



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
CURSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Mariana Costa Ferrari

**Proteínas e ingredientes alternativos no desenvolvimento de produtos *plant-based*: uma visão sobre sustentabilidade na cadeia de produção de alimentos e a valorização de ingredientes nativos do Brasil**

Florianópolis

2022

Mariana Costa Ferrari

**Proteínas e ingredientes alternativos no desenvolvimento de produtos *plant-based*: uma visão sobre sustentabilidade na cadeia de produção de alimentos e a valorização de ingredientes nativos do Brasil**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do Título de Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos.  
Orientador: Prof. Dr. Giustino Tribuzi.

Florianópolis

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Ferrari, Mariana Costa

Proteínas e ingredientes alternativos no desenvolvimento de produtos plant-based : uma visão sobre sustentabilidade na cadeia de produção de alimentos e a valorização de ingredientes nativos do Brasil / Mariana Costa Ferrari ; orientador, Giustino Tribuzi, 2022.

75 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Ciência e Tecnologia de Alimentos. 2. Proteínas alternativas. 3. Produtos plant-based. 4. Sustentabilidade. 5. Ingredientes nativos do Brasil. I. Tribuzi, Giustino. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. III. Título.

Mariana Costa Ferrari

**Proteínas e ingredientes alternativos no desenvolvimento de produtos *plant-based*: uma visão sobre sustentabilidade na cadeia de produção de alimentos e a valorização de ingredientes nativos do Brasil**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos

Florianópolis, 03 de março de 2022.

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Carolina de Oliveira Costa  
Coordenadora do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Dr. Giustino Tribuzi  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Manuela Camino Feltes  
Avaliadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Dr. Pedro Luiz Manique Barreto  
Avaliador  
Universidade do Estado de Santa Catarina

Florianópolis, 2022.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, aos meus pais, Dina e Newton, que tornaram possível o sonho de viver essa experiência e completar a minha graduação, mesmo que de tão longe, e que tanto me apoiaram durante todos os momentos desta jornada acadêmica. Vocês são o meu alicerce e merecem, junto a mim, todo o reconhecimento pela conclusão de mais uma etapa tão importante da minha vida.

À Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), pelo ensino público, gratuito e de qualidade, por ter proporcionado meus anos de participação no Programa Institucional de Iniciação Científica e Tecnológica, pelo incentivo à ciência e pelo apoio à diversidade.

Ao Prof. Dr. Giustino Tribuzi, pela orientação e pelo apoio no desenvolvimento desta pesquisa. Agradeço, ainda, por todos os anos de oportunidades e experiências de trabalho proporcionadas durante a minha trajetória acadêmica, pelo incessante incentivo e pela confiança no meu trabalho. Admiro seu compromisso com a ciência e agradeço por ter feito parte da equipe que te acompanha.

Às incríveis amizades que fiz, aos colegas de graduação e, em especial, aos reais parceiros de vida que ganhei durante esses anos, Grazielle, Vitória, Bruna, Thiago, Cris e Miguel. Sou imensamente grata por tudo o que vivenciamos e construímos juntos. Vocês são parte essencial da magnitude que os anos de universidade representam para mim. E, há muito tempo, parte essencial da minha vida. Obrigada por tudo!

Àqueles que caminham ao meu lado há muitos anos, amigos, parceiros e companheiros de vida, especialmente, Marina, Thaina, Guilherme, Manoela, Ana Luiza, Tainá, Nathalia, Rafaela, Eduarda, Isabela, Monique e Frederico. Crescer e permanecer ao lado de cada um de vocês foi um dos maiores presentes que a vida me deu. Agradeço imensamente por toda força e por todo o amparo durante todos esses anos, por comemorarem todas as minhas conquistas e por vibrarem por todos os meus sonhos. Vocês são únicos e eternos, na minha vida e no meu coração.

Especialmente, à Mariana Demarco, por todos os anos de companheirismo, pelas experiências compartilhadas, pelo exemplo de profissionalismo, por todo o apoio e reconhecimento do meu trabalho. Agradeço por ter tido a oportunidade de dividir a rotina de trabalho com você e aprender muito ao seu lado. Admiro a pessoa e a profissional que você é! Muito obrigada!

A todos os professores, técnicos, servidores e demais profissionais que se dedicam de forma excepcional para garantir uma formação profissional de qualidade a todos os alunos. Agradeço por todo o conhecimento partilhado e saberes adquiridos no ambiente universitário.

A todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram com a minha evolução pessoal e profissional.

A todos, por tanto apoio e carinho, novamente, muito obrigada!

## RESUMO

Globalmente, o número de indivíduos em situação de desnutrição e de vulnerabilidade alimentar aumenta. Enquanto isso, devido às projeções para o crescimento da população mundial, a crescente demanda por uma maior produção de alimentos segue acompanhada de uma maior demanda por proteínas de origem animal, com crescimento previsto de 50% na produção. O sistema alimentar atual fundamenta-se em uma visão centralizada de consumo, no qual é possível observar um grande protagonismo de alimentos de origem animal. Esta monotonia alimentar evidencia problemáticas alarmantes para a população mundial e para o meio ambiente, considerando a dimensão dos impactos provocados através de um elevado uso de recursos naturais necessário para sustentar o sistema atual. Coexistem, na atualidade, desnutrição proteica e hiperconsumo proteico. O direcionamento de produtos agrícolas para a cadeia produtiva de alimentos de origem animal, além de contribuir com a exploração intensiva de grandes áreas de terras agricultáveis e água e com o fenômeno de mudanças climáticas através das emissões de gases de efeito estufa, também contribuem com um sistema desigual de alimentos, ameaçando a segurança alimentar mundial. Tomando como estratégias norteadoras para se atingir um futuro alimentar mais sustentável a redução do consumo de alimentos de origem animal e a mitigação de perdas e desperdício de alimentos, fontes de proteínas alternativas ganham visibilidade devido ao potencial de estímulo à redução do consumo de proteínas de origem animal e consequente minimização do impacto ambiental gerado por essa cadeia produtiva. Nesse contexto, avançam no mercado alimentar os produtos *plant-based*, alimentos à base de plantas que podem atuar como produtos análogos aos de origem animal. Para além dos padrões dietéticos vegetariano e vegano, com a ascensão da população flexitariana observada atualmente, o mercado *plant-based* ganha visibilidade. O potencial de reorganização do sistema alimentar através de uma alimentação majoritariamente fundamentada em proteínas vegetais impulsiona o setor *plant-based* em direção às oportunidades de inovação e de desenvolvimento de tecnologias que sejam capazes de atender tanto às demandas dos consumidores, quanto às demandas de um sistema alimentar mais sustentável. Nesse sentido, a potencialidade da biodiversidade brasileira no desenvolvimento de produtos à base de plantas diferenciados e de valor agregado através de ingredientes produzidos nacionalmente é algo que deve ser explorado para um maior equilíbrio entre as esferas ambiental, econômica e social. Portanto, o objetivo deste trabalho foi analisar as vantagens da tendência *plant-based* para o desenvolvimento de um sistema alimentar mais sustentável e apresentar o potencial nacional de desenvolvimento de produtos *plant-based* inovadores a partir de matérias-primas da flora brasileira. De acordo com o avanço de pesquisas associadas ao uso e aproveitamento de ingredientes nativos abordados por este trabalho, pode-se concluir que o Brasil possui grande capacidade de conquistar reconhecimento internacional como um dos líderes do mercado *plant-based* no futuro.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade; Proteínas alternativas; Produtos *plant-based*.

## ABSTRACT

Globally, the number of people suffering from malnutrition and food vulnerability is growing. Meanwhile, due to projections for world population growth, the demand for greater food production continues to grow and is accompanied by greater demand for animal-based proteins, with an expected 50% increase in production. The current food system is based on a centralized vision of consumption, in which it is possible to observe a great protagonism of food of animal origin. This food monotony highlights alarming problems for the world's population and for the environment, considering the dimension of the impacts caused by high use of natural resources necessary to sustain this system. Protein malnutrition and protein overconsumption currently coexist in the world. A greater directing of agricultural products to the productive chain of food of animal origin, besides contributing to the phenomenon of climate change intensified today through the emissions of greenhouse gases and the extensions of land required for the activity, also contribute to an unequal system of food distribution, threatening the world's food security. Taking as guiding strategies to achieve a more sustainable food future the reduction of animal food consumption, especially meat, and the mitigation of food losses and waste, alternative protein sources gain visibility due to the potential to stimulate the reduction of animal protein consumption and consequent minimization of the environmental impact generated by this production chain. In this context, plant-based products, which can act as analogous products to those of animal origin, are advancing in the food market. Beyond the vegetarian and vegan dietary patterns, the plant-based market is gaining visibility with the rise of the flexitarian population currently observed. The potential for reorganization of the food system through a diet based mostly on vegetable proteins drives the plant-based sector towards opportunities for innovation and development of technologies that can meet both consumer demands and the demands of a more sustainable food system. In this sense, the potential of Brazilian biodiversity in developing differentiated and value-added plant-based products through nationally produced ingredients must be explored for a better balance between the environmental, economic, and social spheres. Therefore, the purpose of this work was to analyze the advantages of the plant-based trend for the development of a more sustainable food system and to present the national potential for developing innovative plant-based products from raw materials of Brazilian flora. According to research advances associated with use and exploitation of native ingredients approached by this work, one can conclude that Brazil has great capacity to gain international recognition as one of the leaders in the plant-based market in the future.

**Keywords:** Sustainability; Alternative proteins; *Plant-based* products.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Insegurança alimentar a nível mundial, de 2014 a 2019.....	15
Figura 2 - Número de adultos obesos no mundo, de 1975 a 2015.....	15
Figura 3 - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela ONU.....	17
Figura 4 - Usos da terra e emissões de GEE de alimentos de origem animal e vegetal.....	18
Figura 5 - Perdas e desperdício na cadeia alimentar mundial.....	19
Figura 6 - Percentuais de emissão (direta e indireta) de gases de efeito estufa de cada categoria do subsetor Solos Manejados do setor Agropecuária.....	21
Figura 7 - Transições entre classes de cobertura e uso da terra do Brasil entre 2000 e 2018.....	21
Figura 8 - Infográfico dos 10 principais perigos à biodiversidade brasileira.....	23
Figura 9 - Representação do PIB referente à bovinocultura de corte sobre o PIB total nacional entre os anos de 2010 e 2020.....	24
Figura 10 - Exportações totais de carne bovina do Brasil nos últimos meses e os volumes mais expressivos de importação da carne bovina brasileira.....	25
Figura 11 - Produção e consumo de carnes bovina, suína e de frango no Brasil até 2030.....	27
Figura 12 - Emissões de gases de efeito estufa em nível mundial das cadeias de produção de alimentos de origem vegetal e de alimentos de origem animal.....	30
Figura 13 - Emissões globais médias de gases de efeito estufa (CO <sub>2eq</sub> ) associadas à produção de alimentos ricos em proteínas, de origem animal e de origem vegetal, por 100g de proteína.....	32
Figura 14 - Os “4 S” das tendências globais de consumo de alimentos e oportunidades para o setor.....	36
Figura 15 - Principais matérias-primas fonte de proteínas vegetais utilizadas no desenvolvimento de produtos <i>plant-based</i> .....	39
Figura 16 - Espécies exploradas pelo Projeto Biomas.....	53
Figura 17 - Mapeamento de empresas consolidadas no setor de proteínas alternativas para a produção de “carnes”, “leites”, “ovos” e derivados vegetais no Brasil.....	56

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Fontes proteicas alternativas e matérias-primas da produção agrícola nacional na composição de produtos inovadores e de identidade brasileira lançados no mercado de produtos <i>plant-based</i> .....	57
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA Agência Nacional de Vigilância Sanitária  
FAO *Food and Agriculture Organization*  
GEE Gases de efeito estufa  
GFI *The Good Food Institute*  
IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
ISSO *International Organization for Standardization*  
MAPA Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento  
MMA Ministério do Meio Ambiente  
ODS Objetivos de Desenvolvimento Sustentável  
ONU Organização das Nações Unidas  
PIB Produto Interno Bruto  
RDC Resolução da Diretoria Colegiada  
RIISPOA Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal  
USDA *United States Department of Agriculture*  
US\$ (USD) *United States Dollar*  
WFM *Whole Food Market*  
WHO *World Health Organization*  
WRI *World Resources Institute*

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
1.1	OBJETIVOS.....	13
<b>1.1.1</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1.2</b>	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA DE PESQUISA.....</b>	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>14</b>
3.1	PANORAMA ATUAL DO SISTEMA ALIMENTAR MUNDIAL: DESAFIOS E POTENCIAIS SOLUÇÕES PARA UM FUTURO ALIMENTAR SUSTENTÁVEL.....	14
3.2	PRODUÇÃO DE ALIMENTOS NO BRASIL: IMPACTOS AMBIENTAIS E NA SAÚDE PÚBLICA.....	19
<b>3.2.1</b>	<b>Panorama atual do consumo de carnes no Brasil.....</b>	<b>23</b>
3.3	O SISTEMA PRODUTIVO, O COMPORTAMENTO ALIMENTAR E A GOVERNANÇA NO DESENVOLVIMENTO DE UM CONSUMO ALIMENTAR SUSTENTÁVEL.....	28
3.4	TRANSIÇÃO PROTEICA E SUSTENTABILIDADE.....	31
3.5	DIETAS EMERGENTES, TENDÊNCIA <i>PLANT-BASED</i> E SUSTENTABILIDADE.....	33
3.6	PROTEÍNAS ALTERNATIVAS NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS <i>PLANT-BASED</i> .....	37
<b>3.6.1</b>	<b>Proteínas vegetais.....</b>	<b>38</b>
3.6.1.1	“Carnes” vegetais.....	40
3.6.1.2	“Leites” e “lácteos” vegetais.....	43
3.6.1.3	“Pescados” vegetais.....	44
3.6.1.4	“Ovos” e derivados vegetais.....	45
<b>3.6.2</b>	<b>Proteínas alternativas associadas ao processo de fermentação.....</b>	<b>46</b>
<b>3.6.3</b>	<b>Algas.....</b>	<b>48</b>
3.7	BRASIL E TENDÊNCIA <i>PLANT-BASED</i> : PROTEÍNAS ALTERNATIVAS E INGREDIENTES NATIVOS.....	51
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>61</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>62</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo dados da Organização das Nações Unidas (ONU), estima-se que a população mundial atinja, aproximadamente, 10 bilhões de pessoas, cenário que sugere um aumento na demanda global de produção de alimentos para atender às exigências do sistema produtivo e das dinâmicas de consumo atuais, considerando a manutenção do sistema alimentar atual (ONU, 2019; WRI, 2019).

Entretanto, ao passo que ainda são enfrentados problemas como a fome e a desnutrição, também são observadas áreas de hiperconsumo de alimentos no mundo (FAO, 2019; AIKING; DE BOER, 2018). No sistema alimentar atual, existe um maior direcionamento de recursos para a produção de alimentos de origem animal, com destaque para a carne, ainda que a produção agrícola associada à produção animal possua um maior custo ecológico (AIKING; DE BOER, 2018). Ademais, indicadores dos níveis de transgressões planetárias indicam os elevados impactos da agricultura no meio ambiente, evidenciados principalmente, através do crescente cenário de mudanças climáticas (AIKING, 2014). Assim, essa incoerência alimentar torna questionável a sustentabilidade do sistema alimentar da forma com é praticado atualmente, considerando o desequilíbrio presente entre a produção, o consumo e o uso de recursos naturais requeridos para a produção animal, fator de aumento do número de indivíduos em condição de insegurança alimentar, principalmente em áreas de maior vulnerabilidade às mudanças climáticas (FAO, 2017; FAO et al., 2021).

Nesse contexto, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU abortam de forma ampla a necessidade de assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis, destacando o uso eficiente de recursos naturais, a redução de perdas e desperdício de alimentos ao longo da cadeia produtiva, a promoção da conscientização das diferentes populações sobre ações sustentáveis e o investimento nos fortalecimentos científico e tecnológico para atender a essas e demais demandas planetárias sustentáveis (ONU, 2016).

Uma transição alimentar, no que se refere ao aporte proteico, é sugerida para que um futuro alimentar mais sustentável seja contemplado, juntamente aos desenvolvimentos social e econômico mundiais, ou seja, uma alimentação com uma maior diversidade de fontes proteicas mais sustentáveis é necessária (PYETT et al., 2019; WILLET et al., 2019; AIKING; DE BOER, 2018). As proteínas vegetais, dada a maior eficiência produtiva e os menores impactos gerados no meio ambiente, são amplamente referenciadas como fontes alimentares mais sustentáveis, quando comparadas às proteínas de origem animal. Inseridas nesse

contexto, as populações flexitariana, vegetariana e vegana vêm crescendo de forma bastante significativa nos últimos anos, especialmente entre os anos de 2016 e 2022.

Dessa forma, avança no mundo todo a produção de alimentos denominados *plant-based*, ou seja, produtos elaborados apenas com matérias-primas de origem vegetal e que, portanto, estão associados a cadeias produtivas mais sustentáveis. Além da necessidade de desenvolvimento de novos produtos alimentícios advinda da demanda de consumidores por inovação e conveniência de produtos, os produtos *plant-based* atendem à mudança de hábitos alimentares caracterizados pela redução ou exclusão de proteínas de origem animal, estimulam o uso de proteínas vegetais na elaboração de novos produtos alimentícios e, assim, impulsionam o mercado de proteínas alternativas na agregação de valor à novos produtos. É nesta conjuntura de descoberta de proteínas e ingredientes alternativos que o potencial da biodiversidade brasileira na elaboração de novos produtos *plant-based* deve ser valorizado, já que entre 15 e 20% da biodiversidade mundial está presente no Brasil (SIBBR, 2020).

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

Correlacionar, a partir de uma revisão bibliográfica, as vantagens que a ascensão da tendência *plant-based* é capaz de proporcionar ao mercado e ao sistema alimentar, através de uma cadeia produtiva mais sustentável e valorizando a biodiversidade brasileira com o uso de ingredientes nativos, além de identificar oportunidades e desafios para a indústria alimentícia brasileira.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Abordar o histórico de formação de hábitos alimentares e padrões alimentares relacionados ao consumo de proteínas de origem animal;
- Avaliar o cenário atual de mudanças e tendências no consumo de alimentos, relacionadas à redução do consumo de proteínas de origem animal;
- Evidenciar o uso de proteínas alternativas no desenvolvimento de produtos *plant-based* a nível mundial;
- Apresentar a potencialidade de ingredientes nativos do Brasil na formulação de novos produtos *plant-based*;
- Realizar um levantamento de produtos *plant-based* comercializados no Brasil;

- Identificar as principais proteínas vegetais e ingredientes da produção agrícola nacional utilizados em cada categoria de produtos *plant-based* comercializados no Brasil.

## 2 METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia adotada para a composição do presente trabalho baseou-se na revisão de dados históricos e recentes sobre a busca mundial por alimentos proteicos baseados em sistemas mais sustentáveis de produção, as oportunidades do mercado de proteínas alternativas e de produtos *plant-based* inseridos neste contexto e o potencial da biodiversidade em atender ambas as demandas. O embasamento científico do tema proposto foi selecionado através do acesso às bases de dados ScienceDirect, Scopus, SciELO, Springer, Google Acadêmico, MDPI e PubMed. Para a pesquisa nas bases de dados foram utilizadas palavras-chave isoladas e combinadas, em ambos os idiomas inglês e português. Os termos *protein supply*, *sustainability*, *meat consumption*, *alternative proteins*, *plant-based products*, *plant-based protein* foram utilizados entre os meses de novembro de 2021 e fevereiro de 2022.

## 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 3.1 PANORAMA ATUAL DO SISTEMA ALIMENTAR MUNDIAL: DESAFIOS E POTENCIAIS SOLUÇÕES PARA UM FUTURO ALIMENTAR SUSTENTÁVEL

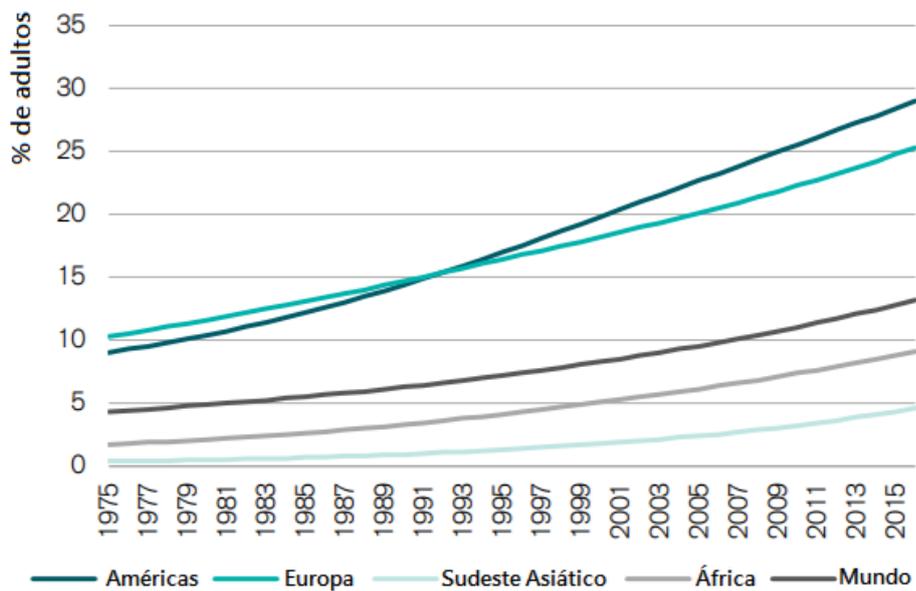
Em 2050, com o crescimento da população mundial e o aumento da renda em países desenvolvidos, projeta-se que o mundo deverá alimentar cerca de 9,8 bilhões de pessoas e aumentar em mais de 50% a sua produção de alimentos (ONU, 2019; WRI et al., 2019). Entretanto, seguem crescendo os casos de insegurança alimentar no mundo (Figura 1) (FAO, 2019). Não obstante, o número de adultos obesos no planeta também cresce (Figura 2) (WHO, 2016; CREDIT SUISSE RESEARCH, 2021).

Figura 1 – Insegurança alimentar em nível mundial, de 2014 a 2019.



Fonte: Adaptado de WHO (2016) e CREDIT SUISSE RESEARCH (2021).

Figura 2 – Número de adultos obesos no mundo, de 1975 a 2015.



Fonte: Adaptado de WHO (2016) e CREDIT SUISSE RESEARCH (2021).

Foi evidenciado que, para enfrentar a insegurança alimentar, o mundo precisa mudar sua forma de produzir, o que consome e o quanto consome (WRI et al., 2019; WEINDL et al., 2020). Os impactos da produção de alimentos atualmente contribuem com a transgressão dos limites ambientais planetários, principalmente no que se refere à extensão da área agrícola utilizada e à emissão de gases de efeito estufa (GEE) (WRI et al., 2019). De acordo com Springmann et al. (2018), os impactos ambientais gerados pelo avanço na produção e no consumo projetado para 2050, sem quaisquer medidas de mitigação, apresentarão um acréscimo de 50–92%. Esse cenário é preocupante, tanto sob o viés ambiental quanto social, já que mais de 800 milhões de pessoas vivem em situação de desnutrição e que 70% da população desnutrida do mundo vive em áreas de elevada vulnerabilidade à desastres naturais gerados pelas mudanças climáticas (WRI, 2019; FAO, 2017).

Seguindo as tendências do sistema alimentar para 2050, a produção de proteínas deve crescer entre 30–50% para suprir a demanda prevista (HENCHION et al., 2017). Isso porque deficiências associadas a um baixo consumo proteico, como a desnutrição, existem devido a um sistema distributivo desequilibrado de alimentos. Assim, sociedades caracterizadas pelo hiperconsumo coexistem com áreas de baixo acesso a uma alimentação adequada e suficiente (PYETT et al., 2019). Dessa forma, são necessários sistemas alimentares menos desiguais, mais sustentáveis e que proporcionem o aporte proteico necessário aos indivíduos.

Como abordado anteriormente, juntamente ao crescimento da população global, está previsto um aumento da renda para determinadas regiões do mundo desenvolvido. Sabe-se que o aumento da renda estimula o consumo de fontes alimentares intensivas, como a carne. Inclusive, a demanda por estes alimentos deve crescer cerca de 70% até 2050, se as tendências de consumo continuarem como projetadas (WRI et al., 2019). Porém, a maioria das pessoas já consome uma quantidade maior de proteínas do que o necessário para se atingir a ingestão diária recomendada, e esse hiperconsumo resulta em uma demanda ainda maior por alimentos de origem animal (WRI et al., 2019; FAO, 2011a; FAO, 2019). Ou seja, a descontinuidade dessa distribuição desigual do consumo de alimentos de origem animal possui papel fundamental no desenvolvimento de um futuro alimentar sustentável.

Um dos principais desafios para o alcance mundial das metas referentes à construção do desenvolvimento sustentável propostas pela ONU (Figura 3), é o cenário de convergência global para dietas ocidentais, elevadas em grãos refinados, açúcares adicionados, gorduras e alimentos de origem animal (WRI et al., 2019).

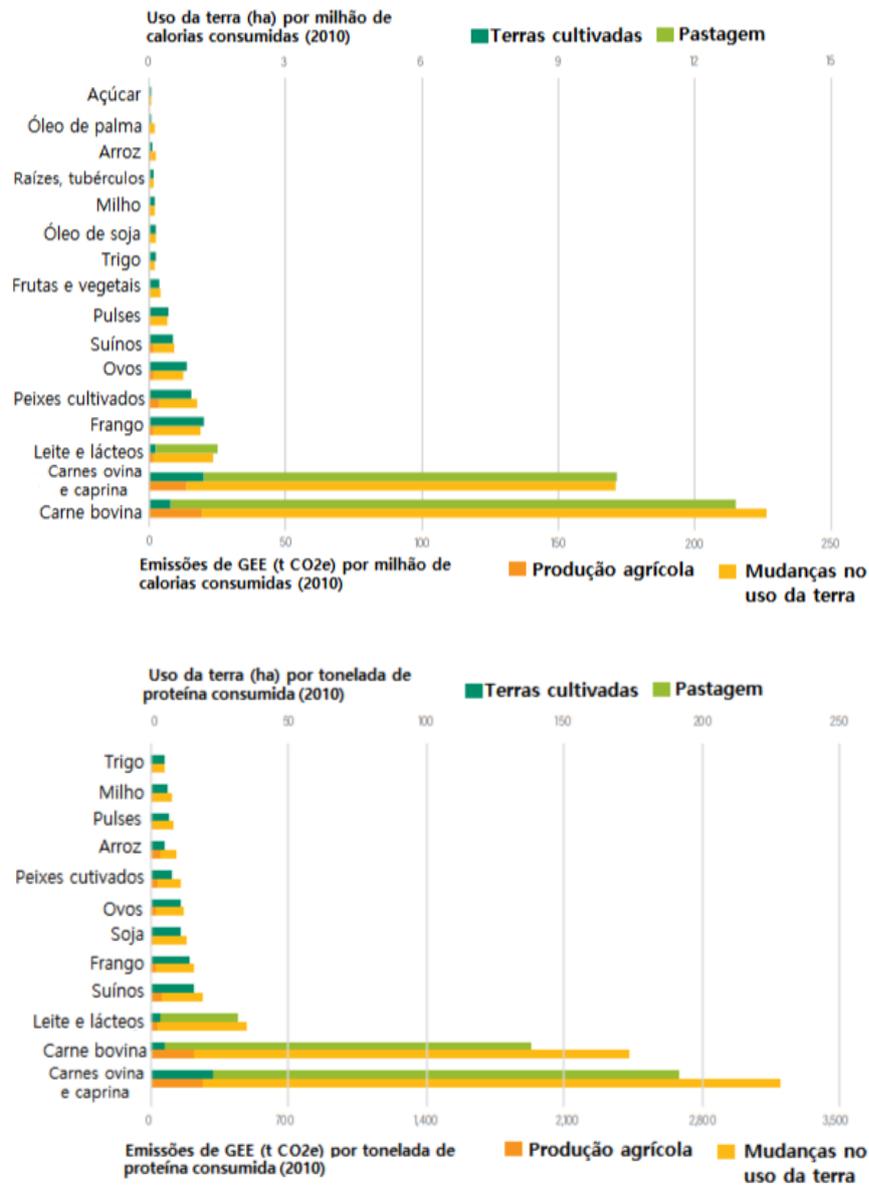
Figura 3 – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela ONU.



Fonte: ONU (2016).

De acordo com o *The World Resources Report* (WRI), para uma distribuição de alimentos mais equilibrada, políticas públicas de incentivo à redução do consumo em regiões de hiperconsumo devem ser aplicadas para viabilizar um maior direcionamento desses alimentos para regiões de risco e insegurança alimentar (WRI et al., 2019). Para além do fator consumo, o que o WRI propõe como estratégia mais promissora na redução do uso da terra e das emissões de gases de efeito estufa, juntamente aos benefícios à saúde promovidos, é a redução do consumo de alimentos de origem animal, especificamente de ruminantes, cuja produção é dada como ineficiente. Isso porque, de acordo com a análise de Wirsenius et al. (2010), para alcançar 1% de eficiência na produção, 100 calorias de alimentos de origem vegetal são necessárias para produzir 1 caloria de carne. A baixa eficiência produtiva acarreta um maior requerimento de terras e água, e gera um maior volume de emissões de GEE por grama ou caloria de proteína produzida em relação aos alimentos de origem vegetal (WRI et al., 2019) (Figura 4).

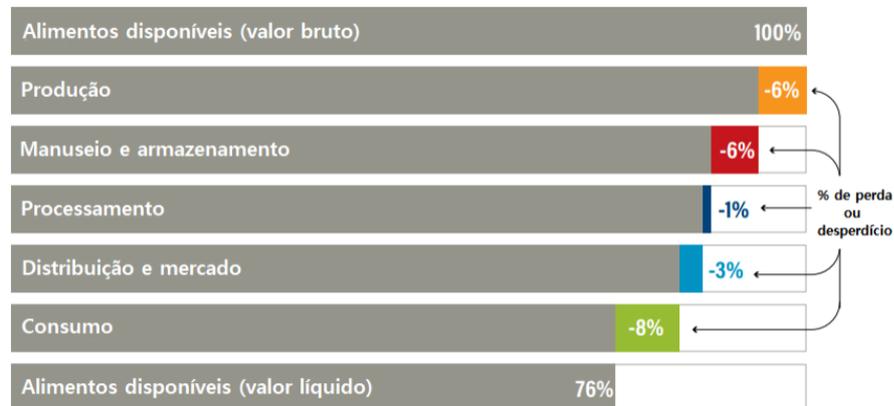
Figura 4 – Usos da terra e emissões de GEE de alimentos de origem animal e vegetal.



Fonte: Adaptado de FAO (2019) e WRI et al. (2019).

Globalmente, a ineficiência presente no sistema alimentar atual resulta em perdas de US\$ 940 bilhões (FAO, 2015). Cerca de um terço do peso total de alimentos produzidos no mundo em 2009 foi perdida ao longo de toda a cadeia de suprimentos de alimentos (Figura 5) (FAO, 2011a).

Figura 5 – Perdas e desperdício na cadeia alimentar mundial.



Fonte: Adaptado de FAO (2011a).

Nesse sentido, como estratégia de redução do volume de alimentos que não chegam até a população, recomenda-se a aplicação de indicadores de perda e desperdício e de medidas corretivas em cada uma das etapas envolvidas na produção, distribuição e consumo de alimentos, como a promoção de melhorias nas técnicas de colheita e nas tecnologias de armazenamento, investimentos na conversão de culturas não comercializáveis em produtos com valor agregado, desestimular o consumo exacerbado de alimentos, promover campanhas de educação acessíveis ao consumidor sobre o desperdício de alimentos e facilitar o aumento de doações de alimentos não vendidos (HANSON; MITCHELL, 2017).

Portanto, para que o mundo atinja um futuro alimentar sustentável de forma a contribuir com as demandas de uma população crescente e de uma maior estabilidade climática associadas ao desenvolvimento socioeconômico, além do desenvolvimento de alternativas alimentares que impulsionem uma transição do consumo proteico, investimentos em novas tecnologias e educação sustentável devem ser direcionadas aos moldes da economia circular.

### 3.2 PRODUÇÃO DE ALIMENTOS NO BRASIL: IMPACTOS AMBIENTAIS E NA SAÚDE PÚBLICA

Diversos problemas ambientais observados atualmente são gerados pelo comportamento humano e suas pressões exercidas sobre o meio ambiente (OSKAMP, 2000).

De acordo com Willet et al. (2019), a produção de alimentos é uma das principais práticas causadoras de impactos ao meio ambiente (AIKING; DE BOER, 2018).

Um estudo realizado por Rockström e colaboradores (2009), apresentou os denominados limites planetários, ou seja, a capacidade do planeta, em termos de taxas de uso de recursos naturais e de emissão de poluentes consideradas seguras, de suportar a atividade humana e manter-se em um cenário sustentável (ROCKSTRÖM et al., 2009; AIKING; DE BOER, 2018). Dentre os doze limites apresentados pelo estudo citado, Ainking (2014) elencou oito, de acordo com o nível de transgressão atual pela humanidade, sendo estes a perda em curso da biodiversidade, alterações no ciclo de nitrogênio, mudanças climáticas, alterações no ciclo de fósforo, acidificação dos oceanos, alterações no uso da terra, uso de água doce e a redução de ozônio estratosférico (AIKING; DE BOER, 2018), todos inerentes aos sistemas agroalimentares intensivos empregados atualmente.

No Brasil e em muitos países do mundo, estes sistemas são marcados pela interrelação entre uso da terra, produção agrícola e produção animal. A forma como modificamos o uso da terra afeta o clima em suas esferas local, regional e global que, por sua vez, configura a forma como a terra sustenta o abastecimento de alimentos (ALLEN et al., 2019). Exemplos práticos dessa condição são os dados de pegada de carbono, de mudanças do uso da terra e da pegada hídrica nacionais. No ano de 2020, as maiores fontes de emissão de gases de efeito estufa do subsetor agropecuário de Solos Manejados foram animais em pastagem, com destaque para bovinos de corte, e aplicação de adubo advinda do incremento de compostos nitrogenados no solo durante o manejo (Figura 6) (BRASIL, 2020). Também no ano de 2020, o IBGE ampliou a série dos anos de Monitoramento da Cobertura e Uso de Terras do Brasil e, de acordo com este mapeamento, entre 2016 e 2018, “prossegue a substituição das áreas de vegetação natural por áreas antrópicas” e avançam as áreas agrícolas e áreas de pastagem com manejo (Figura 7) (IBGE, 2020). Ademais, aproximadamente um terço da pegada hídrica da agricultura no mundo está vinculada à cadeia de produção de produtos de origem animal, com destaque para a carne bovina (MEKONNEN; HOEKSTRA, 2012).



Considerando que muitos dos sistemas intensivos de produção de alimentos dependem de um acentuado uso de recursos, os impactos que o modelo de produção agrícola atual gera para a esfera socioambiental do país são alarmantes. No que se refere à saúde pública, Sousa (2019) une problemáticas como a homogeneização e padronização do consumo alimentar, a delimitação do acesso à diversidade de alimentos a partir da relação oferta e poder de compra, a desvinculação do alimento de seu contexto social e político e a *comoditização* da alimentação. Esta última, de acordo com Jacob e Chave (2019), é uma das grandes falhas do sistema agroalimentar brasileiro. Os autores reconhecem a importância global da produção agrícola do país, porém, de forma assertiva, destacam a insustentabilidade de aspectos que compõem o sistema alimentar produtivo atual, como a relação desequilibrada entre a intensa produção de *commodities* agrícolas direcionadas ao mercado internacional e os índices irregulares de distribuição e consumo internos (JACOB; CHAVES, 2019). Esse sistema agroalimentar depende de um número reduzido de culturas, bem como da variedade destas culturas e de espécies animais, elevando a vulnerabilidade estrutural do sistema e colocando a segurança alimentar e nutricional em risco (FAO, 2018). Somando-se à demanda externa expressiva por grãos e cereais in natura, grande parte da produção de *commodities* agrícolas no Brasil é direcionada ao setor agropecuário para alimentar a produção animal (SOUSA, 2019; LAZARIN, 2017). De acordo com Schuck e Ribeiro (2015), aproximadamente 30% das terras do planeta destinam-se à criação de animais de abate. Além disso, de acordo com o MMA (2020) e com o reconhecimento das Portarias nº 443/2014, 444/2014, 98/2015 e 163/2015, a agropecuária é a principal e mais frequente ameaça à extinção de espécies animais e vegetais com o avanço e a intensificação das fronteiras agrícolas em todos os biomas brasileiros (Figura 8).

Figura 8 – Infográfico dos 10 principais perigos à biodiversidade brasileira.



Fonte: Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2014; MMA, 2015; MMA, 2020) - Portal de Dados Abertos.

Portanto, segundo Machado et al. (2016), a lógica alimento-mercadoria, apesar de propor, a priori, o aumento da disponibilidade de alimentos, o que se tem é um sistema de produção, distribuição e consumo desiguais gerado pela relação de dependência da produção nacional com o capital internacional e suas flutuações, levando à perda de Soberania Alimentar do país (MACHADO et al., 2016; JACOB; CHAVES, 2019), a qual é entendida como

o direito dos povos definirem suas próprias políticas e estratégias sustentáveis de produção, distribuição e consumo de alimentos que garantam o direito à alimentação para toda a população [...]. A soberania alimentar é a via para se erradicar a fome e a desnutrição e garantir a segurança alimentar duradoura e sustentável para todos os povos (FMSA, 2001).

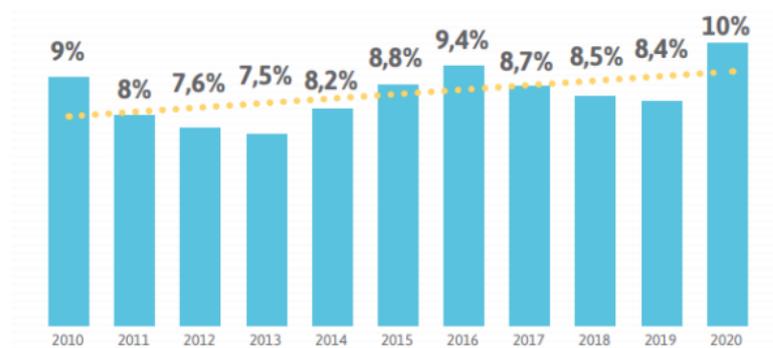
### 3.2.1 Panorama atual do consumo de carnes no Brasil

Além do Brasil pertencer ao conjunto dos principais mercados produtores e consumidores de carne, o país se destaca como um dos principais de produtores de grãos em nível mundial, destinados em um grande volume à exportação para o abastecimento de outros mercados produtores de carne (LAZARIN, 2017). Em 2020, o Brasil passou a ocupar o terceiro lugar, atrás apenas da China e dos Estados Unidos, no ranking mundial de países produtores de carnes (bovina, de aves e suína), com uma produção correspondente a 9,2% do

mercado internacional. No que se refere às exportações, assumiu o segundo lugar em quantidade das carnes bovina, de aves e suína, com percentual de representação de 13,4% nesse segmento (GUARALDO, 2021). Já em 2021, as exportações de carnes atingiram US\$2,21 bilhões, um valor recorde na sequência histórica dos faturamentos dos meses de setembro, já que nunca haviam ultrapassado o valor de US\$2 bilhões, e 62,3% acima do valor de exportações de carnes de setembro de 2020 (MAPA, 2021).

Em termos de agronegócio, a bovinocultura de corte recebe destaque como uma atividade de grande importância nacional dados os impactos econômicos gerados através das movimentações do setor no cenário agropecuário brasileiro nos mercados interno e externo. A importância econômica dessa atividade pode ser evidenciada através da porcentagem do Produto Interno Bruto (PIB) conforme apresentado na Figura 9. (ABIEC, 2021; ARRUDA, 2021).

Figura 9 – Representação do PIB referente à bovinocultura de corte sobre o PIB total nacional entre os anos de 2010 e 2020.

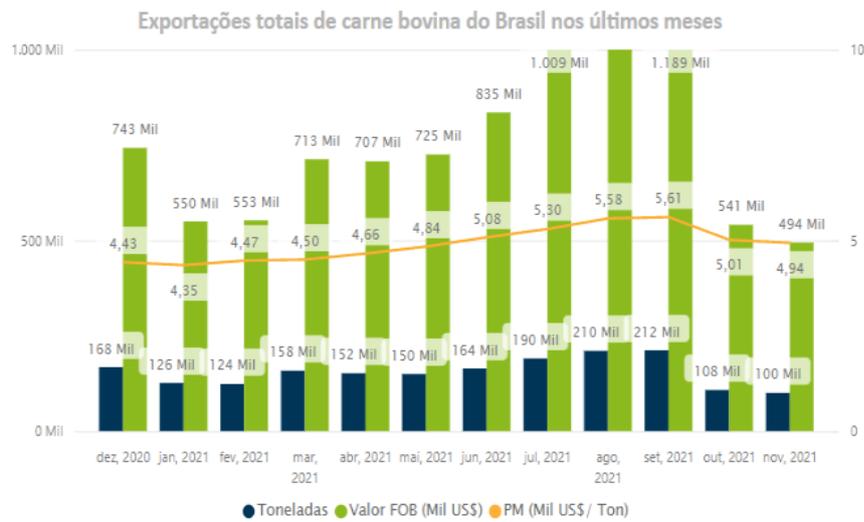


Fonte: ABIEC (2021).

De acordo com a Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas da Embrapa (2021), em 2020, o Brasil foi o maior produtor de bovinos (14,3%) e maior exportador de carne bovina (14,4%) do mercado internacional, com um faturamento de vendas externas de US\$668,20 milhões no mês de setembro (MAPA, 2021). Ainda, considerando o dado apresentado da Secretaria de Comércio e Relações Internacionais do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) sobre o valor recorde de exportações de carnes (bovina, de aves e suína) em setembro de 2021, a maior parcela de contribuição para este faturamento se deve à exportação de carne bovina, que atingiu US\$1,19 bilhão no mês e o maior volume de carne

bovina exportada do ano, totalizando 212 mil toneladas (Figura 10), ambos valores nunca atingidos em anos anteriores (MAPA, 2021; ABIEC, 2021).

Figura 10 – Exportações totais de carne bovina do Brasil nos últimos meses e os volumes mais expressivos de importação da carne bovina brasileira.



Fonte: ABIEC (2021).

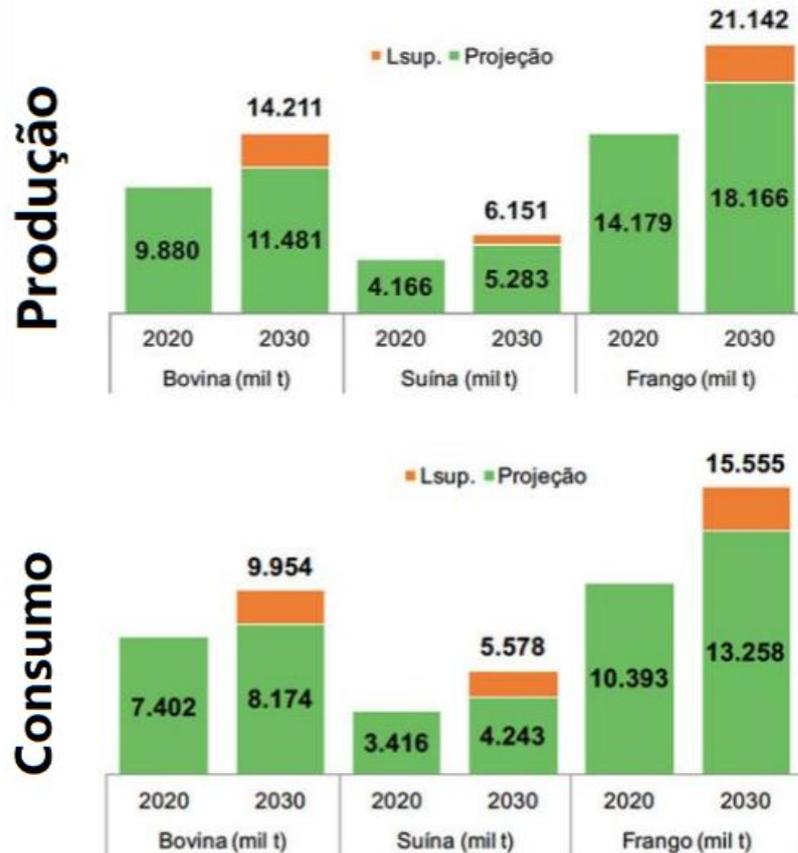
Essa forte relação do setor pecuário com o estado da economia, principalmente no que diz respeito à bovinocultura de corte, também pode ser elucidada a partir do viés sociocultural consolidado ao longo da história do Brasil. E, considerando a indissociável relação entre a política econômica de um país e o viés social da população, compreender determinadas passagens da construção histórica desse setor é de extrema importância para vislumbrar problemáticas atuais e potenciais na conjuntura brasileira.

As raízes históricas do Brasil foram grandes contribuintes para a inserção da carne na alimentação brasileira como componente indispensável e para a construção de hábitos alimentares e padrões dietéticos contemporâneos. A construção histórico-cultural da centralidade da proteína animal na alimentação pode ser observada de forma marcante desde o período colonial até os dias atuais, onde a renda da população é tida como variável condicionante para o consumo de carnes (RIBEIRO; CORÇÃO, 2013; LAZARIN, 2017). Na época, constituiu-se uma marcante divisão do Brasil entre aqueles com poder aquisitivo

suficiente para acessar este grupo de alimentos de maneira cotidiana e os demais grupos sociais (RIBEIRO; CORÇÃO, 2013). Mais adiante, o processo de desenvolvimento econômico e formação de centros urbanos viabilizou mudanças nos padrões dietéticos das classes de baixa renda brasileiras, visto que facilitaram o acesso destes indivíduos a uma maior diversificação de produtos e elevaram a demanda por alimentos de origem animal (RIBEIRO; CORÇÃO, 2013; POPKIN et al., 2012).

Atualmente, em cenários de recessão, por exemplo, torna-se evidente a influência da queda da renda na redução do consumo de carnes (LAZARIN, 2017). Insere-se neste contexto o modelo de consumo de carnes bovina, suína e de aves pela população brasileira registrado no ano de 2021. De acordo com dados do USDA, conforme noticiado pela Farmnews (2021), mesmo após o país atingir o maior valor histórico nas exportações de carne bovina, mais da metade do consumo interno dentre as carnes no Brasil deve pertencer à carne de frango ao final do ano de 2021, com a queda do consumo de carne bovina (FARMNEWS, 2021). Isso porque cresce a demanda externa pela carne bovina e permanece alto o valor da taxa cambial, gerando uma maior atratividade à exportação. Com um maior direcionamento do produto para o mercado externo, a oferta nacional diminui, enquanto a demanda permanece a mesma, resultando em um aumento dos preços no mercado interno e a um menor poder de compra do consumidor brasileiro (IMAFLORE et al., 2020). É possível observar, inclusive, a manutenção desse panorama para os próximos anos (Figura 11). De acordo com Malafaia et al. (2020), a carne de frango deve liderar o aumento de produção e de consumo de carnes no Brasil até 2030, enquanto a carne bovina deverá seguir liderando as exportações em 2029, com 28,7% do volume total produzido. A carne de frango corresponderá a um aumento de produção de cerca de 28,1%, seguida das carnes suína (26,8%) e bovina (16,2%).

Figura 11 – Previsão da produção e do consumo de carnes bovina, suína e de frango no Brasil até 2030.



Fonte: Adaptado de Malafaia et al. (2020).

A influência de interesses econômicos sobre a esfera política acaba traduzida em uma ineficiência estatal sob a ótica social. Cenários como este evidenciam injustiças socioalimentares e representam uma ameaça à integridade da segurança alimentar, dados os efeitos distributivos do modelo de produção de alimentos atual (MACHADO et al., 2016; AIKING; DE BOER, 2018). A implantação desse simbolismo da necessidade do consumo diário de carnes na história da alimentação brasileira afastou o indivíduo da cultura de consumo de vegetais (ASSUNÇÃO; POMMER, 2020) e do conhecimento sobre seus atributos fisiológicos e sua qualidade nutricional, elementos que precisam ser resgatados e reintroduzidos na sociedade de forma a gerar maior equilíbrio sobre a estrutura do sistema alimentar.

### 3.3 O SISTEMA PRODUTIVO, O COMPORTAMENTO ALIMENTAR E A GOVERNANÇA NO DESENVOLVIMENTO DE UM CONSUMO ALIMENTAR SUSTENTÁVEL

Entendendo a insustentabilidade da dinâmica do sistema alimentar contemporâneo, determinadas mudanças são indispensáveis e urgentes. Há muito tempo vivemos inseridos em um antagonismo entre a cadeia de produção de alimentos e a preservação ambiental (SCHNAIBERG, 1980; SOUSA, 2019), o que acontece devido aos benefícios financeiros que a manutenção desse sistema agroalimentar acarreta às relações político-econômicas. Para o economista ambiental Pavan Sukhdev, é errônea a construção de capital financeiro em detrimento das demais formas de capital (natural e social, por exemplo), sendo imprescindível a transição para nova forma de economia, “uma economia que reconheça a finitude de nossos recursos, assim como o dano que podemos causar se não tomarmos o cuidado de viver em harmonia com a natureza” (WATANABE, 2021). É possível e necessária a criação de uma agenda ambiental que concilie crescimento econômico e sustentabilidade através da reestruturação do sistema produtivo de alimentos, de tecnologias eficientes aplicadas à cadeia de produção e de uma maior inclusão de questões ambientais nas deliberações do setor econômico (SOUSA, 2019).

De acordo com Allen et al. (2019), para que soluções em larga escala sejam atingidas de forma eficiente, além da promoção de mudanças no sistema de produção de alimentos, também devem ser motivadas mudanças nos padrões de consumo. O comportamento de consumo não é concebido de forma isolada e, portanto, deve ser avaliado através de um conjunto de elementos contextuais que cercam o indivíduo e moldam seus hábitos de consumo. Estes elementos perpassam expressões culturais, situações financeiras, motivações políticas, questões de saúde, influências midiáticas, contextos social e político nos quais se inserem os indivíduos, fatores cognitivo-afetivos, entre outros aspectos mediadores (LAZARIN, 2017). Ou seja, uma situação acaba por sustentar a outra. Assim como um mesmo sistema de produção que sustenta mercados globais já concretizados não abre espaços significativos para alterações comportamentais em relação aos hábitos de consumo, um baixo índice de mudanças nos hábitos de consumo não é capaz de provocar impactos expressivos a estes mesmos mercados e, conseqüentemente, ao sistema de produção alimentar. Entretanto, como mencionado anteriormente, é possível e desejável o desenvolvimento de um sistema financeiro sustentável, e uma das janelas de oportunidade para atingir este sistema é a

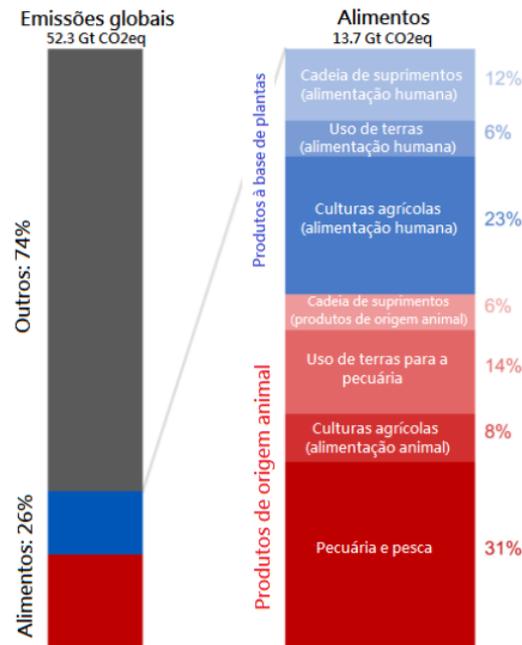
construção de hábitos dietéticos mais sustentáveis que, por sua vez, serão capazes de remodelar a cadeia produtiva de alimentos. Essa transição de hábitos de consumo é viável através da promoção da educação ambiental, da instrução popular voltada à sustentabilidade, do aumento da acessibilidade a informações sobre saúde pública e de um maior envolvimento entre questões ambientais e de saúde humana (WILLETT et al., 2019). Evidencia-se, dessa forma, a influência das decisões políticas em todas as esferas da sociedade.

Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), dietas sustentáveis

contribuem com a segurança alimentar e nutricional e com uma vida saudável para as atuais e futuras gerações através de um baixo impacto ambiental. São protetoras e respeitosas da biodiversidade e dos ecossistemas, culturalmente aceitáveis, acessíveis e economicamente justas, nutricionalmente adequadas, seguras, saudáveis e otimizadoras de recursos naturais e humanos (FAO, 2012, tradução própria).

Para Willet et al. (2019), dietas saudáveis devem contemplar uma ingestão calórica ideal através de uma grande diversidade de alimentos de origem vegetal ou à base de plantas, de um baixo ou controlado consumo de alimentos de origem animal, de uma presença preferencial de gorduras insaturadas, ao invés de saturadas; quantidades limitadas de grãos refinados e de alimentos ultraprocessados e adicionados de açúcares. Assim, se somarmos tais afirmativas ao fato de que dietas ricas em vegetais geram menos emissões de gases de efeito estufa, menores demandas cumulativas de energia ou maior eficiência energética e menores extensões de terras ocupadas, apresentando um menor impacto ambiental quando comparadas com dietas baseadas, majoritariamente, em alimentos de origem animal (Figura 12) (LACOUR et al., 2018; POORE; NEMECEK, 2018), temos que a inversão do protagonismo animal para um protagonismo vegetal dentro do sistema alimentar viabiliza maiores índices de sustentabilidade e de saudabilidade mundiais.

Figura 12 – Emissões de gases de efeito estufa em nível mundial das cadeias de produção de alimentos de origem vegetal e de alimentos de origem animal.



Fonte: POORE; NEMECEK (2018).

Novamente, políticas de suporte a esta iniciativa são fundamentais. São recomendadas a reorientação de prioridades agrícolas na produção de alimentos, para que sustentem o crescimento global, a saúde humana e a sustentabilidade ambiental; a expansão de mercados de serviços ambientais, gerando fontes de renda alternativas aos donos das terras produtoras de alimentos e, como mencionado anteriormente, promover a transparência de informações sobre as necessidades, vantagens e desafios das mudanças no sistema alimentar para garantir de forma legítima, a confiança pública (WILLETT et al., 2019; COLLETT et al., 2021). É importante mencionar que determinadas populações em todo o mundo ainda dependem de atividades de subsistência e da produção ou consumo de proteína animal, haja vista o enfrentamento à fome e à desnutrição e, portanto, a presença de alimentos de origem animal nas dietas dos indivíduos e grupos sociais devem ser cuidadosamente analisados dentro de cada realidade (WILLETT et al., 2019). Inclusive, segundo o *World Resources Report* (2013),

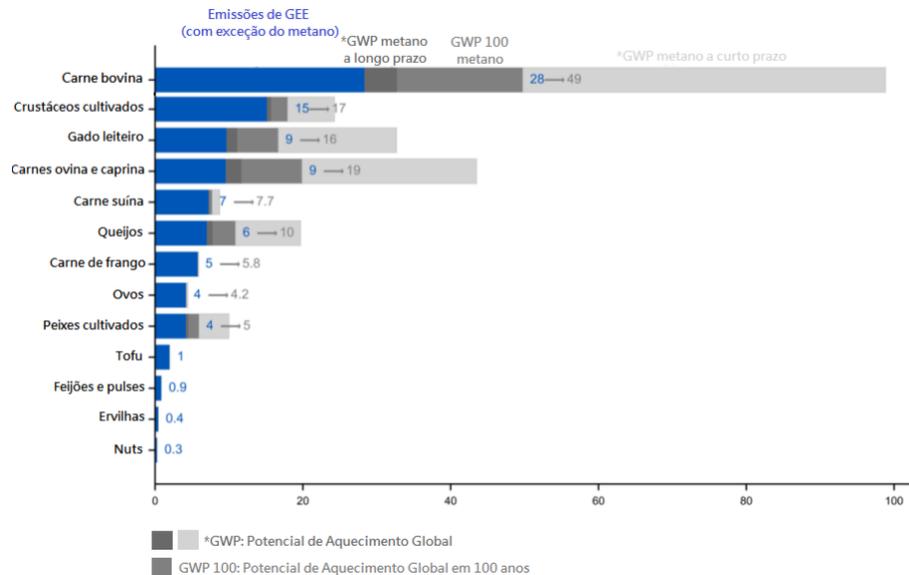
a redução (não a eliminação) do crescimento do consumo global de carne auxiliaria tanto na manutenção das contribuições sociais com a cadeia de alimentos (no que se refere aos sistemas integrados de colheita e pecuária por e para os pequenos produtores), quanto na redução do desmatamento e de seus perigos para a esfera socioambiental do planeta (WRI, 2013, tradução própria).

### 3.4 TRANSIÇÃO PROTEICA E SUSTENTABILIDADE

Segundo a ONU, estima-se que a população mundial atingirá um número próximo a 10 bilhões em 2050 (ONU, 2019). Dessa forma, a produção de alimentos deve crescer, em termos absolutos, até 2050. Acompanhando essa projeção, cresce a demanda por proteínas de origem animal, considerando o sistema de produção de alimentos que temos hoje (FAO, 2009; ONU, 2016; COLLETT et al., 2021) e o cenário de hiperconsumo de uma parcela da população global, com destaque para um consumo médio proteico de 150% a 200% acima do valor recomendado em vários países ocidentais (AIKING; DE BOER, 2018). Inclusive, casos de desnutrição estão, frequentemente, mais relacionados com a carência de proteínas na alimentação do que com uma baixa ingestão calórica (FAO, 2011b). Ou seja, a desnutrição proteica coexiste com o hiperconsumo proteico, resultado de uma falha estrutural na distribuição de alimentos, e o crescimento da população tende a intensificar esse desequilíbrio (PYETT et al., 2019).

A proteína é um macronutriente essencial em diversos processos fisiológicos no organismo humano e fundamental na promoção da saúde. O teor proteico dos alimentos e seus respectivos perfis de aminoácidos essenciais varia, assim como sua digestibilidade e biodisponibilidade, parâmetros que determinam o valor biológico das diferentes fontes proteicas (HENCHION et al., 2017; WEINDL et al., 2020). Proteínas de origem animal possuem um elevado valor nutricional. Quando comparadas às proteínas de origem vegetal, possuem um perfil proteico mais balanceado em aminoácidos essenciais. Dietas à base de plantas devem incluir uma ampla variedade de produtos vegetais que, quando combinados em quantidades adequadas, de forma complementar em aminoácidos essenciais e, atendendo à uma ingestão calórica individual recomendada, também fornecem elevada qualidade proteica dietética (WEINDL et al., 2020). Entretanto, a proteína animal é o nutriente mais caro do ponto de vista ecológico, já que vários dos limites planetários, bem como suas transgressões, estão vinculados à cadeia de produção dessas proteínas (AIKING; DE BOER, 2018). A título de exemplo, na Figura 13 está apresentada a diferença pronunciada entre as emissões de gases de efeito estufa da cadeia de produção de proteínas animais e proteínas vegetais, sendo possível observar que, apesar da diferentes métricas utilizadas para mensurar emissões de metano, os valores das emissões geradas pela produção de proteínas animais são extremamente maiores, quando comparados aos da produção de alimentos de origem vegetal ricos em proteínas.

Figura 13 – Emissões globais médias de gases de efeito estufa (CO<sub>2eq</sub>) associadas à produção de alimentos ricos em proteínas, de origem animal e de origem vegetal, por 100g de proteína.



Fonte: POORE; NEMECEK (2018).

Segundo Aiking e De Boer (2018), para uma transformação no consumo proteico de forma adequada para o avanço da sustentabilidade em sua totalidade (ambiental, social e econômica), deve-se considerar como estratégia primordial a redução da ingestão proteica em termos absolutos, considerados os hiperconsumo e índices de desperdício no mundo e, de forma subsequente, promover mudanças na atual proporção de consumo de proteínas de origem animal e de proteínas de origem vegetal.

Perdas e desperdício de alimentos também contribuem de forma significativa para a ineficiência do sistema alimentar atual, além dos impactos ambientais gerados quando convertidas tais perdas e desperdício de alimentos em emissões de gases de efeito estufa (PYETT et al., 2019). A redução de ambos estes panoramas está entre as principais diretrizes para atingir um sistema alimentar sustentável. Tanto a minimização do uso de recursos, quanto sua reutilização através de processos de agregação de valor à cadeia produtiva de alimentos, inseridos em um sistema de bioeconomia circular, podem contribuir com metas de desenvolvimento sustentável. Para isso, não apenas métodos inovativos de produção de alimentos devem ser avaliados, mas também métodos de aproveitamento e de reintrodução de alimentos excedentes, alimentos desperdiçados, subprodutos e produtos de fluxos laterais de processamento na cadeia de produção de alimentos (ASCHEMANN-WITZEL; STANGHERLIN, 2021; PYETT et al., 2019; MARKARD et al., 2020). Ainda, considerando

a parcela de contribuição da etapa de consumo no índice de perdas e desperdício de alimentos abordado pela Figura 5, o comportamento de consumo também precisa ser reeducado de forma a transformar essa visão de consumo e de produção linear em uma visão circular.

Outro tema que vêm sendo bastante discutido dentro da aplicação do *upcycling* na cadeia produtiva de alimentos é a possível minimização da competição entre alimentos para o consumo humano e para o consumo animal através da inserção dos animais de forma mais proeminente em um sistema alimentar circular, para além da redução do consumo de alimentos de origem animal. Os animais podem contribuir de forma bastante significativa para uma cadeia de suprimentos ecologicamente mais eficiente a partir do consumo de biomassa não comestível pelos humanos, além de pastagens, ou seja, materiais de consumo de baixo custo não reaproveitados pela cadeia produtiva de alimentos para a elaboração de novos produtos para consumo humano, sendo estes também alimentos fruto de perdas e desperdício e subprodutos de processamentos de alimentos que realmente não serão reutilizados (VAN ZANTEN et al., 2018; VAN ZANTEN et al., 2019; VAN HAL, 2020). Dessa forma, podem ser reduzidas a ocupação de terras direcionadas à produção de grãos para a alimentação animal e a pegada ecológica associada ao sistema agrícola (PYETT et al., 2019).

### 3.5 DIETAS EMERGENTES, TENDÊNCIA *PLANT-BASED* E SUSTENTABILIDADE

Resgatando a temática do fomento à transição de hábitos de consumo, já podemos observar que intenções e comportamentos de compra vêm mudando e direcionando os mercados alimentares às crescentes demandas de diferentes consumidores por conveniência, por produtos alimentícios mais naturais (*clean-label*), alimentos funcionais que promovam a saudabilidade, alimentos moduladores de imunidade, produtos ecologicamente corretos, produtos proteicos e produtos *plant-based*. Neste contexto, padrões de consumo emergentes, atualmente, acompanham essas tendências e representam uma grande oportunidade de investimento para um maior alinhamento entre prosperidade econômica, justiça socioambiental e sustentabilidade. Dentre estes, são exemplos de extrema importância para o presente trabalho o veganismo, o vegetarianismo e o flexitarianismo ou reducetarianismo.

De acordo com FAO et al. (2021), um dos caminhos para transformar o atual sistema alimentar, de forma a combater a insegurança alimentar e a desnutrição e garantir acesso a dietas saudáveis para todos de forma sustentável e inclusiva, é a mudança de comportamento do consumidor em favor da construção de padrões de consumo que promovam impactos positivos à saúde humana e ao meio ambiente (FAO et al., 2021). E, considerando as

definições de dietas sustentáveis e de dietas saudáveis propostas anteriormente, o veganismo, o vegetarianismo e o flexitarianismo são vertentes dietéticas mais próximas da consciência coletiva que o consumo sustentável propõe.

A plataforma Plant-Based BR (PBBR), lançada pela Editora Insumos em 2021, afirma que o termo *plant-based* é usado para fazer referência tanto a dietas, quanto a produtos alimentícios. Enquanto dietas *plant-based* não são, necessariamente, baseadas em alimentos de origem vegetal de forma exclusiva, os produtos *plant-based* são desenvolvidos necessariamente e exclusivamente na ausência de ingredientes de origem animal (PBBR, 2021; FÉHER et al., 2020). No que se refere ao padrão dietético, exclusivamente vegetal ou não, a alimentação *plant-based* deve promover o consumo de elevadas quantidades de alimentos de origem vegetal e de quantidades limitadas de alimentos de origem animal. Neste contexto, estão inseridas as dietas emergentes apresentadas por este trabalho, as quais podem ser distinguidas através do nível de exclusão de alimentos e produtos de origem animal das diversas formas de consumo humano (ASCHEMANN-WITZEL et al., 2020). De acordo com *The Vegan Society* (TVS), para além da esfera alimentar,

veganismo é uma filosofia e estilo de vida que busca excluir, na medida do possível e praticável, todas as formas de exploração e crueldade para com os animais para fins de alimentação, vestuário ou qualquer outra finalidade; e que, por extensão, promova o desenvolvimento e o uso de alternativas livres de origem animal para o benefício animal, humano e ambiental. Ou seja, em termos dietéticos, isso significa dispensar todos os produtos derivados inteiramente ou parcialmente de animais (TVS, 1944, tradução livre).

No que se refere ao vegetarianismo, a Sociedade Vegetariana Brasileira (SVB) o define como “o regime alimentar que exclui os produtos de origem animal”, ou seja, dispensa os produtos derivados de animais do contexto alimentar, especificamente. Existem cinco interpretações do vegetarianismo, atualmente, sendo estas (SVB):

- Ovolactovegetarianismo – exclui carnes e pescados, mas permite o consumo de ovos, leite e laticínios;
- Lactovegetarianismo – exclui carnes, pescados e ovos, mas permite o consumo de leite e laticínios;
- Ovovegetarianismo – exclui carnes, pescados, leite e laticínios, mas permite o consumo de ovos;
- Vegetarianismo estrito – exclui todos os produtos de origem animal da alimentação humana.

Estes padrões alimentares, com suas bases voltadas à alimentos de origem vegetal, podem assumir diversas conformações e contribuir com a redução do consumo de carne, condição intensificada, atualmente, através do crescente número de consumidores autodeclarados semivegetarianos (LANTERN, 2021; LIMA et al., 2021a). O termo semivegetarianismo não possui uma definição consensual, mas permite a inserção eventual de alimentos de origem animal na dieta e, dentro dessa classificação, merece destaque o padrão alimentar:

- Flexitariano – permite a inclusão de alimentos de origem animal, mas prioriza uma dieta baseada, majoritariamente, em alimentos de origem vegetal.

Além da limitação ou exclusão do consumo de alimentos de origem animal, as escolhas alimentares presentes nas dietas *plant-based* devem priorizar, sobretudo, alimentos de origem vegetal em sua forma integral ou minimamente processada em detrimento do consumo de alimentos ultraprocessados de baixo valor nutricional, elevando o consumo de fibras e reduzindo o consumo de gorduras, principalmente, saturadas (BEVERLAND, 2014; OSTFELD, 2017; TUSO et al., 2013). Dessa forma, dietas *plant-based* planejadas de acordo com as necessidades nutricionais e energéticas de cada indivíduo e adotadas de maneira ampla e contínua pela sociedade têm o potencial de alterar a produção agrícola de maneira significativa, gerando respostas positivas à saúde pública (LIMA et al., 2021a; POORE; NEMECEK, 2018) e ao meio ambiente. Inclusive, de acordo com Springmann et al. (2018), elevar a adesão a dietas *plant-based* pode reduzir emissões de gases de efeito estufa em até 80% até 2050 (SPRINGMANN et al., 2018). Ainda, um estudo recente publicado por Hayek et al. (2021) demonstra que o direcionamento da produção mundial de alimentos para dietas majoritariamente *plant-based*, até 2050, poderia resultar no sequestro do equivalente a 99-163% das emissões de CO<sub>2</sub> (HAYEK et al., 2021).

Considerando a predominância de um estilo de vida caracterizado por elevadas jornadas de trabalho, e a conveniência que um mundo cada vez mais globalizado exige, a adoção de mudanças práticas nos hábitos alimentares e, especificamente, o aumento do consumo de alimentos de origem vegetal em larga escala estão condicionadas às ofertas de mercado (LIMA et al., 2021a). De acordo com Lazarin (2017), o acesso a uma maior variedade de opções de alimentação em restaurantes e de produtos alimentícios em supermercados é, possivelmente, o principal elemento facilitador da mudança de hábitos e da manutenção dos padrões dietéticos à base de plantas (LAZARIN, 2017). Dessa forma, além do aumento do interesse e da intenção de compra e consumo do consumidor, as startups e grandes empresas desempenham papel fundamental na ampliação do portfólio de produtos

*plant-based* disponíveis no mercado para que um crescimento significativo na adesão desses padrões alimentares ocorra (GIACOMELLI et al., 2020; TRINDADE; PEREZ, 2013).

Além dos produtos *plant-based* comporem uma tendência por si só, estes relacionam-se com outras tendências atuais, ganhando maior relevância para o mercado consumidor e representando ótimas oportunidades para a inovação de produtos (Figura 14) (PORPINO; BOLFE, 2020).

Figura 14 – Os “4 S” das tendências globais de consumo de alimentos e oportunidades para o setor.

 Sustentabilidade	 Saudabilidade	 Segurança dos Alimentos	 Segmentação Crescente
Econômica – Social – Ambiental Consumo Vegano e Flexitariano Produtos <i>Upcycled</i> e <i>Plant-based</i> Baixa Emissão de Carbono Agricultura Sustentável	<i>Superfoods</i> e Alimentos Funcionais Grãos Ancestrais e Integrais Produtos Orgânicos, Zero Glúten, Zero Lactose Snacks Saudáveis Bebidas Probióticas	Padrão de Qualidade Nutricional e Sanitária Bem-Estar e Ética na Produção Embalagens Inteligentes Origem e Rastreabilidade Boas Práticas Agropecuárias	Variáveis Comportamentais dos Consumidores Customização via Inteligência Artificial Novas Gerações Diferentes Estilos de Vida Comunicação Transparente

Fonte: Adaptado de Porpino e Bolfe (2020).

A Innova Market Insights (IMI), por exemplo, apresentou em sua publicação *Top Ten Trends for 2022: Health of the planet overtakes personal health priorities*, a tendência *plant-based* como pano de fundo para a inovação na indústria de alimentos. A publicação destaca o crescimento de 59% nos lançamentos de novos produtos *plant-based* até agosto de 2021, em relação ao ano de 2020, resultado da ascensão do público flexitariano e da demanda dos diferentes consumidores por uma maior variedade na dieta, além do atendimento aos setores vegetariano e vegano (IMI, 2022). Soma-se a isto o fato de que a busca por inovações no setor também está relacionada à demanda por uma maior saudabilidade e transparência dentro da cadeia de produção de produtos à base de vegetais, considerando que muitos produtos são elaborados a partir de diversos ingredientes refinados, elevadas quantidades de açúcares, sódio e de aditivos de baixo valor nutritivo (FABER et al., 2020), constituindo formulações pouco interessantes na abordagem deste trabalho. De acordo com a *Whole Foods Market* (WFM), juntamente aos produtos *plant-based*, outra tendência para 2022 é a valorização da origem e da forma de produção dos alimentos que compõem os produtos, ou seja, processos agrícolas que contribuem com a rotatividade de culturas e saúde do solo, com destaque para a categoria de grãos (WFM, 2021). A rede americana também apresenta elementos probióticos,

vegetais e botânicos na elaboração de produtos *plant-based*. Dentre estes, destaca a cúrcuma, a moringa, o hibisco e o yuzu (tipo de tangerina) (WFM, 2021), ingredientes que, além da demanda *plant-based*, atendem às demandas de produtos funcionais, a partir de suas propriedades fisiológicas, e de produtos *clean-label* (“rótulo limpo” e comunicação transparente), podendo ser utilizados como corantes e aromatizantes naturais, por exemplo. Dentro da expansão de produtos à base de sementes, a WFM também evidencia o uso de sementes de girassol no desenvolvimento de produtos *plant-based* sem alergênicos, como manteigas sem a presença de nozes, castanhas e amendoim; ou ainda, *snacks* e biscoitos sem glúten (WFM, 2021). Portanto, é possível observar as correlações de diversas tendências atuais no consumo e na elaboração de produtos alimentícios com a tendência *plant-based* (Figura 14), a qual cresce exponencialmente no mundo.

### 3.6 PROTEÍNAS ALTERNATIVAS NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS *PLANT-BASED*

Pesquisas vêm sendo conduzidas pelas áreas de ciência e tecnologia de alimentos e direcionadas ao uso de proteínas alternativas como soluções viáveis na busca por uma maior eficiência no uso da terra e por baixas emissões de gases de efeito estufa na atmosfera, ao mesmo tempo em que são capazes de promover uma nutrição adequada (COLLETT et al., 2021; GROSSMANN; WEISS, 2021); e, neste sentido, as proteínas alternativas vêm conquistando uma notável visibilidade como alternativas acessíveis às proteínas de origem animal na elaboração de produtos *plant-based*.

Segundo projeções da empresa Meticulous Research® (2020a), o mercado global de produtos alimentícios *plant-based* deve chegar US\$ 74,2 bilhões em 2027. Ainda, um relatório recente do Credit Suisse (2021), um banco suíço de investimentos, estima que até 2050 esse mercado atinja US\$ 370 bilhões. Dentro desse panorama, espera-se que o mercado de proteínas alternativas chegue aos US\$ 27,05 bilhões em 2027 (METICULOUS RESEARCH, 2021).

Para o processo de desenvolvimento de produtos *plant-based*, as proteínas alternativas e demais ingredientes utilizados são selecionados de acordo com o tipo de produto que se deseja desenvolver. Existem diversas considerações a serem feitas no momento da escolha desses ingredientes, dentre os quais, de acordo com o *The Good Food Institute* (GFI), destacam-se o conteúdo e a qualidade da fonte proteica, densidade e equivalência nutricional, alergenicidade e intolerância, custo, percepção do consumidor,

características sensoriais como aroma, sabor, textura, cor e sensação na boca, funcionalidade, disponibilidade, segurança, entre outras (GFI, 2021a). Nesse sentido, as proteínas alternativas podem ser adicionadas às formulações em sua forma integral, ou seja, através da adição da matéria-prima na formulação do produto, ou a partir de sua extração da matéria-prima fonte, de acordo com a disponibilidade proteica e o potencial de extração proteico, respectivamente (KYRIAKOPOULOU et al., 2021; GROSSMANN; WEISS, 2021). Ainda, também de acordo com as proteínas selecionadas e produto final desejado, a fração proteica extraída pode ou não passar por técnicas de modificação antes de ser incorporada à formulação (KYRIAKOPOULOU et al., 2021; GROSSMANN; WEISS, 2021).

Nos parágrafos a seguir, os produtos denominados análogos à carne estão inseridos na classificação de produtos alternativos aos de origem animal. Isso porque, principalmente com o crescimento do público flexitariano, produtos análogos buscam imitar, para além de questões nutricionais, o produto cárneo convencional em suas características sensoriais, como o formato, a aparência, a textura, o sabor e o aroma do produto (KYRIAKOPOULOU et al., 2019). Entretanto, existe um público de grande relevância inserido em contextos vegetarianos, veganos e flexitarianos que possuem aversão à um ou mais tipos de carne e que, portanto, buscam por produtos alternativos, mas não análogos. Diante disso, tanto as proteínas alternativas quanto outros ingredientes das diferentes possibilidades de formulações *plant-based* atuam como ingredientes tecnofuncionais, contribuindo com o desenvolvimento das propriedades organolépticas desejadas (GROSSMANN; WEISS, 2021), ou seja, deve ser conhecido o papel de cada ingrediente e sua interação com os demais ingredientes da formulação para o desenvolvimento de produtos inovadores e atrativos aos consolidados e potenciais consumidores desse nicho de mercado (KYRIAKOPOULOU et al., 2021; GROSSMANN; WEISS, 2021).

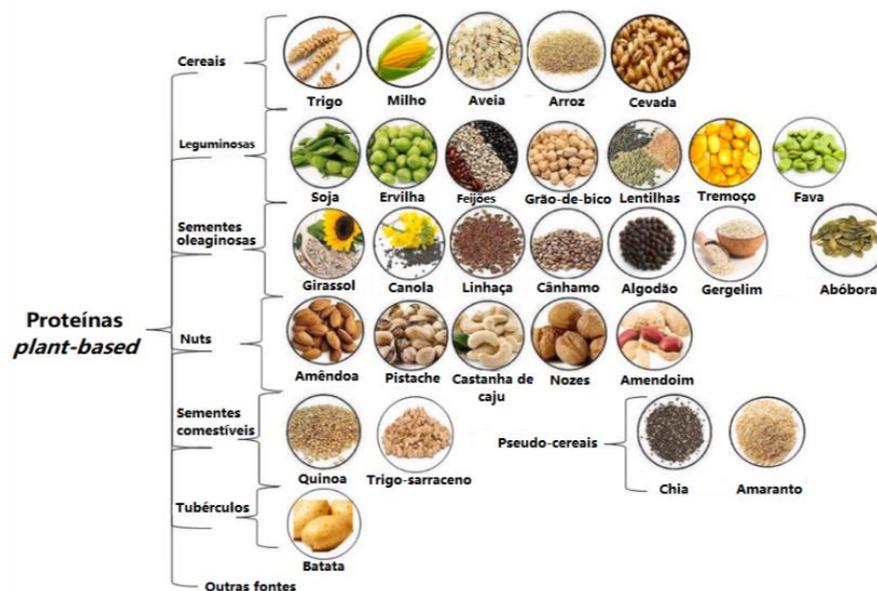
### **3.6.1 Proteínas vegetais**

De acordo com a Meticulous Research<sup>®</sup>, o mercado de proteínas *plant-based* deve atingir US\$ 23,4 bilhões no ano de 2028, tendo como principais impulsionadores a crescente demanda por dietas ricas em proteínas, o apelo à saudabilidade e ao bem-estar, o aumento da busca por alternativas aos produtos convencionais de origem animal e a consequente necessidade da indústria de alimentos e bebidas em fornecer opções ao público consumidor (METICUOUS RESEARCH, 2022).

Essa categoria é composta por alimentos de origem vegetal caracterizados, em grande parte, por uma significativa concentração de proteínas em sua composição nutricional (COLLETT et al., 2021). Cereais, pseudo-cereais, oleaginosas e sementes fazem parte dos principais grupos de alimentos utilizados atualmente para o desenvolvimento de produtos *plant-based*, porém merecem destaque as leguminosas e os pulses (Figura 15) (HENCHION et al., 2017; COLLETT et al., 2021; KYRIAKOPOULOU et al., 2021; ALCORTA et al., 2021).

As proteínas vegetais, em sua maioria, são compostas por frações proteicas com propriedades tecnológicas distintas. Além disso, estão associadas aos denominados fatores antinutricionais, compostos produzidos pelos vegetais responsáveis pela proteção biológica do mesmo, caracterizados pela redução da digestibilidade proteica e pela presença de atributos sensoriais indesejáveis. Entretanto, diversos ensaios de métodos de modificação de proteínas vegetais vêm sendo conduzidos e concluídos com êxito na formação de ingredientes multifuncionais através da modulação e alteração de propriedades físico-químicas e da eliminação de suas limitações geradas por fatores antinutricionais (NASRABADI et al., 2021). Em geral, os métodos de modificação proteica são classificados em químicos (mudança de pH, fosforilação etc.), físicos (aquecimento, extrusão, radiação ultravioleta etc.), biológicos (enzimático, fermentação) e outros recentes métodos (NASRABADI et al., 2021).

Figura 15 – Principais matérias-primas fonte de proteínas vegetais utilizadas no desenvolvimento de produtos *plant-based*.



Fonte: Adaptado de Nasrabadi et al. (2021).

### 3.6.1.1 “Carnes” vegetais

Projeta-se que o mercado global de alternativas à carne atinja 17,5 bilhões de dólares em 2027 (METICULOUS RESEARCH, 2020b). Ainda, segundo a declaração de uma pesquisa global com consumidores realizada em 2019, enquanto 10% dos consumidores já evitam completamente o consumo de carnes vermelhas, 40% buscam reduzir o consumo de proteínas animais (EUROMONITOR, 2019).

A fonte proteica mais utilizada nos diversos tipos de produtos *plant-based* atualmente é a proteína de soja. No que se refere às formulações de produtos análogos à carne, dos aproximados 63% de todos os produtos adicionados de proteína de soja, o concentrado proteico de soja (33,4%), o isolado proteico de soja (20,3%) e a proteína de soja texturizada (9,6%) são os ingredientes mais utilizados na elaboração de produtos do tipo emulsão (salsichas, linguiças, mortadelas, entre outros), produtos como hambúrgueres e nuggets e produtos que mimetizam cortes de proteínas animais (cubos, fatias, desfiados, entre outros) (KYRIAKOPOULOU et al., 2021; MINTEL, 2020). Uma das startups americanas dominantes do mercado de produtos *plant-based* análogos à carne por exemplo, a Impossible Foods (Impossible Foods Inc., Redwood City, CA, Estados Unidos) utiliza-se do concentrado proteico de soja como principal fonte proteica para o desenvolvimento de seus produtos. É importante mencionar que o concentrado e o isolado proteico de soja são subprodutos obtidos da farinha desengordurada formada na cadeia de produção do óleo de soja que, anteriormente, era utilizada na alimentação animal. Dessa forma, o direcionamento dessa farinha de soja, com um elevado conteúdo proteico, uma composição balanceada de aminoácidos essenciais, elevada disponibilidade, baixo custo e elevado potencial tecnofuncional (KYRIAKOPOULOU et al., 2019) para a produção de produtos alternativos *plant-based*, se enquadra na perspectiva de economia circular para a indústria de alimentos, temática de grande valor e interesse do ponto de vista sustentável. Além disso, apesar da recente expansão desse mercado, alimentos milenares como o tempeh, tradicionalmente feito a partir de grãos de soja fermentados, remontam o histórico de alternativas vegetais à carne no mundo.

A segunda proteína vegetal mais utilizada como ingrediente em produtos análogos à carne é a proteína do trigo, frequentemente mencionada como glúten de trigo pela literatura, visto que é a parcela proteica presente em maior quantidade neste cereal (KYRIAKOPOULOU et al., 2021). Esta ampla utilização se dá através da capacidade do glúten de trigo de formação de massas, de agregação de estrutura e de construção de textura, todas importantes para a mimetização do corte e da percepção da textura no momento da

mordida e da mastigação de produtos elaborados com proteínas animais convencionais (DAY, 2011; KRINTIRAS et al., 2014). Uma representação dessas propriedades, assim como o tempeh, é o seitan, uma alternativa à carne animal produzida amplamente através do glúten de trigo.

Apesar das proteínas de soja e de trigo apresentadas serem as alternativas mais utilizadas atualmente e representarem um grande avanço no que se refere à consolidação de produtos *plant-based* no mercado, ambas vêm enfrentando barreiras específicas quanto ao seu uso. De acordo com Harvey et al. (2020), a soja perdeu parte de sua popularidade dentre os consumidores de produtos à base de proteína de soja, principalmente em países ocidentais, justamente pelo seu vínculo com o atual sistema de produção de *commodities* que, como tratado em tópicos anteriores, possui direta relação com a produção animal, com o desmatamento e com uma sequencial cascata de impactos negativos ao meio ambiente (HARVEY et al., 2020); e, portanto, ambos estão relacionados a um mercado alimentar ineficiente do ponto de vista do desenvolvimento sustentável. Neste contexto, diversas empresas já apostam, por exemplo, em blends proteicos na formulação de produtos *plant-based*, ao invés de se utilizar apenas da proteína de soja como fonte proteica vegetal. Então, considerando um cenário ideal de um maior direcionamento da produção de soja para o mercado alimentar ascendente de produtos vegetais nos próximos anos e de diversificação de culturas para este setor, ambos demandantes de políticas públicas de incentivo, a soja pode e deve continuar compondo a lista de ingredientes dos diversos produtos *plant-based* no mercado. Soma-se a isso o elevado grau de mimetização das características sensoriais de carnes e produtos cárneos pela proteína de soja, ou seja, é improvável que esta deverá ser desprezada pela indústria de alimentos haja vista sua qualidade nutricional, desempenho tecnológico e elevada aceitação pelo público consumidor. No que se refere ao glúten, a sua alergenicidade representa uma barreira de consumo à população celíaca (KYRIAKOPOULOU et al., 2021). Assim, outras diversas culturas, bem como tradicionais e potenciais produtos derivados (farinhas, concentrados e isolados), vêm sendo explorados para sua utilização em produtos análogos à carne de forma isolada ou combinada (KYRIAKOPOULOU et al., 2019; HENCHION et al., 2017). Um exemplo importante é a proteína de arroz que, de acordo com Mintel (2020), é a quarta proteína *plant-based* mais utilizada atualmente (MINTEL, 2020). O arroz, enquanto cereal, não possui elevadas quantidades de proteína, porém, quando transformado em farinha e aplicado tratamento

enzimático para hidrólise de seus carboidratos, gera produtos com mais de 90% de proteína (SHIH; DAIGLE, 2000).

Neste cenário, os denominados pulses são a grande oportunidade de diversificação de culturas e de inovação de ingredientes no desenvolvimento de produtos *plant-based* para abastecer os mercados interno e externo (LIMA et al., 2021b), ambas aliadas às questões de sustentabilidade mencionadas por este trabalho. Segundo o Instituto Brasileiro de Feijão e Pulses (IBRAFE), os pulses são sementes secas comestíveis das plantas pertencentes à família das leguminosas, os quais possuem teor proteico de 20 a 38% e são representados, principalmente, pelos diversos tipos de feijão, ervilhas partidas, lentilhas, grão-de-bico e tremoço (LIMA et al., 2021b; KYRIAKOPOULOU et al., 2021); e, dentre estes, a proteína de ervilha em suas formas concentrada e isolada atingem, hoje, o terceiro lugar das proteínas alternativas mais utilizadas na fabricação de produtos análogos à carne no mundo (MINTEL, 2020). A empresa norte-americana Beyond Meat (Beyond Meat Inc., Los Angeles, CA, Estados Unidos), por exemplo, uma das pioneiras no lançamento de carnes "*plant-based*" e dominante neste nicho de mercado, utiliza como principal fonte proteica para a elaboração de seus produtos a proteína de ervilha. Além da proteína de ervilha, a marca também aposta no uso das proteínas de arroz, de feijão mungu e de feijão-fava.

Outras proteínas alternativas vêm sendo investigadas e tidas como promissoras no desenvolvimento de produtos *plant-based* análogos à carne por suas funcionalidades e capacidades de simular texturas muito similares às da carne, podendo atuar como substitutas da proteína de soja em determinadas formulações. Uma revisão realizada por Kyriakopoulou et al. (2021) mostra que proteínas de sementes de girassol e de canola são capazes de formar géis e atuar como agentes espessantes com a aplicação de processamentos térmicos, podendo ser utilizadas tanto na produção de hambúrgueres quanto de produtos do tipo emulsão, por exemplo. Além destas, a proteína de quinoa também apresenta boas propriedades de gelatinização e gelificação, podendo ser encontrada em produtos como substituta de gorduras, como agente espessante e como extensora de carne (VARGAS et al., 2019; BAI OUMY et al., 2018; ELSOHAIMY et al., 2015; FERNÁNDEZ-LÓPEZ et al., 2021; VERMA et al., 2019). Pesquisas preliminares sobre as proteínas de chia, de sementes de abóbora e suas respectivas funcionalidades também vêm sendo conduzidas, além de estudos sobre outras matérias-primas com potencial para atender a demanda por novas fontes proteicas e constituírem ingredientes formadores de textura na elaboração de produtos análogos, como as proteínas de batata, cânhamo, amendoim e milho (KYRIAKOPOULOU et al., 2021).

### 3.6.1.2 “Leites” e “lácteos” vegetais

O mercado global de “lácteos” *plant-based* deve atingir valores próximos a US\$ 44,9 bilhões até 2027 devido ao aumento da demanda por produtos alternativos ao leite (METICULOUS RESEARCH, 2020c). Atualmente, bebidas de amêndoas e de soja fazem parte dos líderes da categoria (FM, 2021). Também são bastante encontrados no mercado bebidas vegetais e derivados “lácteos” de castanha de caju. Porém, é importante a ampliação do uso de proteínas alternativas na produção de “leites” e “laticínios” *plant-based* para viabilizar uma maior disponibilidade de produtos alternativos ao leite de vaca tanto para consumidores alérgicos à proteína do leite ou intolerantes à lactose, quanto para consumidores com outras alergias alimentares desencadeadas pelo consumo de algumas das oleaginosas e leguminosas utilizadas para a elaboração dos “leites” vegetais. Neste contexto, bebidas vegetais de aveia também compõe a liderança da categoria (FM, 2021; FACT.MR, 2021). Ademais, formulações à base de arroz e de coco vêm ganhando um grande destaque no setor.

Uma marca bastante consolidada de produtos *plant-based* e que possui em seu portfólio formulações de “leites” e “sorvetes” vegetais bastante interessantes é a NotCo (NotCo, Santiago, Chile), que utiliza como bases proteicas as proteínas de soja e de ervilha. Por outro lado, em busca de inovação, “laticínios” *plant-based* formulados com sementes são uma tendência (FISA, 2021), tendo como promissoras as sementes de gergelim e girassol, ambas com elevado teor de óleo, facilitando a construção de uma textura cremosa análoga aos lácteos, como sorvetes, queijos e manteigas (WFM, 2022). Um exemplo presente no mercado é a SunButter (SunButter LLC, Fargo, Dakota do Norte, Estados Unidos), uma manteiga à base de semente de girassol, livre de alergênicos e que proporciona 7g de proteína em 32g de produto. Empresas e foodtechs produtoras de “queijos” *plant-based* ao redor do mundo também vêm buscando inovar através de fontes proteicas alternativas para além das castanhas, amêndoas e outros nuts comumente utilizados. São exemplos desta iniciativa as empresas. Stockeld Dreamery (Stockeld Dreamery, Solna, Estocolmo, Suécia), produtora de queijos à base de proteína de feijão-fava e proteína de ervilha; Willicroft (Willicroft, Amsterdam, Holanda), produtora de queijos formulados com feijão-branco, além da castanha de caju; Spero Foods, que desenvolve queijos à base de semente de girassol; e a Grounded Foods (Grounded Foods Co., Melbourne, Victoria, Austrália), que se utiliza de couve-flor e cânhamo na elaboração de seus queijos, este último como fonte de proteínas alternativas.

### 3.6.1.3 “Pescados” vegetais

O mercado de pescados à base de plantas vem ganhando maior visibilidade nos últimos anos, considerando o crescimento do número de startups e empresas que buscam se envolver com o nicho de mercado *plant-based*. Soma-se a isso o grande crescimento que vem sendo observado na indústria de frutos do mar alternativos. Só no primeiro semestre de 2021, empresas de frutos do mar *plant-based* levantaram US\$ 116 milhões, valor extremamente superior ao valor do investimento total de 2020 de US\$ 26 milhões (GFI, 2021b). De 29 empresas responsáveis pela produção de frutos do mar à base de plantas no mundo em 2017, em 2021 esse número subiu para 87 empresas (GFI, 2021b).

Alcorta et al. (2021) sugere que as alternativas vegetais mais comuns aos pescados ainda são elaboradas à base das proteínas de soja e de trigo ou já formuladas com tofu e seitan, e adicionadas de molho de soja e missô. Entretanto, com o avanço do mercado de “pescados” *plant-based*, formulações com fontes alternativas de proteínas vêm ganhando visibilidade. A empresa Good Catch (Good Catch Foods, Nova Iorque, NY, Estados Unidos) por exemplo, possui uma linha bastante diversa de pescados, como hambúrgueres, filés, tiras, “bolinhos” e enlatados análogos aos produtos elaborados com peixes e frutos do mar convencionais. Todos os produtos são formulados com o mesmo blend proteico criado pela empresa (Good Catch® 6-Plant Protein Blend) e composto por proteína de ervilha, proteína de soja, farinha de grão-de-bico, proteína de feijão-fava, proteína de lentilha e feijão branco em pó. Além destes, a empresa New Wave Foods (New Wave Foods Inc., Nyack, NY, Estados Unidos) lançou, recentemente, “camarões” *plant-based* utilizando-se do feijão-mungo como fonte proteica. Ainda, de acordo com a revista *Vegeconomist* (2021) temos em ascensão, além das empresas apresentadas, a companhia DSM (Royal DSM N. V., Heerlen, Limburgo, Países Baixos) e a empresa NORDSEE (NORDSEE, Bremen, Alemanha) com uma recente ampliação de seus portfólios em busca de aprimorar características sensoriais de seus produtos.

Para além do conteúdo proteico, a necessidade de se obter ingredientes alternativos fontes de ácidos graxos ômega-3 (EPA e DHA), amplamente presentes em pescados de água fria e nutricionalmente essenciais, também impulsiona a inovação por parte das empresas que apostam no setor (ALCORTA et al., 2021). Nesse sentido, microalgas destacam-se como fontes sustentáveis de proteínas e de ácidos graxos ômega-3, podendo ser utilizadas como ingredientes no desenvolvimento de produtos *plant-based* análogos aos pescados, através da

adição de extratos, da matéria-prima integral ou desidratada (LAFARGA et al., 2019). Este assunto será melhor abordado no tópico 4.6.3.

#### 3.6.1.4 “Ovos” e derivados vegetais

O principal objetivo do desenvolvimento de alternativas vegetais aos ovos, além de atender aos consumidores veganos e alérgicos, é reproduzir a funcionalidade que a proteína do ovo agrega às diferentes formulações de alimentos através de suas capacidades emulsificante, gelificante, estabilizante e propriedades de liga e de formação de espuma (ALCORTA et al., 2021). Sob essa prerrogativa e através de proteínas alternativas, a startup JUST (Eat Just Inc., São Francisco, CA, Estados Unidos) desenvolveu o JUST Egg (Eat Just Inc., São Francisco, CA, Estados Unidos), “ovos” vegetais líquidos à base de feijão-mungo e com adição de cúrcuma como corante natural, mimetizando a estrutura de ovos mexidos e omeletes, quando cozidos. Um produto como este representa um avanço tecnológico importante no desenvolvimento de alternativas para ovos, já que uma variedade de produtos substitutos de ovos em pó para adição em receitas estão presentes no mercado, mas que, geralmente, possuem como base amidos de batata e de tapioca e apresentam, portanto, uma qualidade nutricional mais baixa em termos proteicos. Empresas que se destacam neste segmento são a OGGS (OGGS, Londres, Inglaterra), produtora de “ovos” vegetais líquidos à base de proteína de grão-de-bico e que, recentemente, lançou e patenteou um produto líquido de aquafaba de grão-de-bico como substituto para ovos em receitas, a qual possui propriedades tecnológicas similares aos ovos convencionais; Evo Foods (Evo Foods, Mumbai, Maharashtra, Índia), que oferece “ovos” vegetais à base de proteínas de feijão-mungo, grão-de-bico e ervilha; e a Spero Foods (Spero Foods, Silicon Valley, CA, Estados Unidos), que lançará, ainda neste ano de 2022, “ovos” à base de sementes de abóbora (VEGECONOMIST, 2020).

Ingredientes como a lecitina de soja (emulsificante) e os hidrocoloides ou gomas (gelificantes) são amplamente utilizados, de forma isolada ou combinada, para atingir um nível de semelhança satisfatória ao ovo. Sementes como a de chia e linhaça hidratadas tendem a formar géis e promovem a estabilização da estrutura de produtos alimentícios e já apresentam significativo potencial de aplicabilidade em formulações de produtos *plant-based* (GALLO, 2015; COELHO et al., 2018).

Nesse contexto, outro produto que vêm recebendo bastante atenção do mercado *plant-based* internacional é a “maionese” vegetal e, neste segmento merece destaque o

produto NotMayo (NotCo, Santiago, Chile) da empresa NotCo, elaborado com aquafaba de grão-de-bico como fonte proteica. Outras duas empresas com formulações bastante interessantes para o presente trabalho são a Chosen Foods (Chosen Foods LLC, San Diego, CA, Estados Unidos), que produz sua “maionese” vegetal à base de óleo de avocado e tem como fontes proteicas o grão-de-bico e proteína de feijão-fava em pó; e a HLTHPUNK (HLTHPUNK, Los Angeles, CA, Estados Unidos), produtora da Bionnaise (HLTHPUNK, Los Angeles, CA, Estados Unidos), uma “maionese” vegetal à base de óleo de girassol, leite de aveia e proteína de ervilha.

### 3.6.2 Proteínas alternativas associadas ao processo de fermentação

A fermentação vem ganhando espaço no setor de proteínas alternativas como uma importante tecnologia na produção de uma nova geração de produtos *plant-based* (GFI, 2020). Segundo o relatório do GFI intitulado *Fermentation: An Introduction to a Pillar of The Alternative Protein Industry*, a fermentação voltada ao setor de proteínas alternativas na produção de produtos *plant-based* pode ser segmentada em: fermentação de uma biomassa específica e fermentação de precisão.

A fermentação de uma determinada biomassa pode gerar proteínas limpas, de elevada digestibilidade e funcionalidade a um baixo custo. Isso porque o processo de fermentação auxilia no desdobramento das proteínas e na remoção de fatores antinutricionais de proteínas vegetais, tornando-as mais acessíveis à absorção pelo organismo, além de contribuírem com propriedades tecnofuncionais do produto elaborado (GFI, 2020a). Já a fermentação de precisão possui um enorme potencial de produzir ingredientes de alto valor agregado, devido a elevada funcionalidade (GFI, 2020a), levando à uma otimização do desenvolvimento de produtos *plant-based*, ou seja, fazendo com que diversos produtos análogos se tornem cada vez mais similares aos produtos convencionais de origem animal. Dessa forma, considerando que tais fermentações podem ser realizadas com o uso de fungos, micélios, bactérias, entre outros microrganismos, serão apresentadas como proteínas alternativas relacionadas à fermentação de biomassa, as micoproteínas e a FermentIQ™; e como proteínas alternativas produzidas pela fermentação de precisão serão apresentadas a clara de ovo da empresa Every e as proteínas lácteas da empresa Perfect Day Foods.

As micoproteínas são produtos ricos em proteínas e fibras gerados durante o processo de fermentação contínua do fungo *Fusarium venenatum* (COELHO et al., 2019; ALCORTA et al, 2021). Após, de acordo com Derbyshire e Delange (2021), processos

combinados de texturização (cozimento à vapor, resfriamento e congelamento), juntamente às etapas finais de adição de ingredientes funcionais e de *flavourização*, contribuem com a mimetização da textura de carnes e uma grande variedade de produtos pode ser desenvolvida (DERBYSHIRE; DELANGE, 2021). Destaca-se como pioneira na produção de produtos análogos à carne a partir de micoproteínas a marca Quorn Foods (Marlow Foods Ltd., Stokesley, North Yorkshire, Reino Unido). Já a empresa The Better Meat Co. (Better Meat Co., West Sacramento, CA, Estados Unidos) utiliza matérias-primas amiláceas, principalmente a batata, como substrato para determinados micélios de fungos, fazendo com que ocorra, sob condições ótimas, a conversão de carboidratos em micoproteínas, biomassa fúngica capaz de mimetizar a carne. Considerando o potencial biotecnológico dos fungos de transformar matéria orgânica em alternativas alimentares ricas em proteínas para o consumo humano, diferentes gêneros e substratos para a fermentação, inclusive resíduos agroindustriais, vêm sendo avaliados na produção de micoproteínas (FINNIGAN et al., 2017; SOUZA FILHO et al., 2018; UPCRAFT et al., 2021; DERBYSHIRE; DELANGE, 2021). Ademais, estudos recentes (COELHO et al., 2019; DERBYSHIRE; DELANGE, 2021) buscam demonstrar a capacidade que as micoproteínas possuem de modulação dos níveis de colesterol total e de promover benefícios à saúde muscular através de um baixo impacto ambiental e de um baixo custo. Ao que tudo indica, com as micoproteínas são proteínas alternativas promissoras para a produção de alternativas *plant-based* de forma sustentável.

Já a proteína FermentIQ (MycoTechnology Inc., Aurora, Colorado, Estados Unidos), pertencente à empresa MycoTechnology (MycoTechnology Inc., Aurora, Colorado, Estados Unidos), é composta por um blend de proteínas de ervilha e de arroz previamente fermentado pelo micélio do cogumelo shiitake e submetida ao congelamento como processo de texturização e posterior moldagem em formatos de produtos análogos à carne; ou ao processo de desidratação, formando uma poderosa proteína *plant-based* em pó com potencial de aplicação em diversos produtos, como na elaboração de produtos alternativos aos derivados lácteos, produtos de panificação, bebidas proteicas e *snacks*. Dessa forma, temos um produto composto por proteínas vegetais sendo melhorado, em termos de funcionalidade e disponibilidade para o organismo humano, através do processo fermentativo de micélios de fungos comestíveis, como o shiitake. Outras empresas desse segmento no cenário internacional são a Meati Foods (Meati Foods, Boulder, Colorado, Estados Unidos), Nourish Ingredients (Nourish Ingredients, Canberra, ACT, Austrália) e Nature's Fynd (Nature's Fynd, Chicago, Illinois, Estados Unidos) (FOOD INOVATION, 2021). Ainda, cabe ressaltar que os “queijos”

*plant-based* citados no tópico 2.5.1.2 também são produtos gerados por processos fermentativos de proteínas alternativas.

No que se refere à fermentação de precisão, a técnica utiliza-se de microrganismos, como leveduras e fungos, como “fábricas de células” para a produção de ingredientes específicos. Essa tecnologia pode ser direcionada tanto para a produção de proteínas quanto para a produção de outros ingredientes necessários para a formulação de diferentes produtos *plant-based* análogos aos de origem animal. (FOOD INOVATION, 2021). A empresa The EVERY Co. (The EVERY Co., South San Francisco, CA, Estados Unidos) produz claras de ovo através da modificação de leveduras utilizadas na fermentação e obtenção do produto. Após a coleta da mesma sequência genética da proteína de ovos de galinha, disponível em bancos de dados científicos, esta foi introduzida nas leveduras utilizadas e fornecido açúcar como substrato fermentativo. Como resultado, são obtidas proteínas equivalentes às proteínas de ovo sem o uso de nenhum animal. Da mesma forma são produzidas proteínas idênticas às do leite pela empresa Perfect Day Foods (Perfect Day Foods, Berkeley, CA, Estados Unidos). Cabe salientar que ambos os produtos, por serem molecularmente idênticos às proteínas de origem animal, não devem ser consumidos por indivíduos alérgicos (FOOD INOVATION, 2021).

Portanto, considerando a eficiência da fermentação, o potencial de aproveitamento de alimentos e a capacidade aprimoramento de características sensoriais e nutricionais desejadas por diferentes consumidores, esta é uma tecnologia possui extrema importância no avanço e na viabilização de processos produtivos sustentáveis tanto para o meio ambiente como para a economias nacionais.

### **3.6.3 Algas**

As algas (macroalgas e microalgas) também podem atender algumas das necessidades de produção de alimentos frente ao crescimento populacional esperado nos próximos anos e ganham destaque, atualmente, como uma importante alternativa proteica no desenvolvimento de produtos *plant-based*. De acordo com Boukid e Castellari (2021), os principais motivos responsáveis pela ascensão do mercado de algas são o aumento da demanda por produtos mais naturais e saudáveis que acompanhem o crescimento da população mundial de forma eficiente, além de questões ambientais e de bem-estar animal vinculadas ao sistema de produção agroalimentar que vigora hoje. Isso porque, além de ganharem popularidade como superalimentos (nutricionalmente completos) dada a ampla

gama de nutrientes e compostos bioativos presentes em suas composições, as algas não requerem o uso terras aráveis, possuem um baixo consumo de água e possuem elevadas taxas de crescimento, gerando biomassa sem emissões de carbono (BOUKID; CASTELLARI, 2021; GEADA et al., 2021). Segundo relatório publicado da Allied Market Research (AMR), o segmento de alimentos e bebidas representou a maior parcela de contribuição para o mercado global de produtos à base de algas em 2017. Ainda, dentre os ingredientes de algas, os hidrocoloides dominaram o mercado de produtos de algas nesse mesmo ano, com uma participação de mercado de 49,2% (KADAM, 2018).

Os hidrocoloides são polissacarídeos presentes na composição de macroalgas, representados na indústria de alimentos, principalmente, pelos alginatos, carragenas e ágares que, na presença de água, formam géis bastante conhecidos e utilizados em diferentes formulações por suas propriedades tecnofuncionais emulsificantes, espessantes e estabilizantes. Nesse sentido, os “camarões” *plant-based* (produzidos pela empresa New Wave) já mencionados anteriormente possuem o alginato de potássio como um ingrediente importante na construção da textura do produto análogo ao de origem animal. Para além do uso de macroalgas em produtos alimentícios através de extratos, em 2021 a empresa americana AKUA lançou o primeiro hambúrguer à base de algas em sua forma integral. Como o próprio nome sugere, o novo Kelp Burguer (AKUA PBC, Nova Iorque, NY, Estados Unidos) é elaborado a partir de macroalgas marinhas denominadas “Kelp”, adicionado de cogumelos crimini e utilizadas como fontes proteicas alternativas importantes a proteína de ervilha, o feijão preto e a quinoa. Além de compor o conteúdo proteico na elaboração de produtos *plant-based*, as macroalgas também são utilizadas como ingrediente na suplementação de massas e produtos de panificação em termos de conteúdo de fibras e micronutrientes, interessantes para a diversificação e melhoramento de alimentos à base de cereais (MOURA, 2020).

Entretanto, as microalgas vêm ganhando maior atenção do mercado de proteínas alternativas, já que é o tipo de alga com a maior capacidade de acumular proteínas. Diversas espécies de microalgas possuem o perfil de aminoácidos essenciais similar ao de fontes proteicas convencionais, sendo comparável, inclusive, ao padrão proteico de referência recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (BECKER, 2004; KOYANDE et al., 2019). As duas principais microalgas utilizadas no mercado de proteínas derivadas de algas são a spirulina e a chlorella, ambas representando 69% da receita total de 2018, com destaque para a spirulina como a microalga dominante no setor, com contribuição de,

aproximadamente, 54% do valor total (SUN, 2020). Ambas chegam a atingir um conteúdo proteico equivalente a 70% de seus respectivos pesos secos e apresentam grande potencial de aplicação em produtos *plant-based* como fontes de proteínas alternativas (SUN, 2020). Atualmente, o mercado global de proteínas de algas está em estágio inicial de expansão, entretanto este deve atingir US\$ 1,2 bilhão em 2023 (SUN, 2020) e, considerando o protagonismo da spirulina, projeta-se que o mercado de spirulina atinja US\$ 968,6 milhões até 2028 (METICULOUS RESEARCH; EABA, 2021).

O U.S. Food And Drug Administration (USFDA) aprovou a utilização de spirulina e chlorella, ingredientes com classificação GRAS (Geralmente Reconhecido como Seguro), como corantes naturais em alimentos e bebidas, cujas aplicações vêm crescendo devido à alta demanda dos consumidores por produtos funcionais, saudáveis e com apelo *clean-label*. Dessa forma, cresce no mercado o número de produtos adicionados de spirulina e chlorella, como sorvetes, sobremesas, produtos de confeitaria, iogurtes, queijos, produtos de panificação, massas, *snacks* e bebidas (METICULOUS RESEARCH; EABA, 2021; LAFARGA et al., 2019). Além disso, devido ao perfil de aminoácidos essenciais equiparável ao de fontes convencionais e às promissoras capacidades gelificantes e emulsificantes (TEULING et al., 2019; BERNAERTS et al., 2019), produtos alternativos à ovos também vêm sendo desenvolvidos com algas em sua forma integral, como é o caso do The Vegg Power Scramble (The Vegg, Stroudsburg, Pennsylvania, Estados Unidos), que possui em sua formulação farinha de algas e proteínas de algas.

Em geral, as microalgas também apresentam um conteúdo significativo de ômega-3 (EPA e DHA), ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa obtidos, majoritariamente, através do consumo de pescados de água fria. Porém, a cadeia de oferta desses alimentos lida com um cenário de sobrepesca e de mudanças climáticas, gerando uma demanda por novas fontes de ômega-3, como é o caso das microalgas (TOCHER et al., 2019; REMIZE et al., 2021). De acordo com a ONU, a ingestão diária recomendada para estes ácidos graxos (EPA e DHA) é de 200–500 mg para que sejam evitadas doenças cardiovasculares. Estima-se que, para atingir a demanda per capita de pescados em 2030, a aquicultura precisará aumentar sua produção em 32% (FAO, 2020). Então, atualmente, os gêneros de microalgas mais utilizados na extração dessa porção lipídica para aplicação em alimentos e bebidas são *Ulkenia* sp. e *Schizochytrium* sp (MOLINO et al., 2018). Neste contexto, as microalgas representam uma grande oportunidade como ingredientes proteicos e lipídicos na elaboração de novos produtos alternativos aos pescados (REMIZE et al., 2021). Um exemplo é o SOLmon (ODONTELLA,

Bordeaux, Aquitaine, França), produto *plant-based* alternativo ao salmão elaborado com um preparado das microalgas *Chlorella sp.*, *Ascophyllum nodosum*, *Himantalia elongata* e *Undaria pinnatifida*.

### 3.7 BRASIL E TENDÊNCIA *PLANT-BASED*: PROTEÍNAS ALTERNATIVAS E INGREDIENTES NATIVOS

O Brasil se destaca no mercado mundial como grande fornecedor de *commodities*, o que acaba por gerar uma monotonia alimentar pela falta de diversificação de culturas e nutrientes no campo e na alimentação brasileira (FOOD CONECTION, 2021; IMAFLORA et al., 2020). Isso porque, dentro da dinâmica alimentar de *commodities*, a elevada demanda externa por produtos da agropecuária brasileira se traduz num encarecimento de produtos internamente. Assim, no Brasil todo os gastos com a alimentação concentram-se em poucos produtos e a potencialidade da biodiversidade brasileira permanece subutilizada (IMAFLORA et al., 2020; GFI, 2021a). De acordo com o GFI, estima-se que menos de 30 espécies vegetais estão presentes na base alimentar brasileira e que apenas 8 espécies da flora do país estão consolidadas no mercado nacional atualmente (abacaxi, amendoim, caju, cacau, goiaba, guaraná, maracujá e mandioca) (GFI, 2021a). A potencialidade da flora nativa brasileira ainda não está refletida nos supermercados e no prato dos brasileiros, mas esta deve contribuir de forma significativa para o futuro do desenvolvimento sustentável a nível mundial (GFI, 2021a). Nesse contexto, a oportunidade do Brasil em fortalecer sua posição no mercado *plant-based* com produtos inovadores através da valorização de sua produção pode direcionar o país à liderança da categoria (PORPINO; BOLFE, 2020; FOOD CONECTION, 2021).

O Brasil abriga 20% da biodiversidade mundial. Utilizá-la dentro dos princípios da bioeconomia para desenvolver novos produtos e ingredientes pode aumentar a oferta nacional de alimentos, levar o país a liderar o mercado internacional com sabores únicos, além de contribuir para a preservação do meio ambiente e a geração de renda para a economia local (GFI, 2021b).

O desenvolvimento de produtos *plant-based* de identidade brasileira requer avanços em pesquisas direcionadas à busca de proteínas alternativas e ingredientes nativos e no desenvolvimento de tecnologias de processamento para otimizar tanto a sensorialidade quanto o custo final dos produtos (GFI, 2021a). Segundo uma pesquisa realizada com indústrias de ingredientes e de processamento de produtos vegetais, o GFI constatou que a principal demanda sinalizada pelas empresas foi o desenvolvimento de matérias-primas e ingredientes nacionais. Essa pesquisa corrobora com um levantamento, também realizado pelo GFI, no

qual, de 50 produtos análogos à carne de 11 marcas diferentes, 82% foram elaborados com proteína de ervilha, 73% continham soja e 9% foram desenvolvidos a partir de proteínas de feijão, grão-de-bico ou trigo (GFI, 2021a). O oferecimento de opções de ingredientes nacionais no mercado brasileiro ainda está em estágio de desenvolvimento, onde a soja, encontrada com alta disponibilidade no Brasil, permanece predominante como fonte de proteína alternativa na elaboração de produtos *plant-based*. Essa baixa disponibilidade de opções cria uma dependência da importação de ingredientes, o que eleva o custo dos produtos e limita o acesso dos consumidores brasileiros às alternativas vegetais (GFI, 2021a). Temos como exemplo a ervilha, matéria-prima importada dominante no mercado *plant-based* nacional. Atualmente, o Brasil importa, aproximadamente 70% da ervilha, 98% do grão-de-bico e quase 100% da lentilha utilizadas nacionalmente, leguminosas promissoras como fontes de proteínas alternativas no desenvolvimento de produtos *plant-based*. Então, uma vez que a produção é nacionalizada de forma sustentável e não competitiva, o valor do produto final é reduzido, o consumo é multiplicado (IBRAFE, 2021). Nesse sentido, além fomentar pesquisas para agregação de valor dessas culturas, a Embrapa e organizações como o GFI investem em culturas tradicionais já estabelecidas no Brasil com potencial de atender a demandas por novas fontes de proteínas alternativas, como o feijão, mandioca, amendoim, arroz, milho, gergelim, girassol, sorgo, aveia, centeio, cevada, trigo, batata, entre outras matérias-primas; já que, para além de aumentar a produção, deve-se elevar a produtividade e reduzir as perdas na cadeia de produção (GFI, 2021a; IBRAFE, 2021). Portanto, conforme uma publicação recente do GFI,

O principal desafio para as empresas em 2022 é caminhar na direção do aumento ao mesmo tempo da escala de produção e do número de ingredientes nacionais utilizados. Isso poderá permitir a produção a um custo cada vez mais baixo, para um público cada vez maior. E permitirá produtos de alcance global cheios de “brasilidade” na sua composição. É hora de consolidar a tendência de que o Brasil passe a utilizar em seus análogos de base vegetal seus próprios feijões e pulses como fonte principal de proteína e ingredientes naturais extraídos de forma sustentável da biodiversidade brasileira por meio da agregação de valor local (GFI, 2022).

Nesse sentido, além das linhas de pesquisa em desenvolvimento no país, uma iniciativa de grande importância para o avanço brasileiro no cenário de bioinovação é o Projeto Biomas,

[...] um programa de incentivo à pesquisa voltado a universidades, instituições de pesquisa e empresas privadas, criado pelo *The Good Food Institute Brasil*, para desenvolver o mercado de proteínas alternativas nacional. Por meio dele, espera-se utilizar e agregar valor às espécies nativas dos biomas brasileiros; gerar oportunidades de renda para as comunidades locais; e promover a preservação da biodiversidade e o uso sustentável dos recursos naturais. A iniciativa surge para atender a demanda urgente do mercado brasileiro de produtos feitos de plantas por ingredientes nacionais que melhorem as características sensoriais, funcionais, nutricionais e reduzam os custos de seus produtos (GFI, 2021a).

Até o momento foram selecionados os biomas brasileiros Amazônia e Cerrado (Figura 16), nos quais determinadas matérias-primas foram selecionadas devido ao elevado potencial tecnológico e econômico das espécies em atuar como ingredientes na elaboração de produtos *plant-based*, aliando nutrição, sabor, funcionalidade e sustentabilidade.

Figura 16 – Espécies exploradas pelo Projeto Biomas.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Dentre os ingredientes desejados oriundos das polpas, amêndoas, sementes, cascas e das respectivas tortas geradas durante o processamento das matérias-primas estão farinhas desengorduradas, concentrados e isolados proteicos, biomassas ricas em fibras, pigmentos naturais, óleos, gorduras e outros possíveis ingredientes com potencial aplicabilidade em produtos *plant-based* (GFI, 2021c).

O aproveitamento de recursos dos biomas brasileiros já é uma realidade propagada, por exemplo, pela foodtech brasileira Amazonika Mundi (Amazonika Mundi, Niterói, RJ, Brasil), fundada em 2020 e que desenvolve produtos análogos à carne com ingredientes amazônicos, como a fibra de caju, tucupi preto, feijão-manteiguinha de Santarém, extrato de açaí, farinha d'água de Bragança, pimenta indígena assísí, entre outros. Outra empresa

brasileira com o propósito de valorização de ingredientes nativos é a IBY Foods (IBY Foods, Campinas, SP, Brasil), que produz leites vegetais à base de castanhas-do-brasil.

Enquanto avançam os estudos sobre um melhor aproveitamento da biodiversidade brasileira e valorização de ingredientes nativos de forma sustentável, empresas envolvidas no mercado *plant-based* nacional ampliam seus portfólios e ganham visibilidade no setor. Um relatório do GFI contabilizou cerca de 106 empresas e startups de proteínas à base de plantas atuantes no Brasil no ano de 2020, atribuindo significativa parcela desse crescimento ao aumento do número de consumidores flexitarianos no país (GFI, 2021d). Alcançar grupos de consumidores com perfis de consumo distintos e focar na experiência final dos mesmos representou uma grande transformação e evolução para o setor (GFI, 2020b). Empresas brasileiras de grande porte como Fazenda Futuro (Fazenda Futuro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), Seara (Seara Alimentos S.A., Seara, Santa Catarina, Brasil), Marfrig (Marfrig Global Foods S.A., Bataguassu, MTS, Brasil) e BRF (BRF S.A., Santa Catarina, Brasil) são responsáveis pelos lançamentos dos produtos de maior popularidade no mercado *plant-based* nacional.

A Fazenda Futuro iniciou suas atividades em 2019 com o lançamento do Futuro Burger, com posterior ampliação do portfólio através do desenvolvimento de produtos análogos, como a “linguiça” e o “frango” vegetal, elaborados com as proteínas de soja e de ervilha, e o “atum” à base de plantas, elaborado com as proteínas de soja, ervilha e grão-de-bico. Atualmente, os produtos *plant-based* da Fazenda Futuro são encontrados nos mercados do Chile, Paraguai, Uruguai, Holanda, Alemanha, Reino Unido e da Arábia Saudita (GFI, 2020b).

A Seara, empresa reconhecida nacionalmente por seus produtos de origem animal, lançou, em 2019, uma linha exclusivamente vegetal: a linha Incrível. Tendo como primeiro produto desenvolvido o Incrível Burger, hoje a linha conta com uma grande gama de opções à base de plantas, também desenvolvidas com proteínas de soja, ervilha e grão-de-bico. A resposta positiva dos consumidores levou a Seara a criar o Incrível.lab, um centro de pesquisas focadas em inovação no desenvolvimento de produtos *plant-based* (GFI, 2020b).

A Marfrig, mundialmente conhecida pela produção de carne, também iniciou seus investimentos no setor de produtos à base de plantas em 2019, quando lançou um hambúrguer vegetal em parceria com a rede Burger King de *fast food*. Hoje, após o lançamento da linha Revolution Burger da empresa, a Marfrig disponibiliza seus produtos *plant-based* no varejo em redes selecionadas de restaurantes (GFI, 2020b).

Outro lançamento de grande impacto dentre as empresas produtoras de carnes, foi a linha Sadia Veg&Tal da BRF que, além de proporcionar uma ampla diversificação de produtos à base de plantas, em 2021 teve seu portfólio expandido com o desenvolvimento do frango vegetal à base de proteínas de soja, ervilha e feijão carioca, um pulse de grande produção e valor nacional.

Além destas, empresas de menor porte e foodtechs brasileiras vêm investindo em novas formulações que atendam a lógica da tríade proposta pelo *The Good Food Institute* (GFI), ou seja, a combinação positiva dos fatores preço, sabor e conveniência, através da exploração de novos ingredientes e novas tecnologias que otimizem a qualidade do produto final. Neste contexto, o GFI (2021e) realizou um mapeamento de empresas envolvidas no setor de proteínas alternativas direcionadas ao desenvolvimento de produtos *plant-based* no Brasil (Figura 17).

Figura 17 – Mapeamento de empresas consolidadas no setor de proteínas alternativas para a produção de “carnes”, “leites”, “ovos” e derivados vegetais no Brasil.

### CARNES VEGETAIS



### LEITES VEGETAIS



### DERIVADOS

#### LÁCTEOS VEGETAIS



#### OVOS

#### E DERIVADOS VEGETAIS



Fonte: Adaptado de GFI (2021e).

Dentre as empresas e startups mapeadas, foram selecionados produtos que já se utilizam tanto de proteínas alternativas, quanto de matérias-primas da produção agrícola nacional como ingredientes da formulação de produtos *plant-based* (Quadro 1). Estes últimos,

além de promover a funcionalidade desejada, são responsáveis por elevar as características sensoriais requeridas, enquanto agregam valor ao produto final. A utilização de elementos da produção de alimentos brasileira contribui com o desenvolvimento de produtos inovadores e de identidade própria e com a valorização da produção de ingredientes nacionais, gerando visibilidade nos mercados nacional e internacional.

Quadro 1 – Fontes proteicas alternativas e matérias-primas da produção agrícola nacional na composição de produtos inovadores e de identidade brasileira lançados no mercado de produtos *plant-based*.

(continua)

<b>Classificação <i>plant-based</i></b>	<b>Produtos</b>	<b>Empresas</b>	<b>Proteínas e fontes proteicas alternativas</b>	<b>Matérias-primas e ingredientes da produção agrícola nacional</b>	<b>Referências</b>
<b>“Carnes” vegetais</b>	“Hambúrguer” vegetal	Gerônimo	Proteína de ervilha, grão-de-bico, aveia em flocos, feijão-preto, lentilha, sementes de girassol, feijão-fradinho, sementes de chia	Feijão-preto, feijão-fradinho, batata-doce, mandioca, abóbora, farinha de mandioca, farinha de arroz, couve	GFI (2021e).
		Frimesa	Proteínas de soja, fava e ervilha	Amido de milho	

Quadro 1 – Fontes proteicas alternativas e matérias-primas da produção agrícola nacional na composição de produtos inovadores e de identidade brasileira lançados no mercado de produtos *plant-based*.

(continuação)

<b>Classificação</b> <i>plant-based</i>	<b>Produtos</b>	<b>Empresas</b>	<b>Proteínas e fontes proteicas alternativas</b>	<b>Matérias-primas e ingredientes da produção agrícola nacional</b>	<b>Referências</b>
<b>“Carne” vegetais</b>	“Hambúrguer” vegetal	Veggie Roots	Grão-de-bico, lentilha, feijão-de-corda, feijão-vermelho, quinoa vermelha, aveia, sementes de chia, sementes de girassol	Feijão-de-corda, feijão vermelho, batata-doce, cenoura	GFI (2021e).
	“Hambúrguer”, “almôndegas” e “salsichas” vegetais	Urban Farmcy	Grão-de-bico, proteína de ervilha, aveia em flocos	Beterraba, fécula de mandioca, fibra de bambu, arroz vermelho, cogumelo Portobello	
	“Hambúrguer”, “almôndegas” e “linguiças” vegetais	Proteína da Terra	Painço, feijão-vermelho, proteína de ervilha, feijão-fradinho, lentilha, grão-de-bico	Polvilho doce, polvilho azedo, beterraba, farinha de arroz, cenoura, fécula de batata, cogumelo paris, cogumelo shiitake	
	“Frango” vegetal	Sadia	Proteínas de soja, ervilha e feijão-carioca	Feijão-carioca	

Quadro 1 – Fontes proteicas alternativas e matérias-primas da produção agrícola nacional na composição de produtos inovadores e de identidade brasileira lançados no mercado de produtos *plant-based*.

(conclusão)

<b>Classificação</b> <i>plant-based</i>	<b>Produtos</b>	<b>Empresas</b>	<b>Proteínas e fontes proteicas alternativas</b>	<b>Matérias-primas e ingredientes da produção agrícola nacional</b>	<b>Referências</b>
<b>“Carnes” vegetais</b>	“Frango” vegetal empanado	The New Butcher	Blend proteico (proteína texturizada de ervilha, proteína isolada de ervilha, proteína isolada de arroz e proteína concentrada de lentilha)	Fécula de mandioca, farinha de milho, fibra de bambu	GFI (2021e).
	“Salmão” e Bolinho de “Bacalhau” vegetal			Jaca verde, farinha de arroz, fécula de mandioca, farinha de milho, fibra de bambu	
<b>“Leites” e derivados vegetais</b>	“Queijos” vegetais	NoMoo	Castanha de caju	Polvilho doce	
	“Sorvetes” vegetais	Yamo	Pasta de gergelim	“Leite” de inhame, amendoim, cacau em pó	
		Lowko	Castanha de caju, proteína de ervilha	Fibra de laranja, cacau em pó	
		Bem&Jerry’s	Amêndoas, proteína de ervilha	Malte de cevada, farinha de tapioca, cacau em pó	
	“Iogurtes” vegetais	The Question Mark Co.	Castanha de caju	Inhame, manga, goiaba, acerola, pitanga	
<b>“Ovos” e derivados vegetais</b>	“Ovo” vegetal	Ovegg	Grão-de-bico em pó, proteína de ervilha	Fécula de mandioca, fubá de milho	
		Only Veggie	Farinha de grão-de-bico	Polvilho doce, polvilho azedo	

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Startups novas no mercado *plant-based* brasileiro também vêm investindo em ingredientes nacionais e no aproveitamento das cadeias de produção de alimentos para a elaboração de produtos à base de plantas. A foodtech Faba Alimentos lançou a MayOh, uma maionese vegetal com base proteica de aquafaba e adicionada de fibra de mandioca como ingrediente formador de textura. Já a marca FRESCO possui iogurtes elaborados com polpa e fibra de maracujá e com fécula de mandioca, por exemplo. E estes são apenas exemplos da crescente no mercado de produtos *plant-based* no Brasil.

Dessa forma, dentro do processo de inovação de produtos *plant-based* através do uso de matérias-primas da produção agrícola nacional e de ingredientes nativos do Brasil, devem ser pontuados como desafios no desenvolvimento desta cadeia produtiva nacional a melhoria de tecnologias já aplicadas a matérias-primas de uso mais consolidado para a elaboração dessa classe de produtos e o desenvolvimento de novas tecnologias adequadas ao processamento desses novos ingredientes, visando otimizar o processo produtivo e a qualidade dos produtos finais de interesse. Além disso, no Brasil e em diversos países do mundo ainda não são estabelecidos processos regulatórios específicos para proteínas alternativas e produtos *plant-based*. Uma referência internacionalmente aceita é a ISO 23662:2021, que aborda definições e critérios técnicos para alimentos e ingredientes alimentares adequados para vegetarianos ou veganos, bem como para rotulagem e declarações ou alegações. Países como Argentina, Japão, Índia e Cingapura já avaliam a regulamentação do tema, enquanto outros possuem guias e orientações publicadas (ANVISA, 2021). No Brasil, de acordo com a ANVISA (2021), questões regulatórias já foram mapeadas para a categoria de produtos *plant-based* e identificadas interfaces entre a categoria e a Agenda Regulatória 2021/2023 (AR 2021/2023), textos do Codex Alimentarius (*Codex Committee on Vegetable Proteins* – CXG 4-1989, CXS 163-1987, CXS 174-1989, CXS 175-1989) e a legislação sanitária nacional (Decreto-lei 986/1969, RDC 91/2000, RDC 3/2013, RDC 26/2015, RDC 268/2005, RDC 272/2005, RDC 273/2005). Ainda assim, com a ausência de um marco regulatório definitivo, para a produção de produtos *plant-based* deve-se tomar como base a legislação aplicável a outros produtos alimentícios no que se refere à requisitos de segurança, padrões de identidade e qualidade e padrões de rotulagem (ANVISA, 2021). Desafios quanto a denominação de produtos *plant-based* também vêm movimentando os assuntos regulatórios através de questionamentos sobre a utilização de termos aprovados pelo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária dos

Produtos de Origem Animal (RIISPOA) nos rótulos de produtos à base de plantas, como “hambúrguer”, “salsicha”, “leite”, “queijo”, entre outros (COUTINHO, 2021).

Portanto, com uma regulamentação adequada proporciona maior transparência ao consumidor, maior padronização e segurança aos produtos *plant-based*, além de facilitar o avanço de um mercado em notável ascensão. Um recurso utilizado por empresas e foodtechs brasileiras para aproximar o consumidor de seus produtos à base de plantas é o selo vegano, uma certificação criada pela Sociedade Vegetariana Brasileira (SVB) em 2013 e que, atualmente, possui mais de 3.050 produtos certificados (SVB, 2022); já que, frequentemente, a falta de uma legislação específica para produtos *plant-based* é tida como uma barreira na escolha do consumidor por um produto desta categoria no mercado (OLIVEIRA, 2020).

#### **4 CONCLUSÃO**

O desenvolvimento do presente trabalho, através de uma revisão da literatura sobre o tema proposto e de dados históricos e atuais do sistema alimentar, possibilitou associar as projeções para uma reformulação do sistema de produção de alimentos mundial com a potencialidade que a biodiversidade brasileira possui para contribuir com modelos mais sustentáveis de utilização de recursos. A cadeia de impactos gerados na saúde pública e na economia pelas ações antrópicas no meio ambiente é bastante complexa e demanda urgente transformação, a começar pela forma como os alimentos são produzidos e consumidos. O equilíbrio entre sustentabilidade, densidade nutricional, custo ambiental e econômico, e desempenho tecnológico são um desafio para a indústria de alimentos. Entretanto, considerando o maior alcance de sistemas alimentares mais sustentáveis por meio de um protagonismo de proteínas derivadas de plantas e do incentivo a aplicação de economias circulares nas esferas produtivas e de consumo, parte do desequilíbrio socioambiental pode ser revertido. Neste contexto, oportunidades de inovação no mercado *plant-based* crescem e devem ser incentivadas, dado o potencial aporte nutricional, sensorial e sustentável que estes produtos podem entregar. O Brasil, por sua biodiversidade, pode chegar à liderança do setor conforme o avanço das pesquisas e do desenvolvimento de tecnologias para a otimização da qualidade do produto final, juntamente com a redução de custos e a valorização de alimentos nativos do Brasil.

## REFERÊNCIAS

- ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **Beef report: Perfil da Pecuária no Brasil**. 2021. Disponível em: <<http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2021/>>. Acesso em: 16 dez. 2021.
- ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **Exportações**. 2021. Disponível em: <<http://abiec.com.br/exportacoes/>>. Acesso em: 16 dez. 2021.
- AINKING, H.; DE BOER, J. The next protein transition. **Trends in Food Science & Technology** 2020, vol. 105, p. 515–522, 2018.
- AIKING, H.; DE BOER, J.; SCHÖSLER, H. Meatless days" or "less but better"? Exploring strategies to adapt Western meat consumption to health and sustainability challenges. **Appetite**, v. 76, p. 120–128, 2014.
- AIKING, H.; DE BOER, J. The next protein transition. **Trends In Food Science & Technology**, v. 105, p. 115–122, 2018.
- ALCORTA, Alexandra *et al.* Foods for Plant-Based Diets: challenges and innovations. **Foods**, [S.L.], v. 10, n. 2, p. 293, 2021.
- ALLEN, M.; ANTWI-AGYEI, P.; ARAGON-DURAND, F.; BABIKER, M.; BERTOLDI, P.; BIND, M.; BROWN S.; BUCKERIDGE, M.; et al. **Technical Summary: Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty**, 2019.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 2021. **Oficina regulatória: Análise e identificação de problemas – Produtos “plant-based”**. Gerência-Geral de Alimentos – GGALI, 2021, 16 p.
- ARAGÃO, A.; CONTINI, E. **O agro no Brasil e no mundo: uma síntese do período de 2000 a 2020**. Embrapa (SIRE), [S.l. : s.n.], [2020?]. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/10180/62618376/O+AGRO+NO+BRASIL+E+NO+MU+NDU.pdf/41e20155-5cd9-f4ad-7119-945e147396cb>>. Acesso em: 7 dez. 2021.
- ARRUDA, B. A. **Consolidação do Complexo Agroindustrial da Carne Bovina no Brasil**. 2021, 48 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal de Uberlândia, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/33277/1/Consolida%c3%a7%c3%a3oDoComplexo.pdf>>. Acesso em: 6 dez. 2021.

ASCHEMANN-WITZEL, J.; GANTRIIS, R. F.; FRAGA, P.; PEREZ-CUETO, F. J. A. Plant-based food and protein trend from a business perspective: markets, consumers, and the challenges and opportunities in the future. **Critical Reviews In Food Science And Nutrition**, [S.L.], v. 61, n. 18, p. 3119-3128, 2020.

ASCHEMANN-WITZEL, J.; STANGHERLIN, I. do C. Upcycled by-product use in agri-food systems from a consumer perspective: a review of what we know, and what is missing. **Technological Forecasting And Social Change**, v. 168, p. 120749, 2021.

ASSUNÇÃO, G.; POMMER, R. M. G. O alimento como fator sociocultural: reflexões acerca do consumo de carne. **Salão do conhecimento**, v. 6, n. 6, p. 1–6, 2020.

BAIOUMY, A.A.; BOBRENEVA, I.V.; TVOROGOVA, A.A.; SHOBANOVA, T.V. Possibility of using quinoa seeds (*Chenopodium quinoa*) in meat products and its impact on nutritional and organoleptic characteristics. **Bioscience Research**, v. 15, p. 3307–3315, 2018.

BECKER, W. Microalgae in Human and Animal Nutrition. *In*: Richmond, A., Ed., **Handbook of Microalgal Culture: Biotechnology and Applied Phycology**, Blackwell Science, London, 566 p., 2004.

BERNAERTS, T. M.M.; GHEYSEN, L.; FOUBERT, I.; HENDRICKX, M. E.; VAN LOEY, A. M. The potential of microalgae and their biopolymers as structuring ingredients in food: a review. **Biotechnology Advances**, [S.L.], v. 37, n. 8, p. 107419, 2019.

BEVERLAND, M. B. Sustainable eating: mainstreaming plant-based diets in developed economies. **Journal of Macromarketing**, 2014.

BOUKID, F.; CASTELLARI, M. Food and Beverages Containing Algae and Derived Ingredients Launched in the Market from 2015 to 2019: A Front-of-Pack Labeling Perspective with a Special Focus on Spain. **Foods**, v. 10, n. 1, p. 173, 2021.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Coletânea dos fatores de emissão e remoção de gases de efeito estufa da agricultura brasileira** – Brasília : MAPA/SENAR, 2020. 147 p. Disponível em: <[https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/fatores-nacionais-para-emissao-e-remocao-de-gases-de-efeito-estufa-na-agropecuaria-estao-em-coletanea-inedita-do-mapa/Coletanea\\_agricultura.pdf](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/fatores-nacionais-para-emissao-e-remocao-de-gases-de-efeito-estufa-na-agropecuaria-estao-em-coletanea-inedita-do-mapa/Coletanea_agricultura.pdf)>. Acesso em: 20 jan. 2022.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Secretaria de Políticas para a Formação e Ações Estratégicas. Coordenação-Geral do Clima. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil**. 5. ed. Brasília: MCTIC, 2021. Disponível em: <[https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/estimativas-anuais-de-emissoes-gee/arquivos/livro\\_digital\\_5ed\\_estimativas\\_anuais.pdf](https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/estimativas-anuais-de-emissoes-gee/arquivos/livro_digital_5ed_estimativas_anuais.pdf)>. Acesso em: 20 jan. 2022.

COELHO, M. S.; SALAS-MELLADO, M. de Las M. How extraction method affects the physicochemical and functional properties of chia proteins. **Lwt**, [S.L.], v. 96, p. 26-33, 2018.

COELHO, M. O. C.; MONTEYNE, A. J.; DUNLOP, M. V.; HARRIS, H. C.; MORRISON, D. J.; STEPHENS, F. B.; WALL, B. T. Mycoprotein as a possible alternative source of dietary protein to support muscle and metabolic health. **Nutrition Reviews**, [S.L.], v. 78, n. 6, p. 486-497, 2019.

COLLETT, K.; O'CALLAGHAN, B.; MASON, M.; GODFRAY, C.; HEPBURN, C. The climate impact of alternative proteins **Final 25% Series Paper**, Oxford Smith School of Enterprise and the Environment, 2021.

CREDIT SUISSE RESEARCH INSTITUTE. **The global food system: Identifying sustainable solutions**, p. 2–99, 2021.

COUTINHO, J. Vem aí o marco regulatório de alimentos “plant based”. **Food Connection**, 2021. Disponível em: <<https://www.foodconnection.com.br/especialistas/vem-ai-o-marco-regulatorio-de-alimentos-%E2%80%9Cplant-based%E2%80%9D>>. Acesso em: 16 mar. 2022.

DAY, L. Wheat gluten: production, properties and application. **Handbook Of Food Proteins**, [S.L.], p. 267-288, 2011.

DERBYSHIRE, E. J.; DELANGE, J. Fungal Protein – What Is It and What Is the Health Evidence? A Systematic Review Focusing on Mycoprotein. **Frontiers In Sustainable Food Systems**, [S.L.], v. 5, 2021.

EUROMONITOR **The Future of Meat: Is Consumption Really Decreasing**. 2019. Disponível em: <[https://go.euromonitor.com/webinar-food-2019-future-of-meat.html?utm\\_source=blog&utm\\_medium=blog&utm\\_campaign=WB\\_19\\_10\\_17\\_REC\\_Future%20of%20Meat](https://go.euromonitor.com/webinar-food-2019-future-of-meat.html?utm_source=blog&utm_medium=blog&utm_campaign=WB_19_10_17_REC_Future%20of%20Meat)>. Acesso em: 30 jan. 2022.

FABER, I. *et al.* Relevant characteristics of food products based on alternative proteins according to European consumers. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, p. 1–10, 2021.

FACT.MR. **Plant-Based Dairy Market**. Market Research Report. 2021, 170 p. Disponível em: <<https://www.factmr.com/report/4963/plantbased-dairy-market#:~:text=The%20plant%20based%20dairy%20market%20revenue%20totalled%20US%24%2011%20Bn,a%20CAGR%20of%20around%2011%25>>. Acesso em: 4 jan. 2022.

FAO and SINER-GI. **Linking People, Places and Products**. A guide for promoting quality linked to geographical origin and sustainable geographical indications. 2009.

FAO. 2011. **Global food losses and food waste – Extent, causes and prevention**. Rome. 2011a.

FAO. 2011. **World Livestock 2011 – Livestock in food security**. Rome, FAO. 2011b.

FAO. **Sustainable Diets and Biodiversity: Directions and Solutions for Policy, Research and Action**. Rome, Italy, 2012.

FAO. 2015. **Food wastage footprint & climate change**. Rome: UN FAO.

FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. 2017. **The State of Food Security and Nutrition in the World 2017**. Building resilience for peace and food security. Rome, FAO.

FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. 2019. **The State of Food Security and Nutrition in the World 2019**. Safeguarding against economic slowdowns and downturns. Rome, FAO.

FAO. 2020. **The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA) 2020**. Sustainability in action. Rome.

FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. 2021. **The State of Food Security and Nutrition in the World 2021**. Transforming food systems for food security, improved nutrition and affordable healthy diets for all. Rome, FAO.

FARMNEWS. **Consumo de carne bovina, suína e de frango em 2021 no Brasil**.

Disponível em: <<https://www.farmnews.com.br/mercado/consumo-de-carne-bovina-suina-e-de-frango-em-2021-no-brasil/>>. Acesso em: 7 dez. 2021

FEHÉR, András *et al.* A Comprehensive Review of the Benefits of and the Barriers to the Switch to a Plant-Based Diet. **Sustainability**, [S.L.], v. 12, n. 10, p. 4136, 2020.

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; VIUDA-MARTOS, M.; PÉREZ-ALVAREZ, J. A. Quinoa and chia products as ingredients for healthier processed meat products: technological strategies for their application and effects on the final product. **Current Opinion In Food Science**, [S.L.], v. 40, p. 26-32, 2021.

FINNIGAN, T.; NEEDHAM, L.; ABBOTT, C. Mycoprotein: A HealthNew Protein With a Low Environmental Impact. **Sustainable Protein Sources**, [S.L.], p. 305-325, 2017.

FIOR MARKETS. 2021. **Dairy Alternatives Market Share, Share & Trends Analysis Report By Distribution Channel, By Application, By Region and Forecasts, 2021 – 2028.** Disponível em: <<https://www.fiormarkets.com/report/dairy-alternatives-market-share-share-trends-analysis-419730.html>>. Acesso em: 4 jan. 2022.

FMSA. Fórum Mundial sobre Soberania Alimentar. **Declaração Final: Pelo direito dos povos a produzir, alimentar-se e a exercer sua soberania alimentar**, Havana, Cuba, 2001. Disponível em: <<http://neaep.blogspot.com/2010/01/declaracao-ii.html>>. Acesso em: 10 jan. 2022.

FOOD INNOVATION. 2021. **A nova carne vegetal tem mais em comum com o churrasco de domingo do que você imagina.** 2021. Disponível em: <<https://foodinnovation.com.br/a-nova-carne-vegetal-tem-mais-em-comum-com-o-churrasco-de-domingo-do-que-voce-imagina/>>. Acesso em: 4 jan. 2022.

GALLO, L. R. de R. **Gel de chia: vida de prateleira e substituição de ovo.** Dissertação (Pós-Graduação) – Universidade de Brasília, 2015.

GEADA, Pedro *et al.* Algal proteins: production strategies and nutritional and functional properties. **Bioresource Technology**, [S.L.], v. 332, p. 125125, 2021.

GFI. 2020a. **Fermentation: An Introduction to a Pillar of the Alternative Protein Industry.** State of The Industry. 2020. Disponível em: <<https://gfi.org.br/2020/09/17/gfi-lanca-o-primeiro-relatorio-sobre-fermentacao-em-proteinas-alternativas/>>. Acesso em: 3 fev. 2022.

GFI. 2020b. **Indústria de Proteínas Alternativas 2020.** Disponível em: <[https://gfi.org.br/wp-content/uploads/2020/06/GFI\\_2020\\_IndProtAlternativas.pdf](https://gfi.org.br/wp-content/uploads/2020/06/GFI_2020_IndProtAlternativas.pdf)>. Acesso em: 3 fev. 2022.

GFI. 2021a. **Oportunidade e Desafios na Produção de Produtos Feitos de Plantas Análogos aos Produtos Animais.** 2021. Disponível em: <<https://gfi.org.br/wp-content/uploads/2021/12/GFI-Oportunidades-e-Desafios-na-Produ%C3%A7%C3%A3o-de-Produtos-Vegetais-An%C3%A1logos-aos-de-Produtos-Animais-V07.pdf>>. Acesso em: 3 fev. 2022.

GFI. 2021b. **Alternative seafood.** State of The Industry Report. 2021. Disponível em: <<https://gfi.org/wp-content/uploads/2021/07/Seafood-SOTIR.docx-4.pdf>>. Acesso em: 3 fev. 2022.

GFI. 2021c. **Programa de Financiamento à Pesquisa Exploratória com foco nos Biomas Amazônia e Cerrado.** Research Grants, 2021. Disponível em: <[https://gfi.org.br/wp-content/uploads/2021/06/Edital-de-Pesquisa\\_Projeto-Biomas.pdf](https://gfi.org.br/wp-content/uploads/2021/06/Edital-de-Pesquisa_Projeto-Biomas.pdf)>. Acesso em: 3 fev. 2022.

GFI. 2021d. **Year in Review Brazil**. The Good Food Institute - Triennial Report: 2018 – 2020. 2021. Disponível em: <[https://gfi.org.br/wp-content/uploads/2021/09/Year-in-Review\\_English-Version.pdf](https://gfi.org.br/wp-content/uploads/2021/09/Year-in-Review_English-Version.pdf)>. Acesso em: 3 fev. 2022.

GFI. 2021e. **Mapa do Setor de Proteínas Alternativas**. 2021. Disponível em: <[https://gfi.org.br/wp-content/uploads/2021/12/Mapa-do-Setor-de-Prote%C3%ADnas-Alternativas\\_07122021.pdf](https://gfi.org.br/wp-content/uploads/2021/12/Mapa-do-Setor-de-Prote%C3%ADnas-Alternativas_07122021.pdf)>. Acesso em: 27 jan. 2022.

GIACOMELLI, Felipe *et al.* **Inovações em proteínas alternativas: uma revisão sobre alimentos *plant-based***. Ciência, Tecnologia e Inovação: do campo à mesa. *In*: Congresso Internacional da Agroindústria (CIAGRO). 2020.

GROSSMANN, L.; WEISS, J. Alternative Protein Sources as Technofunctional Food Ingredients. **Annual Review of Food Science and Technology**, v. 12, p. 93–117, 2021.

GUARALDO, M. C. **Brasil é o quarto maior produtor de grãos e o maior exportador de carne bovina do mundo, diz estudo**. Embrapa (SIRE), 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/62619259/brasil-e-o-quarto-maior-produtor-de-graos-e-o-maior-exportador-de-carne-bovina-do-mundo-diz-estudo>>. Acesso em: 14 dez. 2021.

HAYEK, M. N. *et al.* The carbon opportunity cost of animal-sourced food production on land. **Nature Sustainability**, v. 4, p. 21–24, 2021.

HENCHION, Maeve *et al.* Future Protein Supply and Demand: strategies and factors influencing a sustainable equilibrium. **Foods**, [S.L.], v. 6, n. 7, p. 53, 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra do Brasil**. Plataforma Geográfica Interativa, 2020. Disponível em: <[https://www.ibge.gov.br/apps/monitoramento\\_cobertura\\_uso\\_terra/v1/](https://www.ibge.gov.br/apps/monitoramento_cobertura_uso_terra/v1/)>. Acesso em: 20 jan. 2022.

IBRAFE. Instituto Brasileiro de Feijão e Pulses. **O que são pulses?** [S.d.]. Disponível em: <<https://www.ibrafe.org/o-que-sao-pulses/>>. Acesso em: 28 jan. 2022.

IMAFLOA, ICS, IBIRAPITANGA. **Um retrato do sistema alimentar brasileiro e suas contradições**. 2020. Disponível em: [https://www.ibirapitanga.org.br/wp-content/uploads/2020/10/UmRetratoSistemaAlimentarBrasileiro\\_%C6%92\\_14.10.2020.pdf](https://www.ibirapitanga.org.br/wp-content/uploads/2020/10/UmRetratoSistemaAlimentarBrasileiro_%C6%92_14.10.2020.pdf)>. Acesso em: 4 fev. 2022.

- INNOVA MARKET INSIGHTS. **Top Ten Trends for 2022: Health of the planet overtakes personal health priorities**. 2021. Disponível em: <<https://www.foodingredientsfirst.com/news/innova-market-insights-top-ten-trends-for-2022-health-of-the-planet-overtakes-personal-health-priorities.html>>. Acesso em: 26 jan. 2022.
- JACOB, M. C. M.; CHAVES, V. M. Falhas do sistema alimentar brasileiro: contribuições da geografia literária para o fortalecimento da democracia alimentar. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 1, 2019.
- KADAM, A. **Algae Products Market by Type, Source, Form, and Application: Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2018 – 2025**, 270 p, 2018.
- KOYANDE, A. K.; CHEW, K. W.; RAMBABU, K.; TAO, Y.; CHU, D.-T.; SHOW, P.-L. Microalgae: a potential alternative to health supplementation for humans. **Food Science And Human Wellness**, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 16-24, 2019.
- KRINTIRAS, Georgios. On characterization of anisotropic plant protein structures. **Food Funct.**, [S.L.], v. 5, n. 12, p. 3233-3240, 2014.
- KYRIAKOPOULOU, K.; DEKKERS, B.; GOOT, A. J. V. D. Plant-Based Meat Analogues. **Sustainable Meat Production And Processing**, [S.L.], p. 103-126, 2019.
- 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, 2021.
- LACOUR, C.; SECONDA, L.; ALLÈS, B.; HERCBERG, S.; LANGEVIN, B.; POINTÉREAU, P.; LAIRON, D.; BAUDRY, J.; KESSE-GUYOT, E. Environmental Impacts of Plant-Based Diets: How Does Organic Food Consumption Contribute to Environmental Sustainability? **Frontiers in Nutrition**, 2018.
- LAFARGA, T. Effect of microalgal biomass incorporation into foods: nutritional and sensorial attributes of the end products. **Algal Research**, [S.L.], v. 41, p. 101566, 2019.
- LANTERN. **The Green Revolution 2021: Informe Completo de Análisis**. 2021.
- LAZARIN, L. R. **Um estudo sobre percepções e práticas narradas por consumidores em relação a dietas baseadas em plantas, como subsídio para soluções climáticas e transformações sociais**. 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.
- LIMA, M.; COSTA, R.; LAMEIRAS, J.; BOTELHO, G. Alimentação à base de plantas: uma revisão narrativa. **Acta Portuguesa de Nutrição**, v. 26, p. 46–52, 2021a.

LIMA, J.; MELLINGER, C.; FELBERG, I.; GALDEANO, M. **Artigo: Pesquisa brasileira avança em estudos sobre proteínas alternativas**. Embrapa, Rio de Janeiro. 2021b.

Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/64626603/artigo-pesquisa-brasileira-avanca-em-estudos-sobre-proteinas-alternativas>>. Acesso em: 27 jan. 2022.

LUSK, J. L.; NORWOOD, B. Some economic benefits and costs of vegetarianism. **Agricultural & Resource Economics Review**, v. 38, n. 2, p. 109, 2009.

MACHADO, P. P.; OLIVEIRA, N. R. F. de; MENDES, A. N. O indigesto sistema do alimento mercadoria. **Saúde e Sociedade**, v. 25, n. 2, p. 505-515, 2016.

MALAFAIA, G. C.; BISCOLA, P. H. N.; DIAS, F. R. T. **Projeções para o Mercado de Carne Bovina do Brasil – 2029/2030**. Embrapa (Boletim CiCarne), 2020. Disponível em: <<https://www.cicarne.com.br/wp-content/uploads/2020/08/BoletimCiCarne-20.pdf>>. Acesso em: 14 dez. 2021.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Secretaria de Comércio e Relações Internacionais — SCRI/MAPA). **Exportações do agronegócio batem recorde para setembro, com US\$ 10,1 bilhões**. 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/noticias/agricultura-e-pecuaria/2021/10/exportacoes-do-agronegocio-batem-recorde-para-setembro-com-us-10-1-bilhoes>>. Acesso em: 16 dez. 2021.

MARKARD, J.; GEELS, F. W.; RAVEN, R. Challenges in the acceleration of sustainability transition. **Environmental Research Letters**, v. 15, n. 8, 2020.

METICULOUS RESEARCH. **Plant Based Food Market by Product Type, Source and Distribution Channel - Global Forecast to 2027**. 2020a, 214 p. Disponível em: <<https://www.meticulousresearch.com/product/plant-based-food-products-market-5108>>. Acesso em: 4 fev. 2022.

METICULOUS RESEARCH. **Meat Substitute Market by Product Type, Source and Distribution Channel - Global Forecast To 2027**. 2020b, 161 p. Disponível em: <<https://www.meticulousresearch.com/product/meat-substitute-market-4969>>. Acesso em: 4 fev. 2022.

METICULOUS RESEARCH. **Dairy Alternatives Market by Product Type, Source and Distribution Channel - Global Forecast To 2027**. 2020c, 169 p. Disponível em: <<https://www.meticulousresearch.com/product/dairy-alternatives-market-5128>>. Acesso em: 4 fev. 2022.

METICULOUS RESEARCH. **Alternative Protein Market by Stage/Type, Application - Global Forecast to 2027**. 2021, 369 p. Disponível em: <<https://www.meticulousresearch.com/product/alternative-protein-market-4985>>. Acesso em: 4 fev. 2022.

METICULOUS RESEARCH & EABA. **Spirulina Market by Distribution Channel, Product Type, Application - Global Forecast to 2028**. 2021, 238 p. Disponível em: <<https://www.meticulousresearch.com/product/spirulina-market-5070#description>>. Acesso em: 4 fev. 2022.

METICULOUS RESEARCH. **Plant-based Protein Market by Type, Crop Type, Source Process, Application - Global Forecast to 2028**. 2022, 245p. Disponível em: <<https://www.meticulousresearch.com/product/plant-based-protein-market-5031>>. Acesso em: 4 fev. 2022.

MITCHELL, P.; HANSON, C. **The business case for reducing loss and waste**. *Champions* 12.3. 2017.

MMA. Ministério do Meio Ambiente (Portal ICMBio). **Portaria MMA nº 443/2014**. Disponível em: <[https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2014/p\\_mma\\_443\\_2014\\_lista\\_esp%C3%A9cies\\_amea%C3%A7adas\\_extin%C3%A7%C3%A3o.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2014/p_mma_443_2014_lista_esp%C3%A9cies_amea%C3%A7adas_extin%C3%A7%C3%A3o.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2022.

MMA. Ministério do Meio Ambiente (Portal ICMBio). **Portaria nº 444/2014**. Disponível em: <[https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2014/p\\_mma\\_444\\_2014\\_lista\\_esp%C3%A9cies\\_amea%C3%A7adas\\_extin%C3%A7%C3%A3o.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2014/p_mma_444_2014_lista_esp%C3%A9cies_amea%C3%A7adas_extin%C3%A7%C3%A3o.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2022.

MMA. Ministério do Meio Ambiente (Portal ICMBio). **Portaria MMA nº 98/2015**. Disponível em: <[https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2015/p\\_mma\\_98\\_2015\\_altr\\_p\\_445\\_2014.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2015/p_mma_98_2015_altr_p_445_2014.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2022.

MMA. Ministério do Meio Ambiente (Portal ICMBio). **Portaria nº 163/2015**. Disponível em: <[https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2015/p\\_mma\\_163\\_2015\\_altr\\_art\\_p\\_445\\_2014.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2015/p_mma_163_2015_altr_art_p_445_2014.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2022.

MMA. Ministério do Meio Ambiente (Portal Brasileiro de Dados Abertos). **Espécies ameaçadas, 2020**. Disponível em: <<https://dados.gov.br/dataset/especies-ameacadas>>. Acesso em: 10 jan. 2022.

MARTINS, A. M. M. **Sustainable food consumption: Examining barriers and facilitators for a transition towards more plant-based diets**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Católica Portuguesa, 2019.

MOLINO, Antonio *et al.* Microalgae Characterization for Consolidated and New Application in Human Food, Animal Feed and Nutraceuticals. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, [S.L.], v. 15, n. 11, p. 2436, 1 nov. 2018

MOURA, M. F. R. **Análise Crítica da Aplicação das Macroalgas na Área Alimentar**. Dissertação (Mestrado) – Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), p. 1–54, 2020.

NASRABADI, M. N.; DOOST, A. S.; MEZZENGA, R. Modification approaches of plant-based proteins to improve their techno-functionality and use in food products. **Food Hydrocolloids**, [S.L.], v. 118, p. 106789, 2021.

OLIVEIRA, N. M. de. **Estudo dos principais ingredientes, custo e valor nutricional de hambúrgueres vegetarianos industrializados**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Escola de Engenharia, 2020, 83 p.

ONU. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) no Brasil**. 2016. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 6 fev. 2022.

ONU. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). **World Population Prospects 2019: Highlights**. 2019.

OSKAMP, S. A sustainable future for humanity? How can psychology help?. **American Psychologist**, v. 55, n. 5, p. 496, 2000.

OSTFELD, R. J. Definition of a plant-based diet and overview of this special issue. **Journal of geriatric cardiology : JGC**, v. 14, n. 5, p. 315, 2017.

PLANT-BASED BR. Plant-Based: **A evolução vencedora de um conceito antigo**. [2021?] Disponível em: <<https://plantbasedfoods.com.br/noticias/todos/plant-based-a-evolucao-vencedora-de-um-conceito-antigo>>. Acesso em: 25 jan. 2022.

POORE, J.; NEMECEK, T. Reducing food’s environmental impacts through producers and consumers, **Science**, v. 360. p. 987–992, 2018.

POPKIN, B. M.; ADAIR, L. S.; NG, S. W. Global nutrition transition and the pandemic of obesity in developing countries. **Nutrition reviews**, v. 70, n. 1, p 3–21, 2012.

PORPINO, G.; BOLFE, E. L. **Tendências de consumo de alimentos: implicações e oportunidades para o setor agroalimentar brasileiro**. Informe Agropecuário. Certificação, rastreamento e agregação de valor, Belo Horizonte, v.41, n.311, p.7-14, 2020.

PYETT, S., DE VET, E.; TRINDADE, L. M.; VAN ZANTEN, H.; FRESCO, L. O. (2019). **Chickpeas, crickets and chlorella: our future proteins**. Wageningen University & Research 36 p.

Rede Brasileira de Pesquisa em Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional (Rede PENSSAN). **Insegurança alimentar e Covid-19 no Brasil**. Inquérito Nacional sobre Insegurança Alimentar no Contexto da Pandemia da Covid-19 no Brasil (VIGISAN), 2021.

REMIZE, Marine *et al.* Microalgae n-3 PUFAs Production and Use in Food and Feed Industries. **Marine Drugs**, [S.L.], v. 19, n. 2, p. 113, 2021.

RIBEIRO, C. da S. G.; CORÇÃO, M. O consumo de carne no Brasil: entre valores socioculturais e nutricionais. **Demetra**, v. 8, nº 3, pp. 425–438, 2013.

ROCKSTRÖM, Johan *et al.* Planetary boundaries:exploring the safe operating space for humanity. **Ecology and Society**, v. 14, n. 2, p. 32, 2009.

SAGE, C. The interconnected challenges for food security from a food regimes perspective: Energy, climate and malconsumption. **Journal of Rural Studies**, v. 9, p. 71–80, 2013.

SCHUCK, C.; RIBEIRO, R. Comendo o planeta: impactos ambientais da criação e consumo de animais. **Sociedade Vegetariana Brasileira**, Vesper AMB (3 ed.), 2015.

SCHNAIBERG, A. The Environment: From Surplus to Scarcity. **Human Ecology**, v. 8, nº. 4, pp. 412-414, New York: Oxford University Press, 1980.

SHIH, F. F.; DAIGLE, K. W. Preparation and Characterization of Rice Protein Isolates. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 77, p. 885–889, 2000.

SIBBR. Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira. Biodiversidade brasileira, produção científica e políticas públicas mais assertivas. **Rede Nacional de Ensino e Pesquisa**, 2020.

SOUSA, R. M. A. de. **Alimentação, Compras Públicas e Desenvolvimento Sustentável: o caso das escolas**. Tese elaborada para obtenção do grau de Doutor em Alterações Climáticas e Políticas de Desenvolvimento Sustentável, Instituto de Ciências Sociais, Universidade de Lisboa, 2019.

SOUZA FILHO, P. F.; ANDERSSON, D.; FERREIRA, J. A.; TAHERZADEH, M. J. Mycoprotein: environmental impact and health aspects. **World Journal Of Microbiology And Biotechnology**, [S.L.], v. 35, n. 10, 2019.

SPRINGMANN, Marco *et al.* Options for keeping the food system within environmental limits. **Nature**, [S.L.], v. 562, n. 7728, p. 519-525, 2018.

SVB. 2022. Sociedade Vegetariana Brasileira. **Selo vegano**. Disponível em: <<https://svb.org.br/selovegano/>>. Acesso em: 16 mar. 2022.

TAQUES, R. C. V.; NEUMANN, P.; SOLAK, T. F. C. O consumo de carne, a crise climática e a saúde mundial pela perspectiva da Educação Ambiental complexa. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, São Paulo, v. 15, n. 4, p. 55–69, 2020.

TEULING, E.; SCHRAMA, J. W.; GRUPPEN, H.; WIERENGA, P. A. Characterizing emulsion properties of microalgal and cyanobacterial protein isolates. **Algal Research**, [S.L.], v. 39, p. 101471, 2019.

THE VEGAN SOCIETY. **Definition of veganism**. 1944. Disponível em: <<https://www.vegansociety.com/go-vegan/definition-veganism>>. Acesso em: 24 jan. 2022.

TOCHER, D.; BETANCOR, M.; SPRAGUE, M.; OLSEN, R.; NAPIER, J. Omega-3 Long-Chain Polyunsaturated Fatty Acids, EPA and DHA: bridging the gap between supply and demand. **Nutrients**, [S.L.], v. 11, n. 1, p. 89, 2019.

TRINDADE, E.; PEREZ, C. **Aspectos dos vínculos de sentidos do consumo alimentar em São Paulo: difusão publicitária e megatendências**. Intercom - Revista Brasileira de Ciências da Comunicação, v. 36, n. 2, 2013.

TUSO, Phillip. Nutritional Update for Physicians: plant-based diets. **The Permanente Journal**, [S.L.], v. 17, n. 2, 2013.

UPCRAFT, T.; TU, W.-C.; JOHNSON, R.; FINNIGAN, T.; VAN HUNG, N.; HALLETT, J.; GUO, M. Protein from renewable resources: mycoprotein production from agricultural residues. **Green Chemistry**, [S.L.], v. 23, n. 14, p. 5150-5165, 2021.

VALENTIN, A.; SPANGENBERG, J. H. A guide to community sustainability indicators. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 20, p. 381–392, 2000.

VAN HAL, O. **Upcycling biomass in a circular food system – the role of livestock and fish**. Wageningen University, 2020, 216 p.

VAN ZANTEN, H. H. E.; HERRERO, M.; VAN HAL, O.; RÖÖS, E.; MULLER, A.; GARNETT, T.; GERBER, P. J.; SCHADER, C.; BOER, I. J. M. de. Defining a land boundary for sustainable livestock consumption. **Global Change Biology**, v. 24, n. 9, p. 4185-4194, 2018.

VAN ZANTEN, H. H. E.; VAN ITTERSUM, M. K.; BOER, I. J.M. de. The role of farm animals in a circular food system. **Global Food Security**, v. 21, p. 18-22, 2019.

VARGAS, Z. P.; RIERA, G. G.; CRUZ, V. L. Quinoa as gelling agent in a mortadella formulation. **International Food Research Journal**, v. 26, n. 3, p. 1069-1077, 2019.

VEGCONOMIST. 2020. **Vegan Egg Product Segment is Fastest Growing Plant-Based Category, Outperforming Beyond Meat & Oatly. Market & Trends.** Disponível em: <[https://vegconomist.com/market-and-trends/vegan-egg-product-segment-is-fastest-growing-plant-based-category-outperforming-beyond-meat-oatly/?utm\\_source=relatedposts&utm\\_medium=relatedpostswidget&utm\\_campaign=crp](https://vegconomist.com/market-and-trends/vegan-egg-product-segment-is-fastest-growing-plant-based-category-outperforming-beyond-meat-oatly/?utm_source=relatedposts&utm_medium=relatedpostswidget&utm_campaign=crp)>. Acesso em: 1 jan. 2022.

VEGCONOMIST. 2021. **Report: What's New in Alt-Seafood?** Studies & Numbers. Disponível em: <<https://vegconomist.com/studies-and-numbers/report-whats-new-in-alt-seafood/>>. Acesso em: 1 fev. 2022.

VERMA, A. K.; RAJKUMAR, V.; KUMAR, S. Effect of amaranth and quinoa seed flour on rheological and physicochemical properties of goat meat nuggets. **Journal Of Food Science And Technology**, [S.L.], v. 56, n. 11, p. 5027-5035, 2019.

WATANABE, P. ESG virou competição e isso não faz sentido, diz economista ambiental. **Folha de S. Paulo**, São Paulo, 09 dez. 2021. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2021/12/esg-virou-competicao-e-isso-nao-faz-sentido-diz-economista-ambiental.shtml>>. Acesso em: 18 jan. 2022.

WEINDL, Isabelle *et al.* Sustainable food protein supply reconciling human and ecosystem health: a leibniz position. **Global Food Security**, [S.L.], v. 25, p. 100367, 2020.

SUN, J. Algae Protein to Replace Soybean Protein as the Dominant Force in the Plant-based Space. **ChemLinked**. 2020. Disponível em: <<https://food.chemlinked.com/news/food-news/algae-protein-to-replace-soybean-protein-as-the-dominant-force-in-the-plant-based-space>>. Acesso em: 4 fev. 2022.

WHO. **Prevalence of obesity among adults, BMI  $\geq$  30, age-standardized: Estimates by country.** 2016. Disponível em: <<https://apps.who.int/gho/data/view.main.CTRY2450A?lang=en>>. Acesso em: 6 fev. 2022.

WHOLE FOODS MARKET. Whole Foods Market Reveals Top 10 Food Trends for 2022. 2021. Disponível em: <<https://media.wholefoodsmarket.com/whole-foods-market-reveals-top-10-food-trends-for-2022>>. Acesso em: 25 jan. 2022.

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, 447-492, 2019.

WIRSENIUS, S.; HEDENUS, F. Policy Strategies for a Sustainable Food System: Options for Protecting the Climate. **The Meat Crisis**, 2010.

WORLD RESOURCES INSTITUTE. **Creating a Sustainable Food Future: Interim Findings**. 2013, 154 p.

WORLD RESOURCES INSTITUTE. **Creating a Sustainable Food Future: A Menu of Solutions to Feed Nearly 10 Billion People by 2050**. 2019, 564 p.