DESOBRY, S. Flavour encapsulation and controlled release – a review. **Int J Food Sci Technol.** 41(1):1-21, 2006.

MANACH, C.; WILLIAMSON, G.; MORAND, C.; SCALBERT, A.; RÉMSEY, C. “Bioavailability and Bioefficacy of Polyphenols in Humans. I. Review of 97 Bioavailability Studies”. **Am J Clin Nutr.** v. 81, p. 230-42, 2005.

MARTENS, I. B. G et al. Selenium status in preschool children receiving a Brazil nut–enriched diet. **Nutrition.** v. 31, n. 11-12, p. 1339-1343, 2015.

MATTILA-SANDHOLM, T.; MYLLÄRINEN, P.; CRITTENDEN, R.; MOGENSEN, G., FONDÉN, R.; SAARELA, M. Technological challenges for future probiotic foods. **Int. Dairy J., Amsterdam,** v.12, p.173-182, 2002.

MENEZES, C. R. de et al. Microencapsulação de probióticos: avanços e perspectivas. **Ciência Rural,** v. 43, p. 1309-1316, 2013.

MERINO, A. B. Probióticos, prebióticos y simbióticos. Definición, funciones y aplicación clínica in pediatría. **Revista Pediatría de Acción Primária.** Madrid. v. 8, n. 1, p. 99-118, 2006.

MILNER, J. A. Functional foods: the US perspective. **American Journal of Clinical Nutrition,** v. 71, n. 4, p. 1654-1659, 2000.

MORAES; A.; MESQUITA, G.; ZEBINDEN, M. **Alimentos funcionais: o futuro do mercado de alimentos.** Trabalho de Conclusão de Curso. Programa de Educação Continuada. Fundação Instituto de Administração. MBA Marketing T 21,156p, 2007.

MORTAZAVIAN, A.; RAZAVI, S. H.; EHSANI, M. R.; SOHRABVANDI, S. Principle's and methods of microencapsulation of probiotic microorganisms. **Iran J Biotechno.** 5(1):1-18, 2007.

MUTHUKUMARASAMY, P.; HOLLEY, R. A. Microbiological and sensory quality of dry fermented sausages containing alginate-microencapsulated *Lactobacillus reuteri*. **Int J Food Microbiol.** 111(2):164-189, 2006.

NEVES, N. C. R. **Percepção do consumidor sobre alimentos funcionais.** 2020, n° de folhas 88 f. Dissertação. (Mestrado em Agronegócio) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

NITZKE, J. A. Alimentos funcionais uma análise histórica e conceitual. In: “**Agronegócio: panorama, perspectivas e influência do mercado de alimentos certificados**”. Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Curitiba: Appris, 2012. p.11-23.

PARADA, J.; AGUILERA, J. M. “Food Microstructure Affects The Bioavailability of Several Nutrientes”, v. 72, n.2, p. 21-32, 2007.

PATIL, J. R.; CHIDAMBARA MURTHY, K. N.; JAYAPRAKASHA, G. K.; CHETTI, M. B.; PATIL, B. S. Bioactive Compounds from Mexican Lime (*Citrus aurantifolia*) Juice Induce Apoptosis in Human Pancreatic Cells. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 57, p. 10933-10942, 2009.

PEIXOTO, L. L.; SILVA, R. P. P. E. **Os efeitos dos probióticos e prebióticos na promoção de um organismo saudável** [monografia]. Teófilo Otoni (MG): Faculdade de Educação e Estudos Sociais de Teófilo Otoni; 2008.

PETERMANN, A. P. M. et al., Armazém da Saúde: Caderno de orientações. 1. reimp. INCA, Rio de Janeiro, 2011. **Pharmaceutical Technology Europe**, v. 13, n. 10, p. 56-60, Oct. 2001.

PIRES, C. M. et al. Encapsulação de antioxidantes naturais para aplicação em alimentos: uma revisão. Anais do Congresso Internacional da Agroindústria – CIAGRO, set. 2020. Disponível em: <https://ciagro.institutoidv.org/ciagro/uploads/1827.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2021.

RAO, A. V.; SHIWANARAIN, N.; MAHARAJ, I. Survival of microencapsulated *Bifidobacterium pseudolongum* in simulated gastric and intestinal juices. **Canad Instit Food Sci Technol J.** 22(4):345-349, 1989.

RIBEIRO, M. A. et al. “Zinc Absorption in Brazilian Subjects Fed A Healty Meal”, **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v.1, p. 313-320, 2013.

ROBERFROID, M. B. Global view on functional foods: European perspectives. **British Journal of Nutrition**, v. 88, p. 133-138, 2002.

ROBERFROID, M. B. Prebiotics: preferential substrates for specific germs? **Am. J. Clin. Nutr.**, Bethesda, v.73 (suppl.), p.406-409, 2001.

ROSS, G. R.; GUSILS, C.; GONZALEZ, S. N. Microencapsulation of probiotic strains for swine feeding. **Biol Pharm Bull.** 31(11):2121-2125, 2008.

ROSSO, A. C. et al. **Microencapsulação de compostos bioativos em alimentos.** Artigo. Instituto Federal Farroupilha, 2019.

ROSSO, A. C.; KUZNIEWSKI, F. C.; GRIESANG, J. I.; BERTOLDO, V.; CRISTINA; OLIVEIRA, M. S.; SEVERO, J. **Boletim Técnico-Científico.** Boletim Técnico-Científico, v. 5 n. 2, 2019.

SALGADO, J. M. et al. **Impacto dos alimentos funcionais para a saúde.** Nutrição em Pauta. São Paulo. n. 48, p. 10-18, 2001.

SANTOS, A. B. FAVARO-TRINDADE, C. S.; GROSSO, C. R. F. Preparo e caracterização de microcápsulas de oleoresina de páprica obtidas por atomização. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 2, p. 322- 326, 2005.



SARKAR, S. Functional foods as self-care and complementary medicine. **Nutrition & Food Service**, v. 37, n. 3, p. 160-167, 2007.

SILVA, J. P. L. da. et al. Processo de encapsulação de microrganismos probióticos para aplicação em bebida não láctea não fermentada. **Comunicado Técnico – EMBRAPA**, Rio de Janeiro, RJ, dez. 2017.

SHAHIDI, F.; HAN, X. Q. Encapsulation of food ingredients. **Crit Rev Food Sci Nutr**, v. 33, n. 6, p. 501-547, 1993.

SILVA, M. A. et al. Percepção e hábitos de consumo relativamente a alimentos funcionais. **Boletim Epidemiológico Observações**, v. 9, n. 26, p. 27-32, 2020.

SILVA, A. C. C et al. Alimentos contendo ingredientes funcionais em sua formulação: revisão de artigos publicados em revistas brasileiras. **Revista Conexão Ciência**, v. 11, n. 2, p. 133-144, 2016.

SILVA, T. M. da. et al. Encapsulação de compostos bioativos por coacervação complexa. *Ciência e Natura*, Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM, Santa Maria, v. 37, ed. especial- Nano e Microencapsulação de compostos bioativos e probióticos em alimentos, dez. 2015, p. 56-64.

SOLOMON, M. R. O comportamento do consumidor: comprando, possuindo e sendo. 5. ed. Porto Alegre: **Bookman**, 2002. 446p.

STEFÉ, C. A. et al. Probióticos, prebióticos e simbióticos – artigo de revisão. **Saúde e Ambiente em Revista**. Duque de Caxias. v. 3, n. 1, p. 16-33, 2008.

TEIXEIRA NETO, F.; **Necessidades nutricionais**, in TEIXEIRA NETO, F.; *Nutrição clínica*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara koogan S. A., 2003.

URBANSKA, A. M.; BHATHENA, J.; PRAKASH, S. Live encapsulated *Lactobacillus acidophilus* cells in yogurt for therapeutic oral delivery: Preparation and in vitro analysis of alginate-chitosan microcapsules. **Can J Physiol Pharmacol**. 85(9):884-893, 2007.

VIDAL, A. M et al. A ingestão de alimentos funcionais e sua contribuição para a diminuição da incidência de doenças. **Caderno de Graduação-Ciências Biológicas e da Saúde-UNIT-SERGIPE**, v. 1, n. 1, p. 43-52, 2012.

VIZZOTTO, M.; KROLOW, A. C. R.; TEIXEIRA, F. C. Alimentos funcionais: conceitos básicos. Embrapa Clima Temperado-Documents (**INFOTECA-E**), 2010.

WALTZBERG, D. L.; FERRINI, M. T.; Avaliação Nutricional, in WALTZBERG, D.L.; Nutrição enteral e parenteral na prática clínica. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora Atheneu, 1995.

WOLF, C. A Taste of Tomorrow's Food. **The Futurist**, v. 28, n. 3, p. 16–20, 1994.

YETLEY, E. A. “Multivitamin and Multimineral Dietary Supplements: Definitions, Characterization, Bioavailability, and Drug Interactions”, **Am J Clin Nutr**, v. 85, p.269-276, 2007.