



ISABELLA TEIXEIRA FERREIRA

**O IMPACTO DE *PLANT-BASED* E *CELL-BASED* NA
INDÚSTRIA DO PESCADO**

LAVRAS – MG

2023

ISABELLA TEIXEIRA FERREIRA

O IMPACTO DE *PLANT-BASED* E *CELL-BASED* NA INDÚSTRIA DO PESCADO

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Engenharia de Alimentos, para a obtenção do título de Bacharel.

Profa. Dra. Maria Emília de Sousa Gomes

Orientadora

MSc. Anderson Henrique Venâncio

Coorientador

**LAVRAS - MG
2023**

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

Ferreira, Isabella Teixeira.

O impacto de plant-based e cell-based na indústria pescado /
Isabella Teixeira Ferreira. - 2023.

30 p.

Orientador(a): Maria Emília De Sousa Gomes.

Coorientador(a): Anderson Henrique Venâncio.

TCC (graduação) - Universidade Federal de Lavras, 2023.

Bibliografia.

1. Peixes. 2. Carne artificial. 3. Proteínas alternativas. I. De
Sousa Gomes, Maria Emília. II. Venâncio, Anderson Henrique. III.
Título.

ISABELLA TEIXEIRA FERREIRA

O IMPACTO DE *PLANT-BASED* E *CELL-BASED* NA INDÚSTRIA DO PESCADO

THE IMPACT OF *PLANT-BASED* AND *CELL-BASED* IN THE FISH INDUSTRY

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Engenharia de Alimentos, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADO em _____
Dra. Maria Emília de Sousa Gomes UFLA
MSc. Anderson Henrique Venâncio UFLA
Dra. Diana Carla Fernandes Oliveira UFLA

Profa. Dra. Maria Emília de Sousa Gomes
Orientadora

MSc. Anderson Henrique Venâncio
Coorientador

**LAVRAS - MG
2023**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por iluminar meu caminho me proporcionando chegar até aqui.

À minha mãe Marisa, meu pai Ivair que sempre estiveram ao meu lado nas horas difíceis e felizes, meus irmãos Ranieri, Raissa e em especial Iago que sempre foi meu alicerce apoiando em tudo e contribuindo para que eu pudesse ter um caminho mais fácil e prazeroso durante esses anos.

À minha querida amiga Fernanda que contribuiu para que nossa caminhada fosse mais leve e feliz.

Ao meu namorado por sempre apoiar as minhas decisões.

À minha família que sempre me deram apoio em especial à minha avó Mariulda, Tia Maria Emília, Tia Monica e minhas primas Luana e Stefania, sou eternamente grata por tudo que fizeram por mim.

À minha banca, orientadora Maria Emília, meu coorientador Anderson e a Diana por aceitarem o convite de participar desse trabalho contribuindo para sua melhoria e por acreditarem em mim, me auxiliando durante esses meses.

Por fim, sou eternamente grata a todos que de alguma forma diretamente e indiretamente participaram da realização desse sonho.

RESUMO

A incorporação de tecnologias que oferecem um controle em tempo real das evoluções alimentícias possibilitou o embasamento do plantio de alimentos transgênicos e de um sistema que ultrapassa a produção de grãos, se estendendo a diversos nichos alimentícios, incluindo os pescados. O objetivo deste trabalho foi analisar o impacto de *plant-based* e *cell-based* na indústria do pescado através de evidências apresentadas na literatura. Este estudo foi constituído de uma revisão da literatura de aspecto descritivo e se caracterizou por uma pesquisa qualitativa. O termo "*plant-based*", que seria algo como à base de plantas, do inglês, pode ser compreendido como um estilo de vida em que o indivíduo cumpre uma dieta que provém do consumo de alimentos que advém de fontes vegetais. Já a expressão "*cell-based*" (que, em inglês, significa à base de células) se refere a uma tecnologia latente que se utiliza do cultivo de células animais em laboratório para produzir produtos alimentares, como carne, aves e frutos do mar sem que haja a necessidade de criar ou abater animais em cativeiro. Essa abordagem também é conhecida como carne cultivada, carne de laboratório, carne in vitro ou carne limpa. Nota-se que as técnicas ainda vêm sendo estudadas e aos poucos ganhando território, possuem normas regulamentadoras e sua ascensão é evidente. Conclui-se com esta pesquisa que a produção de proteína de *cell-based* tem um potencial menor de impacto ambiental, uma vez que não envolve emissões de gases de efeito estufa, desmatamento ou uso intensivo de recursos naturais associados à pecuária convencional. Porém, há algumas desvantagens na utilização dessa nova técnica de produção alimentícia que enfrenta desafios de regulamentação.

Palavras-chave: Tecnologia alimentícia. Peixes. Carne artificial. Proteínas alternativas. Carne à base de plantas.

ABSTRACT

The incorporation of technologies that offer real-time control of food developments has made it possible to support the planting of transgenic foods and a system that goes beyond grain production, extending to different food niches, including fish. The objective of this work was to analyze the impact of *plant-based* and *cell-based* on the fish industry through evidence presented in the literature. This study consisted of a literature review with a descriptive aspect and was characterized by qualitative research. The term "*plant-based*", which would be something like *plant-based*, in English, can be understood as a lifestyle in which the individual follows a diet that comes from consuming foods that come from plant sources. The expression "*cell-based*" (which, in English, means *cell-based*) refers to a latent technology that uses the cultivation of animal cells in the laboratory to produce food products, such as meat, poultry and seafood without there is a need to breed or slaughter animals in captivity. This approach is also known as cultured meat, laboratory meat, in vitro meat or clean meat. It is noted that the techniques are still being studied and are slowly gaining ground, they have regulatory standards and their rise is evident. It is concluded from this research that *cell-based* protein production has a lower potential for environmental impact, as it does not involve greenhouse gas emissions, deforestation or intensive use of natural resources associated with conventional livestock farming. However, there are some disadvantages in using this new food production technique that faces regulatory challenges.

Keywords: Food technology. Fish. Artificial meat. Alternative proteins. *Plant-based* meat.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	OBJETIVOS	10
2.1	Objetivo geral.....	10
2.2	Objetivos específicos.....	10
3	METODOLOGIA.....	11
4	REVISÃO DA LITERATURA	12
4.1	Conceito de <i>Plant-based</i> e <i>Cell-based</i>	12
4.2	Benefícios para saúde dos seres humanos do <i>plant-based</i> e <i>cell-based</i>.....	13
4.3	Produtos análogos aos peixes.....	15
4.4	Tecnologia para produção de análogos ao pescado.....	15
4.5	Inovações de <i>Plant-based</i> e <i>Cell – based</i> na Indústria do Pescado	17
4.6	Regulamentação de <i>Plant-based</i> e <i>Cell-based</i> na indústria do Pescado	18
4.7	Vantagens e desvantagens da utilização de <i>Plant-based</i> e <i>Cell-based</i>	20
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	24
	REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

A alimentação é importante para os seres humanos, não apenas por razões biológicas, mas também porque envolve aspectos econômicos, científicos, políticos, psicológicos e culturais envolvidos no processo dinâmico de desenvolvimento social (CARVALHO; HENRIQUES, 2012). Entretanto, ao longo do tempo ocorreu uma inovação no sistema-agroalimentar, principalmente nas décadas de 1980 e 1990, período em que foram surgindo conceitos relacionados a proteína unicelular, constituição de aminoácidos e de micro proteínas para serem usadas na substituição de proteínas presentes na carne (WILKISON, 2023). Dessa forma, os primeiros passos frente a um processo cheio de inovações eram e são considerados radicais, com a possibilidade de substituição da agricultura por um simples biorreator, ocorrendo processos inovadores por meio de fermentações para produzir novas substâncias, podendo ampliar o portfólio de produtos veganos para as indústrias.

Sabe-se que o meio ambiente está mudando constantemente, e a agricultura fornece alimentos que precisam ser melhorados, com a finalidade de trazer mais benefícios à saúde dos consumidores. Assim, os alimentos geneticamente modificados possuem a finalidade de garantir a expectativa de novos recursos biológicos e comprovar resultados satisfatórios e que ainda justifique a continuidade de investimento para movimentar a economia (RAMIREZ *et al.*, 2022). Tal preocupação com o consumo sustentável de alimentos, em conjunto com a qualidade de vida humana e as concepções relativas ao meio ambiente, provocou uma mudança de paradigmas na indústria alimentar, que determinou a abertura de oportunidades para o desenvolvimento de práticas como o *plant-based* e o *cell-based* (WILKINSON, 2023).

Os conceitos de *plant-based* e *cell-based* envolvem o bem-estar animal e a não utilização de proteínas provenientes da carne. Porém, observa-se claramente que essa questão traz um impacto de discussões na área de ciência e tecnologia das carnes, particularmente dos pescados.

O *plant-based* é definido como um alimento completo à base de vegetais, enquanto o *cell-based* é uma carne cultivada em laboratório através do uso de células, sem necessitar de um sistema de produção para criar os animais (CHOUDHURY *et al.*, 2020; RUBIO; XIANG; KAPLAN, 2020).

Muitas empresas de grande porte estão surgindo na disputa por estes produtos similares ao pescado no mercado, onde além de usar produtos à base de vegetais, estão introduzindo o cultivo de células de peixe em laboratório (FARIAS; FARIAS, 2018). Alguns exemplos destas

empresas são a Wild Type, Shiok Meats e Finless Food, que ressaltam que, apesar dos custos altos para produzir estes alimentos e desenvolver pesquisas por meio da técnica de “*cell-based meat*”, sua produção tem menor impacto ambiental em comparação ao sistema tradicional de produção animal (MESQUITA, 2020).

De acordo com a Associação Brasileira dos Piscicultores (PEIXE BR), o Brasil, em 2018, produziu 722.560 toneladas de peixes de cultivo, o que demonstra um aumento na produção e consumo de pescados ao longo dos anos (PEIXE BR, 2021). Entende-se que o pescado, de acordo com o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), é um animal que vive em ambiente aquático ou que passa uma parte da vida na água e em ambiente terrestre (BRASIL, 2017). Neste sentido, podem ser citados como exemplos os quelônios, moluscos, equinodermos, crustáceos e particularmente os peixes em sua grande maioria, que servem de alimentos para os seres humanos. Porém, este conceito, quando aplicado ao público vegano e vegetariano, apresenta várias questões que precisam ser respondidas. Podem ser citadas como exemplo: (1) Como trabalhar neste nicho grande de pescados? (2) Os conceitos de *plant-based* e *cell-based* podem gerar polêmicas no Brasil e no mundo? (3) Como funciona a regulamentação quanto a denominação de venda? Estas perguntas precisam ser respondidas claramente, porque estes produtos crescem e atraem grande parte dos consumidores.

As inovações no ramo alimentício promovem alternativas frente ao consumo da proteína animal, com o desenvolvimento de carnes vegetais ou carnes celulares. Dentro da indústria de pescados isto pode gerar uma série de discussões e merece ser investigado com cautela, principalmente quanto às denominações de acordo com a legislação estabelecida. Essa situação pode vir a ameaçar a possibilidade de rentabilidade de produtos que são essenciais para empresas grandes e potenciais que produzem os produtos derivados das carnes (MESQUITA, 2020; WILKINSON, 2023). Diante do cenário exposto, o objetivo proposto nesta revisão bibliográfica é analisar, através de evidências científicas na literatura, o impacto de *plant-based* e *cell-based* na indústria dos pescados.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Evidenciar o impacto de *plant-based* e *cell-based* na indústria de pescados

2.2 Objetivos específicos

- Conceituar *plant-based* e *cell-based* e demonstrar os benefícios destes alimentos à saúde.
- Apresentar os produtos análogos aos pescados utilizando o *plant-based* e *cell-based*.
- Conhecer as tecnologias, inovações e regulamentações de *plant-based* e *cell-based* na indústria de pescados.
- Discutir as vantagens e desvantagens do *plant-based* e *cell-based*.

3 METODOLOGIA

Este estudo foi constituído de uma revisão da literatura de aspecto descritivo. Dessa forma, para a realização dessa pesquisa bibliográfica, o primeiro passo foi localizar a terminologia autorizada e reconhecida mundialmente.

A metodologia utilizada foi a busca *on-line* de produções científicas nacionais e internacionais, produzidas no período de 2010 a 2023. A obtenção dos dados ocorreu através de buscas na base de dados do Google Acadêmico, *Web of Science* e *Science direct*. Os descritores utilizados foram: Tecnologia alimentícia. Peixes. Carne artificial. Proteínas alternativas. Carne à base de plantas; *Plant-based*; *Cell-based*; Indústria de Peixes e Desafios na Indústria de Pescados.

Foram considerados os seguintes critérios de inclusão: estudos que abordaram o tema proposto, com o limite de data de publicação de 13 anos; estudos publicados nos idiomas português e inglês, e informações de sites relacionados ao impacto do *plant-based* e *cell-based* na indústria de pescados. Foram excluídos artigos que não responderam à pergunta norteadora e que não contribuíram com informações satisfatórias sobre o tema abordado.

O acesso à base de dados e a coleta de informações foram realizados no primeiro semestre de 2023. Em seguida, todos os estudos foram lidos na íntegra. Por meio dos descritores, foram identificados 35 artigos, sendo alguns deles selecionados por atenderem os critérios de inclusão estabelecidos.

4 REVISÃO DA LITERATURA

4.1 Conceito de *Plant-based* e *Cell-based*

Conforme Stucchi (2023), basicamente o *plant-based* é derivado de plantas, enquanto o *cell-based* advém das células dos animais. De acordo com o histórico, a palavra *plant-based* foi apresentada pelo Dr. T. Colin Campbell na década de 1980 com o objetivo de definir uma dieta com baixo teor de gordura e alta quantidade de fibras vegetais, ou seja, um tipo de alimentação propícia a trazer benefícios fisiológicos e bioquímicos para a saúde dos seres humanos, por incluírem mais alimentos vegetais e evitar os de origem animal.

Os produtos *plant-based* incluem ingredientes ou insumos de origem vegetal. Apesar de ser um termo utilizado pela indústria para descrever produtos veganos, não se trata do mesmo termo, pois os produtos veganos excluem ingredientes de origem animal (STUCCHI, 2023; MCCLEMENTS; GROSSMANN, 2021). Já os alimentos à base de células, por serem derivados das células de animais, continuam tendo origem animal, mas são feitos sem causar a morte desses seres vivos. Alguns conceitos relacionados ao *plant-based* e o *cell-based* serão apresentados a seguir.

Conforme Wilkinson (2023) as alternativas de produtos de consumo alimentício que pudessem substituir alimentos de origem animal passaram a ameaçar a agricultura em sua forma tradicional, haja vista o desenvolvimento de proteína unicelular, com o sabor e a textura similares à carne. O lançamento destes produtos se deu pela empresa Sainsbury, que teve que esperar por quase duas décadas para que a difusão de conceitos como o rastreamento de moléculas pudesse ocorrer, em meio à consolidação do “*plant-based meats*”, dimensionando carnes com base de plantas como uma possibilidade ao consumo de proteínas de origem animal.

O termo “*plant-based*” refere-se a um alimento à base de plantas e pode ser compreendido como um estilo de vida, no qual indivíduos cumprem uma dieta que provém do consumo de alimentos de fontes vegetais. Como exemplo dos alimentos utilizados, podem ser citadas as frutas e frutos, legumes, verduras, grãos, sementes, nozes e leguminosas. Entretanto, existe uma limitação, não são incluídos alimentos de origem animal, tais como carne bovina, suína, aves, peixes, leite e derivados e ovos (RUBIO; XIANG; KAPLAN, 2020; WILKINSON, 2023). Neste sentido, as empresas que buscam empreender em meio ao desenvolvimento de alimentos *plant-based* devem respeitar as crenças morais de seus clientes, que também devem sentir o desejo de consumir o produto.

Já a expressão *cell-based* (que, em inglês, significa “à base de células”), se refere a uma tecnologia latente que utiliza o cultivo de células de animais em laboratório para produzir alimentos, como por exemplo a carne de aves e frutos do mar, sem que haja a necessidade de um sistema de produção animal. Dessa forma, alguns estudos mostram que a carne cultivada pode ser chamada também de carne de laboratório, carne *in vitro* ou carne limpa (SHA; XIONG, 2020; ONG; CHOUDHURY; NAING, 2020). Todo o processo de produção de *cell-based* envolve a coleta de células de um animal vivo, como células musculares ou células-tronco, que são então cultivadas em um ambiente controlado, com todas as condições necessárias dentro de laboratório (RUBIO; XIANG; KAPLAN, 2020; SANTO *et al.*, 2020). Essas células são alimentadas com elementos químicos e estimuladas a se multiplicar (hiperplasia) e aumentar de tamanho (hipertrofia), formando tecido muscular, para desenvolver alimentos como hambúrgueres, nuggets de frango ou filés de peixe e outros produtos derivados das carnes para serem comercializados.

4.2 Benefícios para saúde dos seres humanos do *plant-based* e *cell-based*

A produção contemporânea de alimentos provenientes de animais tem sido criticada pelos impactos negativos na qualidade ambiental, na saúde pública e no bem-estar animal (PEW - COMMISSION ON INDUSTRIAL FARM ANIMAL PRODUCTION, 2008). Entretanto, existem inúmeros benefícios em uma dieta à base de plantas. Entre eles principalmente se destaca a perda de peso, que tem impacto duradouro na saúde.

Barreto (2023) informa que uma alimentação à base de plantas pode auxiliar no controle do peso, já que os alimentos de origem vegetal são naturalmente menos calóricos e ricos em fibras. Essas características proporcionam saciedade e auxiliam na perda e manutenção de peso de maneira saudável.

Aumentar o consumo de vegetais *in natura* e diminuir o consumo de produtos processados é uma excelente opção para perder peso e ganhar saúde. A ingestão de fibras provenientes dos vegetais favorece o trânsito intestinal e a digestão, prevenindo problemas como constipação e síndrome do intestino irritável. As fibras também são fundamentais para a manutenção de uma microbiota intestinal de forma saudável (BARRETO, 2023).

A adoção de dieta vegetariana tem sido associada a diversos benefícios para a saúde da população humana, como baixas concentrações de lipídios séricos, baixos níveis de adiposidade corporal e baixa incidência de mortes por isquemia do miocárdio, diabetes mellitus e certos

tipos de câncer, além de uma maior expectativa de vida. Devido à perda de peso, é benéfico também ao coração (FERREIRA; BURINI; MAIA, 2006).

Segundo Prudencio (2021), devido à alimentação ser rica em alimentos de origem vegetal, diminui-se a prevalência de acidentes cardiovasculares e de diabetes tipo 2. Além disso, há evidências de que a dieta ainda estaria ligada à prevenção de alguns tumores malignos devido às propriedades quimo-protetoras de alguns alimentos vegetais, especialmente das nozes (rica em selênio) - e à menor incidência de sobrepeso e obesidade devido a sua ligação direta com a redução do índice de massa corporal (IMC), contribuindo para a redução de peso.

Dieta *plant-based* se associa também com a saúde óssea, devido à presença de nutrientes como o magnésio, potássio, zinco, vitamina C, e seus compostos bioativos nas frutas e vegetais, auxiliando na prevenção de fraturas ósseas (PRUDENCIO, 2021).

Gonçalves (2023) revela estudos que demonstraram que seguir uma dieta baseada em vegetais pode reduzir a pressão arterial e o desenvolvimento de outras doenças. Logo, as pessoas que seguem uma dieta à base de plantas têm pressão arterial mais baixa do que aquelas que seguem dietas onívoras, ou seja, aquelas que incluíam vegetais e carnes.

Outro estudo da autora descobriu que vegetarianos têm um risco 34% menor de desenvolver hipertensão do que os não vegetarianos. Desse modo, a mudança de uma dieta repleta de produtos de origem animal em direção a uma dieta baseada em vegetais pode reduzir o colesterol LDL (ruim) entre 10 e 15%, enquanto que aqueles que seguem uma dieta vegetariana estrita podem reduzir seu colesterol LDL em até 25% (GONÇALVES, 2023).

Em seus estudos, Gonçalves (2023) ainda revela que o risco de acidente vascular cerebral aumenta se você tem pressão alta, está acima do peso, tem diabetes ou doença cardíaca, tem colesterol alto, fuma, bebe ou usa outras drogas. Observe que a maioria desses fatores de risco pode ser eliminada seguindo uma dieta baseada em vegetais e fazendo escolhas de estilo de vida mais saudáveis.

De acordo com um estudo publicado em 2014 na *Stroke*, indivíduos que consumiam mais frutas e vegetais tiveram um risco 21% menor de acidente vascular cerebral do que aqueles que consumiram estes alimentos em poucas quantidades (GONÇALVES, 2023). Seus estudos também revelam que a melhor maneira de obter nutrientes protetores contra o câncer, incluindo fibras, vitaminas, minerais e fitoquímicos, é através de uma dieta rica em vegetais, frutas, grãos, feijão, nozes e sementes. E o mesmo vale para quem já teve a doença.

A tecnologia *cell-based*, ou carne cultivada em laboratório, desempenha um papel importante na busca por uma alimentação mais sustentável. Ela oferece várias vantagens em termos de sustentabilidade ambiental e uso de recursos naturais.

4.3 Produtos análogos aos peixes

Segundo Palhares (2023), a regulamentação de produtos análogos de carnes e de pescado está em debate no Brasil de forma que, conhecer as características dos produtos disponíveis no mercado é fundamental para a definição de padrões que preencham, de forma efetiva, a lacuna regulatória existente.

Por meio de impressoras 3D, pesquisadores da EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnologia (DF) desenvolveram estruturas análogas a filés de peixe, utilizando ingredientes vegetais.

O pesquisador Luciano Paulino da Silva (EMBRAPA, 2023), líder do projeto, informa que a impressão 3D de alimentos é uma opção inovadora, pois há um limitado número de processos industriais de produção dos chamados *plant-based*, os alimentos à base de vegetais (EMBRAPA, 2023). “É mais comum a disponibilidade de processos para produção de nuggets e hambúrgueres que, em geral, empregam outras técnicas de fabricação que não possibilitam a obtenção do nível de complexidade necessário para mimetizar o alimento de origem animal”, detalha Luciano Paulino da Silva (EMBRAPA, 2023).

Os cortes de análogos de pescados, como os filés, e de frutos do mar, semelhantes a caviar e lula, por exemplo, são produzidos principalmente à base de farinhas de pulses (leguminosas alimentícias secas e moídas). Os protótipos foram feitos à base de farinhas de soja, grão de bico e uma série de feijões fava, bem como outros ingredientes que permitam novas soluções customizadas às expectativas e demandas dos consumidores (EMBRAPA, 2023).

Atualmente, o desenvolvimento de produtos análogos de carnes e pescado se divide em dois eixos principais, os formulados a base de vegetais e os produzidos a partir de cultura de células (DEKKERS; BOOM; VAN DER GOOT, 2018).

Os produtos análogos ao pescado têm aspectos organolépticos e nutricionais muitas vezes semelhantes aos convencionais. Tanto o pescado quanto o *plant-based* e o *cell-based* apresentam sensibilidades, tanto sociais quanto ambientais para a saúde humana (SEAFOODS, 2022).

4.4 Tecnologia para produção de análogos ao pescado

Os produtos análogos precisam ser produzidos por meio de tecnologias que permitem a modificação das proteínas vegetais para que se assemelhem a textura dos alimentos de

referência. A extrusão é um processo amplamente utilizado para texturização de proteínas e o mais comumente empregado na produção de análogos de cárneos (PALHARES, 2023). Nele a proteína passa por quatro estágios de mudanças conformacionais iniciando pela desnaturação, a qual é seguida pelo alinhamento das macromoléculas na direção do fluxo, agregação e reticulação, que consiste na formação de rede tridimensional irreversível responsável por manter a forma do produto (DEKKERS; BOOM; VAN DER GOOT, 2018; GALDEANO, 2022; LIMA *et al.*, 2022).

Segundo Palhares (2023), outra possível forma de obtenção de produtos fibrosos a partir de proteínas vegetais é a mistura com hidrocoloides, que precipitam na presença de cátions multivalentes. Para conclusão do processo, os produtos fibrosos são lavados e prensados para retirar o excesso de água. Este processo tem uma aplicação restrita a produtos como análogos de carne moída e hambúrguer, uma vez que a estrutura formada é desordenada e falha ao mimetizar produtos cárneos de estrutura íntegra (DEKKERS; BOOM; VAN DER GOOT, 2018; LIMA *et al.*, 2022).

Palhares (2023) relata que tecnologias como células de cisalhamento (shear cell) e estruturação por congelamento (freeze structuring) podem ser citadas, mas não atingiram a disponibilidade comercial. A tecnologia de células de cisalhamento se baseia na dispersão de misturas de proteínas, como a proteína de soja concentrada, proteína de soja isolada e glúten, em solução de cloreto de sódio. A proteína previamente hidratada é submetida ao cisalhamento em um dispositivo do tipo cone-em-cone sob certas condições operacionais de temperatura, velocidade de rotação e tempo de processo, até a formação das estruturas fibrosas. A estruturação por congelamento leva a formação de cristais de gelo em formato de agulhas e induz à separação e compactação da proteína. A remoção unidirecional de calor resulta no alinhamento das agulhas de cristal de gelo. Em seguida, o material é desidratado para obter uma microestrutura com orientação paralela em forma de folha, que, por sua vez, são conectadas para formação de uma estrutura fibrosa (DEKKERS; BOOM; VAN DER GOOT, 2018; GALDEANO, 2022; LIMA *et al.*, 2022).

Os avanços tecnológicos estão cada vez mais permitindo uma alimentação saudável e adequada a cada tipo de consumidor. Pelo que podemos observar, não haverá limites para essa área de produção de alimento que ainda é recente e já avança absurdamente pelos campos da indústria alimentícia.

4.5 Inovações de *Plant-based* e *Cell-based* na Indústria do Pescado

Segundo o site Nutricional Seafoods (2022), a base de consumidores para os produtos alternativos continua a crescer através do flexitarianismo, dieta baseada na mudança gradual de alimentos e estilo de vida que abre espaço a alimentos de origem vegetal, sem deixar de lado o consumo de carne. Ou seja, é uma filosofia, que busca o equilíbrio e não os extremos. Conforme o estudo, cerca de um em cada cinco (23%) consumidores em todo o mundo procura limitar a ingestão de carne; em 2020 eram 21%.

Os chamados *plant-based* são produtos à base de ingredientes vegetais que possuem aparência, textura e sabor que se assemelham aos produtos feitos com proteína animal. “Os produtos de carne à base de plantas e fungos (PBM) abrangem o sabor, textura e/ou aspectos nutricionais da carne, mas são diferentes na composição. Ou seja, são feitos de origem não animal”, explica Marcela Cipriano de Oliveira, nutricionista e proprietária do Instituto de Nutrição Clínica e Esportiva.

Marcela Cipriano (SEAFOODS, 2022) ressalta que, atualmente, tanto o mercado nacional quanto o internacional já possuem uma ampla gama de alimentos vegetais disponíveis que incluem, por exemplo, bebidas, hambúrgueres, empanados, entre outros. Segundo ela, com base no tempo de desenvolvimento e técnicas complexas, os produtos PBM podem ser diferenciados em duas categorias: tradicional e novo (ou seja, próxima geração).

Diferente dos produtos *plant-based*, os *cell-based*, ou carne cultivada em laboratório, ainda não chegaram aos pratos dos consumidores brasileiros, mas já estão presentes em outros lugares, como por exemplo Singapura e Israel. Entretanto, já há o anúncio de uma startup brasileira dedicada ao tema e empresas gigantes, como a BRF S.A, têm planos para trazer os produtos às mesas dos brasileiros em 2024. Dessa forma, ao considerar o interesse popular, os investimentos de empresas e os avanços científicos, o cenário nacional também caminha para uma mudança em breve (SEAFOODS, 2022).

Uma inovação já avançada é a impressão 3D de produtos análogos de peixes. Para EMBRAPA (2023), os análogos de pescados têm potencial também para serem finalizados por startups do ramo alimentício e com experiência no público-alvo. Segundo o autor, já foram realizadas as provas de conceito e otimização em ambiente laboratorial, seguindo a modelagem de desenho, assistido por computador, de cortes inteiros de pescados e a impressão 3D de seus similares.

A respeito da modelagem de produtos, o cientista explica que a equipe do projeto trabalhou na modelagem de cortes que são mais comuns no mercado, como análogos de filé de

peixe inteiro e sashimi, além dos que mimetizam caviar e anéis de lula. Dessa forma, esses são modelos de baixa complexidade, cujo objetivo é testar as diferentes composições de farinhas e ingredientes nanoestruturados no processo de impressão 3D de pescados e frutos do mar.

Na prática, a equipe da EMBRAPA (2023) utilizou imagens de peixe que possibilitaram construir modelos computacionais para obter os protótipos com o maior grau de similaridade a peixes e frutos do mar. Assim, conseguiram criar coordenadas para imprimir os protótipos.

O pesquisador ressalta que também houve a preocupação em aliar alta tecnologia com desenvolvimento sustentável. Desde a construção da proposta do projeto, fomentada pelo GFI, foram observadas as oportunidades de transversalidade entre as áreas envolvidas, seja na de engenharia de alimentos, na fabricação digital ou no uso da nanotecnologia na forma de nanoingredientes (EMBRAPA, 2023).

A diretoria da EMBRAPA (2023) diz que a preocupação foi a de oferecer produtos que tivessem saudabilidade, do ponto de vista nutricional e de componentes funcionais, e ainda que pudessem propiciar experiências sensoriais novas aos consumidores. O trabalho utilizou o que há de mais avançado na engenharia de alimentos como a nanobiotecnologia e a indústria 4.0.

4.6 Regulamentação de *Plant-based* e *Cell-based* na indústria do Pescado

Um dos desafios enfrentados nessa área é o de informar ao consumidor sobre as verdadeiras características e funções desta nova categoria de produtos. Por um lado, pretende-se comunicar as semelhanças sensoriais e funcionais com os produtos de origem animal. No entanto, não está claro qual associação é feita pelo consumidor quando esta comparação é feita pela utilização dos nomes dos produtos de referência, principalmente no que se refere à composição nutricional dos análogos, como foi evidenciado pelos resultados da TPS divulgados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (BRASIL, 2022).

A assimetria de informação no mercado de alimentos *plant-based* foi apontada pela ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) como um problema regulatório alvo de uma possível legislação. A utilização de denominações dos produtos de referência, similaridade das embalagens e local de oferta próximo ou em conjunto com os produtos de origem animal foram causas encontradas para este problema regulatório (ANVISA, 2022).

A possibilidade do uso do nome de produtos de origem animal em alimentos com origem predominantemente vegetal não é um debate novo. Este tema é discutido com relação ao uso da denominação leite em bebidas vegetais há algumas décadas (PALHARES, 2023). O

Codex Alimentarius definiu em 1999 um padrão para uso de termos lácteos, que restringe o uso do termo leite para o produto obtido da ordenha de animais leiteiros, com exceção de produtos não lácteos tradicionalmente nomeados de tal forma, por exemplo o leite de coco. Além disso, a norma estabelece outras provisões para uso de termos lácteos em alimentos que contenham leite (CODEX ALIMENTARIUS, 1999).

Palhares (2023) revela que um padrão da Organização Internacional de Normalização (ISSO - International Organization for Standardization) para padronização dos termos e definições para alimentos de origem vegetal está em desenvolvimento. O escopo do documento abrange as definições técnicas para alimentos 100% vegetais, os critérios a serem cumpridos para alimentos e ingredientes vegetais, rotulagem e alegações (ISO, 2023).

No Brasil, o Ministério da Agricultura Pecuária de Abastecimento (MAPA) é responsável pela classificação de produtos vegetais, subprodutos e resíduos de valor econômico e possui padrões instituídos para produtos utilizados como matéria-prima de análogos de cárneos e pescado, como soja, ervilha e lentilha (BRASIL, 2007).

O enquadramento dos análogos de cárneos e de pescados na categoria dos produtos proteicos de origem vegetal tampouco se apresenta adequada, devido ao fato de se tratar de um alimento formulado e não somente a fração proteica dos vegetais, como os demais produtos dispostos nesta categoria. Tais produtos proteicos muitas vezes são utilizados como ingredientes para a fabricação dos análogos, por exemplo a proteína texturizada de soja, proteína concentrada de soja, proteína isolada de soja e glúten de trigo (BRASIL, 2022).

Embora ainda não haja um regulamento técnico específico para os análogos de cárneos e pescado, o cumprimento das normas de rotulagem geral pode ajudar a minimizar as lacunas regulatórias em questão, prevenindo que o consumidor seja enganado por informações errôneas ou sem devida clareza dispostas no rótulo dos produtos (PALHARES, 2023).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) publicou, em 03 de julho de 2023, a Portaria SDA/Mapa nº 831/2023 que submete proposta de regulamentação de produtos *plant-based* à consulta pública. A referida sugestão estabelece requisitos mínimos de identidade e qualidade, regras de rotulagem e obrigações de cadastro junto ao Mapa para produtos análogos de base vegetal (BRASIL, 2023a).

A estrutura legal para garantir a qualidade dos produtos de origem vegetal, seus subprodutos e resíduos de valor econômico constitui-se da Lei nº 9.972, de 25 de maio de 2000, Lei da Classificação Vegetal, Lei nº 14.515, de 29 de dezembro de 2022, Lei do Autocontrole, bem como do Decreto nº 6.268, de 22 de novembro de 2007, no que couber (BRASIL, 2023b).

4.7 Vantagens e desvantagens da utilização de *Plant-based* e *Cell-based*

Percebe-se que a indústria pesqueira enfrenta desafios relacionados à sobrepesca, depleção de recursos marinhos, degradação de habitats e impactos ambientais negativos, ao passo que a adoção de dietas *plant-based* pode contribuir para a sustentabilidade dos ecossistemas marinhos, permitindo a recuperação de populações de peixes e a conservação dos recursos marinhos (RAMIREZ *et al.*, 2022).

No tocante ao impacto da adoção de dietas *plant-based* na indústria do pescado, percebe-se que existe uma redução da demanda por produtos de origem animal, incluindo peixes e frutos do mar, embora a indústria pesqueira seja complexa e abranja uma ampla gama de atividades. Dessa forma, existe uma demanda reduzida, já que, à medida que mais pessoas adotam dietas *plant-based*, existe uma diminuição da demanda por peixes e frutos do mar, afetando diretamente os indivíduos que vivem na região, sendo eles: os pescadores, piscicultores e outros profissionais envolvidos na captura, criação, processamento e venda desses produtos (ROMANOS, 2022),

De acordo com Romanos (2022) percebe-se que o uso de técnicas como a da *cell-based* possuem como objetivo oferecer uma alternativa mais sustentável e ética à produção convencional de alimentos de origem animal, o que traz um maior impacto em meio a todo o consumo de animais, e da utilização de recursos naturais, a fim de resguardar o meio ambiente com a diminuição dos gases de efeito estufa e dos maus-tratos observados pela pecuária.

A técnica de *cell-based* tem o potencial de reduzir a necessidade de criação intensiva de animais, o uso de recursos naturais, as emissões de gases de efeito estufa e os impactos ambientais associados à pecuária. Contudo, por mais que apresente inúmeros benefícios, percebe-se que tal tecnologia não encontra seu uso pacificado e enfrenta desafios de regularização em meio a sua escala de produção e ainda de aceitação por parte do consumidor, que tem que ser convencido a comprar o produto (RAMIREZ *et al.*, 2022).

Além dos benefícios ambientais, a carne *cell-based* também pode ser considerada uma opção mais ética, pois não requer o abate de animais, e no que tange à indústria pesqueira, a produção de frutos do mar com base no *cell-based* pode ajudar a reduzir a demanda por peixes capturados no oceano, aliviando a pressão sobre os estoques pesqueiros pois exige menos recursos naturais, como água e terra, e pode ter um impacto ambiental reduzido, como a diminuição das emissões de gases de efeito estufa e a proteção dos ecossistemas marinhos (CHRIKI *et al.*, 2021; RAMIREZ *et al.*, 2022).

Outra vantagem da carne cultivada em laboratório, em termos de sustentabilidade, está relacionada ao uso de terras. A produção convencional de carne requer grandes extensões de terra para pastagens e cultivo de alimentos para animais, o que leva ao desmatamento e à degradação ambiental. Em contraste, a carne baseada em células requer uma fração mínima da terra necessária para a criação de animais, permitindo a conservação de habitats naturais e a redução do impacto sobre os ecossistemas (RAMIREZ *et al.*, 2022).

Além disso, a carne cultivada em laboratório também tem o potencial de reduzir significativamente a pegada hídrica da indústria alimentícia. A produção convencional de carne consome quantidades enormes de água, tanto para a hidratação dos animais quanto para a irrigação das culturas de alimentos para animais. Em contrapartida, a carne baseada em células requer uma quantidade muito menor de água, uma vez que a produção ocorre em ambientes controlados. Isso pode contribuir para a conservação da água, um recurso precioso e escasso em muitas regiões do mundo (BOSCARDIN *et al.*, 2023).

Outra questão relevante é a redução das emissões de gases de efeito estufa. A indústria pecuária é responsável por uma parcela significativa das emissões globais de gases do efeito estufa, principalmente devido à produção de metano pelos animais e às emissões relacionadas ao desmatamento. A carne cultivada em laboratório tem uma pegada de carbono muito menor em comparação com a carne convencional, ajudando a mitigar as mudanças climáticas (RAMIREZ *et al.*, 2022).

Ademais, a tecnologia *cell-based* também pode ajudar a preservar a biodiversidade. A intensificação da pecuária tem levado à perda de diversidade genética e à redução das populações de espécies nativas. Com a produção de carne baseada em células, há uma menor demanda por criação de animais para consumo humano, o que pode ajudar a preservar a diversidade de espécies e a manter ecossistemas saudáveis (WILKISON, 2023).

No entanto, algumas desvantagens também podem ser listadas tanto para *plant-based* como para *cell-based*. É importante ressaltar que a carne cultivada em laboratório não é a única solução para a sustentabilidade alimentar. Outras abordagens, como a agricultura regenerativa, a produção de proteínas vegetais alternativas e a redução do desperdício de alimentos também desempenham um papel fundamental. Um sistema alimentar verdadeiramente sustentável requer uma combinação de diferentes estratégias para minimizar o impacto ambiental e garantir a segurança alimentar a longo prazo (NASRABADI; DOOST; MEZZENGA, 2021; WEN *et al.*, 2023).

Conforme Sales (2023), a indústria que envolve o pescado e todo o seu beneficiamento consiste em uma atividade econômica de vários países, sendo que a proteína advinda do pescado

passou a ser considerada uma fonte essencial de nutrientes por possuir uma grande quantidade de nutrientes, vitaminas lipossolúveis, tais como a vitamina A e D e nutrientes importantes para o desenvolvimento do ser humano, uma vez que os peixes constituem importante fonte de proteína quando comparados aos mamíferos, aliados a sua maior facilidade de digestão.

Em termos mundiais, a pesca e seu produto proveem cerca de 17% de todo o consumo total de proteína de origem animal para cerca de 4,3 bilhões de pessoas. Contudo, cerca de 60% deste total se encontra na forma processada, sendo responsável pela geração de resíduos, ao passo que apenas 40% encontra-se destinada para o consumo dos seres humanos. O Brasil é reconhecido como um dos principais produtores em meio a indústria da pesca, gerando, conseqüentemente, um alto índice de resíduos, variando em torno de 50% a 70% do peso do produto em situação de fresco, variado conforme as peculiaridades de cada espécie (MIRANDA; LENZ, 2021).

No ano de 2018, conforme dados da Organização das Nações Unidas (OMS) voltadas para a Agricultura e Alimentação, a produção global de peixe marcou o índice de quase 179 milhões de toneladas, das quais cerca de 82 milhões provinham da aquicultura. Em termos de produção brasileira, no mesmo ano foram constatadas a produção de 772.560 toneladas de peixe cultivados, sendo que a espécie que merece mais destaque é a tilápia, consagrando o país como o quarto maior produtor de tilápias em todo o mundo (PEIXE BR, 2021).

Conforme Sales (2023), o aproveitamento dos resíduos devido à prática pesqueira não constitui uma prática comum no país, sendo constituídos principalmente de vísceras, cauda, coluna, barbatanas, escamas e restos de carnes. A principal destinação de tais subprodutos são os depósitos em aterros sanitários, além do descarte, de forma direta, destas partes em rios ou até mesmo em mares, resultando em sérios problemas de cunho ambiental e econômico, que atacam diretamente a viabilidade do pescado.

Desse modo, se faz necessário o redirecionamento do tema, uma vez que, com o estudo *cell-based*, percebe-se que o Brasil passa por problemas climáticos, ambientais, sanitários e, como consequência, houve um decréscimo das toneladas de pescado produzidos, e grandes produtores tais como Sergipe e Amazonas tiveram quedas de 46,2% e 45,5%, respectivamente. Logo, a Associação Brasileira de Piscicultores lançou os dados, trazendo os problemas a público e a possibilidade de sua resolução (PEIXE BR, 2022).

Tanto Israel quanto Singapura têm enfrentado desafios relacionados à pesca e à segurança alimentar do pescado, devido às limitações em recursos pesqueiros locais, e ambos têm buscado abordagens alternativas para atender à demanda por pescado (DE ALMEIDA, 2022; SEAFOODS, 2022).

A nutricionista Marcela Cipriano, do SeaFoods, destaca algumas vantagens nutricionais do consumo de peixes oleosos, incluindo salmão, atum, sardinha e cavalinha, associados a um menor risco de doenças cardiovasculares por conterem ácidos graxos da série ômega 3, como o ácido eicosapentaenóico (EPA) e ácido docosahexaenóico (DHA). Mas a profissional alerta também para o uso em excesso de carne de origem animal, especialmente de animais terrestres (SEAFOODS, 2022).

Ao contrário, as desvantagens se destacam pelo fato de que, para garantir um perfil de aminoácidos equilibrados, geralmente é necessária a complementação de várias proteínas à base de plantas (IMRAN; LIYAN, 2023). Por exemplo, proteínas de leguminosas (baixo teor de aminoácidos contendo enxofre, alto teor de lisina) e cereais (baixo teor de lisina, alto teor de aminoácidos contendo enxofre), que são complementos favoráveis. Também as proteínas vegetais têm alguns fatores que diminuem a biodisponibilidade (quanto vai ser absorvido), que são: estruturas resistentes à proteólise, antinutrientes como taninos, fitatos, lectina. Algumas técnicas podem aumentar a biodisponibilidade das proteínas vegetais como remolho e germinação (ANDREANI *et al.*, 2023; MORAIS-DA-SILVA *et al.*, 2022).

A nutricionista também fala sobre o *Cell-based* que, por um lado, permitirá à população que não quer deixar de consumir produtos de origem animal (ou não tem motivação/informação adequada), consumir um produto cárneo que não envolve a morte de animais. Para alguns, tal produto é considerado mais benéfico do que a carne convencional do ponto de vista de saúde pública. Alguns dos grandes problemas do consumo de produtos de origem animal envolvem, por exemplo, as contaminações alimentares por micro-organismos (*Salmonella*, *Campylobacter*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum*, *Escherichia coli*, dentre outros), os riscos de epidemias e pandemias com consequências para a população humana.

Marcela Cipriano (SEAFOODS, 2022) também diz que, por outro lado, a viabilidade econômica é um obstáculo consideravelmente significativo à comercialização de carne cultivada a partir de músculo e gordura (CBM). Em 2008, o The In Vitro Meat Consortium estimou, ao modelar os custos de capital e média de crescimento com base em dados para produção de proteína unicelular, que o CBM poderia custar aproximadamente o dobro do frango. Dados nutricionais básicos e abrangentes para CBM não estão disponíveis publicamente, sendo tamanhos de amostra pequenos, o teor de nutrientes das culturas de células pode ser quantificado por meio de ensaios laboratoriais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir, através dos conceitos e estudo desta pesquisa, que o *cell-based* é a técnica de produzir mercadorias a partir de células, em vez de organismos inteiros ou animais. Já o *plant-based* é um conceito que valoriza o consumo de alimentos de origem vegetal em sua originalidade, ou seja, que não sejam refinados ou ultraprocessados.

Nota-se também que a produção de proteína de *cell-based* tem um potencial de menor impacto ambiental, uma vez que não envolve emissões de gases de efeito estufa, desmatamento ou uso intensivo de recursos naturais associados à pecuária convencional. A composição nutricional da proteína de *cell-based* também pode ser controlada durante o processo de cultivo em laboratório. Além disso, a produção em ambiente controlado reduz os riscos de contaminação microbológica, tornando a proteína de *cell-based* potencialmente mais segura em termos de segurança alimentar. No entanto, é importante notar que a tecnologia de proteína de *cell-based* ainda está em desenvolvimento e enfrenta desafios técnicos, regulatórios e de aceitação do mercado.

Os alimentos à base da *cell-based* ainda não são populares no país, ao contrário de países como Singapura e Israel. Um dos pontos principais é que o *cell-based* proporciona um relacionamento mais sustentável com o planeta, já que tal mecanismo de produção ganha espaço em meio aos consumidores devido aos seus preceitos pautados na sustentabilidade. Contudo, esta situação traz controvérsias em meio a indústria do pescado, que se encontra em franco declínio. A empresa Euromonitor demonstrou que a alimentação tem como base plantas ou proteínas alternativas, já que um em cada cinco consumidores se preocupa em limitar a ingestão de alimentos de origem animal.

Foi possível notar o quão nova é essa área, porém, devido à limitações de bibliografia, é fato que são assuntos em exponencial crescimento.

REFERÊNCIAS

- ANDREANI, G. *et al.* Plant-based meat alternatives: technological, nutritional, environmental, market, and social challenges and opportunities. **Nutrients**, [Switzerland], v. 15, n. 2, p. 452, Jan. 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-6643/15/2/452>. Acesso em: 01 dez. 2023.
- ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Alimentos plantbased**: Relatório das oficinas virtuais para identificação do problema regulatório e dos agentes afetados. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2022/Relatoriodasoficinasparaidentificacaodoproblemaregulatorio150922.pdf>. Acesso em: 4 nov. 2023.
- BARRETO, R. **Plant-based**: conheça 7 benefícios da alimentação á base de plantas. Terra, abr. 2023. Disponível em: https://www.terra.com.br/vida-e-estilo/degusta/alimentacao-com-saude/plant-based-conheca-7-beneficios-da-alimentacao-a-base-de-plantas,19809e2bc9bee3cd4a5a067bd104eb14tn95g8to.html?utm_source=clipboard. Acesso em: 18 out. 2023.
- BOSCARDIN, M. *et al.* O que influencia os flexitarianos a reduzir o consumo de carne no Brasil? **Segurança Alimentar**, [São Paulo], v. 37, n. 109, p. 243-260, set./dez. 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/FNfLsxRXVBVsLwC5N9znqRc/#>. Acesso em: 02 dez. 2023.
- BRASIL. **Decreto nº 9013, de 29 de março de 2017**. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA). Diário Oficial da União, Brasília (DF), 29 de março de 2017.
- BRASIL. **Decreto nº 6.268, de 22 de novembro de 2007**. Regulamenta a Lei no 9.972, de 25 de maio de 2000, que institui a classificação de produtos vegetais, seus subprodutos e resíduos de valor econômico, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília (DF), 22 de novembro de 2007.
- BRASIL. **Resolução nº 726, de 1º de julho de 2022**. Dispõe sobre os requisitos sanitários dos cogumelos comestíveis, dos produtos de frutas e dos produtos de vegetais. Diário Oficial da União, Brasília (DF), 06 de julho de 2022.
- BRASIL. **Portaria SDA/MAPA nº 831, de 28 de junho de 2023**. Submete à Consulta Pública, pelo prazo de 75 (setenta e cinco) dias, a contar da data da publicação desta Portaria, a proposta de Portaria para estabelecer os requisitos mínimos de identidade e qualidade para produtos análogos de base vegetal, a identidade visual e as regras de rotulagem para esses produtos. Diário Oficial da União, Brasília (DF), 03 de julho de 2023a.
- BRASIL. **Legislação da Qualidade Vegetal**. Qualidade e Segurança dos Produtos de Origem Vegetal. Padrão Oficial de Classificação dos Produtos de Origem Vegetal. 25 de abril de 2023b.

CARVALHO, G. M. de; HENRIQUES, H. B. Direito Penal e Direitos da Personalidade: Organismos Transgênicos e Proteção da Saúde Humana na Lei de Biossegurança. **Revista Jurídica Cesumar-Mestrado**, [Maringá], v. 12, n. 2, p. 525-551, jul./dez. 2012. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/revjuridica/article/view/2545/1754>. Acesso em: 16 nov. 2023.

CHOUDHURY, D. *et al.* Commercialization of plant-based meat alternatives. **Trends in Plant Science**, [United Kingdom], v. 25, n. 11, p. 1055-1058, Nov. 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32896491/>. Acesso em: 09 out. 2023.

CHRIKI, S. *et al.* Brazilian consumers' attitudes towards so-called "cell-based meat". **Foods**, [Switzerland], v. 10, n. 11, p. 2588, Oct. 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/11/2588>. Acesso em: 12 set. 2023.

CODEX ALIMENTARIUS. **General Standard for the Use of Dairy Terms** (Codex Stan 206 -1999). 1999. Disponível em: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B206-1999%252FCXS_206e.pdf Acesso em: 04 nov. 2023.

DE ALMEIDA, M. C. L. D. **A Cobrança pelo Uso da Água como Instrumento de Gestão de Recursos Hídricos**. São Paulo: Editora Dialética, 2022. 117p.

DEKKERS, B. L.; BOOM, R. M.; VAN DER GOOT, A. J. Structuring processes for meat analogues. **Trends in Food Science & Technology**, [United Kingdom], v. 81, Aug. 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/327114028_Structuring_processes_for_meat_analogues. Acesso em: 15 nov. 2023.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Pesquisadores usam impressão 3D para produzir filés análogos aos de pescado. **Notícias**, [Brasília], out. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/83749307/pesquisadores-usam-impressao-3d-para-produzir-files-analogos-aos-de-pescado>. Acesso em novembro de 2023.

FARIAS, A. C da S.; FARIAS, R. B. A. Desempenho Comparativo entre Países Exportadores de Pescado no Comércio Internacional: Brasil eficiente?. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, [Piracicaba], v. 56, n. 3, p. 451-466, jul./set. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/resr/a/YZy87VCVBVVngS5nmNpLwsS/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 15 out. 2023.

FERREIRA, L. G.; BURINI, R. C.; MAIA, A. F. Dietas vegetarianas e desempenho esportivo. **Revista de Nutrição**, [Campinas], v. 19, n. 4, p. 469–477, ago. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rn/a/KS3Vtdkt9bF7kYgflCWHddC/>. Acesso em: 22 out. 2023.

GALDEANO, M. C. **Tecnologias de Texturização de Proteínas Vegetais**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 26p. 2022. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1141928/1/CP-01-22-DOC-144-miolo-texturizacao-proteinas-corrigido.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2023.

GONÇALVES, N. **9 benefícios da dieta baseada em plantas**. Vegan Business. Out. 2023. Disponível em: <https://veganbusiness.com.br/9-beneficios-da-dieta-baseada-em-plantas/>. Acesso em: 22 nov. 2023.

IMRAN, M.; LIYAN Z. Production of plant-based meat: functionality, limitations and future prospects. **European Food Research and Technology**, [Germany], v. 249, n. 9, p. 1-25, May 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/370947909_Production_of_plant-based_meat_functionality_limitations_and_future_prospects. Acesso em: 01 dez. 2023.

ISO - International Organization for Standardization. **ISO/CD 8700 Plantbased foods — Terms and definitions**. 2023. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/83290.html>. Acesso em: 03 nov. 2023.

LIMA, M. *et al.* Narrative Review of Alternative Protein Sources: Highlights on Meat, Fish, Egg and Dairy Analogues. **Foods**, [Switzerland], v. 11, n. 14, p. 2053, July 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/14/2053>. Acesso em: 22 nov. 2023.

MCCLEMENTS, D. J.; GROSSMANN, L. The science of plant-based foods: Constructing next-generation meat, fish, milk, and egg analogs. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, [United States], v. 20, n. 4, p. 4049-4100, May 2021. Disponível em: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1541-4337.12771>. Acesso em: 20 out. 2023.

MESQUITA, J. L. **Peixes de laboratórios, startups avançam nesta área**. Mar sem fim, mar. 2020. Disponível em: <https://marsemfim.com.br/peixes-de-laboratorios-empresas-avancam-nesta-area/>. Acesso em: 14 out. 2023.

MIRANDA, J. F. A.; LENZ, T. de M. Aspectos sanitários e geração de resíduos na comercialização do pescado na Feira do Ver-o-Peso, Belém, Estado do Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, [João Pessoa], v. 8, n. 18, p. 77-92, abr. 2021. Disponível em: <https://revista.ecogestaobrasil.net/v8n18/v08n18a04.pdf>. Acesso em: 14 out. 2023.

MORAIS-DA-SILVA, R. L. *et al.* The social impacts of a transition from conventional to cultivated and plant-based meats: Evidence from Brazil. **Food Policy**, [United Kingdom], v. 111, p. 102337, Aug. 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306919222001099>. Acesso em: 01 dez. 2023.

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**, [Netherlands], v. 118, p. 106789, Sept. 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X21002058>. Acesso em: 01 dez. 2023.

ONG, S.; CHOUDHURY, D.; NAING, M. W. Cell-based meat: Current ambiguities with nomenclature. **Trends in Food Science & Technology**, [United Kingdom], v. 102, p. 223-231, Aug. 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224419308131>. Acesso em: 13 out. 2023.

PALHARES, M. P. P. **Produtos Vegetais análogos de cárneos e pescado comercializados no Brasil:** caracterização a partir de informações de rotulagem. 161f. 2023. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023.

PEIXE BR - Associação Brasileira da Piscicultura. **Anuário 2020:** Peixe BR da Piscicultura. São Paulo: PEIXE BR, 2021. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario-2020/>. Acesso em: 18 out. 2023.

PEIXE BR - Associação Brasileira da Piscicultura. **Anuário 2021:** PeixeBR da Piscicultura. São Paulo: PEIXE BR, 2022. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario-2021/>. Acesso em: 18 out. 2023.

PEW - COMMISSION ON INDUSTRIAL FARM ANIMAL PRODUCTION. **Putting Meat on the Table:** Industrial Farm Animal Production in America. Philadelphia: PEW, 2008. Disponível em: <https://www.pewtrusts.org/en/research-and-analysis/reports/0001/01/01/putting-meat-on-the-table>. Acesso em: 19 out. 2023.

PRUDENCIO, A. P. A. **Dieta de Plant-Based pode prevenir doenças?** NutritotalPro, [s. l] dez. 2021. Disponível em: <https://nutritotal.com.br/pro/diferentes-dietas-plant-based-apresentam-os-mesmos-beneficios-a-saude/>. Acesso em: 25 nov. 2023.

RAMIREZ, B. F. D. *et al.* Vegetais Análogos à Carnes e o Futuro da Alimentação: Desafios da Indústria de Alimentos frente as Crises Ambientais. **Brazilian Journal of Health Review**, [Paraná], v. 5, n. 1, p. 3409-3448, fev. 2022. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/44351>. Acesso em: 17 out. 2023.

ROMANOS, B. **Foodtech.** La gran revolución de la industria alimentaria. Madrid: LID Editorial, 2022. 271p.

RUBIO, N. R.; XIANG, N.; KAPLAN, D. L. Plant-based and cell-based approaches to meat production. **Nature Communications**, [United Kingdom], v. 11, n. 1, p. 6276, 2020. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41467-020-20061-y>. Acesso em: 22 out. 2023.

SALES, R. de O. Reciclagem de sub-produtos da indústria pesqueira na alimentação animal. Revisão de Literatura. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Ambiental**, [Fortaleza], v. 17, n. 1, p. 01-38, jan./mar. 2023. Disponível em: <http://www.higieneanimal.ufc.br/seer/index.php/higieneanimal/article/view/614/3363>. Acesso em: 02 dez. 2023.

SANTO, R. E. *et al.* Considering Plant-Based Meat Substitutes and Cell-Based Meats: A Public Health and Food Systems Perspective. **Frontiers**, [United States], v. 4, p. 134, Aug. 2020. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2020.00134/full>. Acesso em: 19 out. 2023.

SEAFOODS. **Especial:** A polêmica plant-based e cell-based no pescado. Indústria, [s.l.], ago. 2022. Disponível em: <https://www.seafoodbrasil.com.br/especial-a-polemica-plant-based-e-cell-based-no-pescado#:~:text=Os%20produtos%20an%C3%A1logos%20ao%20pescado,quanto%20para%20a%20sa%C3%BAde%20humana>. Acesso em: 01 nov. 2023.

SHA, L.; XIONG, Y. L. Plant protein-based alternatives of reconstructed meat: Science, technology, and challenges. **Trends in Food Science & Technology**, [United Kingdom], v. 102, p. 51-61, Aug. 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224420304830>. Acesso em 29 out. 2023.

STUCCHI, A. **Entenda a diferença entre plant based e cell based.** Vegan Business. mar. 2023. Disponível em: <https://veganbusiness.com.br/diferenca-entre-plant-based/#:~:text=Basicamente%2C%20plant%2Dbased%20%C3%A9%20derivado,v%C3%AAdas%20c%C3%A9lulas%20de%20animais>. Acesso em: 15 nov. 2023.

WEN, Y. *et al.* Development of plant-based meat analogs using 3D printing: Status and opportunities. **Trends in Food Science & Technology**, [United Kingdom], v. 132, p. 76-92, Feb. 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224422004800>. Acesso em: 03 dez. 2023.

WILKINSON, J. Brasil e China na nova onda de inovações no sistema agroalimentar global. **Revista do Serviço Público**, [Brasília], v. 74, n. 1, p. 229-263, jan. 2023. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/handle/1/7702>. Acesso em: 06 nov. 2023.