



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
ALIMENTOS**

Isabela Regina Jaeger

**CARACTERIZAÇÃO DE ANÁLOGOS VEGETAIS DE QUEIJOS PRODUZIDOS E  
COMERCIALIZADOS NA EUROPA E NO BRASIL**

**Porto Alegre**

**2023**

Isabela Regina Jaeger

**CARACTERIZAÇÃO DE ANÁLOGOS VEGETAIS DE QUEIJOS PRODUZIDOS E  
COMERCIALIZADOS NA EUROPA E NO BRASIL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como um dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre(a) em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Jeverson Frazzon  
Co-orientadora: Dr<sup>a</sup>. Caroline Isabel Kothe

**Porto Alegre  
2023**

### CIP - Catalogação na Publicação

Jaeger, Isabela Regina  
CARACTERIZAÇÃO DE ANÁLOGOS VEGETAIS DE QUEIJOS  
PRODUZIDOS E COMERCIALIZADOS NA EUROPA E NO BRASIL /  
Isabela Regina Jaeger. -- 2024.  
153 f.  
Orientador: Jeverson Frazzon Frazzon.

Coorientadora: Caroline Kothe.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, Instituto de Ciência e Tecnologia  
de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Ciência e  
Tecnologia de Alimentos, Porto Alegre, BR-RS, 2024.

1. Análogos vegetais de queijo. 2. Bactérias Ácido  
Láticas. 3. Diversidade microbiana. 4. Metabarcoding.  
5. Composição nutricional. I. Frazzon, Jeverson  
Frazzon, orient. II. Kothe, Caroline, coorient. III.  
Título.

Isabela Regina Jaeger

**CARACTERIZAÇÃO DE ANÁLOGOS VEGETAIS DE QUEIJOS PRODUZIDOS E  
COMERCIALIZADOS NA EUROPA E NO BRASIL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como um dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre(a) em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Aprovado em: \_\_/\_\_/\_\_\_\_

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Jeverson Frazzon  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
(UFRGS)  
Orientador

---

Dr<sup>a</sup>. Bruna Tischer  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Examinador

---

Dr<sup>a</sup>. Caroline Isabel Kothe  
Universidade Técnica da Dinamarca  
*Technical University of Denmark (DTU)*  
Co-orientadora

---

Dr<sup>a</sup>. Roberta Mariot  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
(UFRGS)  
Examinador

---

Dr<sup>a</sup>. Rochele Quadros  
Pontifícia Universidade Católica do Rio  
Grande do Sul (PUCRS)  
Examinador

## AGRADECIMENTOS

A presente dissertação de mestrado é o fruto de muitas horas dedicadas ao trabalho no laboratório e estudo, as quais tiveram o fundamental apoio de pessoas essenciais.

Gostaria de agradecer ao meu orientador, Dr. Jeverson Frazzon, pelo incentivo, por acreditar em mim e por sempre me fazer enxergar “uma luz no fim do túnel”. Vou sentir saudade das tuas histórias de viagens pelo mundo e dos cafés pós almoço. Agradeço por respeitar meu ritmo e compreender que além do mestrado também conciliava minhas horas dedicadas ao meu trabalho.

À minha coorientadora, Dra. Caroline Kothe, sou grata pela paciência em me ensinar a prática de laboratório, biologia molecular, por nunca ter “soltado a minha mão” e pelos passeios que me levou pela França durante o estágio do mestrado. Nunca vou esquecer dessa oportunidade incrível, obrigada por fazer acontecer! Agradeço também pela paciência, pelas palavras de apoio, por cada elogio e cada crítica.

Os agradecimentos especiais vão para ao meu companheiro, Eduardo, pois foram muitas as vezes que meu cansaço refletiu em impaciência, vários finais de semana em que não fizemos nada de divertido para que eu pudesse estudar, escrever, montar gráficos e por me aguentar falando que eu não aguentava mais! Agradeço por ser minha dupla, por me entender e me dar amor. Agradeço a minha mãe que sempre se esforçou para me dar o melhor, amor e educação. Sempre dedicada e fez tudo com maestria, tu és meu exemplo de força e resiliência. Minha jornada até aqui é por conta do apoio e incentivo de vocês, amo muito!

Agradeço aos meus colegas, em especial à Rafaela Silveira por me fazer dar muitas risadas, por ser minha dupla nos trabalhos nas disciplinas que fizemos juntas e à Lilian Teixeira pelas palavras de conforto e de incentivo! Vocês foram muito gentis desde o primeiro dia que nos conhecemos, muito obrigada gurias!

Aos dedicados técnicos dos laboratórios e aos Tiago, Michele e Andressa. Também gostaria de agradecer à Cecília Kohn e à Michele Mann pelo auxílio no laboratório, sem vocês a execução do trabalho não seria possível.

Finalmente, agradeço a todos os funcionários do PPGCTA e aos servidores que trabalham no prédio 43212 do Campus do Vale. Todos sempre muito atenciosos. Agradeço aos professores das disciplinas que cursei, foi uma honra estar rodeada de pessoas tão incríveis.

Agradeço à UFRGS, por me proporcionar ensino de tão alto gabarito, terei orgulho em carregar este nome em meu currículo.

*“Estou entre aqueles que pensam que a ciência tem uma grande beleza.”*  
(Marie Curie)

## RESUMO

Os Análogos Vegetais de Queijos (AVQ) são produtos fermentados a partir de matrizes vegetais como castanha de caju, soja, amêndoas, macadâmia entre outras oleaginosas, com adição ou não de culturas iniciadoras como as bactérias ácidos láticas (BAL) e leveduras. Visto que representam uma nova tendência de mercado global, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar a microbiota dos AVQ produzidos e comercializados na Europa e no Brasil. Foi realizada análises de cultura dependente e independente, incluindo análises de metabarcoding com base no gene *16S rRNA* e na região ITS. A composição nutricional foi analisada através da rotulagem nutricional das amostras europeias e brasileiras. Nas amostras europeias foram determinadas o teor de proteínas, cinzas e perfis de ácidos graxos, assim como nas amostras brasileiras. Os resultados microbiológicos revelaram uma ampla diversidade bacteriana, sendo que a espécie mais abundante encontrada, tanto no interior como na casca das amostras europeias foi *Lactococcus lactis*, enquanto o *Geotrichum candidum* e o *Penicillium camemberti* foram espécies fúngicas dominantes encontradas nas cascas destas amostras. Nos AVQ da amostragem brasileira as bactérias *Lactobacillus acidophilus* e *L. lactis* foram as mais abundantes. Ainda, foram encontradas uma quantidade relativa de *Weissella* sp. e *Leuconostoc* sp. que são gêneros presentes em fermentações à base de plantas. Em relação à composição nutricional, os rótulos dos produtos europeus apresentaram valor de proteínas que foi estatisticamente semelhante aos valores analisados ( $11,94 \pm 1,58$ ,  $p > 0,05$ ). Os valores encontrados para o teor de carboidratos nos rótulos foi de 7,3 a 16,8 %, assim como, baixos níveis de sal ( $1,55 \pm 0,50$ ) estavam presentes. O teor de cinzas nas amostras variou entre 2,5 a 4%. O perfil de ácidos graxos dos produtos demonstrou níveis mais elevados de ácidos graxos mono e poli-insaturados, com uma predominância do ácido oleico (55%) e ácido linoleico (20%). Os principais ácidos graxos saturados presentes nas amostras foram o ácido palmítico (15%) e o ácido esteárico (8%). Em termos de composição nutricional dos produtos brasileiros, destacaram-se os teores de lipídios, carboidratos e proteínas. Os valores de proteína determinados foram semelhantes aos encontrados nos rótulos e o teor de ácidos graxos revelou o ácido oleico como o principal constituinte nos rótulos, seguido pelo ácido láurico, resultando em uma composição de ácidos graxos monoinsaturados e saturados.

A combinação de abordagens microbiológicas e nutricionais revelou informações valiosas sobre a composição microbiana e aspectos nutricionais dos AVQ. Os achados científicos podem ser usados para desenvolver estratégias potenciais para a criação de novos produtos sustentáveis, bem como criar oportunidades para futuras pesquisas exploratórias utilizando substratos à base de plantas.

**Palavras-chave:** Análogos vegetais de queijo. Bactérias Ácido Láticas. Diversidade microbiana. *Metabarcoding*. Composição nutricional. Rotulagem nutricional.

## ABSTRACT

The Plant-based cheese analogs (PCA) are fermented products derived from plant matrices such as cashew, soy, almonds, macadamia, and other oilseeds, with or without the addition of starter cultures such as lactic acid bacteria (LAB) and yeasts. Given that they represent a new global market trend, this study aimed to characterize the microbiota of PCA produced and marketed in Europe and Brazil. Culture-dependent and independent analyses were performed, including metabarcoding analyses based on the 16S *rRNA* gene and ITS region. The nutritional composition was analyzed through nutritional labeling of European and Brazilian samples. In European samples, protein, ash, and fatty acid profiles were determined, as were the corresponding analyses for Brazilian samples. Microbiological results revealed a broad bacterial diversity, with *Lactococcus lactis* being the most abundant species found in both the interior and rind of European samples, while *Geotrichum candidum* and *Penicillium camemberti* were dominant fungal species found in the rinds of these samples. In Brazilian PCA samples, *Lactobacillus acidophilus* and *L. lactis* were the most abundant bacteria. Additionally, a relative amount of *Weissella sp.* and *Leuconostoc sp.*, which are genera present in plant-based fermentations, were found. Regarding nutritional composition, the labels of European products showed protein values that were statistically similar to the analyzed values ( $11.94 \pm 1.58$ ,  $p > 0.05$ ). Carbohydrate values on labels ranged from 7.3 to 16.8%, with low levels of salt ( $1.55 \pm 0.50$ ). Ash content in the samples varied between 2.5 to 4%. The fatty acid profile of the products demonstrated higher levels of mono- and polyunsaturated fatty acids, with oleic acid (55%) and linoleic acid (20%) predominating. The main saturated fatty acids present in the samples were palmitic acid (15%) and stearic acid (8%). In terms of nutritional composition of Brazilian products, lipid, carbohydrate, and protein contents stood out. Protein values determined were similar to those found on labels, and the fatty acid content revealed oleic fatty acid as the main constituent on labels, followed by lauric fatty acid, resulting in a composition of monounsaturated and saturated fatty acids. The combination of microbiological and nutritional approaches provided valuable information on the microbial composition and nutritional aspects of VCAs. The scientific findings can be used to develop potential strategies for creating new sustainable products and provide opportunities for future exploratory research using plant-based substrates.

**Keywords:** Plant-based cheese analogs. Lactic Acid Bacteria (LAB). Microbial diversity. Metabarcoding. Nutritional composition. Nutritional labeling.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas de produção de AVQ.....	17
Figura 2 - Esquema de aplicação do preparo do MALDI-TOF MS.....	25
Figura 3 - Abordagens substancialmente diferentes podem ser usadas: sequenciamento de amplicon direcionado e sequenciamento shotgun .....	26
Figura 4 - Diagrama das bactérias isoladas das amostras europeias e brasileiras. ....	60

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVQ	Análogos Vegetais de Queijos
BAL	Bactérias Ácido Láticas
CDC	<i>Centers for Disease Control and Prevention</i> (Centros de Controle e Prevenção de Doenças)
DOU	Diário Oficial da União
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
FAO	<i>Food and Agricultural Organization</i> (Organização Mundial para Agricultura e Alimentação)
GFI	<i>The Good Food Institute</i>
ITS	<i>Internal Transcribed Spacer</i> (Espaçador Transcrito Interno)
MALDI-TOF MS	Espectrometria de Massas por Tempo de Voo com Ionização por Laser Assistida por Matriz
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
PCR	<i>Polymerase Chain Reaction</i> (Reação em Cadeia da Polimerase)
OTUs	<i>Operational Taxonomic Unit</i> (Unidade Taxonômica Operacional)
RTIQ	Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade
UE	União Europeia

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>13</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....	13
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>14</b>
3.1 MERCADO PLANT-BASED.....	14
<b>3.1.1 Alimentos fermentados <i>plant-based</i>.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1.2 Mercado Brasileiro .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1.3 Mercado Europeu .....</b>	<b>16</b>
3.2 ANÁLOGOS VEGETAIS DE QUEIJOS .....	16
<b>3.2.1 Ingredientes .....</b>	<b>18</b>
<b>3.2.2 Rotulagem nutricional .....</b>	<b>19</b>
<b>3.2.3 Composição nutricional.....</b>	<b>20</b>
<b>3.2.4 Culturas microbianas .....</b>	<b>20</b>
<b>3.2.5 Segurança .....</b>	<b>22</b>
3.3 IDENTIFICAÇÃO DE MICRORGANISMOS EM ALIMENTOS .....	23
<b>3.3.1 Cultura-dependente .....</b>	<b>23</b>
<b>3.3.2 Cultura independente .....</b>	<b>25</b>
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>28</b>
4.1 ARTIGO 1: PLANT-BASED CHEESE ANALOGS MARKETED IN EUROPE: MICROBIAL AND NUTRITIONAL PROFILES.....	28
4.2 ARTIGO 2: UNVEILING THE MICROBIAL AND NUTRITIONAL COMPOSITION OF PLANT-BASED CHEESE ANALOGS MARKETED IN BRAZIL.....	47
<b>5 DISCUSSÃO GERAL.....</b>	<b>59</b>
5.1 SEMELHANÇA DAS AMOSTRAS EUROPEIAS E BRASILEIRAS.....	59
5.2 DIFERENÇA DAS AMOSTRAS EUROPEIAS E BRASILEIRAS.....	60
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>63</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>64</b>
<b>APÊNDICE A – MATERIAL SUPLEMENTAR DO ARTIGO 1.....</b>	<b>71</b>
<b>APÊNDICE B – MATERIAL SUPLEMENTAR DO ARTIGO 2.....</b>	<b>118</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, muito tem se discutido sobre maneiras de tornar a sociedade mais sustentável, reduzindo os impactos gerados ao meio ambiente. Cientistas já correlacionam que os alimentos que comemos, e como os produzimos, irão determinar a saúde das pessoas e do planeta. Sendo assim, grandes mudanças devem ser consideradas para evitar a redução da expectativa de vida e a contínua degradação ambiental (WILLETT *et al.*, 2019).

Medidas para reduzir as emissões de gases de efeito estufa associadas à produção de alimentos são necessárias. A produção de alimentos desempenha papel importante, pois uma mudança do padrão alimentar com maior adoção de dietas à base de plantas, possui potencial de mitigação (TILMAN; CLARK, 2014; SPRINGMANN *et al.*, 2016; BAJŽELJ *et al.*, 2014). Os impactos ambientais de diferentes tipos de alimentos e produtores foram avaliados usando vários indicadores conforme descrito por Poore e Nemecek (2018), ao comparar 40 produtos, dentre eles produtos de origem animal e substitutos à base de plantas, queijo lácteo emite uma média de 11 kg de CO<sub>2</sub>eq, enquanto o tofu emite apenas 2 kg de CO<sub>2</sub>eq. Além disso, queijos lácteos estão entre as principais fontes de emissões de carbono, superando as emissões de carne de porco e aves, e ficando atrás apenas do rebanho de carne bovina, rebanho leiteiro e crustáceos, que emitem em média 50, 17 e 18 kg de CO<sub>2</sub>eq, respectivamente.

Há uma estimativa de que no ano de 2050 será necessário aumentar a produção de alimentos em 70%, caso a população global continue a consumir proteínas de origem animal como faz hoje. Neste contexto, a busca por fontes alternativas de proteínas tem ganhado cada vez mais espaço nas discussões públicas e nas indústrias de alimentos (GFI, 2020). Os motivos que levam a adesão de dietas vegetarianas e veganas levam em consideração impacto ambiental, aspectos nutricionais, éticos e culturais. (TABANELLI *et al.*, 2018). Através desse contexto é interessante que as alternativas *plant-based*, bem como os análogos vegetais de queijos, tenham segurança, variedade de produtos ofertados ao consumidor, sabor agradável, bem como benefícios nutricionais.

A simples existência desses produtos com apelo vegano e sustentável confirma o crescente interesse e a procura de consumidores. Além disso, é possível encontrar esses produtos para venda em diferentes formatos como grandes redes de supermercados, aquisição direta com pequenos produtores e em *e-commerce* ou aplicativos de *delivery*. Os produtos fermentados *plant-based* tem experimentado um aumento em seu valor, impulsionado por sua notável sustentabilidade, bem como pelos benefícios relacionados à saúde e às escolhas de estilo

de vida e dieta dos consumidores (JESKE; ZANNINI; ARENDT, 2018; TANGYU *et al.*, 2019; ZIOGA *et al.*, 2022).

A fermentação gera novas características sensoriais, sabores e aromas aos alimentos. Os alimentos fermentados fazem parte do cardápio na gastronomia, através de receitas inovadoras que propõem experiência na alimentação. Dentre o escopo de microrganismos presentes na fermentação, as BAL desempenham um papel crucial na influência do sabor dos alimentos fermentados, com o resultado dependendo da composição das matérias-primas utilizadas (BRUNO; MACHADO, 2022).

Considerando que devemos repensar nossas estratégias para que consigamos alimentar a crescente população mundial e paralelamente diminuir os impactos ambientais gerados nos próximos anos, é fundamental que contribuamos com a produção de alimentos cada vez mais seguros, propondo alternativas viáveis e sustentáveis.

O papel da ciência é de fundamental importância na busca por evidências que possam contribuir com a qualificação do debate público e a consequente definição de políticas públicas em relação aos AVQ. O setor de produtos *plant-based* está em evidente crescimento em determinadas regiões do planeta, o que torna a contribuição científica sobre este assunto ainda mais relevante neste momento. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo caracterizar os análogos vegetais de queijos produzidos e comercializados na Europa e no Brasil.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

O objetivo deste estudo é caracterizar análogos vegetais de queijos produzidos e comercializados na Europa e no Brasil.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- a) Estimar os microrganismos viáveis;
- b) Avaliar a microbiota das cascas e interior dos queijos coletados;
- c) Correlacionar metadados com a composição taxonômica;
- d) Avaliar a composição nutricional através da rotulagem dos produtos;
- e) Determinar o teor de proteínas e cinzas das amostras;
- f) Determinar o perfil de ácidos graxos dos lipídios;
- g) Discutir diferenças encontradas entre as amostras europeias e brasileiras.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 MERCADO PLANT-BASED

A popularidade de produtos *plant-based* tem ganhado espaço no mercado pois é uma tendência que se justifica por diferentes fatores, entre eles a mudança de estilo de vida dos consumidores, dietas alternativas e a preocupação da população em torno da sustentabilidade no setor de alimentos e proteínas (MEFLEH *et al.*, 2022).

Os produtos lácteos como queijos, iogurtes, manteigas, entre outros, são alimentos consumidos diariamente pela população mundial. Repensar a maneira como estes alimentos são produzidos e utilizar ingredientes vegetais é uma opção para atender os consumidores. (JESKE; ZANNINI; ARENDT, 2018) As grandes indústrias do setor de alimentos estão se adaptando para aumentar sua participação de mercado nestas novas tendências. Há diversos produtos sendo comercializados feito com ingredientes vegetais como almôndegas, linguças, hambúrgueres, iogurtes, ovos, AVQ, além de produtos de higiene pessoal como por exemplo, maquiagens e cosméticos de modo geral.

O valor de mercado de produtos fermentados *plant-based* tem aumentado a cada ano devido ao seu apelo por sustentabilidade, benefícios relacionados à saúde, estilo de vida ou razões dietéticas dos consumidores. Nos últimos anos, o interesse crescente por parte dos consumidores em diminuir o consumo de carne e preferir opções de alimentos *plant-based* e bem como as inovações no mercado de alimentos que exploram essa tendência de mercado (TANGYU *et al.*, 2019; ZIOGA *et al.*, 2022). Há uma estimativa de que o mercado de alimentos *plant-based* cresça de 12,4% de 2022 a 2029, atingindo US\$95,52 bilhões até 2029. O crescimento de mercado é atribuído a fatores como a crescente adoção de tecnologias emergentes para inovação no setor de alimentos, aumento dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento de regulamentações por governos no setor de alimentos, presença de um grande número de empresas no mercado e o aumento no número de restaurantes veganos (METICULOUS RESEARCH, 2022).

### 3.1.1 Alimentos fermentados *plant-based*

Os alimentos fermentados *plant-based* já são conhecidos mundialmente. Na Coreia, o *kimchi* é feito de vegetais fermentados e faz parte da culinária coreana. No Japão, o *misô* feito a partir da soja fermentada além do *natto* é um alimento tradicional japonês também feito a partir de soja cozida fermentada (WANG *et al.*, 2019). *Douchi* é um produto fermentado de soja preta considerado um ingrediente indispensável na China. O *tempeh* é um alimento tradicional originário da Indonésia feito de soja fermentada. Além desses alimentos, o *Sauerkraut* é produzido com a fermentação do repolho de forma espontânea ou com adição de cultura de BAL, popularmente conhecido na Alemanha (MAJOR *et al.*, 2022). O *Natto* é produzido a partir dos grãos de soja cozidos e através da inoculação do *Bacillus subtilis* para a fermentação popularmente conhecido na China (WANG *et al.*, 2023).

A fermentação dos produtos como *misô*, *kimchi*, *tempeh* e *Douchi* é interessante devido à redução de fatores antinutricionais como o ácido fítico e inibidores de tripsina e resulta na hidrólise de proteínas complexas de soja em peptídeos e aminoácidos mais digeríveis e biodisponíveis (TEREFE, 2016).

### 3.1.2 Mercado Brasileiro

No Brasil, *The Good Food Institute Brasil* (GFI) é uma organização sem fins lucrativos que atua na promoção do setor de proteínas alternativas no mercado de *plant-based*, dentre elas, os debates em destaques são proteínas vegetais, fermentação e carne cultivada (ALIMENTOS, 2022). A GFI promoveu um estudo em 2022 que apresentou os seguintes dados: No lugar da carne convencional, 34% dos consumidores usam somente ou principalmente as carnes vegetais análogas e 26% as consomem pelo menos uma vez na semana. O grupo de flexitarianos, pessoas que, por escolha própria, decidem diminuir sem excluir totalmente o consumo de proteínas animais da dieta, já representa 28% da população.

Em 2019, GFI já havia realizado outra pesquisa com 2.000 pessoas, em um ano, 39% das pessoas consultadas referiram ter pelo menos três vezes por semana uma opção como alternativas vegetais que substituem os alimentos de origem animal. Essa pesquisa salienta ainda que não houve mais adeptos por falta de opções no mercado brasileiro que satisfaça o paladar dos entrevistados para a troca por produtos de origem vegetal (GFI, 2019).

Muitas marcas brasileiras do segmento *plant-based*, ou seja, empresas que são isentas de quaisquer ingredientes de origem animal, vêm surgindo no Brasil desde 2019. Segundo um

estudo realizado pela *HappyCow* e *Veganuary*, o Brasil é o país com mais opções para veganos na América Latina (WOLTHERS, 2023).

### 3.1.3 Mercado Europeu

Na Europa, o mercado de alternativas *plant-based* para produtos lácteos deverá atingir 2,22 milhões de dólares até 2026 (MARKET DATA FORECAST, 2023). Segundo dados do GFI Europe, as vendas no varejo de alimentos *plant-based* na Europa atingiram €5,8 bilhões em 2022, um aumento de 6% em relação a 2021 e 21% em relação a 2020. As empresas aumentaram os esforços em pesquisa e desenvolvimento para grão-de-bico, fava, feijão mungo e feijão-caupi de ultra-alta proteína. Ingredientes diversos à base de proteínas vegetais estão ganhando destaque, com avanços para aumentar sua produção e reduzir seus custos. A valorização de subprodutos para proteínas alternativas continuou a ganhar impulso, incluindo a extração de proteínas de folhas destinadas ao descarte e a reciclagem de proteínas de girassol, canola e cevada (PANESCU *et al.*, 2022).

## 3.2 ANÁLOGOS VEGETAIS DE QUEIJOS

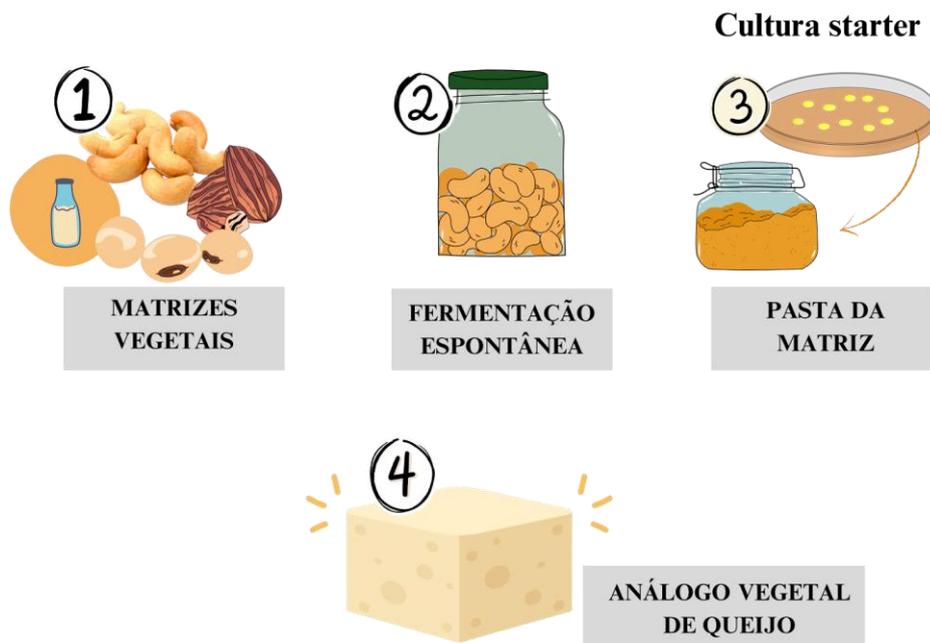
Desde a antiguidade, o queijo é um dos alimentos fermentados mais consumidos. O queijo pode ser produzido a partir do leite de origem animal, ou então, quanto isentos de ingredientes de origem animal podem ser produzidos através de matrizes vegetais como castanha de caju, amêndoas, soja, leites vegetais, entre outras opções de oleaginosas e nozes que levam o nome de AVQ. Os produtos fermentados que têm uma textura semelhante ao queijo lácteo, feitos a partir de soja (como o tofu) ou nozes, são os favoritos entre os produtos veganos mais populares. Os produtos AVQ são versáteis, pois são encontrados em diferentes formatos e aspectos, as formas mais comuns são blocos, fatias e pastas (BOUKID *et al.*, 2021; GRASSO *et al.*, 2021; FOX *et al.*, 2021).

Na produção de AVQ, o processo envolve a imersão e a moagem dessas nozes em água, seguido de um período de fermentação. Durante a fermentação, a mistura de nozes moídas e água passa por um processo espontâneo que resulta no desenvolvimento de várias espécies e muitas cepas microbianas, contribuindo para a eficiência geral do ecossistema (DEMARIGNY, 2012). Tabanelli *et al.* (2018) utilizou castanha de caju para a produção de produto fermentado semelhante aos AVQ com castanha de caju, embebidos em água, moídos e adicionados de

*cultura starter* para fermentação. Nesse preparo foram inoculadas as cepas de *Leuconostoc mesenteroides*, *Pediococcus pentosaceus* e *Weissella* sp.

A figura 1 é uma ordem das etapas que envolvem o preparo de AVQ, conforme explorado por alguns autores (DEMARIGNY, 2012; TABANELLI *et al.*, 2018; CHEN *et al.*, 2020). Na etapa inicial se tem a escolha dos ingredientes vegetais que vão compor a matriz de fermentação do produto. Na segunda etapa, ocorre a fermentação espontânea através da própria microbiota do grão, geralmente BAL estão presentes, conforme identificado por Di Cagno *et al.* (2013). Também pode se utilizar a fermentação *rejuvelac* de outra matriz, como realizado por Chen *et al.* (2020) que utilizou *rejuvelac* de quinoa como *cultura starter* para produção de produto fermentado de castanha de caju. Na terceira etapa, os grãos, nozes são triturados, nesse momento, é adicionado *cultura starter* de interesse como por exemplo, podem ser adicionadas bactérias e leveduras para seguir a fermentação e resultar no produto final, como visto no item 4.

Figura 1 - Etapas de produção de AVQ



Fonte: elaborada pela autora (2023).

Informações na literatura são escassas sobre a origem exata dos AVQ, há especulações que começaram a ser produzidos na China. A primeira versão foi feita com soja fermentada e iniciou sua comercialização na década de 1980 (USHER, 2018).

O termo “queijo” não é bem aceito para uso em produtos *plant-based*, pois segundo as legislações vigentes em alguns países, o termo pode confundir os consumidores. No Brasil, conforme o regulamento técnico de identidade e qualidade (RTIQ) de queijos, a denominação “queijo” é exclusiva para produtos em que a base láctea não contenha gordura e/ou proteínas de origem não láctea (BRASIL, 1996). o Diário Oficial da União (DOU) veiculou a proposta de Portaria nº 831 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) com definições sobre os produtos AVQ, com o objetivo de estabelecer os requisitos mínimos de identidade e qualidade para produtos análogos de base vegetal, a identidade visual e as regras de rotulagem para regulamentação desses produtos (BRASIL, 2023)

A União Europeia (UE) especifica que o termo “leite” é reservado exclusivamente para o produto da secreção normal da glândula mamária, obtido por uma ou mais ordenhas, sem adição ou subtração. Assim, não é permitida a denominação da palavra “queijo” para produtos de origem vegetal, pois um dos ingredientes do queijo tradicional é o leite (PARLEMENT EUROPÉEN, 2013). Em 2017, o Tribunal de Justiça da União Europeia decidiu proibir o uso de termos semelhantes aos lácteos na rotulagem de produtos alternativos (EUROPEAN UNION, 2017).

### 3.2.1 Ingredientes

Nas prateleiras dos mercados é possível encontrar diferentes ingredientes na composição dos AVQ. Os ingredientes mais utilizados como fonte de proteína são proteína de ervilha, proteína de soja e proteína de lentilha

Em alguns produtos, também se encontra na composição *rejuvelac*, uma bebida feita a partir da fermentação de diferentes grãos, sementes e vegetais. Chen et al (2020) desenvolveu produtos fermentados à base de castanha de caju e a fermentação dos produtos foi feita com *rejuvelac* através da germinação de grãos de quinoa em água. Na revisão feita por Tangyu et al. (2019), de acordo com o tipo de matéria-prima utilizada, as bebidas vegetais apresentam diferentes valores de composição e sabores.

Boukid et al. (2021) comparou os ingredientes de AVQ com ingredientes de queijos lácteos. Entre os principais ingredientes vegetais utilizaram fontes de proteína foram proteína de ervilha, soja, lentilha, enquanto os principais ingredientes fontes de gordura foram óleo de coco, pasta de amêndoa, óleo de girassol e azeite. Em relação a adição de sabores foram identificados os seguintes ingredientes: extratos de fermento, páprica, salsa, alho em pó, vinagre de álcool e folhas de manjeriço.

Um dos desafios na produção de alternativas aos produtos lácteos é que as bases vegetais possuem potencial alergênico como a soja, trigo, ervilha, fava, amendoim, tremoço e grão-de-bico (BOCQUET *et al.*, 2019). Em relação ao ponto de vista no desenvolvimento de alimentos, as expectativas nutricionais, lista de ingredientes e alérgenos são fatores determinantes ao idealizar o produto (BOUKID *et al.*, 2021). Em relação aos alergênicos, estudo que produziu produtos de castanha de caju semelhante a AVQ, apontou diminuição nos alérgenos da castanha de caju no estágio pré fermentação e produto final após 72 horas de fermentação (CHEN *et al.*, 2020).

### 3.2.2 Rotulagem nutricional

No setor de alimentos, uma expressão conhecida é o "*clean label*", que literalmente significa rótulo limpo. Segundo Asioli *et al.* (2017), o termo está sendo cada vez mais adotado por fabricantes de alimentos e pesquisadores. Os consumidores avaliam a pureza de um rótulo, que representa as características dos produtos alimentares, como por exemplo, alimentos produzidos com ingredientes mais naturais, sem aditivos, e que exibem informações claras na embalagem. A interpretação de um rótulo limpo é subjetiva, uma vez que pode depender da familiaridade do consumidor com os ingredientes, bem como das relações que o consumidor faz a partir dessas informações.

Boukid *et al.* (2021) descreveu as informações contidas em rótulos de produtos como queijo e iogurte feitos com ingredientes vegetais que seguem o apelo do rótulo limpo. Foi verificado que os rótulos em 19,3% (n = 22) dos produtos veganos alegaram não conter aditivos e conservantes, 23,7% (n = 27) eram orgânicos e 19,3% (n = 22) eram livres de transgênicos. Além da alegação do termo "vegano", os AVQ tinham outras alegações relacionadas, incluindo 51,8% (n = 59) "livre de laticínios", 46,5% (n = 53) "livre de lactose", 34,2% (n = 39) "à base de plantas" e 33,3% (n = 38) "vegetariano". Segundo revisão feita por Schiano *et al.* (2020), os rótulos dos produtos foram a fonte mais comum de informações sobre sustentabilidade.

A rotulagem dos alimentos representa a comunicação entre produtores e consumidores (FREIRIA, 2018). Para que a comunicação seja objetiva e eficaz é necessário que as informações sejam claras, assim o indivíduo terá condições de fazer uso de tais informações e fazer a escolha dos alimentos mais adequados à sua necessidade nutricional. Existem regulamentações referentes à rotulagem no Brasil que padronizam em relação ao teor de informações pertinentes às embalagens e tamanho da porção da tabela nutricional (BRASIL, 2020).

### 3.2.3 Composição nutricional

#### 3.2.3.1 Composição nutricional e perfil de ácidos graxos

A composição nutricional dos AVQ pode variar conforme a escolha de ingredientes utilizados. AVQ comprados em mercados na Espanha foram analisados quanto ao teor nutricional com base na rotulagem dos produtos, a maioria dos produtos, cerca de 85% foram preparados à base de óleo de coco e os demais com castanha de caju e tofu. Os valores médios em todos os produtos apresentaram valores médio de 5 g/100 g de proteína, as calorias apresentaram média de 288 kcal/100 g, os valores mais elevados de proteínas foram encontrados nas amostras que continha castanha de caju e tofu com média de 11 g e 18 g/100 g, respectivamente, os autores concluíram que no geral, os AVQ analisados não apresentaram um bom perfil nutricional (FRESÁN; RIPPIN, 2021).

A composição de AVQ são as sementes oleaginosas e nozes que são conhecidas por oferecerem benefícios para a saúde humana devido ao seu rico conteúdo de compostos bioativos, macronutrientes, micronutrientes e fitoquímicos. Possui ainda, ácidos graxos insaturados, incluindo ácidos graxos essenciais como o linoleico e o  $\alpha$ -linolênico, fibras, relação mineral equilibrada, conteúdo rico em selênio, polifenóis, tocoferóis e fitoesteróis (AYDAR; TUTUNCU; OZCELIK, 2020). Quando submetidas a fermentação, podem ocorrer mudanças estruturais e bioativas dos polissacarídeos por suas estruturas e propriedades funcionais (LIU *et al.*, 2023).

Os ácidos graxos, componentes dos triglicérides, são ácidos carboxílicos com cadeias hidrocarbonadas. Classificados de acordo com sua estrutura, podem ser saturados ou insaturados de acordo com a quantidade de duplas ligações, cis ou trans pela configuração das duplas ligações e de cadeia curta, média ou longa, segundo o comprimento da cadeia de carbonos que apresentem (SANTOS *et al.*, 2013). Tabanelli *et al.* (2018) analisaram castanhas de caju cruas e um alimento fermentado vegano à base de castanha que foi fermentado espontaneamente. O ácido graxo mais abundante foi o ácido oleico (C18:1), seguido pelos ácidos linoleico (C18:2), ácidos graxos mono e poli-insaturados e os principais ácidos graxos saturados presentes foram ácido palmítico (C16:0) e ácido esteárico (C18:0).

### 3.2.4 Culturas microbianas

Os alimentos fermentados são uma forte tendência aos consumidores que preferem alimentos naturais, além propiciar a preservação dos alimentos, pode adicionar sabor, textura e melhorar os aspectos nutricionais (BHAVANIRAMYA *et al.*, 2019). A fermentação pode ajudar a melhorar os perfis sensoriais, propriedades nutricionais, textura e segurança microbiana (TANGYU *et al.*, 2019). Durante a fermentação, o crescimento de organismos causadores de deterioração e patogênicos é inibido pelos metabólitos gerados pelos organismos fermentadores, estendendo assim a vida útil de produtos perecíveis.

As BAL são conhecidas devido suas diversas aplicações na indústria de alimentos. Durante a fermentação ácido láctica, as BAL sintetizam metabolitos como ácido láctico, ácido acético, dióxido de carbono, etanol, peróxido de hidrogênio, bacteriocinas e peptídeos antimicrobianos (DICAGNO *et al.*, 2013), que suprimem de maneira sinérgica a sobrevivência e o crescimento de microorganismos patogênicos e causadores de deterioração.

Segundo Murphy *et al.* (2017), as fermentações comerciais realizadas com BAL evoluíram para uma indústria de vários bilhões de dólares. Na indústria de laticínios, existe a possibilidade de utilizar diferentes culturas iniciadoras, ou seja, utilizar cepas específicas de BAL para produção de alimentos com características de sabor, aroma e textura diferentes.

As BAL podem ser agrupadas em culturas iniciadoras, cujo papel principal é a produção de ácido láctico, ou "culturas suplementares" que são usadas para a formação de sabores. Muitos alimentos lácteos fermentados como queijo, iogurte, kefir e *kumis*, utilizam BAL como *Lactococcus*, *Lactobacillus* e *Streptococcus* (HUANG *et al.*, 2022). As BAL principalmente dos gêneros *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Streptococcus* e *Enterococcus*, têm sido amplamente utilizadas no desenvolvimento de alimentos probióticos (ROOBAB *et al.*, 2020). A entrega de probióticos aos seres humanos tradicionalmente esteve associada a alimentos lácteos fermentados, como leite fermentado, iogurte e queijo, principalmente de origem bovina (RANADHEERA; NAUMOVSKI; AJLOUNI, 2018). Embora não haja um consenso definitivo sobre o número mínimo de microrganismos probióticos necessários para conferir qualquer benefício à saúde no hospedeiro, é amplamente aceito que pelo menos  $10^6$  a  $10^7$  UFC/mL ou g de células probióticas viáveis devem estar presentes no produto final no momento do consumo (MONTANARI *et al.*, 2020).

As BAL e leveduras (por exemplo, *Saccharomyces*) são os microrganismos mais amplamente utilizados para a fermentação *plant-based* (JESKE; ZANNINI; ARENDT, 2018). Sendo estudados principalmente como monoculturas, estes microrganismos demonstraram possuir propriedades que melhoram atributos nutricionais e/ou sensoriais importantes. O uso de fermentação com culturas mistas, em particular, tem grande potencial para melhorar a qualidade

nutricional e o perfil sensorial de materiais vegetais (TANGYU *et al.*, 2019). Possibilidades de seleção e combinação mais racionais de cepas com interações sinérgicas previsíveis seriam altamente valiosas para o desenvolvimento de processos de fermentação mais inteligentes e produtos de melhor qualidade. À medida que o mercado se torna cada vez mais diversificado, a fermentação de novos tipos de materiais vegetais se tornará outra tendência importante.

Em queijos lácteos, as espécies fúngicas têm papel decisivo no sabor e textura de queijos de mofo branco e azul devido às atividades lipolíticas, proteolíticas e glicolíticas, levando à alta produção de cetonas e álcoois aromáticos (MONTEL *et al.*, 2014; MARTÍN; COTON, 2017; COTON *et al.*, 2020). Geralmente, espécies fúngicas como *Penicillium camemberti*, *Penicillium roqueforti*, *Debaryomyces hansenii*, *Kluyveromyces marxianus*, *Candida catenulata*, *Galactomyces geotrichum* e *Mucor lanceolatus* estão presentes no ambiente de produção ou então, são adicionadas como culturas auxiliares (COTON *et al.*, 2020; GILLOT *et al.*, 2017; GARNIER; VALENCE; MOUNIER, 2017; MOUNIER; COTON, 2022).

### 3.2.5 Segurança

Os alimentos fermentados estão associados a benefícios à saúde, porém, se produzidos em condições higiênicas inadequadas podem oferecer riscos à saúde. Os microrganismos envolvidos no processo de fermentação tendem a predominar sobre demais, o que resulta na inibição de microrganismos prejudiciais e patogênicos. As BAL desempenham um papel inibitório em relação a possíveis competidores. Além disso, a alcalinização por meio da produção de amônia pode ter um efeito inibitório e os microrganismos também têm a capacidade de liberar outras substâncias inibitórias, como diacetil, acetaldeído e bacteriocinas, que restringem o crescimento de outros microrganismos (TAMANG *et al.*, 2020).

Apesar de serem, em geral, considerados alimentos seguros, ainda existem potenciais riscos para a saúde associados a produtos fermentados, especialmente quando fabricados em condições de higiene inadequadas. As necessidades dos consumidores veganos são frequentemente satisfeitas por produtos caseiros ou artesanais que muitas vezes não passam por um rigoroso controle dos padrões de qualidade e higiene (TABANELLI *et al.*, 2018).

Segundo dados do *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) que desempenha papel em vigilância e resposta a surtos de doenças, bem como na promoção de diretrizes de saúde pública, pesquisa e educação para o público e profissionais de saúde nos Estados Unidos. Já foram registrados diversos surtos alimentares vinculado ao consumo de AVQ. O primeiro caso veiculado foi uma contaminação com análogos vegetais de queijos produzidos com

castanha de caju crua contaminados com *Salmonella enterica* sorovar Stanley (*S. Stanley*) na Califórnia, Nevada e Wyoming, nas quais dezessete pessoas adoeceram, sendo que quatro delas foram hospitalizadas após o consumo do produto nestes três estados nos Estados Unidos (CDC, 2014). Outra notificação encontrada foi de um surto alimentar por *Salmonella enterica* sorovar Weltevreden (*S. Weltevreden*), que foi noticiada no Canadá, aonde vinte e três pessoas registraram o surto alimentar após o consumo de AVQ de castanha de caju (SCHMITT *et al.*, 2018). Em 2021, outro surto alimentar foi notificado nos Estados Unidos, após o consumo de análogos vegetais de queijos feitos à base de caju do tipo Brie contaminado com *Salmonella enterica* sorovar Urbana (*S. Urbana*). Nesse surto, sete pessoas se contaminaram, sendo que três pessoas foram hospitalizadas (CDC, 2021).

### 3.3 IDENTIFICAÇÃO DE MICRORGANISMOS EM ALIMENTOS

#### 3.3.1 Cultura-dependente

A microbiologia de alimentos tradicionalmente baseou-se em técnicas através de meios de cultura para avaliar a microbiota em queijos (YELURI JONNALA *et al.*, 2018). Os AVQ possuem características semelhantes aos queijos lácteos também constituem uma casca e interior, mesmo que a matriz seja diferente nos produtos, no caso castanha de caju, oleaginosas e nozes, em leites lácteos podem ser feitos de leite de vaca, cabra, ovelha, etc. Se elegem os meios de cultura seletivos conforme os microrganismos de interesse a serem cultivados, isoladas e sequenciados para identificação da espécie. Os meios de culturas seletivos e as temperaturas de crescimento são elencados com base no perfil das amostras, como por exemplo, *Brain Heart Infusion* (BHI) para bactérias mesófilas e para BAL, os meios geralmente são (M17 e MRS - *De Man, Rogosa and Sharpe*). Para as leveduras e fungos, o meio *Yeast Extract Peptone Dextrose* (YPED). O crescimento ideal para bactérias em temperatura de 30 °C tanto em ambiente anaeróbico quanto aeróbico, em temperatura de 25 °C em ambiente aeróbico (TORTORA; FUNKE; CASE, 2012).

##### 3.3.1.1 Sequenciamento Sanger

O método de sequenciamento Sanger, foi criado por Frederick Sanger e seus colaboradores em 1977. O método se baseia no uso de uma enzima DNA polimerase para sintetizar cadeias de DNA de comprimentos variados. Uma fita de DNA servirá como molde

para a fita da qual deseja-se descobrir a sequência. Através do sequenciamento do gene *16S rRNA* de bactérias, bem como no sequenciamento de *26S rRNA* de fungos e leveduras, somam ampla quantidade de dados de sequência nos genes *rRNA*. As sequências de genes *rRNA* são altamente conservadas dentro de organismos vivos do mesmo gênero e espécie (WOO *et al.*, 2008; KURTZMAN; ROBNETT, 1997).

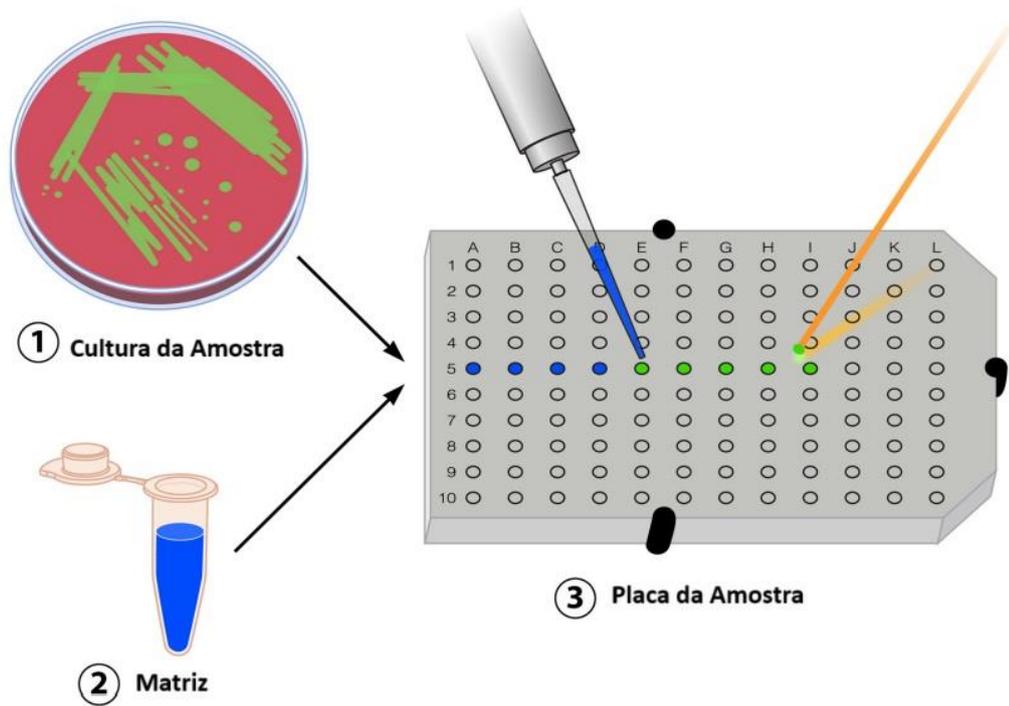
### 3.3.1.2 MALDI-TOF MS

A espectrometria de massas por ionização assistida por matriz-tempo de voo (MALDI-TOF MS) é uma abordagem proteômica e econômica na microbiologia diagnóstica para a identificação de bactérias e fungos diretamente de colônias.

O método tem sido usado para perfilar proteínas bacterianas de extratos celulares e recentemente foi aplicado na identificação de microrganismos de diferentes gêneros, espécies e cepas diferentes da mesma espécie. O procedimento fornece uma impressão espectral de massa única dos microrganismos. Este método requer que as moléculas de biopolímeros normalmente presentes na fase condensada sejam convertidas em moléculas ionizadas intactas e isoladas na fase gasosa. Em seguida, íons são separados de acordo com seu peso molecular após migração em um campo elétrico. Cada molécula detectada é caracterizada por: a massa molecular ( $m$ ), a carga ( $z$ ), a razão massa/carga ( $m/z$ ) e a intensidade relativa do sinal. As aplicações da espectrometria de massa são muito amplas, abrangendo análises altamente precisas de peptídeos e determinação de sequências de peptídeos para identificar e caracterizar o estado de proteínas em amostras biológicas (KANAK; YILMAZ, 2018; NACEF *et al.*, 2017; CARBONNELLE; RASKINE, 2011).

Esquema geral para a identificação de bactérias e leveduras por MALDI-TOF MS usando o método de células intactas (Figura 2). O crescimento bacteriano ou fúngico é isolado a partir de meios de cultura em placa (ou pode ser concentrado a partir de cultura em caldo por centrifugação em casos específicos) e aplicado diretamente na placa de teste MALDI-TOF MS. As amostras são então cobertas com matriz e secas. A placa é posteriormente inserida no instrumento e analisada por um software associado ao sistema respectivo, permitindo a identificação rápida do organismo (CLARK *et al.*, 2013).

Figura 2 - Esquema de aplicação do preparo do MALDI-TOF MS



Fonte: Adaptado de Clark *et al.* (2013).

### 3.3.2 Cultura independente

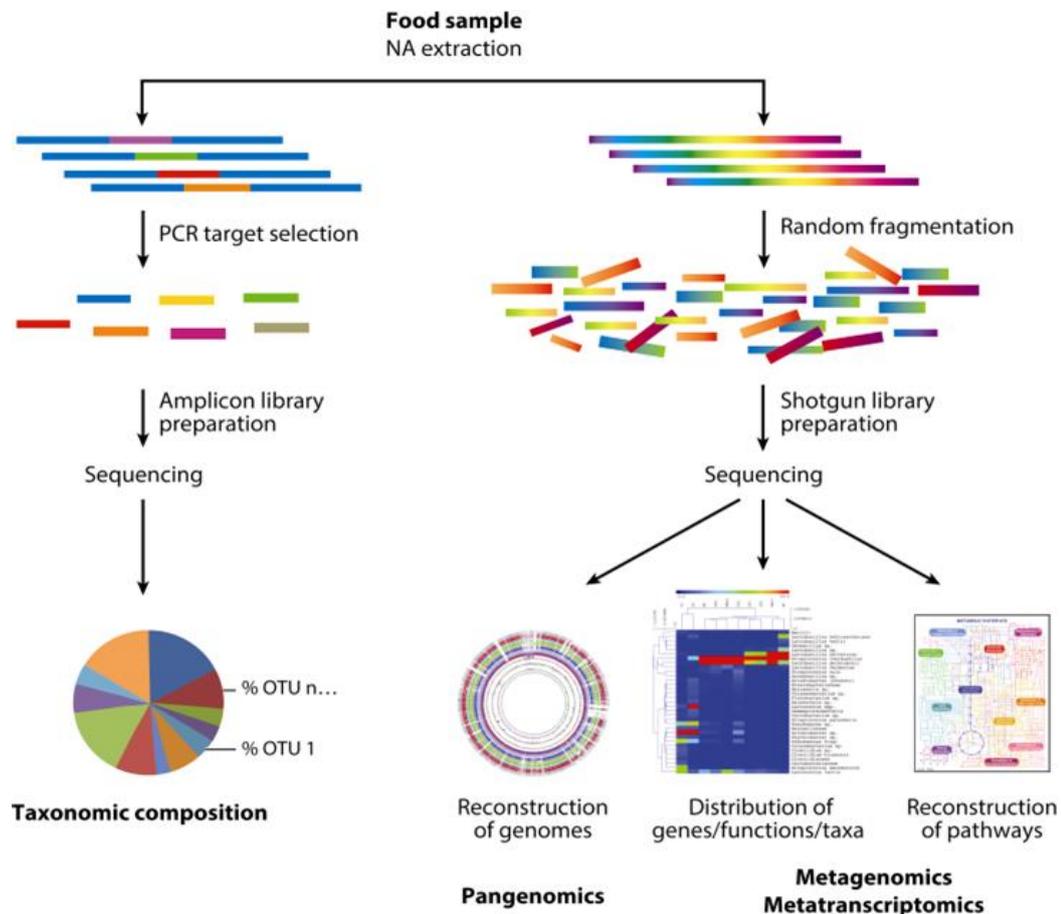
A abordagem de cultura dependente pode ser limitada quanto sua capacidade de detectar microrganismos subdominantes, ocorrendo então, resultados limitados. Para a comprovação, as abordagens independentes de cultura têm se tornado mais populares (YELURI JONNALA *et al.*, 2018). A microbiologia de alimentos utiliza a biologia molecular como estratégia para detectar, identificar e monitorar microrganismos em alimentos, como análise da comunidade bacteriana em queijos lácteos (MARKUSKOVÁ *et al.*, 2021), análise de microbiomas de vinho (CERUTTI *et al.*, 2019) e vegetais em conserva (ZHAO *et al.*, 2017).

Para determinação da diversidade microbiana, o método de *metabarcoding* é uma técnica da biologia molecular que envolve o sequenciamento de fragmentos de DNA específicos, conhecidos como *barcodes*, que em português significa códigos de barras (DNA-BASED, 2022). O DNA da amostra é extraído com kits comerciais e protocolos específicos conforme a região de interesse. As regiões específicas são amplificadas por reação em cadeia da polimerase (PCR), a região específica para bactérias é o gene *16S rRNA*, fungos e leveduras

na região ITS. As sequências obtidas são então comparadas a bancos de dados genéticos de referência para identificar as espécies ou grupos taxonômicos.

O gene *16S rRNA* é um bom marcador polimórfico para a impressão digital da comunidade bacteriana, uma vez que é altamente conservado e possui regiões conservadas e variáveis (BJERRE *et al.*, 2019). O sequenciamento do gene *16S rRNA* permite que se alcance a sensibilidade ao nível de gênero para pesquisas metagenômicas de populações bacterianas. A análise da região ITS possibilita a identificação rápida de fungos para ajudar a detalhar a ecologia fúngica, em bancos de dados internacionais já existem um grande número de cópias por célula e sequências depositadas (Figura 3).

Figura 3 - Abordagens substancialmente diferentes podem ser usadas: sequenciamento de amplicon direcionado e sequenciamento shotgun



Fonte: Adaptado de De Filippis, Parente e Ercolini (2018).

A descoberta da diversidade microbiana desempenha papel crucial na biotecnologia por proporcionar o aprimoramento de processos de fermentação, além da compreensão das complexas interações entre microrganismos que impulsionam a produção de alimentos (DE

FILIPPIS; PARENTE; ERCOLINI, 2017). Permite explorar de que maneira podemos modificar ou regular suas funções potenciais com o objetivo melhorar as características dos alimentos como aroma, sabor e textura.

## 5 DISCUSSÃO GERAL

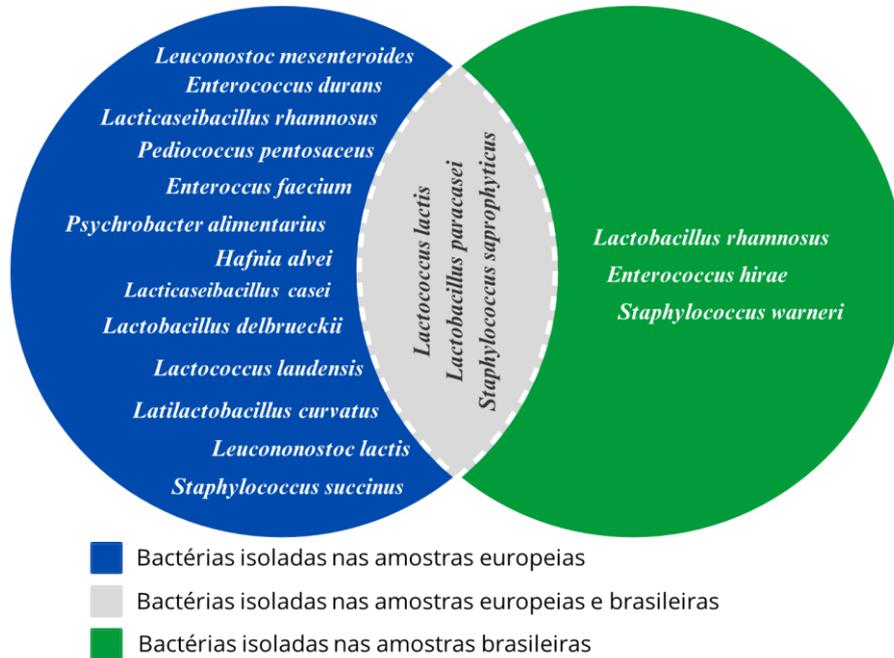
Para a caracterização dos AVQ foram realizadas várias análises como a determinação da composição microbiana tanto da casca e interior das amostras europeias. As amostras brasileiras não apresentavam casca maturada por esse motivo não foi avaliada. A análise da composição nutricional foi feita com base nas rotulagens das embalagens dos produtos. Além disso foi realizada também, a verificação da composição de proteínas, cinzas e perfil de ácidos graxos tanto nas amostras europeias quanto nas amostras brasileiras.

### 5.1 SEMELHANÇA DAS AMOSTRAS EUROPEIAS E BRASILEIRAS

Na escolha das amostras, os critérios utilizados foram: a lista de ingredientes, sendo de preferência produzidos a partir da castanha de caju, produtos obtidos a partir de fermentação e quando possível, presença de casca maturada. Em relação aos ingredientes, a castanha de caju e soja foram os comuns em ambas as amostragens europeia e brasileira. Em relação aos ingredientes orgânicos foi observado a presença de leites vegetais orgânicos como leite de amêndoa e leite de soja. Na aquisição das amostras, algumas foram adquiridas em lojas físicas e outras compradas direto do produtor, há poucas opções de AVQ sendo comercializados em lojas físicas ainda, a maioria é vendida por *e-commerce* ou via aplicativo de delivery.

Referente aos microrganismos isolados, em ambas as amostragens foi verificada a presença de BAL sendo *L. lactis* e *Lc. paracasei*. A bactéria *S. saprophyticus* foi isolada em ambas as amostras de AVQ tanto europeias quanto brasileiras (Figura 4), o que pode indicar contaminação durante a manipulação dos produtos, pois é conhecida por estar presente na microbiota da pele e mucosas.

Figura 4 - Diagrama das bactérias isoladas das amostras europeias e brasileiras.



Fonte: elaborada pela autora (2023).

## 5.2 DIFERENÇA DAS AMOSTRAS EUROPEIAS E BRASILEIRAS

Em relação aos microrganismos isolados nos meios de culturas e na análise metagenômica, presença de bactérias nas amostras europeias foi superior as amostras brasileiras. Além disso, a quantidade de isolados foi superior nas amostras europeias também (figura 4), ou seja, foram isoladas 13 espécies diferentes enquanto no Brasil apenas 3 espécies. A presença do gênero *Staphylococcus* pode indicar contaminação da amostra, pois além de aparecer nas coletas dos isolados foi verificada também na análise metagenômica.

As embalagens carecem de informações, por exemplo, a tabela com os valores nutricionais dos rótulos não seguem uma porção padrão, em alguns casos, encontramos porções declaradas em 40 g, 30 g, 35 g e 15 g, a unidade de medida foi usada como fatia. A recomendação mais próxima para esse produto seria a rotulagem conforme a legislação IN75 que se refere a porção de tofu como 40 g (BRASIL, 2020). Além disso, não há declaração do nome do produto, acreditamos que por não ter uma regulamentação para os produtos até o momento da compra, que foi realizada até o início do ano de 2022.

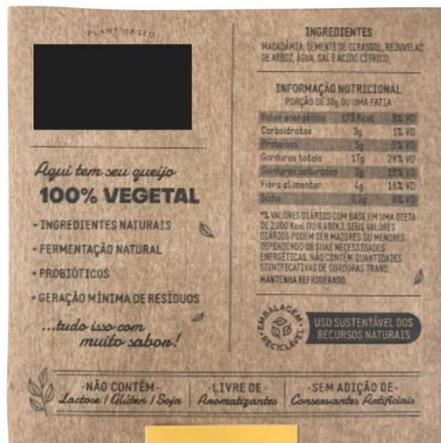
Nas rotulagens da (Figura 5), a rotulagem de uma das amostras brasileiras, faz alegação de produto 100% vegetal, probióticos, fermentação natural e não contém glúten, lactose e soja.

Na Europa, a maioria dos produtos AVQ são fabricados com ingredientes orgânicos, há comunicação nas embalagens a respeito de sustentabilidade como “100% compostável” e alegação de produto vegano.

Figura 5. Rotulagens encontradas nas amostras brasileiras e europeias de AVQ.



### Rotulagem dos análogos vegetais de queijos comercializados no Brasil



#### Alegações da rotulagem nutricional:

100% vegetal, ingredientes naturais, fermentação natural  
Probióticos, geração mínima de resíduos  
Não contém lactose, não contém glúten, não contém soja.

### Rotulagens dos análogos vegetais de queijos comercializados na Europa



#### Alegações da rotulagem nutricional:

Lista de ingredientes, menção aos orgânicos e origem  
Alimento vegetal, cru e fermentado.  
Embalagem 100% compostável e produto vegano.

Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Na rotulagem de dois produtos brasileiros da mesma empresa fornecem a mesma rotulagem como tabela nutricional e lista de ingredientes (Figura 6), porém os produtos são diferentes. Um deles contém alecrim nos ingredientes e essa informação não consta na lista de ingredientes.

Figura 6. Rotulagens encontradas nas amostras brasileiras de AVQ.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

A diferença encontrada na composição nutricional com base na rotulagem é superior em relação a quantidade de lipídios nas amostras brasileiras, ao contrário do teor de sal que nas amostras europeias são maiores chegando 2 g por porção de 100 g. Enquanto, os valores de proteínas e calorias são semelhantes, os valores de carboidratos são menores nas amostras europeias variando de 5.5-18.8 g/100 g e nas amostras brasileiras de 5-30 g/100 g. Já nas análises de cinzas, proteínas e perfil de ácidos graxos, os valores cinzas e proteínas apresentam pouca diferença entre ambas as amostragens. O perfil de ácidos graxos revela que determinadas amostras brasileiras por possuírem óleo de coco em sua composição tiveram índices elevados de ácido láurico, ácido graxo saturado. Nas amostras europeias, os principais ácidos graxos foram ácidos oleicos e linoleicos.

Os valores encontrados podem se justificar devido as diferentes matrizes encontradas nas amostras, como por exemplo, nas amostras da Europa, alguns AVQ utilizam apenas castanhas de caju em sua composição e as demais acrescentam soja, leite de amêndoas ou pinoli. Por outro lado, as amostras brasileiras apresentam uma variedade maior de matrizes como a castanha de caju, óleo de coco, macadâmia, carvão ativado, leites vegetais, rejuvelac de arroz em alguns produtos até conservantes.

## 6 CONCLUSÃO

Globalmente, os consumidores estão buscando cada vez mais produtos saudáveis, éticos e econômicos, com baixo impacto ambiental, o que impulsiona a demanda por alternativas veganas e vegetarianas. No contexto de fontes alternativas de proteína, pesquisas de mercados revelam uma ascendência e potencial crescimento dos substitutos de lácteos com ingredientes vegetais nos próximos anos.

Em relação aos achados microbiológicos dos AVQ analisando tanto na Europa quanto no Brasil, demonstraram que culturas microbianas comumente encontradas em produtos lácteos fermentados, se adaptaram bem as matrizes vegetais. Além disso, sugerem potenciais sugestões para trabalhos futuros que tenham interesse em testar e produzir AVQ.

Nutricionalmente, as principais matrizes encontradas como ingredientes nos AVQ foram castanhas de caju, soja, leites vegetais e macadâmia. As opções de laticínios de origem animal já estão bem estabelecidas no mercado e bem aceitas pelos consumidores. Os AVQ coletados na Europa, predominantemente elaborados a partir da castanha de caju, revelou um perfil de macronutrientes rico em lipídios, seguidos de proteínas e carboidratos. Possuem perfil de ácidos graxos com predominância em ácidos mono insaturados e poli-insaturados, como o ácido oleico e ácido linoleico, respectivamente. Os produtos brasileiros apresentaram maior teor de lipídios em sua composição, em relação ao perfil de ácidos graxos, obteve a presença de ácido monoinsaturado e saturado, sendo o maior teor de ácido oleico, seguido do ácido láurico que provavelmente, teve destaque na composição por conta de algumas amostras apresentarem óleo de coco nos ingredientes. A composição de proteína apresentou valores variados nos produtos.

Quando se trata de ingredientes de origem vegetal, eles se comportam de forma diferente daqueles encontrados no leite animal, o que significa que são necessárias mais pesquisas para se chegar a um produto com qualidade adequada, tanto em termos de sabor quanto de equilíbrio nutricional. As descobertas apresentadas tanto das abordagens microbiológicas e nutricionais podem contribuir para avanços e estratégias tanto no desenvolvimento de novos produtos quanto na compreensão científica em relação já disponíveis no mercado.

## REFERÊNCIAS

- ALIMENTOS à base de plantas na Europa cresceu 49%, atingindo um valor total de vendas de € 3,6 bilhões. **Centro de Inteligência em Orgânicos**, Rio de Janeiro, 4 jul. 2022. Disponível em: <https://ciorganicos.com.br/noticia/alimentos-a-base-de-plantas-na-europa-cresceu-49-atingindo-um-valor-total-de-vendas-de-e-36-bilhoes/>. Acesso em: 25 nov. 2023.
- ASIOLI, Daniele *et al.* Making sense of the “clean label” trends: A review of consumer food choice behavior and discussion of industry implications. **Food Research International**, v. 99, p. 58-71, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.07.022>. Acesso em: 25 nov. 2023.
- AYDAR, Elif Feyza; TUTUNCU, Sena; OZCELIK, Beraat. Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects. **Journal of Functional Foods**, v. 70, p. 103975, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103975>. Acesso em: 25 nov. 2023.
- BAJŽELJ, Bojana *et al.* Importance of food-demand management for climate mitigation. **Nature Climate Change**, v. 4, n. 10, p. 924-929, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nclimate2353>. Acesso em: 25 nov. 2023.
- BHAVANIRAMYA, Sundaresan *et al.* Study of Plant Microbial Interaction in Formation of Cheese Production: A Vegan's Delight. In: JAMIL, Nazia; KUMAR, Prasun, BATOOL, Rida (eds.). **Soil Microenvironment for Bioremediation and Polymer Production**. Beverly, EUA: Scrivener Publishing, 2019, p. 55-74.
- BJERRE, Rie Dybboe *et al.* Effects of sampling strategy and DNA extraction on human skin microbiome investigations. **Scientific reports**, v. 9, n. 1, e17287, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-53599-z>. Acesso em: 25 nov. 2023.
- BOCQUET, Alain *et al.* Efficacy and safety of hydrolyzed rice-protein formulas for the treatment of cow's milk protein allergy. **Archives de Pédiatrie**, v. 26, n. 4, p. 238-246, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.arcped.2019.03.001>. Acesso em: 25 nov. 2023.
- BOUKID, Fatma *et al.* vegan alternatives to processed cheese and yogurt launched in the European market during 2020: a nutritional challenge?. **Foods**, v. 10, n. 11, p. 2782, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods10112782>. Acesso em: 25 nov. 2023.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. **Portaria nº 146, de 7 de março de 1996**. Aprovar os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. Diário Oficial da União, seção 1, n. 48, p. 3980, 11 mar. 1996.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Instrução Normativa nº 75, de 8 de outubro de 2020**. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. Brasília, DF, 2020. Disponível em: [https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/3882585/IN+75\\_2020\\_.pdf/7d74fe2d-e187-4136-9fa2-36a8dcfc0f8f](https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/3882585/IN+75_2020_.pdf/7d74fe2d-e187-4136-9fa2-36a8dcfc0f8f). Acesso em: 25 nov. 2023.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Portaria SDA/MAPA nº 831, de 28 de junho de 2023**. Submete à Consulta Pública, [...] requisitos mínimos de identidade e qualidade para produtos análogos de base vegetal, a identidade visual e as regras de rotulagem para esses produtos. Brasília, DF, 2023. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-sda/mapa-n-831-de-28-de-junho-de-2023-493518856>. Acesso em: 25 nov. 2023.

BRUNO, Laura Maria; MACHADO, Terezinha Feitosa. **Alimentos e Bebidas Fermentados e Saúde: uma Perspectiva Contemporânea**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2022. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1143385/1/DOC-197.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2023.

CARBONNELLE, Etienne; RASKINE, L. MALDI-TOF mass spectrometry tools for bacterial identification in clinical microbiology laboratory. **Bio tribune magazine**, v. 39, p. 35-42, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2010.06.017>. Acesso em: 25 nov. 2023.

CDC - CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. **Multistate Outbreak of Salmonella Stanley Infections Linked to Raw Cashew Cheese (Final Update)**. CDC, EUA, 31 jan. 2014. Disponível em: <https://www.cdc.gov/salmonella/stanley-01-14/index.html>. Acesso em; 2 jul. 2021.

CDC - CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. **Salmonella Outbreak Linked to Jule's Cashew Brie**. CDC, EUA, 7 jul. 2021. Disponível em: <https://www.cdc.gov/salmonella/duisburg-04-21/index.html>. Acesso em: 2 jul. 2021.

CERUTTI, Francesco *et al.* Impact of DNA purification method and primer selection on 16S rRNA gene metabarcoding on wine. **OENO One**, v. 53, n. 3, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2019.53.3.2368>. Acesso em: 25 nov. 2023.

CHEN, Jennifer M. *et al.* Nutritional, microbial, and allergenic changes during the fermentation of cashew 'cheese' product using a quinoa-based rejuvelac starter culture. **Nutrients**, v. 12, n. 3, p. 648, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu12030648>. Acesso em: 25 nov. 2023.

CLARK, Andrew E. *et al.* Matrix-assisted laser desorption ionization–time of flight mass spectrometry: a fundamental shift in the routine practice of clinical microbiology. **Clinical microbiology reviews**, v. 26, n. 3, p. 547-603, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1128%2FCMR.00072-12>. Acesso em: 25 nov. 2023.

COTON, Emmanuel *et al.* *Penicillium roqueforti*: an overview of its genetics, physiology, metabolism and biotechnological applications. **Fungal biology reviews**, v. 34, n. 2, p. 59-73, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2020.03.001>. Acesso em: 25 nov. 2023.

DE FILIPPIS, Francesca; PARENTE, Eugenio; ERCOLINI, Danilo. Metagenomics insights into food fermentations. **Microbial biotechnology**, v. 10, n. 1, p. 91-102, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1111%2F1751-7915.12421>. Acesso em: 25 nov. 2023.

DE FILIPPIS, Francesca; PARENTE, Eugenio; ERCOLINI, Danilo. Recent past, present, and future of the food microbiome. **Annual Review of Food Science and Technology**, v. 9, p. 589-608, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev-food-030117-012312>. Acesso em: 25 nov. 2023.

DEMARIGNY, Yann. Fermented food products made with vegetable materials from tropical and warm countries: microbial and technological considerations. **International journal of food science & technology**, v. 47, n. 12, p. 2469-2476, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03087.x>. Acesso em: 25 nov. 2023.

DI CAGNO, Raffaella *et al.* Exploitation of vegetables and fruits through lactic acid fermentation. **Food microbiology**, v. 33, n. 1, p. 1-10, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2012.09.003>. Acesso em: 25 nov. 2023.

DNA-BASED Methods for Cheese Origin Authentication. **Scholarly Community Encyclopedia**, 11 nov. 2022. Disponível em: <https://encyclopedia.pub/entry/33766>. Acesso em: 25 nov. 2023.

EUROPEAN UNION. Court of Justice of the European Union. **Press release n° 63/17**. Purely plant-based products cannot, in principle, be marketed with designations such as ‘milk’, ‘cream’, ‘butter’, ‘cheese’ or ‘yoghurt’, which are reserved by EU law for animal products. Luxembourg, 14 jun. 2017. Disponível em: <https://curia.europa.eu/jcms/upload/docs/application/pdf/2017-06/cp170063en.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2023.

FOX, Patrick F. *et al.* Processed cheese and substitute/imitation cheese products. **Fundamentals of cheese science**, p. 589-627, 2017. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7681-9\\_17](https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7681-9_17). Acesso em: 25 nov. 2023.

FREIRIA, Enilene de França Cordeiro. **Bromatologia**. Londrina: Educacional, 2018.

FRESÁN, Ujué; RIPPIN, Holly. Nutritional quality of plant-based cheese available in Spanish supermarkets: how do they compare to dairy cheese?. **Nutrients**, v. 13, n. 9, p. 3291, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu13093291>. Acesso em: 25 nov. 2023.

GARNIER, Lucille; VALENCE, Florence; MOUNIER, Jérôme. Diversity and control of spoilage fungi in dairy products: An update. **Microorganisms**, v. 5, n. 3, p. 42, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/microorganisms5030042>. Acesso em: 25 nov. 2023.

GFI – GOOD FOOD INSTITUTE. **O consumidor brasileiro e o mercado plant-based**. Brasil, GFI, 2019.

GFI – GOOD FOOD INSTITUTE. **Workshop organizado pela OMS discute aspectos regulatórios e de segurança de alimentos para o setor de proteínas alternativas**. GFI, Brasil, 13 ago. 2020. Disponível em: <https://gfi.org.br/2020/08/13/pandemia-revela-um-dos-grandes-desafios-da-humanidade-como-alimentar-quase-10-bilhoes-de-pessoas/>. Acesso em: 13 jul. 2021.

GFI – GOOD FOOD INSTITUTE. **67% dos brasileiros reduziram o consumo de carne no último ano.** GFI, Brasil, 2022. Disponível em: <https://gfi.org.br/67-dos-brasileiros-reduziram-o-consumo-de-carne-no-ultimo-ano/>. Acesso em: 25 nov. 2023.

GILLOT, Guillaume *et al.* Functional diversity within the *Penicillium roqueforti* species. **International Journal of Food Microbiology**, v. 241, p. 141-150, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.10.001>. Acesso em: 25 nov. 2023.

GRASSO, N. *et al.* Composition and physicochemical properties of commercial plant-based block-style products as alternatives to cheese. **Future Foods**, v. 4, p. 100048, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100048>. Acesso em: 25 nov. 2023.

HUANG, Wenkang *et al.* Exploring lactic acid bacteria diversity for better fermentation of plant-based dairy alternatives. **Microbiology Australia**, v. 43, n. 2, p. 79-82, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1071/MA22026>. Acesso em: 25 nov. 2023.

JESKE, Stephanie; ZANNINI, Emanuele; ARENDT, Elke K. Past, present and future: The strength of plant-based dairy substitutes based on gluten-free raw materials. **Food research international**, v. 110, p. 42-51, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.03.045>. Acesso em: 25 nov. 2023.

KANAK, Eda Kılıç; YILMAZ, Suzan Öztürk. Maldi-tof mass spectrometry for the identification and detection of antimicrobial activity of lactic acid bacteria isolated from local cheeses. **Food Science and Technology**, v. 39, p. 462-469, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/fst.19418>. Acesso em: 25 nov. 2023.

KURTZMAN, C. P.; ROBNETT, C. Identification of clinically important ascomycetous yeasts based on nucleotide divergence in the 5'end of the large-subunit (26S) ribosomal DNA gene. **Journal of clinical microbiology**, v. 35, n. 5, p. 1216-1223, 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.1128/jcm.35.5.1216-1223.1997>. Acesso em: 25 nov. 2023.

LIU, Shuai *et al.* A review: Effects of microbial fermentation on the structure and bioactivity of polysaccharides in plant-based foods. **Food Chemistry**, pre-proof, e137453, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137453>. Acesso em: 25 nov. 2023.

MAJOR, Nikola *et al.* Bioactive Properties, Volatile Compounds, and Sensory Profile of Sauerkraut Are Dependent on Cultivar Choice and Storage Conditions. **Foods**, v. 11, n. 9, p. 1218, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods11091218>. Acesso em: 25 nov. 2023.

MARKET DATA FORECAST. **Europe Dairy Alternatives Market.** Telangana, India: Market Data Forecast, mar. 2023. Disponível em: <https://www.marketdataforecast.com/market-reports/europe-dairy-alternatives-market>. Acesso em: 25 nov. 2023.

MARKUSKOVÁ, Barbora *et al.* Impact of DNA extraction methods on 16S rRNA-based profiling of bacterial communities in cheese. **Journal of Microbiological Methods**, v. 184, e106210, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2021.106210>. Acesso em: 25 nov. 2023.

MARTÍN, J. F.; COTON, M. Blue cheese: microbiota and fungal metabolites. *In*: FRIAS, Juana; MARTINEZ-VILLALUENGA, Cristina; PEÑAS, Elena. **Fermented foods in health and disease prevention**. Cambridge: Academic Press, 2017. p. 275-303.

MEFLEH, Marina *et al.* Legumes as basic ingredients in the production of dairy-free cheese alternatives: a review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 102, n. 1, p. 8-18, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jsfa.11502>. Acesso em: 25 nov. 2023.

METICULOUS RESEARCH. **Plant based Food Market**. Redding, California: Meticulous Market Research, ago. 2022. Disponível em: Disponível em: <https://www.meticulousresearch.com/product/plant-based-food-market-5108>. Acesso em: 24 out. 2023.

MONTANARI, Shimeny Ramos *et al.* In vitro gastrointestinal digestion of a peanut, soybean, guava and beet beverage supplemented with *Lactobacillus rhamnosus* GG. **Food Bioscience**, v. 36, e100623, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100623>. Acesso em: 25 nov. 2023.

MONTEL, Marie-Christine *et al.* Traditional cheeses: Rich and diverse microbiota with associated benefits. **International journal of food microbiology**, v. 177, p. 136-154, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.02.019>. Acesso em: 25 nov. 2023.

MOUNIER, Jérôme; COTON, M. *Kluyveromyces spp.* *In*: FUQUAY, John W.; FOX, Patrick F.; MCSWEENEY, Paul L. H. (eds.). **Encyclopedia of Dairy Sciences**. 2. ed, v. 4. San Diego, EUA: Elsevier, 2022. p. 569–574.

MURPHY, James *et al.* Bacteriophages infecting lactic acid bacteria. *In*: MCSWEENEY, Paul L. H. *et al.* (eds.). **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology**. 4.ed. Cambridge: Academic Press, 2017. p. 249-272.

NACEF, Menouar *et al.* MALDI-TOF mass spectrometry for the identification of lactic acid bacteria isolated from a French cheese: The Maroilles. **International journal of food microbiology**, v. 247, p. 2-8, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.07.005>. Acesso em: 25 nov. 2023.

PANESCU, Prieria *et al.* **State of the Industry Report: Plant-based meat, seafood, eggs, and dairy**. [S. l.]: Good Food Institute, 2022. Disponível em: <https://gfi.org/resource/plant-based-meat-eggs-and-dairy-state-of-the-industry-report/#highlights>. Acesso em: 25 nov. 2023.

PARLEMENT EUROPEËN ET DU CONSEIL. **Règlement (ue) n° 1308/2013 du Parlement Européen et du Conseil du 17 décembre 2013**. Portant organisation commune des marchés des produits agricoles [...]. Journal officiel de l'Union européenne, L 347, p. 671, 20 dez. 2013. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:347:0671:0854:fr:PDF>. Acesso em: 25 nov. 2023.

POORE, Joseph; NEMECEK, Thomas. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. **Science**, v. 360, n. 6392, p. 987-992, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/science.aag0216>. Acesso em: 25 nov. 2023.

RANADHEERA, Chaminda Senaka; NAUMOVSKI, Nenad; AJLOUNI, Said. Non-bovine milk products as emerging probiotic carriers: Recent developments and innovations. **Current Opinion in Food Science**, v. 22, p. 109-114, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2018.02.010>. Acesso em: 25 nov. 2023.

ROOBAB, Ume *et al.* Sources, formulations, advanced delivery and health benefits of probiotics. **Current Opinion in Food Science**, v. 32, p. 17-28, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.01.003>. Acesso em: 25 nov. 2023.

SANTOS, Raul D. *et al.* I Diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 100, n. 1, supl. 3, p. 1-40, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0066-782X2013000900001>. Acesso em: 25 nov. 2023.

SCHIANO, A. N. *et al.* Consumer perception of the sustainability of dairy products and plant-based dairy alternatives. **Journal of Dairy Science**, v. 103, n. 12, p. 11228-11243, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18406>. Acesso em: 25 nov. 2023.

SCHMITT, Nicolas *et al.* Outbreak of *S. Weltevreden* linked to fermented cashew nut cheese in Victoria, BC. **Environmental Health Review**, v. 61, n. 3, p. 74-81, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5864/d2018-017>. Acesso em: 25 nov. 2023.

SPRINGMANN, Marco *et al.* Analysis and valuation of the health and climate change cobenefits of dietary change. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 113, n. 15, p. 4146-4151, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1073/pnas.1523119113>. Acesso em: 25 nov. 2023.

TABANELLI, Giulia *et al.* Fermented Nut-Based Vegan Food: Characterization of a Homemade Product and Scale-Up to an Industrial Pilot-Scale Production. **Journal of Food Science**, v. 83, n. 3, p. 711-722, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14036>. Acesso em: 25 nov. 2023.

TAMANG, Jyoti Prakash *et al.* Fermented foods in a global age: East meets West. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 19, n. 1, p. 184-217, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12520>. Acesso em: 25 nov. 2023.

TANGYU, Muzi *et al.* Fermentation of plant-based milk alternatives for improved flavour and nutritional value. **Applied microbiology and biotechnology**, v. 103, p. 9263-9275, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00253-019-10175-9>. Acesso em: 25 nov. 2023.

TEREFE, Netsanet Shiferaw. **Food Fermentation**. Werrabee, Australia: CSIRO Food and Nutrition, 2016.

TILMAN, David; CLARK, Michael. Global diets link environmental sustainability and human health. **Nature**, v. 515, n. 7528, p. 518-522, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nature13959>. Acesso em: 25 nov. 2023.

TORTORA, Gerard J.; CASE, Christine L.; FUNKE, Berdell R. **Microbiologia**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

USHER, Cara. **The Evolution of Vegan Cheese**. Fresh n' Lean, [s. l.], 22 mar. 2018.

Disponível em: <https://www.freshnlean.com/blog/vegan-cheese-evolution/>. Acesso em: 25 nov. 2023.

WANG, Chunfang *et al.* Natto: A medicinal and edible food with health function. **Chinese Herbal Medicines**, v. 15, n. 3, p. 349-359, 2023. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.chmed.2023.02.005>. Acesso em: 25 nov. 2023.

WANG, Dong Hao *et al.* High levels of branched chain fatty acids in natto and other Asian fermented foods. *Food chemistry*, v. 286, p. 428-433, 2019. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.02.018>. Acesso em: 25 nov. 2023.

WILLETT, Walter *et al.* Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. **The Lancet**, v. 393, n. 10170, p. 447-492, 2019.

Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4). Acesso em: 25 nov. 2023.

WOLTERS, Crisca. **O futuro do mercado plant-based: paridade de preço, disponibilidade e sabor**. Startups, [s. l.], 1 mar. 2023. Disponível em:

<https://startups.com.br/coluna/o-futuro-do-mercado-plant-based-paridade-de-preco-disponibilidade-e-sabor/>. Acesso em: 25 nov. 2023.

WOO, Patrick C. Y. *et al.* Then and now: use of 16S rDNA gene sequencing for bacterial identification and discovery of novel bacteria in clinical microbiology laboratories. **Clinical Microbiology and Infection**, v. 14, n. 10, p. 908-934, 2008. Disponível em:

<https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2008.02070.x>. Acesso em: 25 nov. 2023.

YELURI JONNALA, Bhagya R. *et al.* Sequencing of the cheese microbiome and its relevance to industry. **Frontiers in microbiology**, v. 9, e1020, 2018. Disponível em:

<https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01020>. Acesso em: 25 nov. 2023.

ZHAO, Nan *et al.* Suitability of various DNA extraction methods for a traditional Chinese paocai system. **Bioengineered**, v. 8, n. 5, p. 642-650, 2017. Disponível em:

<https://doi.org/10.1080/21655979.2017.1300736>. Acesso em: 25 nov. 2023.

ZIOGA, Evangelia *et al.* Bringing plant-based Cli-meat closer to original meat experience: insights in flavor. **Future Foods**, v. 5, p. 100138, 2022. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100138>. Acesso em: 25 nov. 2023.