

**UniAmérica**  
Centro Universitário

+ **descomplica**

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIAMÉRICA DESCOMPLICA

CAMPUS NUTRIMENTAL

ADRIANA DE OLIVEIRA SOUZA

INOVAÇÕES NA PRODUÇÃO INDUSTRIAL DE ALIMENTOS *PLANT-BASED*

SÃO JOSÉ DOS PINHAIS

2023

ADRIANA DE OLIVEIRA SOUZA

## INOVAÇÕES NA PRODUÇÃO INDUSTRIAL DE ALIMENTOS PLANT-BASED

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos, do Centro Universitário União das Américas – UniAmérica Descomplica, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Luana C. Paludo

SÃO JOSÉ DOS PINHAIS

2023

## RESUMO

O setor de alimentos *plant-based* experimentou notável crescimento, atingindo vendas globais de 55 bilhões de dólares em 2019, prevendo-se ultrapassar 60 bilhões até 2023. No Brasil, 28 empresas possuem selo vegano, sendo 20 voltadas para alimentos. O estudo buscou identificar inovações recentes, investigar tecnologias e examinar matérias-primas por meio de uma revisão de literatura. A revisão de literatura foi realizada utilizando as plataformas Science Direct, Google Acadêmico, SciELO e as palavras-chaves foram Inovação, Indústria vegetal, Tecnologias de produção, Tendência alimentar, *Plant-based*. O estudo destaca, principalmente, o crescimento na biotecnologia alimentar, as principais matérias-primas e processos e as estratégias empresariais para atender à demanda por opções saudáveis e sustentáveis. Os alimentos *plant-based* são mais do que uma tendência passageira; são catalisadores de uma revolução no modo como encaramos a alimentação. Com base nos resultados da pesquisa sobre inovações na produção industrial de alimentos *plant-based*, conclui-se que o cenário é dinâmico e promissor, evidenciando um notável crescimento global nesse mercado.

Palavras-chave: Inovação. Indústria vegetal. Tecnologias de produção. Tendência alimentar. *Plant-based*.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>7</b>
1.1. OBJETIVOS.....	8
1.1.1 Geral.....	8
1.2.1. Específicos.....	8
<b>2. METODOLOGIA</b> .....	<b>8</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>8</b>
3.1. <i>PLANT-BASED</i> : CONCEITO.....	8
3.2. MERCADO ATUAL.....	9
3.3. CONSUMIDORES.....	11
3.4. DISPONIBILIDADE DE MATÉRIAS-PRIMAS PARA PRODUTOS <i>PLANT-BASE</i> .....	12
3.5. PROCESSOS.....	14
3.6. TÉCNICA DE EXTRUSÃO.....	15
3.7. TEXTURA CARNE VEGETAL.....	17
3.8. EMPRESAS QUE APRESENTARAM PRODUTOS INOVADORES NO MERCADO <i>PLANT-BASED</i> .....	19
3.9. ALTERNATIVAS <i>PLANT-BASED</i> .....	23
<b>4. CONCLUSÃO</b> .....	<b>27</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>28</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo Révillion *et al.* (2020), o setor de alimentos destinados a indivíduos que se identificam como "vegetarianos" ou "veganos" está experimentando um notável crescimento em nações tanto desenvolvidas quanto em desenvolvimento.

Em 2015, as vendas mundiais de produtos veganos alcançaram 2,22 bilhões de dólares (CONWAY, 2019). Já em 2019, esse montante subiu para aproximadamente 55 bilhões de dólares, com a previsão de ultrapassar os 60 bilhões de dólares até 2023 (RÉVILLION, *et al.*, 2020).

Neste cenário, havia até o ano de 2017, 28 empresas no Brasil que disponibilizam produtos certificados com o selo vegano, sendo que 20 destas são voltadas para a categoria de alimentos (KAPP, 2017).

Os alimentos à base de plantas são predominantemente compostos por proteínas de origem vegetal que oferecem características nutricionais e sensoriais comparáveis às encontradas na carne animal (SUN *et al.*, 2021). Dentro desse contexto, os alimentos de origem vegetal industrializados, também conhecidos como *plant-based*, surgem como uma alternativa promissora.

Os alimentos *plant-based* empregam tecnologia avançada e processamento industrial para reproduzir, de forma próxima, o sabor e a textura dos alimentos de origem animal (DEKKERS; BOOM; GOOT, 2018). A criação da textura dos substitutos de carne frequentemente envolve a formação de componentes vegetais por meio de procedimentos mecânicos, tais como extrusão, cisalhamento, fiação, entre outros (DEKKERS; NIKIFORIDIS; GOOT, 2016).

A Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) e outras organizações privadas estão trabalhando arduamente para criar novos ingredientes que proporcionem produtos de alta qualidade, especialmente em relação ao sabor e à textura (GALDEANI *et al.*, 2021).

A busca por produtos à base de plantas apresenta desafios tecnológicos, sensoriais e nutricionais para as indústrias, destacando-se a importância de alcançar uma textura que imite os produtos de origem animal, atendendo a uma demanda fundamental dos consumidores (GALDEANI *et al.*, 2022).

Dentro desse contexto, o objetivo desta pesquisa é identificar os produtos mais inovadores, investigar as tecnologias adotadas por empresas certificadas em suas linhas de produção e examinar diversas matérias-primas utilizadas na elaboração de alimentos à base de plantas.

## 1.1. OBJETIVOS

### 1.1.1 Geral

Identificar inovações na produção industrial de alimentos *plant-based*.

### 1.2.1. Específicos

- Descrever as inovações recentes de produtos *plant-based*.
- Apontar as tecnologias utilizadas na produção.
- Investigar diferentes matérias primas utilizadas na produção de alimentos *plant-based*.

## 2. METODOLOGIA

No presente trabalho foi realizado uma revisão abrangente da literatura científica disponível sobre alimentos *plant-based* industrializados, tendências alimentares atuais, tecnologias de produção em larga escala e ofertas de alternativas sustentáveis.

A pesquisa utilizou os bancos de dados do Science Direct, SciELO e Google Acadêmico. As palavras-chave selecionadas incluíram: produtos inovadores *plant-based*, matéria-prima na indústria vegetal, tecnologias de produção *plant-based*, tendência alimentar *plant-based*.

Para garantir uma busca abrangente, termos sinônimos ou relacionados foram incorporados. Os critérios de inclusão abrangeram artigos científicos relevantes ao tema, preferencialmente de acesso livre, e publicados nos últimos 5, no máximo 10 anos.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. PLANT-BASED: CONCEITO

Nos anos 80, o Dr. Thomas Colin Campbell cunhou o termo "*plant-based*" para descrever uma dieta que limita a ingestão de carne e produtos animais na

alimentação, não motivada por ética, mas sim pela busca por uma alimentação mais saudável e sustentável (PANOFF *et al.*, 2020).

A partir de 2016, o termo "*plant-based*" se popularizou devido ao surgimento de uma nova geração de produtos feitos de fontes vegetais, que buscavam imitar o sabor e a textura de produtos de origem animal. Essa tendência começou com hambúrgueres lançados por marcas como *Impossible Foods* e *Beyond Meat* nos EUA. No Brasil, a empresa Fazenda Futuro liderou a introdução desses produtos em 2019 (GFI *et al.*, 2020a).

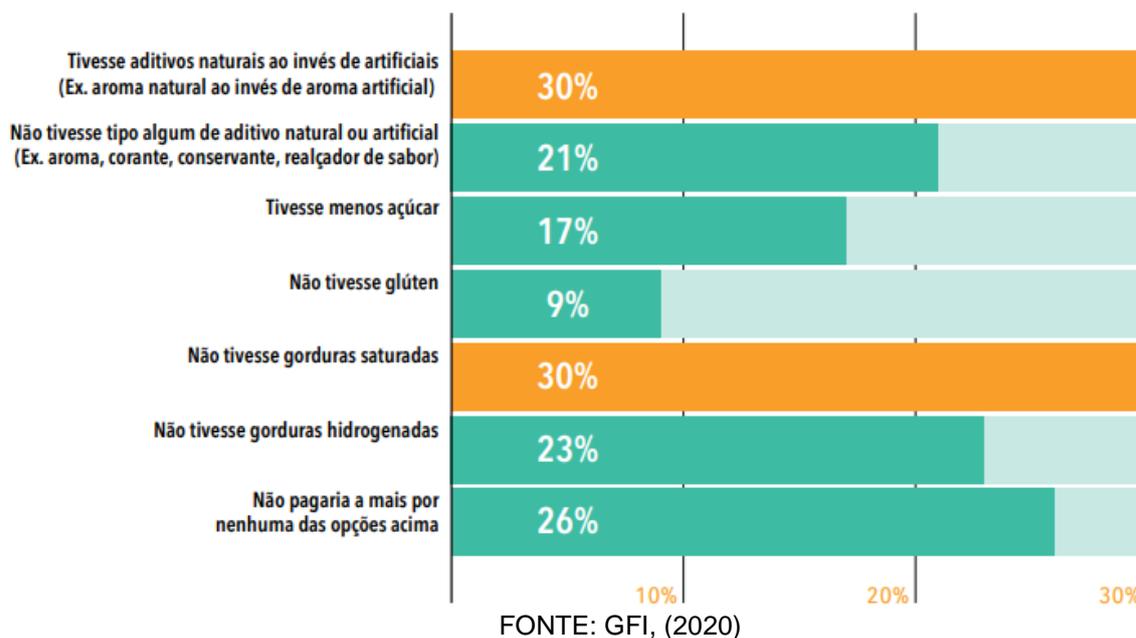
### 3.2. MERCADO ATUAL

O mercado de produtos à base de plantas está ganhando notoriedade, revelando-se um setor potencialmente lucrativo tanto para novos participantes quanto para os atuais fabricantes de alimentos e bebidas à base de plantas (PESCHEL *et al.*, 2019).

De acordo com Park *et al.*, (2020), o mercado de substitutos de carne foi avaliado em US\$ 10.345,8 milhões em 2019 e espera-se que cresça aproximadamente 9,5% de 2019 a 2025, alcançando US\$ 17.858,5 milhões até 2025. Conforme o banco suíço de investimentos *Credit Suisse* (2022), prevê-se que o segmento de alimentos à base de vegetais (*plant-based*) cresça de US\$ 14 bilhões para US\$ 1,4 trilhões até 2050.

Contudo, mesmo diante desse crescimento notável, os produtos à base de plantas mantêm um custo elevado em comparação com as opções tradicionais. Segundo uma pesquisa conduzida pelo The Good Food Institute (GFI, 2020) há diversas razões que levariam uma pessoa a desembolsar mais por um item vegetal. A pesquisa revelou que os principais atributos destacados pelo consumidor incluem a presença de aditivos naturais em vez de artificiais, juntamente com a ausência de gorduras saturadas. Ambas as opções foram escolhidas por 30% dos participantes, evidenciando a relevância desses atributos relacionados à saúde para o consumidor.

GRAFICO 1: PESQUISA SE O CONSUMIDOR ACEITARIA PAGAR 30% A MAIS (COM UMA VARIAÇÃO ENTRE R\$ 16,00 E R\$ 21,00, POR EXEMPLO) POR UM PRODUTO, CONSIDERANDO DIVERSAS CARACTERÍSTICAS.



A terceira opção mais escolhida, com 26% das respostas, foi "não aceitaria pagar mais por nenhuma opção". Em seguida, com 23%, temos a preferência por não conter gordura hidrogenada, e, por último, a escolha por produtos sem qualquer tipo de aditivo, obtendo 21% das votações. A pesquisa também confirma que o glúten não é uma grande preocupação para o público, sendo a opção menos votada, com apenas 9%.

A predileção por aditivos naturais é mais acentuada entre jovens de 18 a 24 anos, enquanto é menos expressiva entre pessoas com mais de 55 anos. Isso sugere que a discussão sobre esse tema é mais recente e ainda não impacta as faixas etárias mais avançadas. Além disso, a pesquisa indica que os homens são mais relutantes em pagar mais, com 30% deles contra 23% delas. Isso pode indicar que as mulheres estão mais abertas a investir em linhas premium ou produtos com padrões mais elevados, especialmente os relacionados à saúde.

Ao considerar a região do país, observa-se que o Sul é a região mais resistente a preços mais altos, com 31% dos sulistas recusando a ideia de pagar mais. Por outro lado, o Nordeste mostra maior abertura a preços elevados, com apenas 19% dos entrevistados rejeitando a ideia.

Nenhuma das opções recebeu mais de 30% dos votos, indicando que nenhum atributo isolado é suficiente para justificar um aumento significativo de preço aos olhos dos consumidores. Os dados também revelam que, apesar da importância das características sensoriais, o preço ainda é um fator crucial na decisão de compra. Uma estratégia eficaz pode ser focar o marketing em mais de um atributo, como, por exemplo, promover um produto como sendo rico em proteínas, com baixo teor de gordura e ingredientes naturais. Em resumo, destacar a combinação de múltiplas características valorizadas pelo consumidor pode ser uma abordagem bem-sucedida (GFI, 2020). Vale ressaltar que com o aumento da demanda dos produtos *plant-based*, provavelmente haverá um aumento nas tecnologias e alternativas o que acarretará na diminuição do preço e crescimento da disponibilidade de diferentes produtos.

Uma pesquisa conduzida por Klapp, Feil e Risius (2022) analisou as diretrizes dietéticas nacionais em nível global, abordando dietas à base de plantas e substituições de alimentos de origem animal. Ao avaliar 95 diretrizes de 100 países diferentes por meio de um método exploratório sequencial misto, os resultados indicaram que aproximadamente 45% das *food based dietary guidelines* (FBDG) mencionam alternativas à base de plantas em relação à carne ou ao leite animal. As análises de regressão revelaram uma correlação positiva entre o *Balanced food choice index* (BFCI) e os esforços ecológicos dos países, ao passo que se observou uma correlação negativa com a importância dos produtos de origem animal em suas economias.

### 3.3. CONSUMIDORES

A Organização das Nações Unidas (ONU) prevê que a população global ultrapasse nove bilhões de pessoas até 2050 (ONU, 2019). Esse aumento populacional será mais significativo em países em desenvolvimento, o que resultará em maior demanda por alimentos para sustentar essa população.

Um estudo conduzido por Kruse-Andersen (2022) concluiu que o aumento da população configura um ônus líquido para o meio ambiente. Tal constatação é respaldada por análises e dados numéricos, sublinhando a incontestável importância de priorizar o meio ambiente e abordar questões vinculadas ao consumo sustentável.

A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) definiu dietas sustentáveis em 2010 como aquelas que possuem um baixo impacto ambiental e que contribuem para a segurança alimentar, a nutrição adequada e uma vida saudável para as gerações presentes e futuras (FAO, 2010).

As dietas sustentáveis estão intrinsecamente ligadas ao equilíbrio do ecossistema. Nossas escolhas alimentares afetam diretamente o uso de recursos como água e solo, a emissão de gases tóxicos e a biodiversidade. É uma via de mão dupla, onde o sistema alimentar impacta e é impactado pelo meio ambiente (TRICHES, 2020).

O consumo de carne é projetado para aumentar em 88% entre 2010 e 2050, de acordo com o *World Resources Institute*. Para atender a essa demanda, de carne bovina, a variedade de carne de ruminante mais prevalente, demanda significativos recursos em sua produção, requerendo uma extensão de terra 20 vezes maior e resultando na emissão de gases de efeito estufa (GEE) 20 vezes superior anualmente (RANGANATHAN *et al.*, 2018). Isso ressalta os desafios ambientais associados ao aumento do consumo de carne e à pressão sobre os recursos naturais.

#### 3.4. DISPONIBILIDADE DE MATÉRIAS-PRIMAS PARA PRODUTOS *PLANT-BASE*

Segundo Bryant (2022) o sistema alimentar desempenha um papel crucial na sociedade, oferecendo sustento, nutrição, emprego e a base para construir comunidades. No entanto, sua forma atual causa sérios danos ao planeta, à saúde humana e aos animais.

Um estudo realizado por Nelson *et al.*, (2016), demonstra consistentemente que dietas ricas em alimentos de origem animal têm um impacto ambiental mais prejudicial do que as baseadas em vegetais.

Na maioria das marcas brasileiras, a soja é a principal fonte de proteína utilizada neste tipo de alimento, porém, em mercados internacionais, as duas principais marcas usam ervilha e trigo como base proteica. De acordo com Bryant *et al.* (2019), a aceitação de substitutos à base de plantas e à base é mais alta na China e na Índia em comparação com os Estados Unidos.

A soja destaca-se como um dos principais produtos agrícolas devido ao seu notável teor de proteínas, atingindo cerca de 35-40%. A sua transformação resulta em diversos produtos, tais como farinha de soja, concentrado proteico de soja e proteína texturizada de soja (DAY, 2013).

O concentrado proteico de soja é obtido a partir de flocos isentos de gordura, alcançando concentrações proteicas superiores a 65%. Por outro lado, o isolado proteico é produzido através de extração alcalina e subsequente precipitação isoelétrica, um processo que resulta em um produto com concentração proteica ainda mais elevada, podendo atingir até 90% (DAY, 2013).

A ervilha, um componente chave na *Beyond Meat*, uma das pioneiras no mercado de carnes à base de plantas, desempenha um papel fundamental. Essa leguminosa é um dos grãos essenciais nesse setor. Pertencente à categoria de pulses, definida pelo Instituto Brasileiro do Feijão e Pulses (IBRAFE, 2020) como sementes secas comestíveis de leguminosas, a ervilha destaca-se como a planta mais proeminente desse grupo.

A pesquisa realizada por Saget *et al.* (2021), investigou as possibilidades da proteína de ervilha como uma alternativa à carne bovina em produtos alimentícios, como almôndegas. Essa abordagem revela o potencial de integrar características ambientais e nutricionais em medidas quantitativas, oferecendo uma maneira de avaliar opções alimentares sustentáveis no setor alimentício. A proteína isolada de ervilha se destaca por apresentar um elevado teor proteico, frequentemente superando 80% de seu peso seco, conforme apontado por (TRINDADE *et al.*, 2023).

As leguminosas representam uma fonte abundante de diversos outros aminoácidos essenciais, tais como lisina, leucina, isoleucina e fenilalanina (MILLAR *et al.*, 2019). As propriedades tecnofuncionais do isolado de proteína de ervilha destacam-se devido à sua capacidade de gelificação, emulsificação e formação de espuma (TRINDADE *et al.*, 2023).

Um estudo da Embrapa conduzido por Galdeano (2022), foi realizada para explorar diferentes Tecnologias de Texturização de Proteínas Vegetais, com o objetivo de desenvolver opções de carne vegetal que apresentassem texturas únicas. Essa abordagem inovadora envolveu a aplicação da técnica de

estruturação por congelamento, método esse no qual uma solução proteica é congelada para formar uma estrutura fibrosa (YULIARTI; KOVIS; YI, 2021). O desenvolvimento de cristais de gelo exerce pressão sobre o material proteico em diversas direções, resultando na separação e compactação da proteína. Os resultados revelaram que a proteína da ervilha, soja e glúten quando submetida à técnica de estruturação por congelamento, é capaz de formar estruturas fibrosas (GALDEANO, 2022).

Produtos como nuggets vegetais, criados a partir de misturas de proteína de ervilha e trigo texturizadas por esse método, demonstraram perfis de textura semelhantes aos de produtos comerciais à base de proteína animal (YULIARTI; KOVIS; YI, 2021).

O trigo, por sua vez, é frequentemente utilizado, tendo a capacidade de atingir níveis de proteína de até 15% (DAY, 2013). A extração do glúten, envolve principalmente a adição de água, uma vez que essa proteína não se dissolve facilmente em água. Esse processo de extração de glúten é utilizado na produção do seitã, também conhecido como carne de glúten, desde 1850, resultando em teores de proteína que podem chegar até 80% (DAY, 2013).

Um levantamento conduzido por Bourgot *et al.* (2023), revelou a viabilidade de criar inovadores produtos alimentícios ricos em proteínas, utilizando o trigo. Esses alimentos apresentam uma digestibilidade notavelmente alta, comparável à da carne. O método de texturização empregado não compromete a digestibilidade, possibilitando a incorporação fácil de fontes de lisina, um aminoácido essencial frequentemente em falta no trigo.

Apesar de haver diferentes fontes vegetais que podem ser usadas para a produção de alimentos à base de planta, quando falamos principalmente de fontes de proteínas utilizadas industrialmente, esses três são as matérias-primas mais empregadas.

### 3.5. PROCESSOS

A introdução de carne vegetal pode mitigar desafios associados à pressão sobre recursos, meio ambiente, saúde e ética inerentes à produção convencional de carne. Contudo, persiste uma disparidade entre a carne vegetal e convencional em diversos aspectos, como aparência, textura, sabor e valor nutricional. É essencial buscar inovações para superar as diferenças entre a

carne vegetal e convencional (LIU *et al.*, 2023).

A dificuldade em criar carne vegetal com sabor semelhante ao da carne reside na reprodução do intrincado perfil de sabores da carne, o qual abarca a reação de Maillard e a presença específica de aminoácidos e gorduras (SUN *et al.*, 2022).

Atualmente, métodos como extrusão, cisalhamento, fiação e alinhamento por congelamento são utilizados ou sugeridos para conferir textura a proteínas provenientes de sementes oleaginosas, leguminosas e grãos. Esses processos resultam em uma diversidade de estruturas. Por outro lado, a fermentação tem sido uma prática consolidada ao longo de vários anos para promover o crescimento de micoproteínas (KYRIAKOPOULOU; KEPPLER; GOOT, 2021).

A micoproteína, a qual é derivada de fungos filamentosos emerge como uma promissora fonte de proteínas alternativas, destacando-se por sua pegada ambiental mais favorável em comparação com carne e laticínios. Além disso, apresenta um paladar mais próximo ao da carne, facilitando a transição para uma dieta vegana ou vegetariana. Geralmente obtida a partir do fungo *Fusarium venenatum* por meio do processo de fermentação, a *Quorn* é um exemplo de marca que utiliza esse fungo na produção de suas alternativas de carne (STUCCHI, 2023).

### 3.6. TÉCNICA DE EXTRUSÃO

A técnica de extrusão é o método de estruturação mais amplamente empregado para transformar proteínas vegetais em extrusões fibrosas, destinadas ao subsequente processamento em alternativas de carne (SUN, *et al.*, 2022).

Dependendo do teor de umidade da matéria-prima, a tecnologia de extrusão pode ser categorizada em extrusão de baixa umidade (20–40% de umidade) e extrusão de alta umidade (40–80% de umidade) (ZHANG *et al.*, 2022).

FIGURA 1 – MÉTODOS PARA CONFERIR TEXTURA A PROTEÍNAS DE ORIGEM VEGETAL



FONTE: Kyriakopoulou, Keppler e Goot (2021).

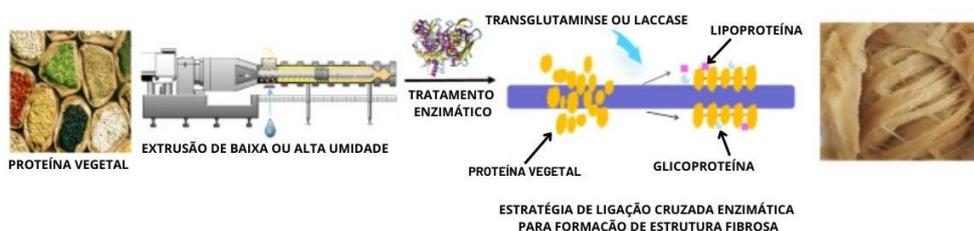
(A) extrusão em baixa umidade, (B) extrusão em alta umidade e (C) tecnologia de células de cisalhamento.

Técnica de reticulação enzimática visando a criação de uma estrutura fibrosa em extrusões à base de plantas durante o processo de extrusão. desempenha um papel crucial na formação de uma estrutura fibrosa (Figura 2).

A transglutaminase (TG) atua principalmente catalisando a reação de transferência de acila entre o grupo  $\gamma$ -hidroxilamina presente no resíduo de glutamina da proteína e o composto de amina primária (receptor de acila), resultando na formação covalente da proteína (LIU *et al.*, 2023).

Estudos prévios indicam que a adição adequada de TG aprimora as propriedades de textura dos extrusados à base de plantas, controlando as forças intermoleculares/moleculares e gerando géis de rede 3D mais densos e uniformes durante o processo de reticulação, Figura 2, ao passo que o excesso de TG não contribui para essa melhoria (QIN *et al.*, 2022; ZHANG, *et al.*, 2021).

FIGURA 2. TÉCNICA DE RETICULAÇÃO ENZIMÁTICA VISANDO A CRIAÇÃO DE UMA ESTRUTURA FIBROSA EM EXTRUSÕES À BASE DE PLANTAS DURANTE O PROCESSO DE EXTRUSÃO.



FONTE: Adaptado de Liu *et al.*, (2023).

### 3.7. TEXTURA CARNE VEGETAL

Segundo Ramachandraiah (2021), a criação de substitutos de carne requer a reprodução fiel do sabor, textura, aparência e valores nutricionais da carne convencional. A recriação da textura se destaca como um desafio significativo (DEKKERS; BOOM; GOOT, 2018).

Itens feitos a partir de plantas, como salsichas, salsichões, mortadela, entre outros, são exemplares de produtos classificados como emulsões. Assim como, na composição de origem animal, os produtos de origem vegetal contêm uma proporção significativa de água, proteínas, gorduras, carboidratos (gomas, fibras, amido etc.), sal e condimentos (KYRIAKOPOULOU; KEPPLER; GOOT, 2021).

As estratégias adotadas para melhorar a textura abrangem a reformulação de produtos e a introdução de inovações nas impressoras (CHEN; LIN, 2016). A impressão 3D de análogos de carne utiliza materiais como vegetais, insetos e biomoléculas (RAMACHANDRAIAH, 2021).

Na bioimpressão, as biotintas contêm células e biomateriais, formando estruturas 3D (ZHANG *et al.*, 2019). O requisito fundamental é que, independentemente do material utilizado, o produto final deve ser considerado um análogo de carne adequado para o consumo. É importante notar que, mesmo que lanches como biscoitos empreguem ingredientes provenientes de subprodutos da carne ou insetos, não são classificados como análogos de carne (RAMACHANDRAIAH, 2021).

Quanto à tecnologia de impressão 3D, uma empresa iniciante chamada NOVAMEAT, sediada em Barcelona, Espanha, alegou ter produzido carne bovina e de frango através desse método. Em 2018, a empresa afirmou ter utilizado ingredientes como ervilhas, algas marinhas e suco de beterraba para imprimir um bife. Surpreendentemente, o bife produzido pela impressão 3D foi considerado semelhante ao bife convencional em termos de características organolépticas. (RAMACHANDRAIAH, 2021).

FIGURA 3. PROCESSO DE IMPRESSÃO 3D NOVAMEAT.



FONTE: Novameat, (2023).

A carne animal apresenta uma estrutura complexa, composta por miofilamentos, miofibrilas, fibras, fascículos e fáschia, conectados por tecidos conjuntivos, conferindo-lhe uma textura única (NOVAMEAT, 2023).

A Novameat, por meio de um design 3D biomimético, incorpora estruturas hierárquicas e anisotrópicas para criar fibras e microfibras que replicam a textura da carne. Esse processo simplificado revela uma versatilidade sem limites (NOVAMEAT, 2023). No estágio de prototipagem, a combinação da tecnologia de impressão 3D com a expertise em engenharia possibilita a rápida elaboração de protótipos de cortes inteiros com texturas distintas (NOVAMEAT, 2023).

Durante a fase de otimização, a empresa colabora com alguns dos chefs mais renomados globalmente, buscando atingir a excelência em termos de sabor e textura. Essa iteração dos passos 1 e 2 continua até alcançar completa satisfação, assegurando que os consumidores também se sentirão satisfeitos (NOVAMEAT, 2023).

A etapa de produção é finalizada nas instalações de fabricação em Barcelona, utilizando uma tecnologia exclusiva de microextrusão. Esta tecnologia de ponta é singular à Novameat, capacitando a empresa a produzir centenas de quilos por hora (NOVAMEAT, 2023).

FIGURA 4. CARNE VEGETAL IMPRESSA 3D.



FONTE: Novameat, (2023).

Um bife de 50g foi criado a um custo de US\$ 1,50, demonstrando a viabilidade econômica da produção. Em comparação a um corte angus é vendido por US\$ 13,99 por libra, e o custo para 50 gramas desse corte é de aproximadamente US\$ 1,54 (LIMA, 2023). Além disso, uma empresa com sede em Israel declarou ter desenvolvido bifes à base de plantas, incorporando proteínas, gorduras e água vegetal. Conforme divulgado em comunicado à imprensa, o custo estimado de um bife impresso de aproximadamente 200g era de cerca de US\$ 4 (RAMACHANDRAIAH, 2021).

No Brasil, a empresa Carnevale está se destacando com seus produtos, oferecendo opções de 5 kg de carne vegetal a um custo de R\$ 124,01, resultando em 24,80 o kg (PLURAL FOOD SOLUTIONS, 2023).

### 3.8. EMPRESAS QUE APRESENTARAM PRODUTOS INOVADORES NO MERCADO *PLANT-BASED*

As transformações na biotecnologia alimentar são reflexo da demanda em ascensão por opções alimentares saudáveis e da transição dos hábitos alimentares convencionais para dietas fundamentadas em plantas. Essa evolução estimula o surgimento de produtos funcionais, abrindo novas perspectivas para os interesses da indústria (ARWANTO *et al.*, 2022).

No dia 2 de maio de 2019, a *Beyond Meat*, uma empresa especializada em tecnologia alimentar à base de plantas e conhecida por seus hambúrgueres e salsichas vegetarianos, realizou sua oferta pública inicial na bolsa de valores. Essa iniciativa marcou a *Beyond Meat* como a pioneira global em alternativas veganas de carne a ser listada no mercado de ações dos Estados Unidos (HO, 2020).

A partir de maio de 2019, os produtos da *Beyond Meat* passaram a estar disponíveis para compra em varejistas em todo o mundo, alcançando a presença em 50 países. A empresa consolidou parcerias significativas com grandes nomes da indústria alimentar, como McDonald's, KFC, Subway, A&W, Starbucks, Denny's e Dunkin' Donuts, para mencionar apenas alguns (HO, 2020).

Nos últimos anos, de acordo com as conclusões de Arwanto *et al.*, (2022), a inovação na biotecnologia alimentar cresceu 28% ao ano, visando a introdução de novos produtos com alegações funcionais. As corporações de destaque no setor de produtos derivados de plantas com grande impacto no mercado estão apresentados na tabela 1.

TABELA 1 – CORPORAÇÕES DE DESTAQUE NO SETOR DE PRODUTOS DERIVADOS DE PLANTAS COM GRANDE IMPACTO NO MERCADO.

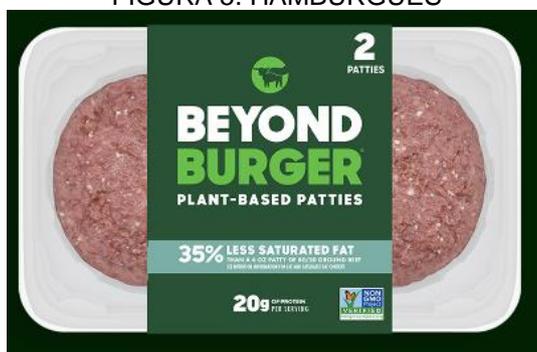
Empresas	Perfil	Produtos inovadores	Sites
Unilever PLC	A divisão de Alimentos e Bebidas da empresa vende produtos vegetais, incluindo carne vegetal, sorvetes e outros pratos. Suas subsidiárias, como The Vegetarian Butcher e 3F Bio Ltd, também oferecem opções à base de plantas. A empresa tem presença global na Ásia-Pacífico, Europa, América do Norte, América Latina, Oriente Médio e África.	Opções veganas de molhos (como maionese), sorvetes sem produtos lácteos, hambúrguer à base de plantas, sanduíche vegano e pizza vegana.	<a href="https://www.unilever.com/">https://www.unilever.com/</a>
Daiya Foods Inc.	A empresa se dedica à fabricação e distribuição de alimentos à base de plantas, abrangendo temperos, alternativas de queijo, substitutos de iogurte e sobremesas. Sua presença geográfica inclui a América do Norte, América Latina, Europa e a região da Ásia-Pacífico.	Queijo, pizza sem glúten, pizza com massa à base de vegetais, sobremesas, burritos, molhos, e outros itens similares.	<a href="https://daiyafoods.com/">https://daiyafoods.com/</a>
Cozinha de Amy, Inc.	A empresa produz mais de 250 produtos orgânicos em 27 categorias, incluindo refeições congeladas e de conveniência. Esses itens, certificados como orgânicos e livres de transgênicos, são distribuídos globalmente em	Tigela, hambúrguer vegano, pizza, burritos, wrap, chili, petiscos, sopa e sobremesas.	<a href="https://www.amymys.com/">https://www.amymys.com/</a>

	locais como América Latina, Sul da Ásia, Austrália, China, Estados Unidos, Canadá e Reino Unido.		
Jardim	A corporação disponibiliza na América do Norte e na Europa itens desprovidos de laticínios e carne, elaborados a partir de proteínas de soja, trigo e ervilha, além de incluir vegetais e grãos antigos. Frango (hambúrguer, tender e carne), almôndegas, porco, carne bovina (hambúrguer e moído), filé de peixe, etc.	Frango (hambúrguer, tender e carne), almôndegas, porco, carne bovina (hambúrguer e moído), filé de peixe, etc.	<a href="https://www.gardein.com/">https://www.gardein.com/</a>
Danone	Essa empresa comercializa laticínios à base de plantas, laticínios essenciais, nutrição especializada e água. Seus produtos alcançam mais de 120 países, sendo distribuídos por uma equipe de 530 profissionais de pesquisa e inovação presentes em 40 países.	Iogurte e creme feitos a partir de ingredientes vegetais, sobremesas e sorvetes, bebidas à base de nozes e soja, creme de café e leite com teor proteico.	<a href="https://www.danone.com/">https://www.danone.com/</a>
Hai Celestial	Essa empresa disponibiliza uma variedade de produtos à base de plantas, incluindo substitutos de carne. Esses itens são comercializados em mais de 70 países, por meio de diversas marcas e métodos de distribuição.	Substitutos de leite, molhos, bolos feitos com grãos, opções para café e chá, doces, alternativas de iogurte vegano e produtos de carne, como hambúrguer, salsicha e carne moída.	<a href="https://www.hain.com/">https://www.hain.com/</a>
Alimentos impossíveis	Investindo em pesquisas, essa empresa desenvolveu hambúrgueres e embutidos vegetais que buscam replicar o sabor e textura da carne, bem como outros produtos de origem animal.	Hambúrguer e salsichas impossíveis	<a href="http://impossiblefoods.com/">http://impossiblefoods.com/</a>
Além da carne	Essa empresa apresenta produtos alimentícios inovadores à base de plantas, os quais conquistaram presença em mais de 65 países ao redor do mundo. Uma verdadeira expansão global de sabor vegetal!	Carne de hambúrguer vegano, almôndegas, pedaços de carne desfiada, salsichas, pedaços de frango alternativo e carne seca à base de plantas. Uma variedade deliciosa e sem origem animal!	<a href="https://www.beyondmeat.com/en-US/">https://www.beyondmeat.com/en-US/</a>
Sadia veg brf	A Sadia Veg&Tal faz parte da linha diversificada da BRF, uma empresa que, com mais de 85 anos de história e uma equipe maior que muitas cidades do Brasil (e do mundo!), conta com mais de 90 mil colaboradores espalhados por mais de 130 países, atendendo milhares de clientes em todo o mundo. Vale ressaltar que a BRF não se limita	Nuggets de vegetais, frango em tiras e frango em cubos vegetal, hambúrguer, etc.	<a href="https://www.sadia.com.br/vegtal/">https://www.sadia.com.br/vegtal/</a>

	exclusivamente a produtos alimentícios vegetais.		
Fazenda do futuro	A startup brasileira de carne vegetal, Fazenda Futuro, foi estabelecida pelo administrador Marcos Leta em 2019. Atualmente, sua presença se estende a 24 países, alcançando uma avaliação de mercado de R\$ 715 milhões (STUCCHI, 2023)	Atum, kikkibe, almondega, linguiça, carne moída, hamburger.	<a href="https://www.fazendafuturo.io/">https://www.fazendafuturo.io/</a>
FONTE: Adaptado de Arwanto <i>et al.</i> , (2022).			

Abaixo exemplos de produtos populares *plant-base*, das empresas *Beyond Meat*, Fazenda do Futuro, Sadia *Veg&Tal*. Os produtos vão desde análogos a hamburguês (Figura 5), salsicha (Figura 6), Almondegas (Figura 7) até nuggets (Figura 8).

FIGURA 5. HAMBURGUÊS



FONTE: *Beyond Meat*, (2023).

FIGURA 6. SALSICHA



FONTE: *Beyond Meat*, (2023).

FIGURA 7. ALMONDEGA



FONTE: Fazenda do futuro, (2023).

FIGURA 8. NUGGETS



FONTE: Sadia Veg&Tal, (2023).

### 3.9. ALTERNATIVAS *PLANT-BASED*

Recentemente, a indústria desenvolveu e lançou no mercado novos alimentos e bebidas à base de plantas (PB) em resposta à crescente procura por alternativas aos produtos de origem animal (BOAS, *et al.*, 2023).

Cada vez mais, os consumidores estão optando por substitutos do leite, utilizando os à base de plantas, seja por motivos médicos, como alergia à proteína do leite de vaca ou intolerância à lactose. A intolerância à lactose, caracterizada pela dificuldade em processar o açúcar do leite, conhecido como lactose, é uma condição em que a enzima lactase está ausente ou em quantidade insuficiente (BIBLIOTECA VIRTUAL EM SAÚDE, 2018).

Os grãos que são utilizados, desde cereais como arroz e aveia até pseudo-cereais como quinoa, leguminosas como soja, e uma variedade de nozes, incluindo amêndoas, avelãs e nozes, são algumas das matérias-primas

essenciais. Adicionando à lista, outras sementes como gergelim, coco, e até mesmo tubérculos como tigernut também desempenham um papel vital. Esses componentes vegetais são submetidos a um processo de maceração em água, com proporções que podem variar significativamente, geralmente situando-se entre 2% e 15% (PÉREZ-RODRÍGUEZ *et al.*, 2023).

Esses substitutos, conhecidos como extratos vegetais, são soluções aquosas derivadas de leguminosas, sementes oleaginosas, cereais ou pseudocereais, que se assemelham ao leite bovino em aparência (MÄKINEN *et al.*, 2015; SETHI *et al.*, 2016; LIMA *et al.*, 2017).

Entre as opções disponíveis, temos o leite de soja, que se destaca como uma alternativa versátil. O leite de amêndoa, derivado de amêndoas moídas, oferece uma opção leve e nutricionalmente rica. O leite de aveia, proveniente da aveia, é conhecido por sua textura cremosa e sabor suave. O leite de coco, extraído da polpa de coco, adiciona uma nota tropical às escolhas de substitutos (CRUZ *et al.*, 2007; SETHI *et al.*, 2016).

O leite de arroz, leite de avelã, leite de caju, leite de quinoa, leite de semente de abóbora e leite de semente de girassol, também são alternativas, cada um com suas características distintas de sabor e textura. Esses substitutos, Tabela 2, não apenas oferecem uma opção para aqueles que enfrentam condições como intolerância à lactose ou alergias, mas também atendem à crescente demanda por escolhas alimentares sustentáveis e baseadas em plantas (ABDO; KING, 1967; SUPHAMITYOTIN, 2011).

TABELA 2. MARCAS DE LEITES VEGETAIS

<b>Empresas</b>	<b>Perfil</b>	<b>Produtos inovadores</b>	<b>Sites</b>
<b>Positive Market</b>	O Positive Market, em sua abordagem ecologicamente e socialmente responsável, escolhe produtos e soluções que visam cuidar da casa, da saúde, da família, da sociedade e do planeta. A seleção inclui itens orgânicos a base de plantas.	Bebidas à base de castanha de caju e coco, opções com sabor de chocolate ao leite, como a Bebida Jungle Morango e Limão Low Carb - Plant Power, e Cappuccino com Leite Vegetal são algumas das escolhas disponíveis.	<a href="https://www.positivemarket.com.br/a-tal-da-castanha">https://www.positivemarket.com.br/a-tal-da-castanha</a>
<b>Ades</b>	Criada na Argentina em 1988, a AdeS destaca-se como a principal marca de bebidas à base de soja na América Latina. Seu nome é uma abreviação de "Alimentos de Semillas", que significa alimentos de sementes em espanhol. A linha de produtos da AdeS oferece uma	Bebidas de soja, coco e amêndoas, com sucos de frutas, proporcionando sabores deliciosos, além de conter vitaminas e minerais para uma experiência saborosa e nutritiva.	<a href="https://cocacola-femsa.com/pt-br/producto/ades/">https://cocacola-femsa.com/pt-br/producto/ades/</a>

	diversidade de bebidas que combinam diferentes sementes.		
<b>Nuts</b>	Desenvolvida como uma alternativa inclusiva, a marca Nuts surge como uma opção ideal para aqueles que buscam adotar um estilo de vida diferente, fazendo a transição do leite de origem animal. Esta bebida vegetal oferece uma composição rica em cálcio e proteínas, além de conter zinco e vitaminas A, E, B6 e B12. Destaca-se por ser livre de lactose, isenta de colesterol e apresentar baixo teor de sódio, tornando-se uma escolha saudável e nutritiva.	Sabores amêndoas, coco, aveia	<a href="https://www.lojabritvic.com.br/nuts">https://www.lojabritvic.com.br/nuts</a>
<b>Natures Heart</b>	Originária do sonho compartilhado por três irmãos, a Nature's Heart® empenha-se na promoção de hábitos mais saudáveis em lares ao redor do mundo. Comprometida com essa visão, a marca é reconhecida por sua abordagem integral, sendo totalmente natural, centrada em plantas e comprometida com a saúde.	Bebidas vegetais como Cacau e Arroz, Castanha-de-Caju, Amêndoa, Aveia e Castanha-de-Caju oferecem uma variedade deliciosa e nutritiva para aqueles que buscam alternativas aos produtos lácteos.	<a href="https://www.nestle.com.br/origem-vegetal/natures-heart">https://www.nestle.com.br/origem-vegetal/natures-heart</a>

FONTE: A autora, (2023).

Segundo Grasso *et al.* (2021), o queijo desempenha um papel significativo na alimentação de diversas culturas e é fabricado em todo o mundo, apresentando uma ampla variedade de sabores, texturas e padrões de consumo. O mercado mundial de alimentos à base de plantas, destinados a substituir produtos de queijo, está em expansão e deverá atingir quase US\$ 4 bilhões até 2024. O interesse em alimentos à base de plantas como alternativas ao queijo está crescendo, com uma taxa de crescimento anual composta (CAGR) de 7,6% entre 2016 e 2024. Prevê-se que o mercado alcance esse valor até 2024 (GRASSO *et al.*, 2021).

Embora ao longo dos séculos os substitutos lácteos à base de plantas (PBDS) tenham sido incorporados como parte das tradições culturais, observa-se um crescente interesse e expansão do mercado para esses produtos (JESKE; ZANNINI; ARENDT, 2018).

De acordo com Ray *et al.* (2016), os alimentos fermentados desempenham um papel fundamental na herança milenar da civilização indiana, representando uma prática inovadora que evoluiu ao longo das gerações para preservar e aprimorar os recursos alimentares disponíveis.

A elaboração convencional de alimentos fermentados figura como um dos processos biotecnológicos mais antigos do mundo, no qual os microrganismos desempenham uma função essencial na aprimoração das características sensoriais, no enriquecimento nutricional, nos benefícios para a saúde e na preservação dos alimentos (RAY *et al.*, 2016).

Da mesma forma, o queijo, um alimento apreciado em muitas culturas, é produzido globalmente em uma ampla variedade de sabores, texturas e padrões de consumo. Enquanto isso, o sorvete, um produto congelado feito a partir de laticínios, é conhecido por seu sabor agradável e textura, contudo, os níveis relativamente altos de gordura e colesterol presentes no sorvete são muitas vezes vistos como desvantajosos para a saúde humana (PONTONIO *et al.*, 2022).

Um sorvete vegetal desenvolvido no projeto de caracterização conduzido por Pontonio *et al.* (2022), utilizou um iogurte vegetal isento de glúten e lactose como componente principal. A pesquisa revelou perfis sensoriais semelhantes, com apenas pequenas variações nos aspectos de aparência, estrutura, sabor, odor e textura entre os produtos à base de plantas e aqueles à base de leite. No entanto, notaram-se diferenças significativas nas características estruturais e tecnológicas dos sorvetes, sendo que o sorvete à base de plantas apresentou maiores índices em parâmetros como dureza, gomosidade e adesividade. Ao longo dos 120 dias de armazenamento a -20 °C, uma densidade celular elevada ( $>10^7$  ufc/mL) de bactérias lácticas viáveis confirmou o potencial do sorvete à base de plantas como um veículo viável para probióticos.

Recentemente, foi otimizado um protocolo biotecnológico refinado para a produção de um novo iogurte (YL) sem glúten, sem lactose e à base de plantas. Esse refinamento implicou a combinação de farinhas de arroz, lentilha e grão de bico, juntamente com um processo físico suave e fermentação utilizando bactérias lácticas específicas. O resultado final exibiu características nutricionais e funcionais promissoras, propriedades tecnológicas distintas e um apelo sensorial global positivo (PONTONIO *et al.*, 2022).

O mercado *plant-based* a cada ano tem apresentado novas alternativas de processos e de alimentos para englobar cada vez mais esse crescente mercado, trazendo inovações que não apenas se preocupam com o consumidor,

mas também com as questões ambientais. Por isto, cada vez mais é necessário pesquisas, investimentos e investigações nesse tema.

#### 4. CONCLUSÃO

A pesquisa realizada sobre inovações na produção industrial de alimentos *plant-based* revela um cenário dinâmico e promissor, com um crescimento expressivo no mercado global. Ao abordar os objetivos propostos, foi possível identificar as mais recentes inovações em produtos *plant-based*, explorar as tecnologias empregadas na produção e investigar diversas matérias-primas utilizadas nesse setor

Os resultados indicam que o mercado *plant-based* está experimentando um notável crescimento, refletido tanto em números de vendas quanto no surgimento de empresas inovadoras, como Beyond Meat, Fazenda do Futuro e Sadia Veg&Tal. O estudo destaca o papel fundamental da tecnologia na busca por imitar sabor e textura de alimentos de origem animal, e as empresas estão adotando diversas estratégias, incluindo automação, extrusão, reticulação enzimática e até mesmo a bioimpressão para aprimorar a textura da carne vegetal.

A análise das matérias-primas revela a predominância da soja no Brasil, enquanto marcas internacionais utilizam principalmente ervilha e trigo. A pesquisa da Embrapa destaca a proteína de ervilha como uma alternativa promissora, especialmente quando combinada com técnicas inovadoras, como a estruturação por congelamento. Além disso, a investigação das propriedades da proteína de trigo oferece uma perspectiva valiosa para o desenvolvimento de produtos *plant-based* com textura e sabor aprimorados.

A influência dos consumidores na mudança de hábitos alimentares, impulsionada por preocupações com a sustentabilidade, saúde e bem-estar animal, é evidente. A busca por dietas sustentáveis, destacada pela FAO, está diretamente relacionada ao equilíbrio do ecossistema, tornando as opções *plant-based* uma escolha cada vez mais atraente.

Em síntese, o presente estudo ressalta não apenas o crescimento significativo no mercado de alimentos *plant-based*, mas também a importância da inovação tecnológica e da busca por matérias-primas sustentáveis. Empresas

líderes estão desempenhando um papel crucial na transformação do setor, e a pesquisa destaca perspectivas promissoras para o futuro da produção de alimentos *plant-based*.

## REFERÊNCIAS

ARWANTO, V. *et al.* O estado do desenvolvimento de alimentos à base de plantas e suas perspectivas no mercado da Indonésia. **Heliyon**, Indonésia v. 8, n.10, p 11062, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11062>.

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844022023507>. Acesso em: 8 out. 2023. AMYS, 2023. Disponível em: <https://www.amys.com/>. Acesso em: 8 out. 2023.

BEACOM, E.; BOGUE, J.; REPAR, L. Desenvolvimento orientado para o mercado de produtos alimentícios e bebidas à base de plantas: uma abordagem de segmentação de uso. **Journal Of Food Products Marketing**, v. 4, p 204-222, 4, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/10454446.2021.1955799>.

Disponível em:

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10454446.2021.1955799> . Acesso em: 10 out. 2023.

BEYOND MEAT. Disponível em: <https://www.beyondmeat.com/en-US/products/>. Acesso em: 10 out. 2023.

Biblioteca Virtual em Saúde. **MINISTÉRIO DA SAÚDE**, 2018. Disponível em: <https://bvsmis.saude.gov.br/intolerancia-a-lactose/>. Acesso em: 27 de out. 2023.

BOAS, M.P.P.V. Bebidas vegetais elaboradas com oleaginosas brasileiras: uma revisão sistemática. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, Minas Gerais, v. 12, n. 2, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v12i2>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/39890/32727> . Acesso em: 6 out. 2023.

BORD Bia. (2018). **Relatório de estilos de vida dietéticos**. Borda Bia. Disponível em:

<https://www.bordbia.ie/globalassets/bordbia2020/industry/insights/consumer-insights/dietary-lifestyles-report-november-2018.pdf> . Acesso em: 5 out. 2023.

BORGES, C. *et al.* Empreendedorismo Sustentável: proposição de uma tipologia e sugestões de pesquisa. **Revista de Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas**, v. 2, n. 1, p. 77-10, 2013. Disponível em:

<https://www.regepe.org.br/regepe/article/view/36/35>. Acesso em: 15 out. 2023.

BOURGOT, C. L. *et al.* Development of a protein food based on texturized wheat proteins, with high protein digestibility and improved lysine content. **Food Research International**, [S.L.], v. 170, p. 112978, 2023. DOI:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112978>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996923005239?via%3DiHub>. Acesso em: 17 out. 2023.

BRITVIC. **Nuts**, 2023. Disponível em: <https://www.lojabritvic.com.br/nuts>. Acesso em: 10 out. 2023.

BRYANT, Christopher J. Plant-based animal product alternatives are healthier and more environmentally sustainable than animal products. **Future Foods**, [S.L.], v. 6, p. 100174, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100174>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666833522000612?via%3DiHub>. Acesso em: 19 out. 2023.

CABRAL, A. *et al.* Indústria de Proteínas Alternativas. **The good food institute**. 2020. Disponível em: [https://gfi.org.br/wpcontent/uploads/2020/06/GFI\\_2020\\_IndProtAlternativas.pdf](https://gfi.org.br/wpcontent/uploads/2020/06/GFI_2020_IndProtAlternativas.pdf). Acesso em: 30 de out. 2023.

CHEN, Toly; LIN, Yu-Cheng. Feasibility Evaluation and Optimization of a Smart Manufacturing System Based on 3D Printing: a review. **International Journal Of Intelligent Systems**, [S.L.], v. 32, n. 4, p. 394-413, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/int.21866>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/int.21866>. Acesso em: 23 out. 2023.

COCA-COLA FEMSA. **Ades**, 2023. Disponível em: <https://cocacolafemsa.com/pt-br/producto/ades/>. Acesso em: 19 out. 2023.

CONWAY, J. **Vegan market: statistics and facts**. 2019. Disponível em: <https://www.statista.com/topics/3377/vegan-market/>. Acesso em: 19 out. 2023.

CREDIT SUISSE. Sustainable food: the investment case. Suíça, 2022. Disponível em: <https://www.credit-suisse.com/ch/en/private-clients/savings.html>. Acesso em: 25 de out. 2023.

DAIYA. DaiyaFoods, 2023. Disponível em: <https://daiyafoods.com/>. Acesso em: 26 de out. 2023.

DANONE. One planet. One health, 2023. Disponível em: <https://www.danone.com/>. Acesso em: 26 de out. 2023.

DAY, L. Proteins from land plants – Potential resources for human nutrition and food security. **Trends In Food Science & Technology**, [S.L.], v. 32, n. 1, p. 25-42, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2013.05.005>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092422441300109X?via%3DiHub>. Acesso em: 26 de out. 2023.

DEKKERS, B. L.; BOOM, R. M.; GOOT, A. J. V. D. Structuring processes for meat analogues. **Trends In Food Science & Technology**, [S.L.], v. 81, p. 25-36, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2018.08.011>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092422441830311X?via%3Dihub>. Acesso em: 27 de out. 2023.

DEKKERS, B. L.; NIKIFORIDIS, C. V.; GOOT, A. J. v. D.; Shear-induced fibrous structure formation from a pectin/SPI blend. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, [S.L.], v. 36, p. 193-200, ago. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ifset.2016.07.003>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1466856416301357>. Acesso em: 11 de dez. 2023.

FAZENDA DO FUTURO, 2023. Disponível em: <https://www.fazendafuturo.io/>. Acesso em: 28 de out. 2023.

GALDEANO, M. *et al.* Evolução dos alimentos plant-based no Brasil. **Embrapa**. Rio de Janeiro. Dez. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/67002613/artigo-evolucao-dos-alimentos-plant-based-no-brasil>. Acesso em: 29 de out. 2023.

GALDEANO, M.C. Tecnologias de Texturização de Proteínas Vegetais. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Rio de Janeiro. 2022. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/233469/1/CP-01-22-DOC-144-miolo-texturizacao-proteinas-corrigido.pdf>. Acesso em: 21 out. 2023.

GRASSO, N.; *et al.*; Composition and physicochemical properties of commercial plant-based block-style products as alternatives to cheese. **Future Foods**, [S.L.], v. 4, p. 100048, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100048>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666833521000381?via%3Dihub>. Acesso em: 20 nov. 2023.

GFI. **The Good Food Institute**, 2020. Disponível em: <https://gfi.org.br/wp-content/uploads/2021/02/O-consumidor-brasileiro-e-o-mercado-plant-based.pdf>. Acesso em: 13 de dez. 2023.

HAIN CELESTIAL, 2023. Disponível em: <https://www.hain.com/>. Acesso em: 16 nov. 2023.

HO, S. Publicado em 2 de Maio de 2020, Disponível em: <https://www.greenqueen.com.hk/one-year-on-how-beyond-meats-ipo-changed-plant-based-meat-forever/>. Acesso em: 1 nov. 2023.

IBRAFE. O QUE SÃO PULSES? Por: IBRAFE, 13 de outubro de 2022. Disponível em: <https://www.ibrafe.org/artigo/o-que-sao-pulses>. Acesso em: 2 nov. 2023.

IMPOSSIBREFOODS. Disponível em: <https://impossiblefoods.com/>. Acesso em: 2 nov. 2023.

JARDIM, 2023. Disponível em: <https://www.gardein.com/>. Acesso em: 2 nov. 2023.

JESKE, S.; ZANNINI, E.; ARENDT, E. K. Past, present and future: the strength of plant-based dairy substitutes based on gluten-free raw materials. **Food Research International**, [S.L.], v. 110, p. 42-51, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2017.03.045>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996917301436?via%3Dihub>. Acesso em: 20 nov. 2023.

KAPP, C.S. **Avaliação do mercado de alimentos processados veganos no Brasil: uma análise comparativa a partir do mercado canadense**. 2017. 36p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/174891> . Acesso em: 3 nov. 2023.

KLAPP, A. L.; FEIL, N.; RISIUS, A.; A Global Analysis of National Dietary Guidelines on Plant-Based Diets and Substitutions for Animal-Based Foods. **Current Developments in Nutrition**, [S.L.], v. 6 p. ISSN 2475-2991, ed. 11. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1093/cdn/nzac144>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2475299123005607#bib9>. Acesso em: 13 de dez. 2023.

KRUSE-ANDERSEN, Peter Kjær. Directed technical change, environmental sustainability, and population growth. **Journal Of Environmental Economics And Management**, [S.L.], v. 122, p. 102885, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jeem.2023.102885>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0095069623001031>. Acesso em: 6 nov. 2023.

KYRIAKOPOULOU, K.; KEPPLER, J. K.; GOOT, A. J. v. D.; Functionality of Ingredients and Additives in Plant-Based Meat Analogues. **Foods**, [S.L.], v. 10, n. 3, p. 600, 122021. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/foods10030600>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/3/600>. Acesso em: 19 nov. 2023.

LIMA, T.; Inteligência Financeira, 2023. Disponível em: <https://inteligenciafinanceira.com.br/financas/planejamento-financeiro/custo-vida-eua/>. Acesso em: 12 de dez. 2023.

LIU, X. *et al.* Challenges, process technologies, and potential synthetic biology opportunities for plant-based meat production. **Lwt**, [S.L.], v. 184, p. 115109, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115109>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643823006886?via%3Dihub>. Acesso em: 4 nov. 2023.

MILLAR, K. A. *et al.* Proximate composition and anti-nutritional factors of fava-bean (*Vicia faba*), green-pea and yellow-pea (*Pisum sativum*) flour. **Journal Of Food Composition And Analysis**, [S.L.], v. 82, p. 103233, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2019.103233>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0889157518304988?via%3Dihub>. Acesso em: 5 nov. 2023.

NELSON, M. *et al.* Alignment of Healthy Dietary Patterns and Environmental Sustainability: a systematic review. **Advances In Nutrition**, [S.L.], v. 7, n. 6, p. 1005-1025, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.3945/an.116.012567>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2161831322007864?via%3Dihub>. Acesso em: 6 nov. 2023.

NESTLE. **Nature's Heart**, 2023. Disponível em: <https://www.nestle.com.br/origem-vegetal/natures-heart>. Acesso em: 6 nov. 2023.

NOVAMEAT, 2023. Disponível em: <https://www.novameat.com/products>. Acesso em: 19 nov. 2023.

ONU. **NAÇÕES UNIDAS BRASIL**. 17 junho 2019. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/83427-popula%C3%A7%C3%A3o-mundial-deve-chegar-97-bilh%C3%B5es-de-pessoas-em-2050-diz-relat%C3%B3rio-da-onu>. Acesso em: 7 nov. 2023.

PANOFF, L. Vegan vs. Vegetarian: What's the Difference? **Healthline**, 2021. Disponível em: <https://www.healthline.com/nutrition/plant-based-diet-vs-vegan>. Acesso em: 8 nov. 2023.

PARK, S.; KIM, S.; PARK, M.; "Analyzing Willingness to Pay for Meat Substitutes: Evidence from Experimental Auction for Hamburger Patty Products. **Agricultural and Applied Economics Association**, Kansas, p.26-28, 2020. DOI: 10.22004/ag.econ.304618. Disponível em: <https://ideas.repec.org/p/ags/aaea20/304618.html>. Acesso em: 9 nov. 2023.

PÉREZ-RODRÍGUEZ, M.L. *et al.* Plant-based beverages as milk alternatives? Nutritional and functional approach through food labelling. **Food Research International**, [S.L.], v. 173, p. 113244, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113244>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996923007895?via%3Dihub>. Acesso em: 9 nov. 2023.

PESCHEL, A. O. *et al.* Consumers' associative networks of plant-based food product communications. **Food Quality And Preference**, [S.L.], v. 75, p. 145-156, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodqual.2019.02.015>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095032931831022X?via%3Dihub>. Acesso em: 10 nov. 2023.

PETER, K. K. A. Directed technical change, environmental sustainability, and population growth. **Journal of Environmental Economics and Management**, v 122, p. 102885, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2023.102885>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0095069623001031>. Acesso em: 11 nov. 2023.

PLURAL FOOD SOLUTIONS, 2023. Disponível em: <https://www.pluralfs.com.br/carnevale-dfk-carne-1570-g-pp05/>. Acesso em: 12 de dez. 2023.

PONTONIO, E.; *et al.*; Design and characterization of a plant-based ice cream obtained from a cereal/legume yogurt-like. **Lwt**, [S.L.], v. 161, p. 113327, maio 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113327>. Acesso em: 20 nov. 2023.

PONTONIO, E.; *et al.*; Nutritional, Functional, and Technological Characterization of a Novel Gluten- and Lactose-Free Yogurt-Style Snack Produced With Selected Lactic Acid Bacteria and Leguminosae Flours. **Front. Microbiol.** V. 11, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01664>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2020.01664/full>. Acesso em: 23 nov. 2023.

POSITIVE MARKET, 2023. Disponível em: <https://www.positivemarket.com.br/a-tal-da-castanha>. Acesso em: 11 nov. 2023.

QIN, J. *et al.*; Rheological properties of transglutaminase-treated concentrated pea protein under conditions relevant to high-moisture extrusion processing. **Frontiers in Nutrition**, v. 9, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.970010>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnut.2022.970010/full>. Acesso em: 12 nov. 2023.

RAMACHANDRAIAH, K. Potential Development of Sustainable 3D-Printed Meat Analogues: a review. **Sustainability**, [S.L.], v. 13, n. 2, p. 938, 18, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/su13020938>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/2/938>. Acesso em: 13 nov. 2023.

RANGANATHAN, J.; *et al.* How to Sustainably Feed 10 Billion People by 2050, in 21 Charts. **Word Resources Institute**, 2018. Disponível em: <https://www.wri.org/insights/how-sustainably-feed-10-billion-people-2050-21-charts>. Acesso em: 18 nov. 2023.

RÉVILLION, J. P. P.; O mercado de alimentos vegetarianos e veganos: características e perspectivas. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, [S.L.], v. 37, n. 1, p. 26603, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.35977/0104-1096.cct2020.v37.26603>. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/26603>. Acesso em: 14 nov. 2023.

RAY, M.; *et al.* Folk to functional: an explorative overview of rice-based fermented foods and beverages in india. **Journal Of Ethnic Foods**, [S.L.], v. 3, n. 1, p. 5-18, mar. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jef.2016.02.002>.

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235261811600010X#bib1>.

Acesso em: 23 nov. 2023.

RIZZO, G.; *et al.* Understanding the consumption of plant-based meat alternatives and the role of health-related aspects. A study of the Italian market. **International Journal Of Gastronomy And Food Science**, [S.L.], v. 32, p. 100690, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijgfs.2023.100690>.

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878450X2300032X?via%3Dihub>. Acesso em: 14 nov. 2023.

SADIA. **Veg & Tal**, 2023. Disponível em:

[https://www.sadia.com.br/vegtal/?gad\\_source=1&gclid=CjwKCAiAx\\_GqBhBQEiwAIDNAZhhdDHYJHcPVeCCcfMBSlprBy\\_u038\\_I0OR4vw6D9M3UTvxkJCziBoC\\_1sQAvD\\_BwE&gclsrc=aw.ds](https://www.sadia.com.br/vegtal/?gad_source=1&gclid=CjwKCAiAx_GqBhBQEiwAIDNAZhhdDHYJHcPVeCCcfMBSlprBy_u038_I0OR4vw6D9M3UTvxkJCziBoC_1sQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds). Acesso em: 14 nov. 2023

SADIA. **Veg&Tal**, 2023. Disponível em: <https://www.sadia.com.br/vegtal/>.

Acesso em: 11 nov. 2023.

SAGET, S.; *et al.* Substitution of beef with pea protein reduces the environmental footprint of meat balls whilst supporting health and climate stabilisation goals. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 297, p. 126447, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126447>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652621006673?via%3Dihub>. Acesso em: 14 nov. 2023.

STUCCHI, A.; **Fazenda Futuro tem valuation de R\$ 715 milhões.**

**VeganBusiness**, 11 ago. 2023. Disponível em:

<https://veganbusiness.com.br/startup-fazenda-futuro/>. Acesso em: 12 nov. 2023.

STUCCHI, A.; O que é micoproteína? Descubra a importância desse ingrediente. **VeganBusiness**, 7 jan. 2023. Disponível em: <https://veganbusiness.com.br/o-que-e-micoproteina/>. Acesso em: 23 nov. 2023.

SUN, A.; *et al.* Maillard reaction of food-derived peptides as a potential route to generate meat flavor compounds: a review. **Food Research International**, [S.L.], v. 151, p. 110823, 2022. DOI:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110823>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996921007237?via%3Dihub>. Acesso em: 15 nov. 2023.

SUN, C.; *et al.* Processing, Quality, Safety, and Acceptance of Meat Analogue Products. **Engineering**, [S.L.], v. 7, n. 5, p. 674-678, 2021. DOI:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.eng.2020.10.011>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095809920303192?via%3Dihub>. Acesso em: 17 nov. 2023.

Sun, C.; *et al.* Structure Design for Improving the Characteristic Attributes of Extruded Plant-Based Meat Analogues. **Food Biophysics**, n. 17, p. 137–149, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11483-021-09692-w>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11483-021-09692-w>. Acesso em: 16 nov. 2023.

TRICHES, R. M.; Dietas saudáveis e sustentáveis no âmbito do sistema alimentar no século XXI. **Saúde em Debate**, [S.L.], v. 44, n. 126, p. 881-894, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-1104202012622>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/gyXnR5ZJv6YLSbDRYKZTsLp/?lang=pt>. Acesso em: 17 nov. 2023.

TRINDADE, P. C. O.; *et al.* Pea Protein Isolate as a Meat Substitute in Canned Pork Pâté: nutritional, technological, oxidative, and sensory properties. **Foods**, [S.L.], v. 12, n. 18, p. 3486, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/foods12183486>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2304-8158/12/18/3486>. Acesso em: 17 nov. 2023.

UNILEVER, 2023. Disponível em: <https://www.unilever.com/>. Acesso em: 17 nov. 2023.

YULIARTI, O.; KOVIS, T.J. K.; YI, N.J. Structuring the meat analogue by using plant-based derived composites. **Journal Of Food Engineering**, [S.L.], v. 288, p. 110138, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.110138>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877420302363?via%3Dihub>. Acesso em: 19 nov. 2023.

ZHANG, B.; *et al.* 3D Bioprinting: a novel avenue for manufacturing tissues and organs. **Engineering**, [S.L.], v. 5, n. 4, p. 777-794, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eng.2019.03.009>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095809918311470?via%3Dihub>. Acesso em: 19 nov. 2023.