

Fermentação de alimentos de origem vegetal e seus benefícios à saúde

Fermentation of plant foods and health benefits

Fermentación de alimentos vegetales y beneficios para la salud

Karine Streda¹
Joseana Severo²

RECEBIDO EM 24/12/2022
ACEITO EM 10/07/2023

RESUMO

A fermentação é uma técnica milenar utilizada por diferentes culturas, que, além de promover a conservação, ocasiona a produção de compostos benéficos à saúde. O consumo de alimentos funcionais, como prebióticos e probióticos, está em crescimento em todo o mundo, devido aos seus inúmeros benefícios. Alimentos fermentados a partir de vegetais surgem como alternativa para consumidores com restrições alimentares ou ideológicas e que buscam uma alimentação saudável. Na fermentação dos vegetais, ocorre uma série de reações, mediadas por microrganismos e enzimas, que influenciam o sabor, o aroma e os compostos produzidos e originam produtos finais potencialmente funcionais. Neste trabalho, por meio de uma revisão bibliográfica realizada nas principais bases de dados, buscou-se abordar trabalhos relacionados à temática dos alimentos fermentados de origem vegetal com ênfase nos aspectos relacionados à saúde e componentes funcionais. O Brasil apresenta um grande potencial para o desenvolvimento de

¹ Instituto Federal Farroupilha, Campus Santa Rosa, Santa Rosa, RS, Brasil.
karinestreda@gmail.com - <https://orcid.org/0009-0008-6903-4686>

² Instituto Federal Farroupilha, Campus Santa Rosa, Santa Rosa, RS, Brasil
joseana.severo@iffarroupilha.edu.br - <https://orcid.org/0000-0003-0571-1955>

fermentados de origem vegetal, tendo em vista a grande diversidade de vegetais encontrada em seu território. E, assim, pesquisas devem ser conduzidas para o desenvolvimento e aprimoramento desses produtos, visando à produção de alimentos potencialmente funcionais e comercialmente interessantes.

PALAVRAS-CHAVE: frutas e hortaliças; alimento funcional; probióticos.

ABSTRACT

Fermentation is an ancient technique used by different cultures that, in addition to preserving, results in compounds beneficial to health. The consumption of functional foods, such as prebiotics and probiotics, is growing worldwide, due to the numerous benefits related to their consumption. Foods fermented from vegetables appear as an alternative for consumers with dietary or ideological restrictions and seek a healthy diet. In the fermentation of vegetables, a series of reactions occur, mediated by microorganisms and enzymes, which will influence the flavor, aroma and compounds produced, with the obtaining of potentially functional final products. In this article, we sought to address, through a bibliographic review carried out in the main databases, works related to fermented foods of vegetable origin, with emphasis on aspects related to health and functional components. Brazil has great potential for the research of fermented products of plant origin, in view of the great diversity of plants, so research should be conducted for the development and improvement of these products, resulting in potentially functional and commercially interesting foods.

KEYWORDS: fruits and vegetables; functional food; probiotics.

RESUMEN

La fermentación es una técnica milenaria utilizada por diferentes culturas que, además de conservar, produce compuestos beneficiosos para la salud. El consumo de alimentos funcionales, como los prebióticos y probióticos, está creciendo a nivel mundial, debido a los numerosos beneficios. Los alimentos fermentados a partir de vegetales aparecen como una alternativa para consumidores con restricciones alimentarias o ideológicas y que buscan una alimentación saludable. En la fermentación de vegetales ocurren una serie de reacciones, mediadas por microorganismos y enzimas, que influirán en el sabor, aroma y compuestos producidos, con la obtención de productos finales potencialmente funcionales. En este trabajo se buscó abordar, a través de una revisión bibliográfica realizada en las principales bases de datos, trabajos relacionados con el tema de los alimentos

fermentados de origen vegetal, con énfasis en los aspectos relacionados con la salud y los componentes funcionales. Brasil tiene un gran potencial para el desarrollo de productos fermentados de origen vegetal, dada la su gran diversidad, por lo que se deben realizar investigaciones para el desarrollo y mejoramiento de estos productos, resultando en alimentos potencialmente funcionales y comercialmente interesantes.

PALABRAS CLAVE: frutas y hortalizas; comida funcional; probióticos.

1 Introdução

O consumo de alimentos orientado à prevenção de enfermidades, e a percepção de que uma alimentação adequada podem evitar doenças são conhecidos há milhares de anos. Os alimentos funcionais constituem uma tendência crescente na relação alimentação/saúde, e o desenvolvimento e a comercialização de alimentos funcionais, em função do valor agregado destes produtos, são uma forma de ampliar o rendimento das vendas. Prevê-se que esse mercado movimente \$ 275 bilhões até 2025 (Grand View Research, 2019, *apud* Contini *et al.*, 2023).

Alimentos funcionais são aqueles que promovem saúde, além de fornecerem nutrição básica, entregando auxílios por meio de mecanismos não encontrados na nutrição convencional. Esses benefícios são decorrentes de vários efeitos metabólicos e fisiológicos que contribuem para um melhor desempenho do organismo de quem consome tais alimentos (Vidal *et al.*, 2012). No entanto, os efeitos limitam-se à promoção da saúde, não proporcionando cura de doenças, ou seja, não têm ação medicamentosa ou terapêutica. Além disso, devem ser seguros para o consumo humano, dispensando orientação e/ou acompanhamento médico (Brasil, 2002).

O termo “alimento funcional” foi inicialmente utilizado no Japão, na década de 1980, por um programa de governo que tinha como objetivo elaborar alimentos

saudáveis para uma população que envelhecia, mas que demonstrava uma grande expectativa de vida (Moraes; Colla, 2006; Costa; Rosa, 2019).

A indústria alimentícia busca constantemente a inovação pela elaboração de produtos que promovam o bem-estar e a saúde dos consumidores. O consumidor procura também novos sabores, aromas e produtos práticos, que possam agregar um efeito positivo na saúde (Monteiro, 2013). Alimentos de origem vegetal apresentam uma ampla gama de constituintes reconhecidos pelos seus benefícios à saúde; são excelentes fontes de vitaminas e minerais, assim como antioxidantes, fibras e outros. Entre as fibras, algumas se destacam por serem prebióticas, ou seja, por estimularem o crescimento de microrganismos probióticos, trazendo benefícios para a microbiota intestinal (Monteiro, 2013; Costa; Rosa, 2019).

A fermentação é uma técnica milenar que aumenta a conservação dos alimentos por meio da diminuição do pH e, conseqüentemente, inibição de microrganismos indesejáveis. Ao mesmo tempo, amplia o seu valor nutricional, sabor e aroma, proporcionando benefícios à saúde. A fermentação dos alimentos promove transformações que podem tornar seus constituintes mais biodisponíveis. Entre os principais benefícios dos alimentos fermentados, destacam-se: produção de nutrientes e compostos antioxidantes, diminuição do colesterol sérico, aumento imunológico, prevenção de danos celulares, proteção contra diabetes, melhora da digestão e da microbiota intestinal, além de ação antimicrobiana (Behera *et al.*, 2020). Muitos dos benefícios relacionados aos alimentos fermentados se devem à presença de microrganismos com potencial probiótico.

Microrganismos probióticos são comumente adicionados em produtos fermentados lácteos, mas a possibilidade de utilizar produtos vegetais como transportadores de probióticos está cada vez mais sendo considerada. Cereais, frutas, nozes, grãos e legumes podem ser opções saudáveis para a elaboração de novos produtos funcionais. Esses produtos apresentam vantagens em relação aos lácteos, visto que não contêm lactose e proteínas potencialmente alergênicas.

Além disso, a utilização de produtos vegetais atende às demandas do mercado por alternativas vegetarianas, motivadas por restrições alimentares e ideológicas (Moura, 2019; Benevenuto, 2020).

Com o objetivo de apresentar os benefícios e as características de alguns alimentos fermentados de origem vegetal, bem como algumas perspectivas para a indústria alimentícia, realizou-se uma ampla pesquisa nas seguintes bases de dados: a) Portal de Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior)¹; b) *Google Acadêmico*²; c) *Plataforma Scielo*³; e d) *Science Direct*⁴. Para a busca, foram utilizados os seguintes termos: “fermentação de alimentos de origem vegetal”, “bebidas fermentadas”, “vegetais fermentados”, “alimentos funcionais fermentados” e “benefícios da fermentação de vegetais”.

2 Desenvolvimento

2.1 Alimentos funcionais: histórico e contextualização

Há aproximadamente 4500 anos, o consumo de alimentos já era relacionado com a prevenção e o tratamento de doenças, ainda que não houvesse o conceito de alimento funcional. O grego Hipócrates, pai da medicina, defendia a seguinte afirmação: “faça do seu alimento seu remédio”. Os povos egípcios e romanos também tinham essa percepção sobre a utilização e o consumo dos alimentos para benefício da saúde, e os povos chineses, por sua vez, já em 1000 a.C. reconheciam a relação entre dieta e saúde, consumindo alimentos para prevenção e cura de doenças (Pimentel *et al.*, 2005 *apud* Canas; Braibante, 2019).

¹ Disponível no site: <http://www.periodicos.capes.gov.br>.

² Disponível no site: <https://scholar.google.com.br>.

³ Disponível no site: <http://www.scielo.org/php/index.php>.

⁴ Disponível no site <http://www.sciencedirect.com>.

No entanto, foi somente a partir de 1980 que o conceito de alimento funcional apareceu no Japão. Na busca por alimentos mais saudáveis e que contribuíssem para a redução de gastos em saúde pública, esse país fomentou uma alimentação que prevenisse patologias, especialmente, as Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT) (Moraes; Cola, 2006; Costa; Rosa, 2019). Na década de 90, iniciaram-se os estudos sobre o tema nos Estados Unidos, cuja população apresentava altos índices de obesidade, muitas vezes associados ao elevado consumo de comida rápida (*fast food*).

No contexto brasileiro, o interesse pelos alimentos funcionais também surge na década de 90, seguindo as tendências do mercado mundial de alimentos (Canas; Braibante, 2019). Safraid *et al.* (2022), estudando o perfil do consumidor de alimentos funcionais no Brasil, relatam que o consumo de alimentos funcionais sofre influência de fatores sociodemográficos, fatores fisiológicos/de saúde e fatores relacionados à qualidade dos alimentos. Entre os itens mencionados na pesquisa, a qualidade dos alimentos é sempre citada, sendo o sabor considerado determinante para a aceitação do consumidor; os alimentos já considerados saudáveis têm melhor aceitação quando acrescidos de uma propriedade funcional.

Os alimentos funcionais podem ser definidos como aqueles que promovem, além da nutrição básica, outros benefícios para a saúde, devendo ser consumidos em uma dieta variada regular e em níveis eficazes para que os benefícios sejam alcançados. Estudos científicos confirmam que a alimentação é um fator importante na prevenção do câncer (World Cancer Research Foundation, 2022). Assim, aumentar o consumo de alimentos funcionais, que apresentam ações metabólicas benéficas ao organismo, é uma estratégia para proporcionar benefícios à saúde em longo prazo (Safraid *et al.* 2022).

Segundo Vizzotto, Krolow e Teixeira (2010), os alimentos funcionais contêm compostos bioativos capazes de modular processos metabólicos, atuando

como barreira contra o surgimento precoce de doenças degenerativas. Em vegetais, esses compostos bioativos são também conhecidos como fitoquímicos. Nas plantas, essas substâncias podem atuar como um sistema de proteção contra agressores presentes no ambiente, tendo, entre suas funções, propriedades fungicidas, inseticidas e/ou antibacterianas. Assim, a produção desses compostos bioativos está diretamente ligada às condições ambientais em que a planta está inserida.

Os microrganismos probióticos fazem parte dos alimentos funcionais e podem ser definidos como microrganismos viáveis que desempenham um papel benéfico para a saúde. Para que os probióticos possam desempenhar suas funções no organismo, uma quantidade significativa de células (10^8 a 10^9 UFC/mL) deve estar viável até o momento do consumo (Brasil, 2002; Costa; Rosa, 2019). Os microrganismos probióticos mais empregados em alimentos são os pertencentes aos gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*. Esses dois gêneros são predominantes no intestino humano; o primeiro, no intestino delgado, e o segundo, no intestino grosso. Uma característica muito importante dos probióticos é que eles devem ter a capacidade de resistir às condições do trato gastrointestinal humano (Costa; Rosa, 2019; Cruxen; Fiorentini, 2023). Quando adicionados como ingredientes em alimentos, os microrganismos probióticos devem ser seguros, ou seja, terem certificado de *Generally Regarded As Safe* (GRAS), que comprova a sua segurança para o consumo humano.

Um alimento pode ser considerado funcional se ele for comprovadamente benéfico, para uma ou mais funções no corpo. Citam-se como exemplos seus efeitos na redução do risco de uma doença e/ou servindo como estratégia para a correção de distúrbios metabólicos, favorecendo, assim a manutenção da saúde (Moraes; Colla, 2006; Safraid et al., 2022).

Segundo Castro (2001), três condições básicas devem ser atendidas para que um alimento seja considerado funcional: a) ser um alimento derivado e apresentado de forma natural, isto é, não ser desenvolvido em cápsulas, comprimidos ou suplementos; b) ser consumido como parte de uma dieta diária; e c) manifestar uma ação particular no organismo depois de ingerido, regulando um processo metabólico específico, como: aumento dos mecanismos de defesa, prevenção de doenças e controle das condições físicas naturais do envelhecimento, entre outras ações.

A legislação brasileira de alimentos funcionais é regulamentada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, que não traz definição de alimentos funcionais, mas lista alguns que têm propriedades funcionais (Brasil, 1999). Desse modo, a ANVISA/MS N^o 18/1999 dá as diretrizes básicas para a análise e comprovação de propriedades funcionais e/ou de saúde citadas nos rótulos de alimentos. O alimento, ou ingrediente, que declarar propriedades funcionais ou de saúde, além de funções nutricionais básicas, quando se tratar de nutriente, deve manifestar efeitos metabólicos, fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, necessitando ser seguro para o consumo sem supervisão médica. A substância bioativa deve estar presente em fontes alimentares, podendo ser de origem natural ou sintética, desde que comprovada a segurança para o consumo humano (Brasil, 2002).

2.2 Alimentos fermentados de origem vegetal: história e costume em outros países

Alimentos e bebidas fermentadas já nos acompanham há muito tempo. Desde o período do Neolítico (a.C.) até o início do século XX, essa fermentação ocorria por meio da microbiota presente naturalmente nas próprias matérias-primas, os chamados microrganismos autóctones ou selvagens, conhecida como fermentação tradicional ou espontânea, sem o controle das

espécies envolvidas. Nos últimos anos, com os avanços tecnológicos, muitos aprimoramentos foram observados na fermentação dos alimentos, com vista à padronização e segurança dos alimentos e bebidas (Cruxen; Fiorentini, 2023).

Alimentos e bebidas fermentadas fazem parte da cultura de diferentes países ao redor do mundo. Na fermentação láctica, os principais microrganismos envolvidos são as Bactérias Ácido Lácticas (BAL). A fermentação pode ser homoláctica ou heteroláctica, dependendo dos substratos resultantes; na homoláctica, tem-se apenas a formação de ácido láctico, enquanto na heteroláctica, há a produção de outros compostos além do ácido láctico, como ácido acético e etanol (Cruxen; Fiorentini, 2023).

A região subsaariana da África é frequentemente caracterizada por insegurança alimentar e nutricional. Diferentes vegetais folhosos, como a abóbora, são fermentados por indígenas africanos e representam uma fonte alimentar válida de micronutrientes, que muitas vezes são desperdiçados (Misci *et al.*, 2021).

No Japão, o *nukadoko* é um fermentado obtido do farelo de arroz e passado de geração para geração. Ainda com arroz, a *haria* é uma bebida fermentada consumida como alimento básico por um grande número de tribos indígenas na Índia. Pesquisas relatam que a interação microbiana durante a fermentação do arroz o torna mais nutritivo e provavelmente mais benéfico para a saúde (Ghosh *et al.*, 2015).

Já o *kimchi* é um produto emblemático da cultura coreana, preparado a partir de vários vegetais fermentados em conserva (Behera *et al.*, 2020). Na Bulgária, o *boza* é uma bebida tradicional com sabor agridoce e de pão, obtida através da fermentação de diferentes cereais (trigo, painço e centeio), pela ação de leveduras e bactérias do ácido láctico (Gotcheva *et al.*, 2000).

O *kefir* e a *kombucha* são bebidas fermentadas amplamente conhecidas no Brasil e no resto do mundo. Enquanto o *kefir* é uma bebida que pode ser obtida pela fermentação do leite ou da água acrescida de açúcar, o *kombucha*

é uma bebida obtida pela fermentação do chá (*Camellia sinensis*) e adição de açúcares, podendo passar por uma fermentação complementar com suco de frutas, com o objetivo de saborizar a bebida (Hatmal *et al.*, 2018; Moura, 2019; Ariff *et al.*, 2023).

A fermentação também tem sido uma das estratégias para prolongar a vida de prateleira de frutas e hortaliças (Chakraborty; Roy, 2018). Tradicionalmente, no leste europeu, frutas como maçãs, uvas-passas e cerejas são utilizadas como complemento na fermentação do *chucrute*. Na Indonésia, Índia, Taiwan e China, o consumo de frutas fermentadas como cereja, manga e pêssego, entre outras, é comum (Monika *et al.*, 2017; Behera *et al.*, 2020).

O Brasil tem grande potencial para a produção de alimentos e bebidas fermentadas a base de vegetais, tendo em vista a grande diversidade de espécies que podem ser encontradas no país. No entanto, comercialmente, o pepino, o repolho e a azeitona ainda são as hortaliças mais utilizadas na preparação de vegetais fermentados (Cruxen; Fiorentini, 2023).

2.3 Fermentação de alimentos de origem vegetal

O termo fermentação caracteriza vários aspectos bioquímicos, por meio dos quais ocorre a produção de energia para o microrganismo fermentador exercer suas funções vitais. Alimentos fermentados geralmente são produtos oriundos de fermentações espontâneas (Behera *et al.*, 2020). No entanto, para que o processo fermentativo se desenvolva corretamente, existem parâmetros fundamentais que necessitam ser considerados, tais como: matriz alimentar, utilização de cultivos iniciadores, também conhecidos como *starters*, assim como as condições da fermentação. No caso da fermentação láctica, o processo ocorre através de bactérias lácticas, que fazem parte da microbiota natural, também conhecidas como autóctones. Essa microbiota depende do alimento e difere de acordo com as condições de crescimento das plantas,

além da influência das condições a que os frutos e hortaliças são submetidos na colheita (Monteiro, 2013; Cruxen; Fiorentini, 2023).

Durante o desenvolvimento do processo fermentativo, os microrganismos presentes vão se alterando. Na fermentação de pepinos, azeitonas e repolho, para produção de chucrute, por exemplo, predominam, nos primeiros estágios da fermentação, bactérias do gênero *Leuconostoc mesenteroides*. Essa espécie é mais resistente às mudanças de temperatura e tolera maior concentração de sal do que as espécies subsequentes. À medida que a fermentação prossegue e ocorre aumento da acidez, as *Lactobacillus* sp. predominam no processo fermentativo, por um período entre 10 e 30 dias (Battcock; Azam-Ali, 1998).

A grande maioria das espécies bacterianas probióticas pertence ao grupo de Bactérias Ácido Lácticas (BAL), e sua funcionalidade depende da estirpe probiótica. Em produtos probióticos à base de vegetais, as estirpes mais utilizadas são *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum* e *Bifidobacterium lactis* (Martins *et al.*, 2013 apud Benevenuto *et al.*, 2020; Cruxen; Fiorentini, 2023).

2.3.1 Frutas, vinagres e bebidas fermentadas

Bebidas fermentadas de frutas e outros vegetais são uma opção interessante do ponto de vista nutricional, tendo em vista as características nutricionais desses produtos e os produtos resultantes da fermentação. Além disso, a utilização desses produtos e subprodutos pode contribuir para a diminuição de perdas pós-colheita, principalmente de frutas que apresentem uma alta perecibilidade, caso das frutas nativas.

As frutas são excelentes fontes de vitaminas, fibras e sais minerais. Entre as fibras, muitas são prebióticos, ou seja, carboidratos de cadeia curta que não são digeríveis por enzimas digestivas. No intestino, os prebióticos são fermentados por microrganismos benéficos, produzindo Ácidos Graxos de

Cadeia Curta (AGCC). Além disso, os prebióticos são considerados componentes alimentares funcionais que podem trazer vantagens tecnológicas para a indústria alimentícia (Al-Sheraji *et al.*, 2013).

Os compostos fenólicos também estão amplamente presentes nas frutas e hortaliças. São classificados conforme o número de anéis fenólicos que apresentam e dos elementos estruturais que se unem a esses anéis e entre eles, dividindo-se em flavonoides e não flavonoides. No grupo dos flavonoides, estão as antocianinas, isoflavonas, flavanonas, entre outros; do grupo dos não flavonoides, fazem parte os ácidos fenólicos, estilbenos e lignanas (Monteiro, 2013). Esses compostos são alvo de grande interesse, por causa das suas propriedades antioxidantes, relacionadas com a prevenção de várias doenças associadas ao *stress* oxidativo, como doenças cardiovasculares e câncer. Os compostos fenólicos também influem nas propriedades organolépticas, como sabor, aroma, adstringência e cor (Monteiro, 2013; Costa; Rosa, 2019).

Algumas frutas fermentadas contêm pigmentos coloridos, como flavonoides, licopeno, antocianina, β -caroteno e glucosinolatos que agem como compostos antioxidantes no corpo ajudando a eliminar radicais envolvidos em diversas doenças degenerativas. Além disso, o consumo de frutas fermentadas pode melhorar a nutrição humana, devido à ingestão equilibrada de vitaminas, minerais e carboidratos (Rodriguez *et al.*, 2021). Assim, os vegetais coloridos, quando fermentados, contêm pigmentos como antocianinas e carotenoides, que são eficazes na eliminação de radicais livres nocivos no corpo produzidos por diferentes estresses biológicos e doenças (Swain *et al.*, 2014 *apud* Chakraborty; Roy, 2018).

Além da utilização de frutas para obtenção de bebidas fermentadas, uma excelente alternativa é a elaboração de fermentados acéticos de frutas. Segundo Waltrich (2021), a produção de vinagres de frutas oferece um alto potencial para a indústria, uma vez que eles apresentam uma composição química mais

complexa, se comparados aos outros tipos de vinagre. Pois, os mesmos retêm as substâncias da matéria-prima de origem ou que se formaram durante os processos fermentativos, o que confere sabor, aroma e cor característicos ao produto (Wu *et al.*, 2023).

Os ácidos orgânicos originados no processo de fermentação de vinagres aparecem de maneiras distintas e complexas, como, por exemplo, o ácido tartárico em vinagre de ameixa, o ácido propanodioico em vinagre de kiwi, o ácido málico em vinagre de cereja e banana e o ácido cítrico em vinagre de fisális (*Physalis*). Os carotenóides também constituem um importante grupo de pigmentos que, além de serem precursores da vitamina A, apresentam uma excelente capacidade antioxidante (Waltrich, 2021).

Wu *et al.* (2023) analisaram vinagres de melancia, uva, kiwi, maçã, pera, laranja, manga e caqui. Quando analisados os principais polifenóis presentes, foram identificados o ácido ferúlico, o ácido vanílico, o ácido clorogênico, o ácido p-cumárico, o ácido cafeico, a catequina e a epicatequina. Os maiores teores de polifenóis e flavonoides foram observados nos vinagres de laranja e de kiwi, respectivamente. Nesse mesmo estudo, foi avaliado o efeito inibitório dos vinagres de frutas em relação aos AGEs (produtos finais de glicação avançada), compostos que estão relacionados ao desenvolvimento ou agravamento de muitos processos ou distúrbios degenerativos. O vinagre de laranja foi o que apresentou maior taxa inibitória contra o AGEs, provavelmente em função do seu alto teor de fenóis totais, influenciando, também, na atividade antioxidante (Wu *et al.*, 2023).

Nas bebidas fermentadas de frutas, compostos bioativos também são obtidos como metabólitos secundários produzidos pelos microrganismos. As enzimas também têm função importante na fermentação, pois atuam na produção de novos compostos, com influência no aroma e na funcionalidade do produto final. A fermentação também vai diminuir, significativamente, o

teor de açúcar, melhorando os valores nutricionais e prolongando a vida de prateleira de bebidas à base de frutas (Rodriguez *et al.*, 2021).

Ainda segundo Rodriguez *et al.* (2021), a fermentação das frutas pode ocorrer de forma espontânea por meio da microbiota autóctone existente no vegetal, sob condições favoráveis ao processo; ou pode ocorrer por meio de fermentações controladas, fazendo uso de culturas iniciadoras (starters), como, por exemplo, *Lactiplantibacillus plantarum*, *Lactocaseibacillus rhamnosus*, *Lactobacillus gasseri* e *Lactobacillus acidophilus*. A utilização de culturas *starter* confere ao produto maior consistência, confiabilidade, controle e reprodutibilidade no processo, viabilizando produtos finais padronizados, seguros e de altíssima qualidade. Entretanto, o uso de cultura *starter* para obtenção de bebidas à base de frutas e vegetais fermentados ainda representa uma área pouco estudada, em comparação com os alimentos fermentados com matrizes de origem animal.

Isas *et al.* (2020) utilizaram a cherimoia (*Annona cherimola* Mill.) para obtenção de bebida fermentada com cinco cepas de BAL. Todas as cepas consumiram a frutose e a glicose presentes no suco de cherimoia como fontes de energia, com a consequente síntese de ácidos láctico e/ou acético como produtos metabólicos finais. No estudo, os autores obtiveram uma contagem final de BAL de 108 UFC/mL. Por outro lado, observou-se uma redução moderada no teor de fenólicos totais (entre 13% e 43%), embora não tenha sido detectada alteração na capacidade antioxidante. Concluiu-se que se pode obter um suco com teor reduzido de açúcar, potencial atividade antiplaquetária, altas propriedades antioxidantes e com longa vida útil quando utilizada uma fruta exótica como matriz, sendo a cherimoia um exemplo.

Em outro estudo, realizado com a intenção de se avaliar a ação de fermentação com bactérias lácticas autóctones presentes no suco de mirtilo, todas as bactérias isoladas demonstraram excelente desempenho na fermenta-

ção, apresentando contagens superiores a 10 log UFC/mL após 48 horas de fermentação. Houve aumento no teor de compostos fenólicos (6,1 – 81,2%) e aumento na capacidade antioxidante, em no mínimo 34% (Li *et al.*, 2021).

Recentemente, propôs-se a utilização de um fermentado obtido a partir da fruta pitaia, com BAL, como agente conservante, visando à substituição de conservantes químicos em pães (Omedi *et al.*, 2021). Assim, além dos benefícios naturalmente presentes nas matérias-primas vegetais, as BAL podem, através de compostos resultantes do seu metabolismo, auxiliar em diversos fatores relacionados à saúde, como controle do nível de colesterol sérico, bem como prevenir tumores, estimular o sistema imunológico, apresentar ação antiviral, antifúngica, antimutagênica e de agregação antiplaquetária, podendo também diminuir o nível de colesterol (Monika *et al.*, 2016, Kazemipoor *et al.*, 2012, Mahalingam, 2015 *apud* Chakraborty; Roy, 2018).

2.3.2 Chucrute, azeitonas e pepino fermentado

As azeitonas, o *chucrute* e o pepino fermentado são produtos fermentados conhecidos e apreciados no Brasil e em várias partes do mundo. Podem ser elaborados a partir da fermentação láctica oriunda de microrganismos naturais presentes nos próprios vegetais ou a partir da adição de microrganismos iniciadores (*starters*). A fermentação láctica consiste na oxidação anaeróbia parcial de carboidratos com a produção final de ácido láctico e de uma série de outras substâncias orgânicas que conferem características organolépticas e de conservação ao produto fermentado (Cruxen; Fiorentini, 2023).

Os vegetais apresentam, naturalmente, na sua matriz, uma série de microrganismos deteriorantes que acabam reduzindo a vida dos vegetais. Durante a fermentação, ao se deixar os vegetais em salmoura, o crescimento das bactérias lácticas é intensificado, controlando-se o aumento de microrganismos que deterioram os vegetais. Ao longo do processo fermentativo, o aumento de

ácidos orgânicos na salmoura resulta em diminuição do pH, estimulando o crescimento microbiano das bactérias lácticas, que se multiplicam rapidamente, produzindo ácido láctico. Uma das principais bactérias envolvidas no processo de iniciação da fermentação espontânea, em vegetais, é a *Leuconostoc mesenteroides*, além de outras espécies do gênero *Leuconostoc*. Entretanto, esse gênero não é muito resistente a ambientes ácidos e acaba diminuindo sua ação, ao passo que a acidificação aumenta. Assim, o gênero *Lactobacillus* tem sua atividade intensificada, com a elevação da acidificação, dominando a fermentação (Silva, 2021).

Na obtenção da azeitona e do pepino fermentado, utiliza-se o processo de salmoura; para a produção de chucrute, por sua vez, é realizada a salga seca do repolho (Cruxen; Fiorentini, 2023). Em ambos os métodos, a adição de sal tem o propósito de carregar o conteúdo celular após o corte, favorecendo o desenvolvimento de microrganismos responsáveis pela fermentação, e impedir o crescimento dos indesejáveis, além de melhorar a consistência do produto.

O pepino é naturalmente rico em polifenóis e cucurbitacinas, que têm atividade antioxidante, anticancerígena, anti-hialuronidase, anti-elastase, anti-inflamatória, anti-hiperglicêmica, diurética, amilolítica, antimicrobiana e analgésica. A cucurbitacina B é uma substância naturalmente presente em pepinos e que tem chamado a atenção dos pesquisadores, devido ao seu potencial efeito anticancerígeno, principalmente pela indução de apoptose em diversas células cancerígenas humanas (Gao *et al.*, 2014 *apud* Uthpala *et al.*, 2020). A fermentação de pepinos resulta em melhoria do sabor e textura, com destaque para o aumento do seu potencial probiótico, devido à presença de BAL, e, conseqüentemente, promoção da saúde (Uthpala *et al.*, 2020).

A oliveira (*Olea europaea L.*) produz a azeitona, uma fruta de grande importância econômica para países da região mediterrânea, e, mais recentemente, para a América, Austrália e leste do Oriente Médio. Na fermentação da azeitona,

na maioria das vezes, o processo ocorre espontaneamente, ou seja, sem a necessidade de adição de cultura inicial (Behera *et al.*, 2020). Os ácidos orgânicos produzidos pela microbiota são essenciais, pois contribuem para o desenvolvimento de aromas característicos no produto final. Esses ácidos, em equilíbrio com os seus sais, agem como um tampão, estabilizando o pH da salmoura. Já o aroma está relacionado com a presença de compostos voláteis, como: hidrocarbonetos, alcoóis, aldeídos, cetonas, ésteres e outros compostos (Moreira, 2013).

Os compostos fenólicos presentes na azeitona apresentam significativa atividade antioxidante. Experimentos realizados *in vivo* mostraram que, após a ingestão de azeitonas, a concentração de polifenóis no sangue aumenta, evidenciando que esses compostos se encontram biodisponíveis. Entretanto, o processamento pode resultar em perda parcial dos compostos fenólicos; desse modo, o método de processamento deve ser devidamente executado, pois afeta diretamente as características físicas, químicas e sensoriais do produto final (Moreira, 2013; Cruxen; Fiorentini, 2023).

Orgeron, Corbin e Scott (2016) relataram que as BAL presentes no chucrute têm efeito benéfico para o tratamento de diarreia, prisão de ventre, síndrome do intestino irritável, infecções, além de melhorar a função do sistema imunológico, para ajudar a prevenir várias doenças e promover a digestão da lactose. Em alguns casos, somente duas colheres de sopa de chucrute já podem alcançar a quantidade de BAL necessária para enquadramento como probiótico.

Outro ponto interessante sobre a fermentação é o fato de ela melhorar a digestibilidade dos vegetais, devido à ação de microrganismos responsáveis pela fermentação. Monika *et al.* (2017) verificaram que seis cepas de BAL apresentaram atividade fitase, melhorando a digestibilidade de proteínas e a biodisponibilidade de minerais, através da hidrólise do fitato em pickles, de uma região da Índia. Assim, outro aspecto vantajoso dos alimentos fermen-

tados é a remoção de compostos antinutricionais encontrados em muitos vegetais (Silva, 2021).

Em estudo conduzido com vegetais folhosos africanos, verificou-se que a fermentação pode auxiliar na preservação de folhas de abóbora (*Cucurbita* sp.), evitando a contaminação de microrganismos deteriorantes e aumentando os valores nutricionais, com incremento nos teores de folato, atingindo uma concentração final de 269,9 µg/100g. Essa concentração é superior ao valor de referência diário dietético (necessidade média de 250 µg por dia, para adultos). Também foram constatados incrementos nos teores de β-caroteno (pro-vitamina A) e luteína em comparação com as folhas frescas, além de diminuição de ácido fítico, um antinutriente que dificulta a absorção de ferro e zinco (Misci *et al.*, 2021).

3 Considerações Finais

A fermentação de alimentos de origem vegetal resulta na produção de componentes benéficos à saúde, como compostos fenólicos, carotenoides, fibras, entre outros, devido à ação de microrganismos potencialmente probióticos. A busca por alternativas em substituição aos laticínios, além da procura por alimentos que tragam benefícios para a saúde, tem impulsionado esse mercado promissor.

O Brasil apresenta um grande potencial para a produção de alimentos e bebidas oriundos de vegetais fermentados, tendo em vista a grande diversidade de espécies encontradas no país. A utilização de culturas iniciadoras pode permitir um maior controle do processo fermentativo, com padronização dos produtos obtidos, muito importante para a indústria alimentícia. Dessa forma, pesquisas devem ser conduzidas para o desenvolvimento e aprimoramento de produtos fermentados de origem vegetal, buscando-se alimentos potencialmente funcionais e comercialmente interessantes.

Referências

AL-SHERAJI, S. H. *et al.* Prebiotics as functional foods: A review. **Journal of Functional Foods**, v. 5, n. 4, p. 1542-1553, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2013.08.009> Acesso em: 1 jun. 2023.

ARIFF, R. M. *et al.* Recent trends in Kombucha: Conventional and alternative fermentation in development of novel beverage. **Food Bioscience**, v. 53, 2023.

Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102714>. Acesso em: 27 fev. 2023.

BATTCKOCK, M.; AZAM-ALI, S. **Fermented fruits and vegetables**: a global perspective. Rome: FAO, 1998. Disponível em: <http://www.fao.org/3/x0560e/x0560e10.htm>. Acesso em: 10 set. 2022.

BEHERA, S. S. *et al.* Traditionally fermented pickles: How the microbial diversity associated with their nutritional and health benefits? **Journal of Functional Foods**, v. 70, p. 1-26, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103971>. Acesso em: 10 set. 2022.

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: ANVISA, 1999. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br>. Acesso em: 25 abr. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 2, de 7 de Janeiro de 2002**. Regulamento técnico de substâncias bioativas e probióticos isolados com alegação de propriedades funcional e ou de saúde. Brasília: ANVISA, 2002. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br>. Acesso em: 27 mai. 2022.

BENEVENUTO, W. C. A. N. *et al.* **Contribuições para a área de alimentos: experiências do Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Rio Pomba: IF Sudeste MG, 2020. E-book. Disponível em: <https://www.ifsudestemg.edu.br/noticias/riopomba/segundo-volume-de-e-book-apresenta-textos-oriundos-de-pesquisas-do-mestrado-em-alimentos/ebook-final-v2-final-1-rp.pdf>. Acesso em 20 dez. 2022.

CANAS, G.J.S; BRAIBANTE, M. E. F. A química dos alimentos funcionais. **Química Nova na Escola**, v. 41, n. 3, p. 216-223, 2019. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc41_3/03-QS-87-18.pdf. Acesso em 18 dez. 2022.

CASTRO, I. A. de. **Desenvolvimento de Alimentos funcionais**. Curitiba: UFPR, 2001. Disponível em: <https://docs.ufpr.br/~erscta8/FUNCIONAIS.pdf> Acesso em: 01 set. 2022.

CHAKRABORTY, R.; ROY, S. Exploration of the diversity and associated health benefits of traditional pickles from the Himalayan and adjacent hilly regions of Indian subcontinent. **Journal of Food Science and Technology**, v. 55, p. 1599-1613, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3080-7> Acesso em: 01 jul. 2023.

CONTINI, C.; GRUNERT, K.; CHRISTENSEN, R. N.; BONCINELLI, F.; CASINI, G. S. L. Does attitude moderate the effect of labelling information when choosing functional foods? **Food Quality and Preference**, v. 106, 104795, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2022.104795>. Acesso em 28 jun. 2023.

COSTA, N. M. B.; ROSA, C. de O. B. **Alimentos funcionais**: componentes bioativos e efeitos fisiológicos. 2. ed. Rio de Janeiro: Rubio, 2019.

CRUXEN, C.; FIORENTINI, A. **Microrganismos na fermentação de alimentos e bebidas**. Maringá: Viseu, 2023.

GOTCHEVA, V.; PANDIELLA, S. S.; ANGELOV, A. ROSHKOVA, Z.G.; WEBB, C. Microflora identification of the Bulgarian cereal-based fermented beverage boza. **Process Biochemistry**, v. 36, n. 1-2, p. 127-130, 2000. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0032-9592\(00\)00192-8](https://doi.org/10.1016/S0032-9592(00)00192-8). Acesso em: 29 jun. 2023.

GHOSH, K. *et al.* Microbial, saccharifying and antioxidant properties of an Indian rice based fermented beverage. **Food Chemistry**, v. 168, p. 196-202, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.07.042>. Acesso em: 29 jun. 2023.

ISAS, A. S. *et al.* Fermented cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) juice using autochthonous lactic acid bacteria. **Food Research International**, v. 138, 109729, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109729>. Acesso em: 28 jun. 2023.

LI, S. *et al.* Fermentation of blueberry juices using autochthonous lactic acid bacteria isolated from fruit environment: fermentation characteristics and evolution of phenolic profiles. **Chemosphere**, v. 276, 130090, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653521005592>. Acesso em: 28 jun. 2023.

HATMAL, M. M. *et al.* Exploring the influence of culture conditions on kefir's anticancer properties. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 5, p. 3771-3777, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13539>. Acesso em: 12 out. 2022.

MISCI, C. *et al.* Fermentation as a tool for increasing food security and nutritional quality of indigenous African leafy vegetables: the case of *Cucurbita* sp. **Food Microbiology**, v. 99, 103820, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2021.103820>. Acesso em: 28 nov. 2022.

MONIKA, *et al.* Isolation and characterization of lactic acid bacteria from traditional pickles of Himachal Pradesh, India. **Journal of Food Science and Technology**, v. 54, p. 1945-1952, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2629-1>. Acesso em: 28 set. 2022.

MONTEIRO, V. R. **Desenvolvimento de polpas de fruta fermentadas**. Lisboa: Universidade de Lisboa, 2013. Disponível em: <https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/6104/1/TESE%20vers%C3%A3o%20final%20Viviana%20Monteiro.pdf>. Acesso em: 28 set. 2022.

MORAES, F. P., COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 3, n. 2, p. 109-122, 2006. Disponível em: <https://www.saudedireta.com.br/docsupload/1356828224Nutreceuticos.pdf>. Acesso em: 02 out. 2022.

MOREIRA, L. P. P. F. **Produção de azeitona de mesa ao natural fermentada por estirpes de bactérias lácticas potencialmente probióticas**. Lisboa: Universidade de Lisboa, 2013. Disponível em: <https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/6343/1/VERSAO%20DEFINITIVA.pdf>. Acesso em: 10 out. 2022.

MOURA, A. C. A. **Produção de bebidas fermentadas elaboradas a partir de extratos vegetais hidrossolúveis e kefir de água**: revisão. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/35226>. Acesso em: 02 out. 2022.

MUNIZ, C. R. *et al.* Bebidas fermentadas a partir de frutos tropicais. **Boletim CEPPA**, p. 1-14, 2002. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/1256>. Acesso em: 11 out. 2022.

OMEDI, J. O. *et al.* Suitability of pitaya fruit fermented by sourdough LAB strains for bread making: its impact on dough physicochemical, rheo-fermentation properties and antioxidant, antifungal and quality performance of bread. **Heliyon**, v. 7, n. 11, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08290>. Acesso em: 29 jun. 2023.

ORGERON, R.; CORBIN, A.; SCOTT, B. Sauerkraut: A Probiotic Superfood. **Functional Foods in Health and Disease**, v. 6, n. 8, p. 536-543, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.31989/ffhd.v6i8.262>. Acesso em: 11 out. 2022.

RODRIGUEZ, L. G. R. *et al.* Fruits and fruit by-products as sources of bioactive compounds. Benefits and trends of lactic acid fermentation in the development of novel fruit-based functional beverages. **Food Research International**, v. 140, 109854, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109854>. Acesso em: 14 out. 2022.

SAFRAID, G. F. *et al.* Perfil do consumidor de alimentos funcionais: identidade e hábitos de vida. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 25, e2021072, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.07221>. Acesso em: 17 out. 2022.

SILVA, L. P. B. M. da. **Fermentação do tipo chucrute: uma abordagem com sabores tradicionais portugueses**. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia e Inovação) - Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica Portuguesa, Braga, 2021. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.14/34895> Acesso em: 08 ago. 2022.

UTHPALA, T. G. G. *et al.* Nutritional bioactive compounds and health benefits of fresh and processed cucumber (*Cucumis Sativus L.*). **Sumerianz Journal of Biotechnology**, v. 3, 9, p. 75-82, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17510.04161>. Acesso em: 08 out. 2022.

VIDAL, A. M. *et al.* A ingestão de alimentos funcionais e sua contribuição para a diminuição da incidência de doenças. **Cadernos de Graduação - Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 1, n. 15, p. 43-52, 2012. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/cadernobiologicas/article/download/284/112/1290>. Acesso em: 20 out. 2022.

VIZZOTTO, M.; KROLOW, A. C.; TEIXEIRA, F. C. **Alimentos Funcionais**: Conceitos Básicos. Pelotas: EMBRAPA, 2010. Disponível em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/44301/1/documento-312.pdf>. Acesso em: 20 out. 2022.

WALTRICH, L. **Fermentados acéticos de frutas: uma revisão sobre parâmetros de produção, características físico-químicas e potencial bioativo.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/228342>. Acesso em: 08 nov. 2022.

WORLD CANCER RESEARCH FOUNDATION. Be a healthy weight. London, 2022. Disponível em: <https://www.wcrf.org/diet-activity-and-cancer/cancer-prevention-recommendations/be-a-healthy-weight/>. Acesso em: 10 de. 2022.

WU, Q. *et al.* Protective mechanism of fruit vinegar polyphenols against AGEs-induced Caco-2 cell damage. **Food Chemistry**: X, v. 19, n. 30, 100736, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100736>. Acesso em: 29 jun. 2023.