

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

**FACULDADE DE DIREITO**

Pedro Evans Barbatí – N° USP 10775400

**Carne de laboratório: desafios e possibilidades no Direito dos Animais**

Tese de Láurea apresentada ao Departamento de Direito Penal, Criminologia e Medicina Forense (DPM).

Orientador: Professor Doutor Roberto Augusto de Carvalho Campos.

Edital CG-FD nº 02/2021 – Currículo 2014.

**São Paulo**

**2022**

PEDRO EVANS BARBATI – Nº USP 10775400

**Carne de laboratório: desafios e possibilidades no Direito dos Animais**

Depósito Final de Tese de Láurea (Edital CG-FD nº 02/2021 – Currículo 2014).

Orientação: Professor Doutor Roberto Augusto de Carvalho Campos.

Departamento de Direito Penal, Criminologia e Medicina Forense (DPM).

**São Paulo**

**2022**

Nome: Pedro Evans Barbati

Título: Carne de laboratório: desafios e possibilidades no Direito dos Animais

Dissertação apresentada à Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo como Trabalho de Conclusão de Curso, necessário à obtenção do título de Bacharel em Direito.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr.

Roberto Augusto de Carvalho Campos

Instituição:

Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo

Julgamento:

\_\_\_\_\_

Profa. Dra.

\_\_\_\_\_

Instituição:

\_\_\_\_\_

Julgamento:

\_\_\_\_\_

Prof. Dr.

\_\_\_\_\_

Instituição:

\_\_\_\_\_

Julgamento:

\_\_\_\_\_

## AGRADECIMENTOS

A meus pais e minha avó, que sempre me deram apoio e me incentivaram em minha jornada acadêmica.

Ao Prof. Dr. Roberto, pela atenção e apoio durante o processo de definição e orientação. À Dra. Ivanira, pelo enorme auxílio e pelos *insights* instigantes.

À minha amiga Mariana, que primeiro me questionou sobre a temática dos direitos dos animais.

Ao Grupo de Estudos de Ética e Direito dos Animais (GEDA-USP), pelos sempre importantes e profundos debates.

Ao Prof. António Francisco Sousa, por ter me apresentado o tema da carne de laboratório.

Aos amigos que fiz ao longo dessa jornada de cinco anos e que a tornaram bem mais agradável: Luiz, Isabella, Tomás, Richard, Julio, Gabriel, Rodrigo, Daniel, Guilherme Ferraz, Guilherme Moraes, Lucas, Matheus, Lorenzo e Vitor.

À minha querida Riris, por estar comigo nos momentos mais difíceis, mesmo a quilômetros de distância.

*“Nós, humanos, convivemos com outras criaturas,  
que, de diversas formas, são sencientes,  
inteligentes e autoconscientes”*

*Christine M. Korsgaard*

## RESUMO

BARBATI, Pedro Evans. **Carne de laboratório: desafios e possibilidades no Direito dos Animais**. 2022. Tese (Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do Título de Bacharel em Direito – Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022).

O consumo de carne sempre foi muito importante para o ser humano, desde os tempos mais longínquos. No entanto, a indústria da carne apresenta diversos problemas, como éticos, ambientais e sobre a saúde humana, situação que enseja reflexões sobre sua sustentabilidade a longo prazo. No presente artigo, busca-se examinar a viabilidade da proteína de laboratório, conhecida como *cultured meat* ou *lab-grown meat*, como um substituto à carne tradicional na dieta do ser humano. A análise começa por uma tentativa de definição da carne de laboratório, bem como sua diferenciação ante a carne tradicional e à carne vegetal (*plant-based meat*). Posteriormente, busca-se explicitar o processo produtivo da carne de laboratório, bem como fornecer uma visão geral sobre esse mercado na atualidade. Passados tais conceitos, são debatidos os impactos da produção de carne de laboratório na saúde dos animais e dos seres humanos, no meio-ambiente e na economia. Já, na parte final, há uma sistematização da regulação da matéria a nível mundial, bem como do atual nível de aceitação dos consumidores em relação a tal produto. Por fim, retoma-se o conteúdo exposto e uma posição sobre a viabilidade de tal produto.

## ABSTRACT

BARBATI, Pedro Evans. **Cultured meat: challenges and possibilities in Animal Law**. 2022. Thesis (Bachelor's Thesis for the obtainment of the Bachelor of Laws in the Faculty of Law of the University of São Paulo, São Paulo, 2022).

Meat consumption has always been very important for human beings, since ancient times. However, the meat industry presents several problems, such as ethical, environmental and human health issues, a situation that raises questions about its long-term sustainability. This paper seeks to examine the viability of cultured meat or lab-grown meat, as a substitute for traditional meat in human diet. The analysis begins with an attempt to define lab-grown meat, as well as its differentiation from traditional meat and plant-based meat. Subsequently, it seeks to explain the production process of laboratory meat, as well as to provide an overview of this market today. After these concepts, the impacts of laboratory meat production on the health of animals and humans, on the environment, and on the economy are discussed. In the final part, there is a systematization of the regulation of the matter worldwide, as well as the current level of consumer acceptance in relation to such product. Finally, the content is summarized and a position is taken on the viability of such a product.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Consumo de carne no Brasil nos últimos anos .....	11
<b>Figura 2</b> - Processo de Síntese da Carne Vegetal.....	25
<b>Figura 3</b> - Processo de Sintetização da Carne de Laboratório.....	28
<b>Figura 4</b> - Empresas do mercado de carne de laboratório .....	49
<b>Figura 5</b> - Comparação da queda de preço da carne de laboratório com outras tecnologias .....	52
<b>Figura 6</b> - Projeção de custos da carne de laboratório até 2030 .....	53
<b>Figura 7</b> - Aceitação da carne de laboratório pelos consumidores brasileiros .....	71

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> - Tempo de Produção .....	41
<b>Gráfico 2</b> - Uso do solo .....	43
<b>Gráfico 3</b> - Uso de água.....	44
<b>Gráfico 4</b> - Uso de energia .....	45
<b>Gráfico 5</b> - Emissão de gases do efeito estufa.....	47

## SUMÁRIO

1. Introdução e importância do tema .....	11
2. Problemas da Indústria da carne .....	13
2.1. Direitos e saúde dos animais .....	13
2.1.1. A posição de Kant .....	13
2.1.2. A posição de Singer .....	14
2.1.3. A posição de Kymlicka e Donaldson .....	15
2.1.4. A posição de Francione .....	15
2.1.5. Legislação brasileira .....	16
2.2. Impacto ambiental .....	17
2.3. Impacto na saúde humana .....	18
2.4. Interseccionalidades e outras críticas .....	20
3. Carne de laboratório: conceitos iniciais .....	22
3.1. Conceito de carne .....	22
3.2. Conceito de carne vegetal .....	24
3.3. Conceito de carne de laboratório .....	26
4. Processo de Sintetização .....	28
4.1. Biópsia .....	28
4.2. Introdução em cultura com nutrientes e fatores de crescimento .....	29
4.3. Formação do suporte ( <i>scaffolding</i> ) .....	30
4.4. Introdução no biorreator .....	30
5. Impacto na saúde e bem-estar dos animais e dos seres humanos .....	32
5.1. Uma carne sem abate .....	32
5.2. Soro fetal: problemática e alternativas .....	34
5.3. A carne de laboratório é saudável? .....	36
6. Impacto Ambiental da Carne de Laboratório .....	39
6.1. Tempo de produção .....	40
6.2. Uso do solo .....	42
6.3. Uso de água .....	43
6.4. Uso de energia .....	44
6.5. Emissão de gases do efeito estufa .....	46
7. Impactos econômicos .....	49
7.1. Preço da carne de laboratório .....	50

7.2. Desemprego na indústria da carne .....	54
8. Regulação da carne de laboratório.....	57
8.1. Etapas regulatórias .....	57
8.1.1. Controle prévio.....	58
8.1.2. Controle posterior .....	59
8.2. Principais dificuldades de regulação da carne de laboratório .....	59
8.2.1. Relação com a regulação da carne tradicional.....	59
8.2.2. Conflito de competências regulatórias .....	61
8.3. Panorama regulatório mundial .....	62
8.3.1. Brasil .....	62
8.3.2. Legislação Internacional .....	63
8.3.3. União Europeia .....	64
8.3.4. Estados Unidos da América .....	65
8.3.5. Canadá.....	66
8.3.6. Japão .....	66
8.3.7. Austrália e Nova Zelândia.....	67
8.3.8. Israel .....	67
8.3.9. Singapura.....	68
9. Aceitação pelos consumidores.....	70
9.1. Aceitação por grupos de consumidores com restrições alimentares.....	71
9.1.1. Veganos/Vegetarianos .....	71
9.1.2. Judeus.....	72
9.1.3. Muçulmanos.....	74
10. Conclusão .....	76
11. Referências Bibliográficas.....	77

## 1. Introdução e importância do tema

Desde o início da vida humana na Terra, o consumo de proteínas, especialmente de origem animal, tem um papel central na dieta do ser humano. Segundo estimativas, o consumo anual global de carne chega a 350 milhões de toneladas, sendo que nos 6 primeiros meses de 2022, já foram consumidas aproximadamente 150 milhões de toneladas<sup>1</sup> (THE WORLD COUNTS, 2022), com uma tendência de crescimento a cada ano.

É possível observar, proporcionalmente, os mesmos dados na realidade brasileira. Segundo estimativas da Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne (ABIEC)<sup>2</sup>, o consumo de carne é expressivo no Brasil, mesmo com a recente queda por conta da alta de preços, como pode ser visto:

**Figura 1** - Consumo de carne no Brasil nos últimos anos



Fonte: Poder 360/ABIEC

No entanto, por motivos ambientais, nutricionais e até éticos, que serão abordados posteriormente, a indústria da carne será, a longo prazo, insustentável. Do mesmo modo, projeções indicam que, em 2050, a produção global de alimentos terá que aumentar em 50% para sustentar a população mundial<sup>3</sup> (UNIÃO EUROPEIA, 2018). É possível concluir,

<sup>1</sup> THE WORLD COUNTS. *Consumption. Foods & Beverages. Tons of meat eaten.* 2022. Disponível em: <https://www.theworldcounts.com/challenges/consumption/foods-and-beverages/world-consumption-of-meat/story>. Acesso em: 07/06/2022.

<sup>2</sup> PODER 360. **Consumo de carne bovina é o menor em 12 anos; brasileiro agora opta por ovos.** Brasília: 2021. Disponível: <https://www.poder360.com.br/economia/consumo-de-carne-bovina-e-o-menor-em-12-anos-brasileiro-agora-opta-por-ovos/>. Acesso: 11.nov.2021

<sup>3</sup> UNIÃO EUROPEIA. Parlamento Europeu. *What if all our meat were grown in a lab?* Bruxelas: 2018. Disponível: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2018/614538/EPRS\\_ATA\(2018\)614538\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2018/614538/EPRS_ATA(2018)614538_EN.pdf). Acesso: 06.nov.20

portanto, que alternativas à produção de proteína de origem animal devem ser debatidas e implementadas, sob pena de se criar um cenário insustentável no futuro.

Uma das alternativas que tem ganhado mais relevância no cenário mundial é a proteína de laboratório, ou *lab-grown meat*, em inglês. A proteína de laboratório permite a produção de carne sem o abate de animais, utilizando menos recursos em sua cadeia produtiva e, supostamente, sendo mais benéfica para a saúde humana e para o meio-ambiente.

Caso a carne de laboratório tenha um impacto menor no meio-ambiente, o referido produto se mostraria de grande valia para o objetivo, firmado pelo governo brasileiro, de chegar à neutralidade carbônica em 2040.

Do mesmo modo, seria um instrumento de concretização da Política Nacional do Meio Ambiente, na forma da Lei 6.938/1981, assim como possibilitaria uma maior proximidade dos objetivos da Organização das Nações Unidas (ONU) para o século XXI.

No entanto, a introdução de tal produto no mercado representa diversos desafios, tanto em matéria de regulação, segurança alimentar, impactos econômicos, pela grande importância da pecuária com abate de animais na geração de empregos, e até dilemas éticos. É possível afirmar que é necessário um estudo aprofundado do impacto de tais produtos na sociedade, como forma de mitigação de riscos.

Tendo isso em mente, o presente trabalho tem o objetivo de discutir a viabilidade da inserção da proteína de laboratório no mercado global e brasileiro, com todas as suas problemáticas, por um viés sistêmico e considerando a carne de laboratório como um instrumento de promoção ao direito dos animais, da saúde humana e do equilíbrio ambiental, em um escopo de *One Health*<sup>4</sup>, de acordo com a qual os direitos dos animais, a saúde humana e o equilíbrio ambiental estão interligados e as soluções para os problemas em tais áreas devem ser pensadas de forma integrada.

Não se busca, no presente trabalho, analisar a carne de laboratório por um viés abolicionista imediato, mas pela promoção gradual dos direitos dos animais, sempre levando em conta, também, a saúde humana e o equilíbrio ambiental.

---

<sup>4</sup> CARNEIRO, Liliame Almeida; PETTAN-BREWER, Christina. One Health: Conceito, História e Questões Relacionadas – Revisão e Reflexão. pp. 219-240. In: MIRANDA, A. M.M. **Pesquisa em saúde e & Ambiente na Amazônia**. São Paulo: Editora Científica Digital. 2021.

## 2. Problemas da Indústria da carne

A presente seção se destina a apontar pontos negativos da indústria da carne, como constituída atualmente. A crítica se baseia no apontamento de externalidades negativas da produção da carne, bem como de contradições internas de seu processo produtivo.

### 2.1. Direitos e saúde dos animais

A indústria da carne causa, necessariamente, dor e sofrimento aos animais. Além da inevitável morte dos animais, as condições em que os animais vivem no período anterior ao abate também os causa dor e desconforto.

De acordo com a Certified Humane Brasil<sup>5</sup>, as jaulas dos animais têm, em média, 1 metro de largura e 1,80m de comprimento, dentro das quais animais adultos, de grande porte, têm que viver sem se mexer. No caso das aves, há práticas que lhes infligem dor, como a debicagem (corte do bico das aves) (CERTIFIED HUMANE BRASIL, 2019, on-line).

Logo, um dos dilemas da indústria da carne é, certamente, ético, pois suas atividades, invariavelmente, violam direitos dos animais. A temática do direito dos animais vem ganhando grande relevância nos últimos tempos, com diversas teorias tentando encontrar respostas a, fundamentalmente, três perguntas:

- i. Os animais possuem direitos?;
- ii. Se sim, quais direitos?;
- iii. Todos os animais possuem direitos?

Por muito tempo, os animais foram simplesmente vistos como objetos, desprovidos de quaisquer direitos. No entanto, o desenvolvimento teórico permitiu o reconhecimento progressivo de direitos a animais. Cumpre, então, realizar um apanhado das principais posições sobre a matéria.

#### 2.1.1. A posição de Kant

Um dos primeiros teóricos a abordar o tema é Immanuel Kant, que explicita certos deveres que os seres humanos possuem perante os animais. No entanto, é forçoso destacar que, para Kant, os animais não possuem, por si mesmos, quaisquer direitos.

---

<sup>5</sup> TUDO O QUE VOCÊ PRECISA SABER SOBRE SOFRIMENTO ANIMAL. **Certified Humane Brasil**. Urussanga: 2019. <https://certifiedhumanebrasil.org/tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-sofrimento-animal/>. Acesso: 11.nov.2021

Kant justifica tal posição pela diferença da racionalidade do ser humano e dos animais não-humanos. Para Kant, o ser humano é o único que consegue atribuir regras e direitos a si mesmo e aos outros, tendo a capacidade de limitar os próprios impulsos, mediante juízos sobre moralidade, por exemplo. Para Kant, como os animais não conseguem exercitar tal controle, não poderiam ser sujeitos de direitos, por estarem sempre movidos pelas leis da natureza.

No entanto, para Kant, o ser humano não pode simplesmente abusar dos animais como bem entender, pois a violência empregada contra os animais poderia se refletir na sociedade e prejudicar o ser humano. Tal posição é bem sintetizada por Carlos Frederico de Jesus<sup>6</sup>:

Para Kant, o Homem tem deveres indiretos com relação aos animais: seus deveres dirigem-se às outras espécies, mas tais deveres buscam preservar o bem da humanidade, e não o bem dos animais. Os deveres indiretos dizem respeito aos animais, passam por eles, mas são destinados aos humanos, visto como únicos merecedores de deveres diretos. O respeito aos animais é um meio para respeitar os humanos. Tal visão se coaduna com a literalidade do texto de Kant. Afinal, os seres não racionais são apenas coisas e, portanto, meios. (DE JESUS, 2017. P. 21)

Logo, numa perspectiva kantiana, não haveria qualquer problema com a indústria da carne, pois os animais estariam cumprindo sua função de servir e respeitar os seres humanos. No entanto, caso houvesse emprego de violência excessiva (como há), seria reprovada por tal perspectiva.

### 2.1.2. A posição de Singer

Posteriormente, cumpre destacar a visão do utilitarista Peter Singer sobre a matéria. Singer defende que os animais são sujeitos de direitos, não por fundamentos racionais, mas com base no conceito de senciência, ou seja, a capacidade dos animais de experimentar diferentes sensações.

Para Singer, os animais, sendo seres sencientes, são sujeitos de direitos e seus interesses importam tanto quanto o os dos seres humanos (igual consideração de interesses), concluindo que os animais têm o direito de não sofrer.

No entanto, Singer afirma que deve haver uma distinção entre os seres autoconscientes (que possuiriam uma noção, acima de tudo, temporal sobre sua própria existência) e os não autoconscientes. Para Singer, a vida dos seres não autoconscientes não deve ser protegida da mesma forma, pois seriam fungíveis. De Jesus afirma que, para Singer<sup>7</sup>: “Para tais animais,

<sup>6</sup> DE JESUS, C. F. R. **Entre pessoas e coisas: o status moral-jurídico dos animais**. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Filosofia do Direito e Teoria Geral do Direito) – Faculdade de Direito, Universidade de São Paulo, 2017. P. 21.

<sup>7</sup> Ibidem, p. 52

morrer não é diferente de entrar em estado de inconsciência, como sono” (DE JESUS, 2017, p. 52).

Para Singer, os seres que não são autoconscientes podem ter a vida ceifada caso<sup>8</sup>: (i) possa ser substituído por outro; (ii) não sofra dor; (iii) não cause danos a terceiros (DE JESUS, 2017, p 52). Portanto, Singer não teria problema com a indústria da carne, caso o abate ocorresse respeitando os requisitos mencionados e com animais não autoconscientes.

### **2.1.3. A posição de Kymlicka e Donaldson**

Avançando no desenvolvimento teórico dos direitos dos animais, cumpre destacar a posição de Will Kymlicka e Sue Donaldson sobre a matéria, em sua obra “Zoopolis”. Para os autores, os animais possuem direitos por terem uma experiência subjetiva no mundo, não muito diferente das ideias de outros autores previamente citados.

No entanto, Kymilicka e Donaldson se diferem dos outros autores a atribuírem direitos a todos os animais, em graus diferentes. Para eles, não se pode afirmar com certeza quais animais teriam uma experiência subjetiva do mundo, mas com certeza alguns têm (como gatos ou cachorros).

Logo, se alguns têm direitos, partindo-se da incerteza mencionada, seria razoável estender direitos invioláveis a todos os animais, de acordo com suas necessidades. Na perspectiva de tais autores, não se admitiria o abate de animais na indústria da carne, por serem sujeitos de direitos, independentes de sua suposta “fungibilidade”.

### **2.1.4. A posição de Francione**

Cumpre ainda destacar a posição de Gary L. Francione sobre a matéria. O autor também defende que os animais sejam sujeitos de direitos, negando a concepção de “fungibilidade” de certos animais defendida por Singer. Cumpre transcrever um excerto das ideias defendidas pelo autor<sup>9</sup>:

A noção de que a consciência pode existir sem a autoconsciência sugere que um ser pode perceber a dor sem perceber que a dor está acontecendo com esse ser, ou que um ser pode perceber a dor e, ainda assim, permanecer indiferente à experiência. Estas, no entanto, são meras repetições enroladas da noção de que um ser pode perceber a dor sem perceber a dor, o que é evidentemente absurdo.

(...)

---

<sup>8</sup> Ibidem, p. 52

<sup>9</sup> FRANCIONE, Gary L. **Introdução aos Direitos Animais**. Campinas: 2013. Editora Unicamp. pp. 236/237.

Se eu levar minha cadela para passear no parque, ela será capaz de identificar um arbusto que tenha visitado dias atrás. Eu posso me reconhecer através de um reflexo no espelho; ela se reconhece através de um odor. Pode haver diferenças no modo de reconhecermos a nós mesmos, mas isso não significa que o autorreconhecimento seja algo de que apenas os humanos são capazes. (FRANCIONE, 2013, pp. 236/237)

No entanto, o autor leva tal posição a um grau mais extremo: para Francione, qualquer contato humano com animais levaria, invariavelmente, a violações de direitos dos animais, mesmo que, supostamente, para seu benefício, como veterinários ou até animais de estimação.

Desnecessário dizer, portanto, que Francione também não admite o abate de animais para a indústria da carne.

### **2.1.5. Legislação brasileira**

O ordenamento jurídico brasileiro adota uma posição similar à de Singer: por um lado, reconhece que os animais são sujeitos de direitos, mas também reconhece como legítima a utilização de animais para a produção de carne e até para práticas desportivas.

Na Constituição Federal:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações

§ 1º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

VII - proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade.

(...)

§ 7º Para fins do disposto na parte final do inciso VII do § 1º deste artigo, não se consideram cruéis as práticas desportivas que utilizem animais, desde que sejam manifestações culturais, conforme o § 1º do art. 215 desta Constituição Federal, registradas como bem de natureza imaterial integrante do patrimônio cultural brasileiro, devendo ser regulamentadas por lei específica que assegure o bem-estar dos animais envolvidos.

(...)

Art. 23. É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios:

(...)

VIII - fomentar a produção agropecuária e organizar o abastecimento alimentar

Na Lei de Crimes Ambientais (Lei 9.605/1998), cumpre destacar o crime tipificado no art. 32 do diploma legal:

Art. 32. Praticar ato de abuso, maus-tratos, ferir ou mutilar animais silvestres, domésticos ou domesticados, nativos ou exóticos:

Pena - detenção, de três meses a um ano, e multa.

§ 1º Incorre nas mesmas penas quem realiza experiência dolorosa ou cruel em animal vivo, ainda que para fins didáticos ou científicos, quando existirem recursos alternativos.

§ 1º-A Quando se tratar de cão ou gato, a pena para as condutas descritas no caput deste artigo será de reclusão, de 2 (dois) a 5 (cinco) anos, multa e proibição da guarda. (Incluído pela Lei nº 14.064, de 2020)

§ 2º A pena é aumentada de um sexto a um terço, se ocorre morte do animal.

Percebe-se, portanto, uma predileção por animais domésticos na legislação brasileira, ao passo em que há, inclusive, projeto de lei para tornar a pecuária Patrimônio Cultural Imaterial do Brasil (PL 318/2021).

## 2.2. Impacto ambiental

É possível dizer que a principal externalidade negativa da produção da carne convencional é seu impacto ambiental. Segundo pesquisa realizada pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO)<sup>10</sup>, a produção de carne tradicional representa 57% de todas as emissões de gases do efeito estufa para a produção de alimentos, se consideradas todas as suas etapas produtivas. A título de comparação, os alimentos baseados em vegetais representam 29% das emissões, tendo, portanto, um impacto bem menor no meio-ambiente (XU; SHARMA; SHU, 2021, p. 726).

O principal motivo para o que o impacto da produção de carne tradicional seja de tamanha magnitude é a grande ineficiência, por parte dos animais, em desenvolver carne a partir de sua alimentação<sup>11</sup> (DJEKIC, 2015, p. 61).

De acordo com Ilija Djekic<sup>12</sup>, estima-se que 75-90% da energia consumida pelos animais em sua alimentação seja utilizada para sua sobrevivência, eliminada nas fezes e para a fortificação dos ossos e da pele (DJEKIC, 2015, p. 61).

Os impactos da produção da carne não se limitam ao aquecimento global. A indústria da carne é responsável por grande parte do consumo global de água. De acordo com a *University*

<sup>10</sup> XU, X., SHARMA, P., SHU, S. et al. *Global greenhouse gas emissions from animal-based foods are twice those of plant-based foods*. **Nat Food**. Londres: 2021. pp. 724–732. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00358-x>. Acesso: 11.nov.2021. p. 726.

<sup>11</sup> DJEKIC, Ilija. *Environmental impact of meat industry – current status and future perspectives*. **Procedia Food Science** 5. Amsterdam: 2015. pp. 61–64. p. 61. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211601X15001157>. Acesso: 11.nov.2021.

<sup>12</sup> Ibidem, p. 61

*of British Columbia*<sup>13</sup>, 70% de todo o consumo de água no planeta é movido pela agropecuária (UNIVERSITY OF BRITISH COLUMBIA, 2021, on-line).

No Brasil, tais atividades representam 18,85% do uso da água e 90% do consumo de água do país<sup>14</sup> (MONTROYA; FINAMORE, 2019, p. 2). Além da contaminação da água com os produtos utilizados na cadeia produtiva da carne, a indústria da carne também pode ser entendida como uma das responsáveis pelas crises hídricas cíclicas que ocorrem em território nacional.

Cumprido destacar que a atividade agropecuária também contribui para a eutrofização (por meio da emissão de nitrato) e acidificação das águas (por meio do descarte de amônia), que contribui para a extinção da biodiversidade aquática e menor possibilidade de uso para as tarefas do dia a dia.

Além dos problemas relacionados ao uso da água, há, do mesmo modo, questões relacionadas ao uso do solo. Um estudo feito pela Organização das Nações Unidas (ONU)<sup>15</sup> (JOYCE; DIXON; CONFORT; HALLET, 2012, p. 1), em 2011, indica que 30% de todo o território mundial é empregado na agropecuária e 70% de tais terras são responsáveis pela poluição de recursos naturais, aquecimento global e destruição da biodiversidade.

Conclui-se, portanto, que a indústria da carne possui impactos muito relevantes no meio-ambiente, que não podem ser ignorados e se tornarão insustentáveis a longo prazo. A partir disso, deve-se pensar uma alternativa à produção de carne tradicional, como uma política pública sistêmica.

### 2.3. Impacto na saúde humana

Como mencionado no início do presente trabalho, o consumo de carne sempre teve um papel central na dieta humana, desde os tempos em que as populações eram predominantemente

---

<sup>13</sup> THE UNIVERSITY OF BRITISH COLUMBIA. *Environmental Impact of Meat Consumption*. Vancouver: 2021. Disponível: <https://cases.open.ubc.ca/environmental-impact-of-meat-consumption/>. Acesso: 11.nov.2021.

<sup>14</sup> MONTROYA, Marco Antonio; FINAMORE, Eduardo Belisário. **Os recursos Hídricos no agronegócio brasileiro**: uma análise insumo-produto no uso, consumo, eficiência e intensidade. Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo: 2019. p. 2.

<sup>15</sup> JOYCE, A., DIXON, S., COMFORT, J., & HALLETT, J. *Reducing the environmental impact of dietary choice: Perspectives from a behavioral and social change*. **Journal of Environmental and Public Health**. Londres: 2012. p. 1.

nômades. Há, ainda, certos estudos que indicam que o consumo de carne teve grande papel na evolução das espécies até o *homo sapiens sapiens*<sup>16</sup>.

No entanto, já há alguns anos, diversas pesquisas afirmam que o consumo de carne em quantidades elevadas, como ocorre atualmente, não possui um bom impacto na saúde humana, com possibilidades de desenvolvimento de doenças a longo prazo.

De acordo com pesquisa realizada pela Comissão Federal de Nutrição da Suíça (FCN)<sup>17</sup> (RICHI et al, 2016, pp. 70-78), é possível estabelecer relações entre o consumo de carne em altas quantidades e as seguintes condições:

- **Mortalidade:** entre os 22 e 28 anos de idade, um aumento substancial no consumo de carne vermelha gera um aumento de 14% na possibilidade de morte. Esse aumento cresce para 44% quando as carnes são processadas para venda. Já na idade de 50 a 71 anos, esse risco fica próximo dos 16%. A carne de frango não apresenta impacto na mortalidade.
- **Doenças cardiovasculares:** o consumo de carne vermelha pode aumentar em até 18% o risco de doenças cardiovasculares. A porcentagem sobe para 21% quando a carne vermelha é processada para comercialização. A pesquisa ainda afirma que o consumo de 50 gramas de carne processada por dia aumenta o risco de doenças coronárias em 42%.
- **Diabetes mellitus tipo 2:** o consumo de carne vermelha processada tem o potencial de aumentar as chances de ocorrência da diabetes mellitus tipo 2 em 50%. Já a carne vermelha não processada tem uma porcentagem de 19%.

Cumprir destacar que existe uma divergência quanto à análise dos impactos da carne tradicional na saúde humana. De acordo com pesquisa de Gelker et al<sup>18</sup>, os instrumentos empregados na maioria dos estudos não traduziriam o real impacto da carne tradicional na saúde humana (GEIKER et al, 2021, p. 10).

---

<sup>16</sup>WILLIAMS AC, HILL LJ. *Meat and Nicotinamide: A Causal Role in Human Evolution, History, and Demographics*. **International journal of tryptophan research**. Wellington: 2017. Disponível: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5417583/>. Acesso: 11.nov.2021

<sup>17</sup> RICHI, Evelyne B et al. *Health Risks Associated with Meat Consumption: A Review of Epidemiological Studies*. **Int. J. Vitam**. Berna: 2015. pp. 70-78.

<sup>18</sup> GEIKER et al. *Meat and Human Health—Current Knowledge and Research Gaps*. **Foods**. Basileia: 2021, 10, 1556. <https://doi.org/10.3390/foods10071556>. Acesso: 08 de novembro de 2021. p. 10.

No entanto, não é papel do presente estudo realizar qualquer juízo de valor sobre tal discussão, pois fugiria do escopo da pesquisa. Mas, por uma questão de honestidade intelectual, cumpre mencionar que não há consenso acadêmico sobre os dados supramencionados.

Posto isso, é possível concluir que o crescente consumo de carne na dieta humana tem um considerável potencial danoso e, no âmbito das políticas públicas de alimentação, cumpre ao Poder Público encontrar uma alternativa a tais produtos.

#### **2.4. Interseccionalidades e outras críticas**

Além de todas os impactos mencionados, pode-se afirmar que o consumo regular de carne também tem o potencial de contribuir para a manutenção de certas estruturas de dominação na sociedade moderna, notadamente a desigualdade de gênero.

A posição anteriormente citada é desenvolvida pela autora Carol J. Adams, em sua obra “A política sexual da carne”. A autora articula sua posição a partir da simbologia da indústria da carne, principalmente na comercialização em restaurantes.

A autora chega à conclusão de que a carne é um alimento associado à virilidade e à masculinidade, enquanto os vegetais e os demais alimentos são vistos como de segunda classe, renegados às mulheres, que, por essa ótica, seriam, também, de “segunda classe” em relação aos homens.

Para sustentar tal ideia, Adams analisa as ações comerciais da indústria carne e conclui que sua esmagadora maioria é direcionada aos homens, enquanto nas propagandas de Dia das Mães quase não há menção a qualquer tipo de carne.

Ademais, a autora menciona o caso da revista pornográfica “The Hustler”<sup>19</sup>, a qual começou como um restaurante. O cardápio do restaurante exibia as nádegas de uma mulher com a frase “Servimos a melhor carne da cidade”.

A partir de tais afirmações, Carol J. Adams desenvolve o conceito de “referentes ausentes”<sup>20</sup> (ADAMS, 2012, p. 16). Para a autora, os animais, antes de serem abatidos, são simbolicamente desconfigurados e fragmentados, para que cheguem como simples pedaços de carne aos olhos dos consumidores.

---

<sup>19</sup> ADAMS, Carol J. **A Política Sexual da Carne**. Uma teoria crítica feminista-vegetariana. São Paulo: Alaude, 2012. P. 87.

<sup>20</sup> Ibidem. P. 16.

A partir de tal conceito, Adams afirma que o mesmo processo ocorre com as mulheres, que, na sociedade estabelecida pelo consumo de carne, seriam também desconfiguradas e fragmentadas, tornando-se simplesmente corpos sexualizados e não merecedores de qualquer empatia, assim como os animais.

Conclui-se, portanto, que os possíveis malefícios da indústria da carne atingem até mesmo estruturas opressivas da sociedade contemporânea, que, sem dúvida, merecem ser revistas. Logo, por todos os argumentos mencionados anteriormente, é válido que o Poder Público tente encontrar alternativas ao papel central que a carne tradicional possui na dieta humana.

### 3. Carne de laboratório: conceitos iniciais

Abordados os problemas da cadeia produtiva da carne tradicional, cumpre agora iniciar a análise da carne de laboratório. Para isso, é necessário, primeiramente, conceituar a proteína de laboratório. No entanto, não se trata de uma tarefa simples.

Como visto anteriormente, a proteína de laboratório é uma inovação disruptiva, de recente sintetização e aplicação. Logo, por conta de tais características, a conceituação da carne de laboratório é uma tarefa difícil, pelo que convém conceituar, também, a carne tradicional e as carnes vegetais, para depois.

#### 3.1. Conceito de carne

Como visto anteriormente, a proteína de laboratório é uma inovação disruptiva, de recente sintetização e aplicação. Logo, por conta de tais características, a conceituação da carne de laboratório é uma tarefa difícil.

Para tentar delimitar o conceito de carne de laboratório, cumpre, antes de mais nada, definir “carne”. De acordo com o dicionário Michaelis on-line<sup>21</sup>, carne pode ser definida como: “Parte comestível de qualquer tipo de animal” (MICHAELIS, 2021, on-line).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) define carne como<sup>22</sup>:

CARNES: partes musculares comestíveis de animais abatidos e declarados aptos para o consumo humano pela inspeção veterinária oficial, constituídas pelos tecidos moles que envolvem o esqueleto, incluindo sua cobertura de gordura, tendões, vasos, nervos, aponeuroses, a pele dos suídeos e aves (exceto da ordem *Struthioniformes*) e todos aqueles tecidos não separados durante a operação de abate. Também é considerado carne o diafragma. Não são contempladas por esta definição as carnes separadas mecanicamente. (BRASIL, 2019, on-line)

A definição anteriormente transcrita aponta alguns elementos interessantes que serão úteis na definição de carne de laboratório, tais como: (i) não é qualquer parte de um animal que pode ser considerada carne e (ii) não é qualquer animal que pode ceder partes para o consumo humano. Destaca-se também a exclusão expressa das aves da ordem *Struthioniformes*, cujo principal representante é a avestruz.

<sup>21</sup> MICHAELIS. **Dicionário on-line**. Carne. São Paulo: 2021. Disponível: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/carne>. Acesso: 11.nov.2021.

<sup>22</sup> BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Resolução da Diretoria Colegiada - rdc nº 272, de 14 de março de 2019. Brasília: 2019. Disponível: [https://www.in.gov.br/web/guest/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/67378977/do1-2019-03-18-resolucao-da-diretoria-colegiada-rdc-n-272-de-14-de-marco-de-2019-67378770](https://www.in.gov.br/web/guest/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/67378977/do1-2019-03-18-resolucao-da-diretoria-colegiada-rdc-n-272-de-14-de-marco-de-2019-67378770). Acesso: 11.nov.2021.

A Agência ainda menciona produtos cárneos industrializados e subprodutos<sup>23</sup>:

INDUSTRIALIZADOS: produtos preparados à base de carne e/ou subprodutos cárneos comestíveis\*, adicionados ou não de outros ingredientes autorizados.

(\*) Subproduto cárneo comestível: é qualquer parte do animal de abate declarada apta para consumo humano pela inspeção veterinária oficial, que não se enquadra na definição de carne. (BRASIL, 2019, on-line)

Já o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA)<sup>24</sup>, autoridade regulatória do setor da agricultura e da pecuária norte-americana, define carne como: “parte muscular dos animais (incluindo peixes e aves) utilizada como comida, que pode ser parte de uma dieta saudável” (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, 2019, tradução nossa)<sup>25</sup>.

O mesmo órgão também define como alimento de carne<sup>26</sup>:

Qualquer peça capaz de ser usada como alimento humano que seja feito total ou parcialmente de qualquer carne ou outra parte da carcaça de qualquer gado, ovinos, suíno ou caprinos [...] exceto aqueles produtos que contêm carne ou outras porções de tais carcaças somente em uma proporção relativamente baixa ou, historicamente, não têm sido considerados por consumidores como produtos da indústria alimentar [...]. (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, 2021, on-line, tradução nossa)

Para o Bloco da União Europeia, carne é definida pelo regulamento nº 853/2004, que disciplina a higiene em produtos de origem animal. Para o referido regulamento, carne é uma: “parte comestível de um animal”<sup>27</sup> (UNIÃO EUROPEIA, 2004, on-line).

Igualmente, o mencionado regulamento europeu define produtos de carne como: “produtos processados resultantes da transformação de carne ou da transformação subsequente desses produtos processados, de modo que a superfície cortada indique que o produto já não tem as características de carne fresca.”<sup>28</sup> (UNIÃO EUROPEIA, 2004, on-line).

Após a análise das definições supramencionadas, é possível concluir que a carne de laboratório não poderia ser encaixada na definição de carne para as autoridades brasileiras, pois deve ser parte de um animal destinado ao abate, situação que não ocorre na carne de laboratório.

<sup>23</sup> Ibidem, on-line

<sup>24</sup> Originalmente, o órgão utiliza a palavra “*flesh*”, que também é traduzida como carne para o português, mas possui um sentido de tecido muscular, sem uma destinação para comida. O termo também é utilizado para carne humana.

<sup>25</sup> ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. USDA. *What is meat?* Washington D.C.: 2019. Disponível em: <https://ask.usda.gov/s/article/What-is-meat>. 2019. Acesso: 11.nov.2021

<sup>26</sup> ESTADOS UNIDOS. USDA DA AMÉRICA. *Federal Meat Inspection Act*. Washington D.C.: 2021. Disponível: <https://www.law.cornell.edu/cfr/text/9/301.2>. Acesso: 11.nov.2021.

<sup>27</sup> UNIÃO EUROPEIA. Parlamento Europeu. **Regulamento nº853/2004**. Bruxelas: 2004. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32004R0853>. Acesso: 11.nov.2021;

<sup>28</sup> Ibidem, on-line

A definição do ordenamento jurídico norte-americano também não abarcaria a carne de laboratório, pois é possível afirmar que os consumidores, historicamente, não consideram tal produto como carne, até por se tratar de um produto muito novo.

Quanto ao ordenamento jurídico europeu, a carne de laboratório até poderia ser incluída em tal definição, pois a conceituação do produto é mais genérica quando comparada às outras. No entanto, tal definição carece de precisão e não abarca as peculiaridades da carne de laboratório.

Do mesmo modo, ao olhar as definições de produtos derivados de carne sem tanta profundidade, pareceria possível encaixar a carne de laboratório em tal conceito, pelo processamento que ocorre com as células animais.

No entanto, as células animais não se adequam aos produtos-base da definição, pois dificilmente podem ser consideradas como carne, pelas razões expostas anteriormente. Logo, conclui-se que a carne de laboratório deve ter uma conceituação específica, não cabendo utilizar a mesma conceituação da carne convencional.

### 3.2. Conceito de carne vegetal

Antes de tentar definir especificamente a carne de laboratório, faz-se necessário abordar a carne vegetal (*plant-based meat*). O Centro para Segurança Alimentar do Governo de Hong Kong define carne vegetal como: “produtos análogos a carne feitos de proteína vegetal”<sup>29</sup> (HONG KONG, 2019, on-line, tradução nossa).

Como o próprio nome do produto indica, a carne ou proteína vegetal é um produto similar à carne tradicional, mas sua base tem origem vegetal. A carne vegetal foi uma das primeiras alternativas à carne convencional, oferecendo uma carne “limpa”, pois ofereceria textura e gosto similares à carne tradicional, sem o abate de animais.

O referido produto já se encontra incorporado aos menus de redes tradicionais de fast-food, como McDonald’s e Burger King. É necessário mencionar que a carne vegetal tem ampla aceitação na comunidade vegetariana e vegana.

---

<sup>29</sup> HONG KONG CENTRE FOR FOOD SAFETY. *Plant-based Meat and Cultured Meat – New Food Fads*. **Food Safety Focys** (159ª edição, 2019). Hong Kong: 2019. Disponível: [https://www.cfs.gov.hk/english/multimedia/multimedia\\_pub/multimedia\\_pub\\_fsf\\_159\\_01.html](https://www.cfs.gov.hk/english/multimedia/multimedia_pub/multimedia_pub_fsf_159_01.html). Acesso: 11.nov.2021

As carnes *plant-based*, por tentarem se assimilar, em vários aspectos, às carnes tradicionais são, muitas vezes, a porta de entrada para uma redução progressiva no consumo de carne, sendo o início da transição para uma dieta vegetariana ou vegana.

A sua produção pode ser esquematizada da seguinte maneira<sup>30</sup>:

**Figura 2** - Processo de Síntese da Carne Vegetal



Fonte: Centro para Segurança Alimentar de Hong Kong

Sua produção é composta por quatro etapas: primeiro, extrai-se a proteína de certos vegetais, como trigo ou soja. Posteriormente, a proteína sofre processos térmicos e químicos para que tenha uma textura parecida com a da carne tradicional.

Numa terceira etapa, são adicionados ingredientes e aditivos para que suas características fiquem ainda mais similares à carne tradicional. Por fim, a massa obtida é manipulada para que tenha a forma de um bife.

Pelas informações descritas anteriormente é possível identificar a diferença fundamental entre a proteína vegetal (*plant-based*) e a proteína de laboratório (*cultured meat*): a origem da proteína. Enquanto a proteína vegetal, como o próprio nome indica, utiliza a proteína extraída de vegetais, a carne de laboratório utiliza proteína animal, tirada diretamente do animal, embora sem o abate.

No entanto, a carne vegetal e carne de laboratório compartilham certas características: (i) ambas passam por processos químicos e físicos para sintetizarem seu produto final; (ii) há dúvidas, em ambos os casos, se os produtos podem ser chamados de carne e regulados como tal.

Como mencionado anteriormente, o foco do presente trabalho não se encontra na carne vegetal, no entanto, sua conceituação se faz importante para a definição da carne de laboratório,

<sup>30</sup> Ibidem, on-line

pelas características mencionadas anteriormente. A carne vegetal voltará a ser discutida posteriormente nas problemáticas regulatórias da carne de laboratório.

### 3.3. Conceito de carne de laboratório

Pontuadas as definições de carne tradicional e carne vegetal, cumpre agora abordar a definição de carne de laboratório. Como mencionado no início do capítulo, a definição de carne de laboratório não é simples, pelo fato de ser um produto muito recente e disruptivo.

O primeiro esforço para encontrar uma definição para a carne de laboratório veio de Neil Stephens, o qual conceitua o produto como: “um objeto ontológico ainda indefinido” (STEPHENS, 2010, p. 395, tradução nossa)<sup>31</sup>. É perceptível que a definição de Stephens não contribui para a delimitação do conceito, mas é importante para entender o caráter dinâmico e disruptivo da carne de laboratório.

Outra definição relevante é a dos pesquisadores da Universidade de Maastricht, que conceituam a carne de laboratório como “exatamente igual à carne tradicional, só que não produzida em animais”<sup>32</sup> (HONG et al, 2021, p. 356, tradução nossa).

A definição anteriormente mencionada é importante por ajudar a delimitar o conceito de carne de laboratório, mas, como mencionado anteriormente, a definição tradicional de carne não abarca a carne de laboratório, nem suas particularidades. Logo, tal definição pode trazer problemáticas futuras no entendimento e na regulação da carne de laboratório.

Para o pesquisador Jean-François Hocquette, a carne de laboratório é um “conjunto de proteínas musculares artificiais” (HOCQUETTE, 2016, p. 169, tradução nossa)<sup>33</sup>. Para Hocquette, denominar o referido produto como “carne” não seria correto, pois a imagem da carne é associada à criação e ao abate de animais.

Em uma linha similar, a instituição The Good Food Institute define carne de laboratório como uma “carne limpa”<sup>34</sup> (HUFFPOST, 2016, tradução nossa). Tal definição tem um caráter, de certa forma, “político”, pois trabalha com a oposição entre a carne tradicional, que seria “suja”, por envolver o abate de animais, e a carne de laboratório, que seria limpa por não infligir danos aos animais.

Pontuadas tais definições, convém delimitar o ponto de vista mais correto para o presente trabalho. Como visto anteriormente, as definições das autoridades em relação à carne tradicional não abarcam características fundamentais da carne de laboratório.

---

<sup>31</sup> STEPHENS N. *In vitro Meat: Zombies on the menu?* **SCRITPed: A Journal of Law, Technology & Society**. Smyrna: 2010. pp. 394–401. Disponível em:

[https://heinonline.org/HOL/LandingPage?handle=hein.journals/scripted7&div=38&id=&page=.](https://heinonline.org/HOL/LandingPage?handle=hein.journals/scripted7&div=38&id=&page=)

Acesso:

11.nov.2021

<sup>32</sup> HONG, Tae Kyung et al. *Current Issues and Technical Advances in Cultured Meat Production: A Review*. **Food science of animal resources** vol. 41,3. Seoul: 2021. Pp. 355-372. doi:10.5851/kosfa.2021.e14. p. 356

<sup>33</sup> HOCQUETTE F. *Is in vitro meat the solution for the future?* **Meat Science**. Amsterdam: 2016. pp. 167–176. p. 169.

Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27211873/>. Acesso: 11.nov.2021.

<sup>34</sup> HUFFPOST. *Clean meat: the clean energy of food*. Nova Iorque: 2016. Disponível em: [https://www.huffpost.com/entry/clean-meat-the-clean-energy-of-food\\_b\\_57cee00ee4b0f831f705a879](https://www.huffpost.com/entry/clean-meat-the-clean-energy-of-food_b_57cee00ee4b0f831f705a879). Acesso: 11.nov.2021.

No entanto, desvincular totalmente o produto da carne tradicional, como faz Hocquette, é contraproducente, pois torna o conceito ainda mais obscuro e impediria, a princípio, uma maior compreensão do conceito e disseminação no mercado consumidor.

Para o presente trabalho, a definição mais correta seria a do The Good Food Institute, mas não completamente, pois tal definição negligencia o ponto mais importante da proteína de laboratório: o processo para sua sintetização.

Logo, para o presente trabalho, a carne de laboratório seria mais bem conceituada como uma série de processos químicos e biológicos para a sintetização de um produto, similar à carne tradicional, a partir de células animais, sem seu abate.

Convém, portanto, focar no procedimento de sintetização, pois é seu ponto mais obscuro e o que determina a diferença com a carne tradicional.

## 4. Processo de Sintetização

O processo de sintetização da carne de laboratório é deveras complexo, envolvendo diversas etapas que empregam tecnologias específicas e disruptivas. A falta de clareza e de entendimento sobre o processo é, inclusive, um dos fatores que aumentam a rejeição à carne de laboratório por parte dos consumidores, sendo tal ponto abordado no capítulo 9 deste trabalho.

Passadas tais considerações, cumpre esquematizar o processo de síntese da seguinte maneira:

**Figura 3** - Processo de Sintetização da Carne de Laboratório



Fonte: Revista Pesquisa Fapesp

### 4.1. Biópsia

O processo tem início com uma biópsia, na qual se retira uma amostra de tecido muscular do animal que servirá de base para a sintetização do produto. De acordo com a *Société Générale de Surveillance* (SGS)<sup>35</sup>, células coletadas nessa etapa podem ser de três diferentes tipos: células musculares, células-tronco ou células do mioblasto.

As células musculares, por possuírem células alongadas e ricas em filamentos contráteis, seriam uma boa escolha, por sua mencionada riqueza e por poder replicar fielmente a carne tradicional, que é composta por tais células. No entanto, tais células demoram muito a se multiplicar, o que poderia comprometer a eficiência do processo.

<sup>35</sup> SOCIÉTÉ GÉNÉRALE DE SURVEILLANCE (SGS). Cultured Meat: The Challenges Ahead. **Hot Source**. Genebra: 2018. Issue 20. pp. 3-5.

De acordo com Souza et al<sup>36</sup>, as células-tronco são: “células indiferenciadas ou com baixo grau de diferenciação, encontradas em tecidos embrionários e extraembrionários” (SOUZA ET AL, 2003, p. 251). Por tal caráter de indiferenciação (ou baixa diferenciação), as células-tronco se multiplicariam de maneira muito mais rápida e, portanto, aumentariam a eficiência do processo de sintetização.

Ainda no âmbito das células-tronco, cumpre diferenciar as células-tronco adultas, ou multipotentes, das embrionárias, ou pluripotentes. De acordo com a Rede Nacional de Terapia Celular (RNTC)<sup>37</sup>, células-tronco adultas:

São células obtidas, principalmente, na medula óssea e no sangue do cordão umbilical, mas cada órgão do nosso corpo possui uma quantidade de células-tronco que é responsável pela renovação das nossas células ao longo da vida. Elas têm capacidade de se dividir e gerar tanto uma nova célula idêntica e com o mesmo potencial, como outra diferenciada. São chamadas de multipotentes por serem menos versáteis que as células-tronco embrionárias. (BRASIL, 2022, on-line)

Já as células-tronco embrionárias, também chamadas de pluripotentes, possuem a capacidade de se transformar todo tipo de célula. A partir disso, conclui-se que as células pluripotentes seriam mais indicadas para a utilização na sintetização da carne de laboratório, pois as células-tronco adultas podem não se desenvolver da maneira desejada, tornando-se outro tipo de célula, inadequada para utilização na carne de laboratório.

Por fim, ainda cumpre mencionar as células de mioblasto, também chamadas de mio-satélites, presentes no esquema supramencionado. Mioblastos são células musculares embrionárias, que combinam a velocidade de reprodução das células-tronco e características das células musculares, adequadas à sintetização da carne de laboratório. Atualmente, tal célula é a mais utilizada na sintetização da carne de laboratório.

#### **4.2. Introdução em cultura com nutrientes e fatores de crescimento**

Após a extração das células em questão, há o fornecimento de nutrientes para que elas possam se desenvolver. Analogamente ao que ocorre no corpo de um animal, são fornecidos diversos nutrientes, como carboidratos, aminoácidos, gorduras, vitaminas e minerais.

No entanto, existe um componente, integrante de tal etapa, que pode colocar toda a credibilidade da carne de laboratório em xeque: o soro fetal (FBS). Tal soro será abordado em

---

<sup>36</sup> SOUZA et al. Células-tronco: uma breve revisão. *Revista de Ciências Médicas e Biológicas*. Salvador, v. 2, n. 2. Julho/Dezembro de 2013. P 251.

<sup>37</sup> BRASIL. Rede Nacional de Terapia Celular (RNTC). **O que são células-tronco?**. Brasília, 2022. Disponível em: <http://www.rntc.org.br/ceacutelulas-tronco.html>. Acesso: 16 de maio de 2022.

seção específica do presente trabalho, mas, em síntese, consiste na aplicação de um soro para o regular desenvolvimento das células. No entanto tal soro é obtido a partir do sangue do feto de um animal abatido para a indústria da carne convencional.

Em outras palavras, o mencionado soro faz com que a “carne limpa” ainda dependa, em certo grau, do abate de animais, além de tornar o processo muito mais caro. No entanto, como será abordado posteriormente, já há a sintetização de carnes sem a utilização do soro fetal, empregando alternativos vegetais para tanto.

### **4.3. Formação do suporte (*scaffolding*)**

Após tal etapa, há a formação de um suporte, também chamado de *scaffolding*, para que as células possam se aglutinar da maneira correta, a fim de formar um bife após o fim do procedimento de sintetização da carne de laboratório.

Segundo o projeto *Future Food*<sup>38</sup>, o suporte deve emular o alongamento das células musculares, devendo ser maleável e sensível a variações na temperatura e no pH. Atualmente, as substâncias mais adequadas para esse processo são o alginato, a quitosana ou o colágeno, todos de origem não animal.

Ainda há de se mencionar algumas tecnologias disruptivas empregadas na formação do suporte da carne, quais sejam: (i) os microportadores; (ii) plantas ou fungos descelularizados e (iii) impressão 3D.

Os microportadores são pequenas esferas comestíveis e biodegradáveis imersas em proteínas que promovem a agregação das células de laboratório, sendo um modo simples e eficiente para a produção. Já as plantas ou fungos descelularizados permitem a formação de um bife mais espesso.

Por fim, na impressão 3D, as células são moldadas com maior precisão, processo que ocorre por um programa digital, permitindo a sintetização de estruturas customizáveis.

### **4.4. Introdução no biorreator**

Após a introdução dos nutrientes e fatores de crescimento, coloca-se a carne em um compartimento apropriado para seu desenvolvimento, chamado de biorreator. Os biorreatores

---

<sup>38</sup> FUTURE FOOD. **Carne cultivada: produzir produtos de carne através da tecnologia de “engenharia de tecidos”**. Viena: 2022. Disponível em: [https://www.futurefood.org/in-vitro-meat/index\\_pt.php](https://www.futurefood.org/in-vitro-meat/index_pt.php). Acesso: 17/05/2022.

forneem a temperatura adequada para o desenvolvimento das células, em um ambiente limpo, seguro e controlado.

Alguns elementos essenciais dos biorreatores são: (i) sistema de aquecimento e resfriamento para o controle da temperatura; (ii) tubulações para o fornecimento de nutrientes e oxigênio e para a remoção de eventuais dejetos e (iii) sistema de monitoramento do ambiente, com um controle dos níveis de pH e oxigênio.

Tais equipamentos são feitos, geralmente, de aço inoxidável ou vidro para melhor controle e esterilização no processo. A eficiência dos biorreatores já é alta, mas há pesquisas dedicadas a aumentar ainda mais tal eficiência, para que a carne de laboratório possa competir em níveis iguais com as carnes convencionais.

Após o desenvolvimento no biorreator, a carne está pronta para consumo e pode ser comercializada.

Conclui-se, portanto, que o processo de sintetização da carne de laboratório é deveras complexo, requerendo grande especialização em diversas etapas e, acima de tudo, grande atuação regulatória, para garantir a segurança necessária aos consumidores.

## 5. Impacto na saúde e bem-estar dos animais e dos seres humanos

Passada a explicação sobre a produção da carne de laboratório, cumpre agora iniciar a análise de sua viabilidade como substituto à carne tradicional. No presente capítulo, analisam-se os impactos do consumo de carne de laboratório sobre a saúde dos animais e dos seres humanos, tendo em vista os problemas da carne tradicional, já destacados no primeiro capítulo desse trabalho.

### 5.1. Uma carne sem abate

O principal aspecto positivo da carne de laboratório para a saúde dos animais seria o fim de seu abate, solucionando um dos principais problemas éticos da indústria da carne. Certos estudos científicos<sup>39</sup> indicam que poucas células (em certos casos, somente uma célula de referência) seriam suficientes para atender à demanda global por carne, justamente pela alta capacidade multiplicadora das células empregadas no processo produtivo.

No entanto, outros aspectos do processo produtivo da carne de laboratório podem violar, potencialmente, direitos dos animais e, portanto, apresentar obstáculos éticos a seu consumo. Como mencionado anteriormente, o processo de sintetização da carne de laboratório tem, como ponto inicial, a extração de células diretamente do corpo do animal.

Nesse cenário, cumpre destacar que, para que a extração de células ocorra, o animal tem que ser mantido em cativeiro, em um ambiente controlado pelos produtores. É fundamental que a produção de carne de laboratório respeite os direitos mais básicos dos animais, garantindo-os a devida dignidade, para que tal produto seja uma alternativa sólida à violação dos direitos dos animais na indústria da carne tradicional.

Para isso, é necessário que os produtores, consumidores e reguladores exijam e lutem pela garantia de, no mínimo, o conjunto de direitos conhecido como “As cinco liberdades” para os animais que serão utilizados para a sintetização da carne de laboratório. As cinco liberdades são “um instrumento reconhecido mundialmente para diagnosticar o bem-estar animal e incluem os principais aspectos que influenciam a qualidade de vida do animal” (CFMV, 2020, on-line)<sup>40</sup>.

---

<sup>39</sup> EDELMAN, P.D.; MCFARLAND, D.C.; MIRONOV, V. A.; MATHENY, J. G. *Commentary: In vitro-cultured meat production*. **Tissue Eng.**, New Rochelle: 2005. Ed. 5-6. Pp. 659-662;

<sup>40</sup> CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA VETERINÁRIA (CFMV). **Campanha de Bem-estar Animal**. Novembro de 2018 (atualizado em Outubro de 2020). Disponível: <https://www.cfmv.gov.br/bem-estar-animal-9/comunicacao/campanhas/bem-estar-animal/2018/10/11/>. Acesso: 19/05/2022.

São liberdades fundamentais dos animais: (i) liberdade de sede, fome e má-nutrição; (ii) liberdade de dor e doença; (iii) liberdade de desconforto; (iv) liberdade de expressar o comportamento natural da espécie e (v) liberdade de medo e estresse.

A liberdade de sede, fome e má-nutrição diz respeito ao fato de que o animal deve ter acesso a uma dieta balanceada e apropriada. Nessa liberdade, leva-se em conta se há o fornecimento de alimentos de qualidade para o animal, na quantidade certa e no intervalo de tempo apropriado. Caso tal liberdade não seja respeitada, danos graves à saúde do animal podem ocorrer, como obesidade.

Cumprir destacar que, na produção de carne de laboratório, diferentemente da indústria da carne tradicional, não há a necessidade de que o animal tenha um determinado porte para a produção da carne, pois o crescimento do bife é feito em laboratório. Assim, não há a necessidade de, por exemplo, aplicar hormônios em excesso nos mencionados animais, prática que causa um grande impacto negativo na saúde dos animais.

A liberdade de dor e doença se refere às condições físicas dos animais, os quais devem estar livres de doenças e devem sofrer o mínimo possível. Nesse contexto, os animais devem receber um monitoramento regular de veterinários, além de todas as vacinas necessárias em dia. Na cadeia produtiva da carne de laboratório, o principal risco a tal liberdade se dá na extração das células do animal, que deve ocorrer sem qualquer violência ou constrangimento.

Poder-se-ia pensar que a extração das células poderia causar sofrimento desnecessário ao animal. No entanto, é possível realizar tal tarefa com impactos mínimos ao animal:

As células podem ser coletadas ao se extrair uma pequena quantidade de células-tronco de um animal usando uma agulha de biópsia, um tipo de seringa. Esse procedimento médico comum leva somente alguns minutos, pode ocorrer com anestesia geral ou local e oferece riscos mínimos de complicações a longo prazo – causando um dano quase desprezível quando comparado ao sofrimento que os animais têm que suportar na indústria da carne, durante sua vida. (EA FOUNDATION, 2016, p. 4, grifo nosso)<sup>41</sup>

As três últimas liberdades (liberdade de desconforto; liberdade de exercer o comportamento natural e liberdade de medo e de estresse) são três facetas do mesmo conceito: proporcionar, ao animal, condições próximas de seu habitat natural. Evidentemente, não é possível proporcionar condições exatamente iguais às do habitat natural e, portanto, o animal, certamente, irá estranhar o novo ambiente em que está inserido.

---

<sup>41</sup> EA FOUNDATION. *Cultured Meat: An Ethical Alternative To Industrial Animal Farming*. Londres: 2018. p. 4. Disponível em: <https://ea-foundation.org/files/cultured-meat.pdf>. Acesso: 18/05/2022.

No entanto, tal estranhamento deve ser minimizado, por meio de algumas ações, tais como: (i) ambientes suficientemente espaçosos para o porte do animal; (ii) objetos que o permitam realizar atividades típicas de sua espécie e (iii) separação de eventuais animais que entrem em conflito ou se estranhem.

Na cadeia produtiva da carne de laboratório, o respeito às três liberdades supracitadas é melhor em relação à indústria da carne tradicional, pois, como mencionado anteriormente, a produção necessita de menos animais para atender à demanda, que poderão ser tratados de maneira melhor. Desse modo, é possível fornecer maior dignidade a cada animal, respeitando suas necessidades mais básicas.

No entanto, cabe ressaltar que, mesmo com a promoção de direitos mais básicos dos animais na cadeia produtiva da carne de laboratório, os animais ainda estariam sendo utilizados como instrumentos para a persecução de fins humanos. Tal situação enfrentaria resistência, por exemplo, nas teorias morais de Gary Francione e Kymlicka e Donaldson, por exemplo.

Em que pese a robustez de tais teorias, a completa abolição do emprego de animais para satisfação dos fins humanos ainda é uma realidade distante e a carne de laboratório pode ser o primeiro passo para a concretização de tal cenário. Tal discussão será abordada novamente na aceitação da carne de laboratório por consumidores veganos ou vegetarianos.

## **5.2. Soro fetal: problemática e alternativas**

Como mencionado anteriormente, o ponto mais problemático de toda a produção da carne de laboratório é o soro fetal, utilizado no desenvolvimento das células extraídas dos animais. Tal soro é extraído de fetos retirados de vacas grávidas abatidas pela indústria da carne e pode comprometer toda a retórica da “carne limpa”, pois, em última instância, faria com que a carne de laboratório ainda dependesse do abate de animais, não se diferindo em nada da carne convencional.

Ademais, outro problema do uso do soro fetal está em seu custo, pois 1 litro da substância custa, atualmente, R\$ 6.038,40<sup>42</sup>, sendo que cada bife levaria, em média, 50 litros da substância para ser produzido. Tal situação tornaria a comercialização da carne de laboratório inviável, tanto por aspectos éticos como econômicos.

---

<sup>42</sup> THERMO FISHER SCIENTIFIC. *Fetal Bovine Serum, qualified, heat inactivated, USDA-approved regions*. Waltham: 2022. Disponível em: <https://www.thermofisher.com/order/catalog/product/10438034>. Acesso: 18/05/2022

No entanto, já existem iniciativas dentro do mercado para retirar tal componente da cadeia produtiva da carne de laboratório. Inicialmente, vale destacar a iniciativa de pesquisadores do Reino Unido, numa parceria entre o *Center for Process Innovation (CPI)* e a Universidade de Newcastle<sup>43</sup>, que tem como objetivo reunir os elementos que compõem o soro fetal em um soro que não envolva o abate de animais.

Do mesmo modo, há uma iniciativa de pesquisadores da Nanyang Technological University (NTU), de Singapura<sup>44</sup> que visa a substituir o soro fetal por uma substância denominada “okara”, feita a partir do extrato de soja, arroz ou até tofu. Os pesquisadores fermentam a substância com micro-organismos e água por uma semana e, após tal etapa, extraem um líquido rico em hormônios de crescimento vegetal.

Os pesquisadores acreditam que tal substância seja uma alternativa viável para o soro fetal, pois: (i) é abundante no mercado; (ii) é comestível e seguro para a saúde humana e (iii) é bem mais barato que o soro fetal. A título de comparação, o litro da okara custa, aproximadamente, R\$10, contra R\$6.038,40 do soro fetal. Cumpre destacar, ainda, que a okara já é utilizada no mercado das *plant-based*<sup>45</sup>, como base para produtos substitutivos da carne.

Recentemente, a *startup* holandesa Mosa Meat, conseguiu, em sua cadeia produtiva, eliminar a necessidade de utilização do soro fetal, por meio de sequenciamento do RNA. De acordo com representantes da empresa: “Nós estávamos particularmente interessados nas proteínas da superfície das células que aumentam durante a diferenciação (das células), agora nós somos capazes de recriar o mesmo processo sem o soro fetal” (FERRER, 2022, on-line, grifo nosso)<sup>46</sup>.

---

<sup>43</sup> SELBY, Gaynor. “Truly animal-free” cellular meat collaboration: CPI and 3DBT examine alternatives to fetal bovine serum. **Food Ingredients First**. Arnhem: 2020. Disponível em: <https://www.foodingredientsfirst.com/news/truly-animal-free-cellular-meat-collaboration-cpi-and-3dbt-examine-alternatives-to-fetal-bovine-serum.html>. Acesso: 19/05/2022;

<sup>44</sup> HO, Sally. *To Make Cell-Based Meat Cheaper and More Ethical, Researchers Use Tofu Waste*. **Green Queen**. Hong Kong: 2021. Disponível: <https://www.greenqueen.com.hk/tofu-waste-cell-based-meat/>. Acesso: 19/05/2022.

<sup>45</sup> SOUTHEY, Flora. *New meat analogue developed with “less salt, fat, and more flavour than real meat”*. **Food Navigator**. Crawley: 2021. Disponível: <https://www.foodnavigator.com/Article/2021/09/23/Okara-meat-analogue-developed-with-less-salt-fat-and-more-flavour-than-real-meat-claim-researchers>. Acesso: 19/05/2022.

<sup>46</sup> FERRER, Benjamin. *Mosa Meat eliminates fetal bovine serum from the cultivated meat equation*. **Food Ingredients First**. Arnhem: 2022. Disponível em: <https://www.foodingredientsfirst.com/news/mosa-meat-eliminates-fetal-bovine-serum-from-the-cultivation-equation.html>. Acesso: 19/05/2022;

Do mesmo modo, outra *startup* holandesa, Meatable, também conseguiu eliminar o uso de soro fetal de sua cadeia produtiva, por meio da utilização de células-tronco pluripotentes, que dispensam o uso do soro fetal para se diferenciarem e se tornarem células musculares.

Tais células são extraídas do cordão umbilical de vacas que não são destinadas ao abate da indústria da carne, sendo que o cordão umbilical seria descartado após o parto. Cumpre destacar que tal prática ainda não é difundida na indústria da carne de laboratório, porque as mencionadas células são difíceis de se controlar em laboratório<sup>47</sup>.

Conclui-se, portanto, que o soro fetal ainda é um dos maiores problemas da carne de laboratório e pode comprometer sua comercialização e sua viabilidade como alternativas à carne tradicional. No entanto, alternativas sólidas já estão sendo implementadas na indústria da carne de laboratório, sendo vital excluir o soro fetal da cadeia produtiva da carne cultivada.

### **5.3. A carne de laboratório é saudável?**

Passadas as considerações sobre o impacto da carne de laboratório na saúde e no bem-estar dos animais, deve-se questionar se a carne de laboratório traria potenciais benefícios ou riscos à saúde humana. De acordo com o art. 196 da Constituição Federal, o Estado Brasileiro deve promover políticas que minimizem o risco de doenças, logo, deve-se analisar o impacto da carne de laboratório na saúde humana, em face dos problemas da carne tradicional apontados no primeiro capítulo do presente trabalho.

Nesse contexto, cumpre destacar que as considerações que serão feitas no presente tópico são, em sua maioria, projeções, pois o consumo de carne de laboratório ainda não está difundido em grande escala, não permitindo, portanto, quaisquer avaliações mais concretas sobre seu impacto na saúde humana.

A priori, é necessário destacar que a carne de laboratório possui algumas vantagens notáveis em relação à carne tradicional. Primeiramente, cumpre reforçar que o mencionado produto é sintetizado em um ambiente altamente controlado, limitando o surgimento de bactérias e outros micro-organismos nocivos à saúde humana, como a *Salmonella*.

---

<sup>47</sup> BRODWIN, Erin. *A new lab-grown meat startup says it's overcome a key barrier to making meat without slaughter*. **Insider**. Nova Iorque: 2018. Disponível em: <https://www.businessinsider.com/lab-grown-meat-startup-solving-barrier-meat-without-slaughter-meatable-2018-9>. Acesso: 19/05/2022.

Tais patógenos surgem, principalmente, no intestino dos animais que fornecerão a carne e são transmitidos para os alimentos no momento do abate. No caso da carne de laboratório, como não há o abate, não há possibilidade da transmissão de tais doenças.

Além disso, os animais que fornecem as células para a carne de laboratório não recebem hormônios em excesso, não havendo, também, risco à saúde por conta de tal fator. Ademais, também há um risco reduzido quanto às zoonoses, que surgem, tipicamente, em ambientes onde animais ficam confinados com pouco espaço. Como mencionado anteriormente, tendo em vista que a carne de laboratório necessita de menos animais para a produção do alimento, o risco de tais doenças diminui.

Por fim, cumpre mencionar que o processo de sintetização da carne de laboratório pode, a princípio, inserir nutrientes que não estariam presentes na carne convencional e, até, minimizar efeitos negativos da carne convencional, mudando, por exemplo, o tipo de gordura presente em seus produtos. A engenharia genética envolvida no processo proporciona uma miríade de oportunidades de se fazer a carne de laboratório uma alternativa mais saudável em relação à carne convencional.

Por outro lado, a mencionada complexidade do processo também oferece riscos de magnitude ainda incerta, por sua característica disruptiva. Uma das principais incertezas envolvendo a carne de laboratório é o potencial cancerígeno das células utilizadas em sua produção.

De acordo com pesquisas desenvolvidas em Harvard e no MIT<sup>48</sup>, as células-tronco que se desenvolvem em laboratório geralmente adquirem mutações no gene TP53 (p53), que é responsável por controlar o crescimento e a divisão das células, sendo um importante supressor de tumores. Caso haja alguma mutação em tal gene, o alimento pode acarretar efeitos nocivos à saúde humana.

Do mesmo modo, embora a carne de laboratório elimine o risco de doenças geradas entre os animais, as células possuem menor resistência a eventuais micro-organismos que surjam no laboratório, pois não possuem sistema imunológico, diferentemente dos animais.

---

<sup>48</sup> HANSON, Jaydee; RANNEY, Julia. *Is Lab-Grown Meat Healthy and Safe to Consume?* **Center for Food Safety**. Hong Kong: 2020. Disponível em: <https://www.centerforfoodsafety.org/blog/6458/is-lab-grown-meat-healthy-and-safe-to-consume>. Acesso: 19/05/2022.

Logo, deve-se ter uma cautela extra em todo o processo produtivo, para diminuir o risco de proliferação de tais organismos.

Conclui-se, portanto, que, a princípio, a carne de laboratório possuiria vantagens para a saúde humana, quando comparada à carne tradicional. No entanto, há importantes riscos envolvidos em sua produção, que devem ser controlados e minimizados pelos produtores e reguladores, para que a devida segurança seja fornecida aos consumidores.

## 6. Impacto Ambiental da Carne de Laboratório

Antes de passarmos à análise dos impactos ambientais concretos da carne de laboratório, cumpre tecer considerações sobre a legislação brasileira, que norteará a avaliação sobre a vantagem (ou não) da carne de laboratório em relação à carne tradicional, no que tange a seu impacto ambiental.

Cumpre ressaltar, inicialmente, as disposições constitucionais sobre o meio ambiente. Primeiramente, cita-se o art. 170, inciso VI, que afirma que um dos princípios da ordem econômica é a “defesa do meio ambiente, inclusive mediante tratamento diferenciado conforme o impacto ambiental dos produtos e serviços de seus processos de elaboração e prestação”.

Do mesmo modo, a Constituição afirma, em seu art. 225 que: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

Os incisos IV e V do parágrafo 1º do mesmo artigo trazem disposições relevantes sobre atividades nocivas ao meio ambiente:

§1º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

IV – exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade;

V – controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente;

Destacam-se, também, os princípios da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938/1981):

Art 2º - A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios: I - ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;

II - racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;

III - planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;

IV - proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;

V - controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras;

VI - incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;

VII - acompanhamento do estado da qualidade ambiental;  
 VIII - recuperação de áreas degradadas;  
 IX - proteção de áreas ameaçadas de degradação;  
 X - educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente.

Cumpra ainda mencionar o conceito de meio ambiente da mesma Lei: “Art. 3º - Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por: I – meio ambiente, o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas”.

A partir do que foi exposto, pode-se concluir que, na análise do impacto ambiental da carne de laboratório, deve-se ter em mente tais conceitos, ou seja, deve-se indagar se a carne de laboratório não prejudicaria a manutenção do equilíbrio ecológico, promoveria a racionalização do uso do solo, da subsolo, da água e do ar, não afetaria a proteção de ecossistemas, etc..

Ademais, cumpre também destacar também os objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433/1997):

Art. 2º São objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos:  
 I – assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;  
 II – a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;  
 III – a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais;  
 IV – incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais

Faz-se necessário ressaltar que, tendo em mente as disposições da Política Nacional de Recursos Hídricos, o impacto da carne de laboratório sobre os recursos hídricos deve ser um dos aspectos centrais na análise de sua viabilidade e sustentabilidade.

Feitas tais considerações, cumpre analisar concretamente o impacto ambiental da carne de laboratório, nos seguintes eixos: (i) tempo de produção; (ii) uso do solo; (iii) uso de água; (iv) uso de energia e (v) emissão de gases do efeito estufa.

Antes de se analisar os impactos concretos da carne de laboratório, cumpre fazer uma última ressalva. Novamente, de forma similar aos impactos na saúde humana e dos animais, os impactos são medidos com base em projeções, por conta de a produção ainda não ser feita em massa.

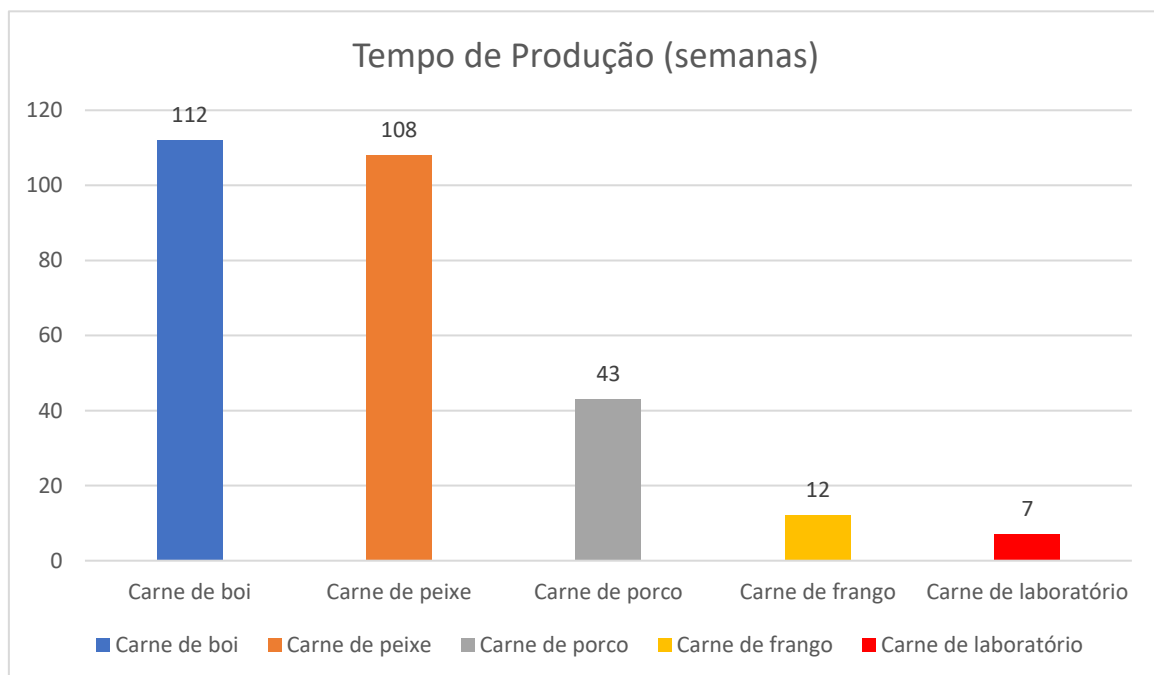
### **6.1. Tempo de produção**

O juízo sobre o tempo da produção é importante para mensurar o impacto ambiental da carne de laboratório, pois, quanto mais tempo se demora para produzir o alimento, mais recursos naturais são empregados no processo, sendo maior, portanto, seu impacto ambiental.

Nesse contexto, cumpre estabelecer alguns parâmetros de comparação entre a produção das carnes. De acordo com o projeto “*What is cultivated meat*”, o intervalo de tempo calculado para a produção da carne de laboratório tem início no depósito das células nos fatores de crescimento e termina ao se coletar o bife pronto<sup>49</sup> (WHAT IS CULTIVATED MEAT, 2022, on-line). Já para a carne tradicional, considera-se o tempo entre a fertilização do óvulo para reprodução até o abate do animal.

Tendo tais considerações em mente, cumpre esquematizar as informações na forma de gráfico<sup>50</sup>:

Gráfico 1 - Tempo de Produção



Fonte: LCA Food 2014

Cumpre destacar que, em tal gráfico, são levados em conta o tempo máximo de produção de cada tipo de gráfico. Logo, a partir de tais considerações, a carne de laboratório apresentaria

<sup>49</sup> WHAT IS CULTIVATED MEAT. **The process**. Phoenix: 2021. Disponível em: <https://www.whatiscultivatedmeat.com/process>. Acesso: 17/05/2022

<sup>50</sup> Ibidem, on-line.

grande vantagem quanto aos outros tipos de carne, levando 16 vezes menos semanas para ser produzida do que a carne de boi e quase 15,5 menos que a carne de porco.

No entanto, de acordo com a técnica empregada na produção da carne de laboratório, o tempo pode ser alterado. Mas, mesmo considerando tal variável, a carne de laboratório apresenta considerável vantagem nesse aspecto.

## 6.2. Uso do solo

Há um certo consenso quanto ao fato de que a carne de laboratório apresentaria uma redução considerável na utilização do solo, principalmente quando comparada à produção de carne de vaca, em até 99%.

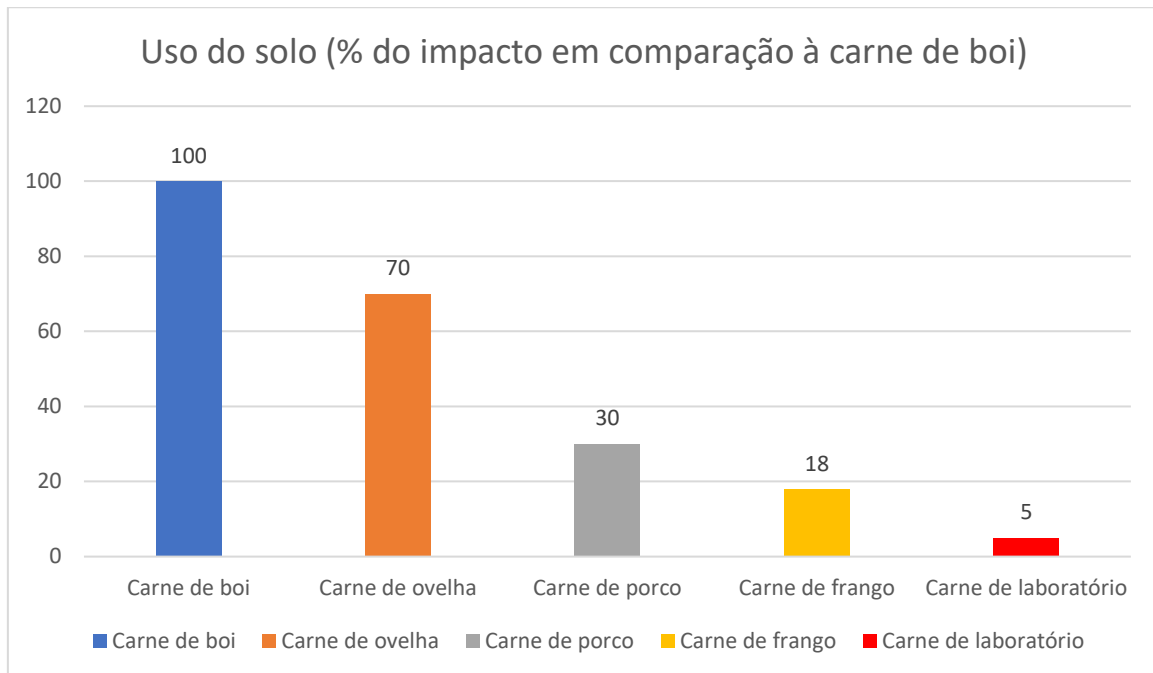
Tal afirmação pode ser considerada até intuitiva, pois enquanto a produção de carne com o abate de animais exige grandes espaços para que os animais possam se desenvolver, a proteína artificial só necessitaria, a princípio, de salas de laboratório e menos espaço para os animais, pois menos animais seriam necessários à produção.

Tal vantagem foi exposta pelos pesquisadores Hanna Tuomisto, Marianne Ellis e Palle Haastrup, na 9ª Conferência Internacional para Avaliação do Ciclo de Vida no Setor Agropecuário, em 2014<sup>51</sup> (TUOMISTO, ELLIS, HAASTRUP, 2014, p. 1364). Cumpre esquematizar as conclusões do estudo:

---

<sup>51</sup> TUOMISTO, H.L.; ELLIS, M.J.; HAASTRUP, Pale. *Environmental impacts of cultured meat: alternative production scenarios. Proceedings of the 9th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-Food Sector (LCA Food 2014)*. São Francisco, 8-10 de outubro de 2014. p. 1364

Gráfico 2 - Uso do solo



Fonte: LCA Food 2014

Em uma escala de 0 a 100, tendo a carne de boi como referência, a carne de laboratório se apresenta como uma alternativa muito consistente, exigindo quase 20 vezes menos do solo quando comparada à mencionada carne. Também apresenta vantagem quanto à carne de ovelha (uso do solo 14 vezes menor), à carne de porco (uso do solo 6 vezes menor) e de frango (uso do solo 3,6 menor).

Em suma, tendo em vista os objetivos da legislação ambiental brasileira, principalmente o expresso no art. 2º, II da Lei 6.938/81, incentivos à produção da carne de laboratório seriam uma medida de racionalização do uso do solo, ser pensada no âmbito das políticas públicas brasileiras.

### 6.3. Uso de água

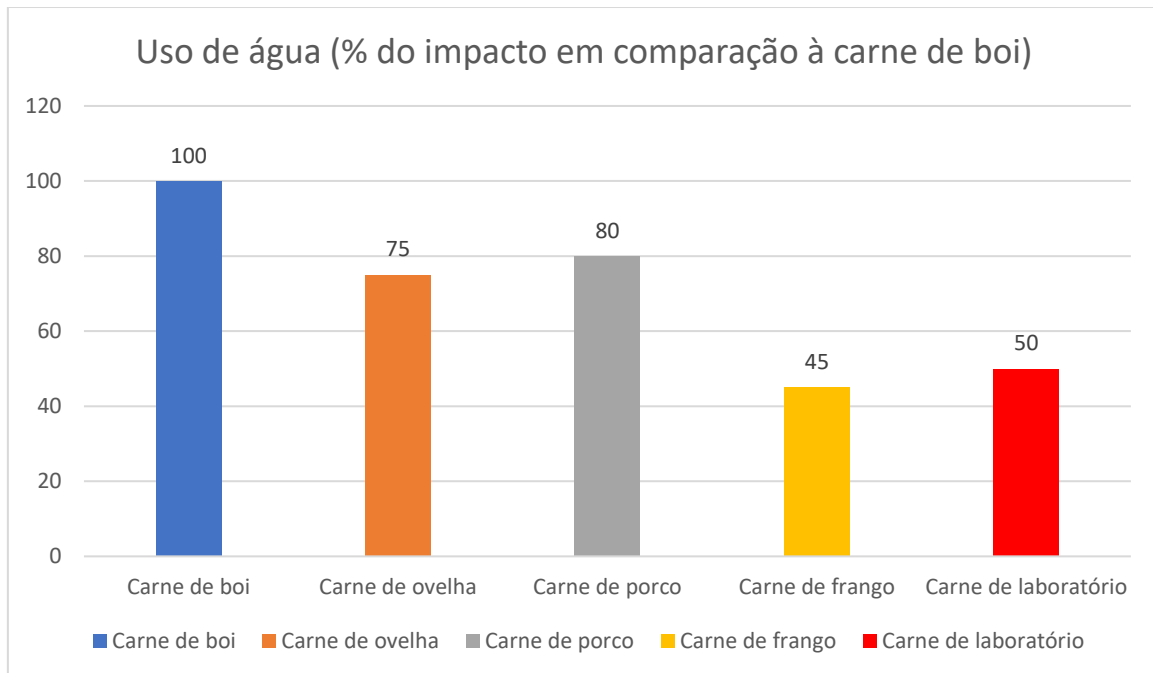
O uso da água também deve ser um fator fulcral para a análise da proteína artificial. De acordo com um estudo publicado pela Organização Não Governamental (ONG) Pessoas pelo Tratamento Ético dos Animais (PETA), são necessários aproximadamente 9.085 litros de águas para produzir um bife de carne de boi<sup>52</sup>.

<sup>52</sup> PETA. *How much water does it take to make one steak?* Norfolk: 2015. Disponível: <https://www.peta.org/videos/meat-wastes-water/>. Acesso: 22/02/2022

Tal quantia é insustentável a longo prazo, incompatível com um meio ambiente equilibrado e vai de encontro à racionalização do uso dos recursos hídricos estabelecida na legislação ambiental brasileira.

Levando como base o mesmo estudo de Tuomisto, Ellis e Haastrup, pode-se afirmar que os índices são satisfatórios também quanto ao uso de água<sup>53</sup>:

Gráfico 3 - Uso de água



Fonte: LCA Food 2014

Utilizando novamente uma escala de 0 a 100 e tendo como referência a carne de vaca, conclui-se que a proteína artificial apresenta bons resultados, exceto quando comparada à carne de frango.

Logo, por um escopo de desperdício de água, pode-se afirmar que a transição para a carne de laboratório apresentaria um impacto positivo no ambiente, exceto em alguma região cuja produção é majoritariamente de carne de frango, na qual a introdução da proteína de laboratório deveria ser repensada.

#### 6.4. Uso de energia

<sup>53</sup> TUOMISTO, H. L.; ELLIS, M.J.; HAASTRUP, Palle, op. cit. p. 1364

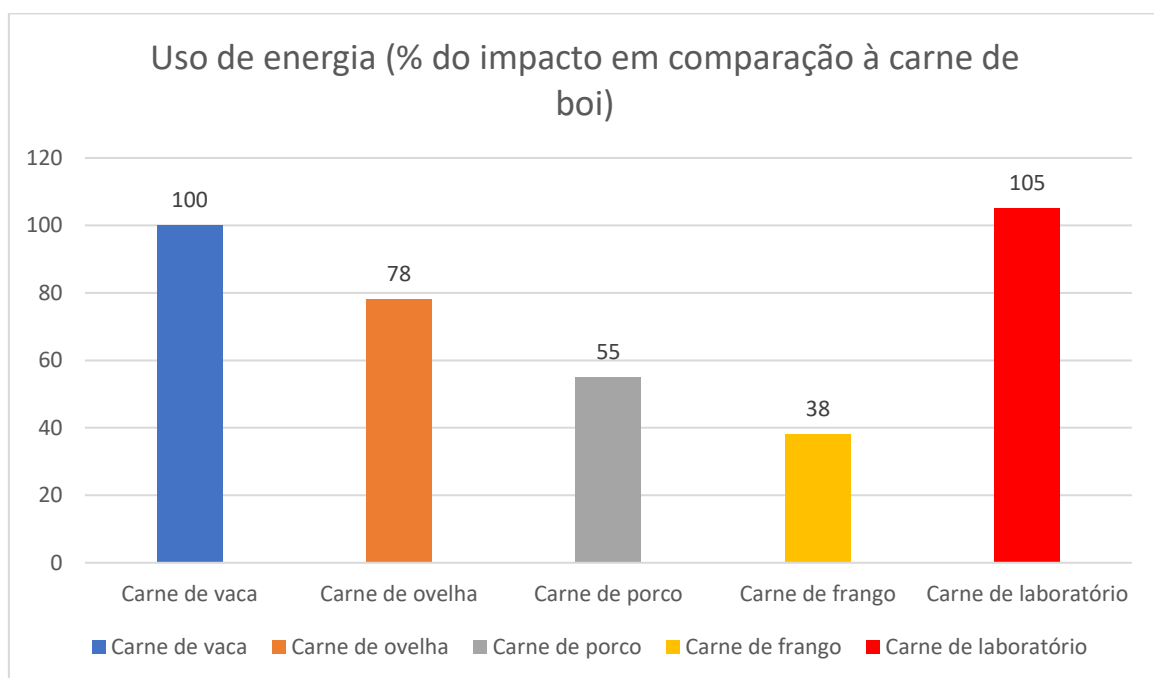
O uso de energia também deve ser considerado na análise da carne artificial. A priori, poder-se-ia pensar que a análise do uso de energia foge ao Direito Ambiental, no entanto, há uma íntima ligação entre os dois campos.

Para exemplificar tal relação, cumpre citar o colóquio Ambiente e Energia, ocorrido em 2010 no Instituto de Ciências Jurídico-Políticas da Faculdade de Direito da Universidade de Lisboa (ICJP – FDUL)<sup>54</sup>: “O Direito do Ambiente tem com o Direito da Energia fronteiras muito próximas. Praticamente todos os recursos naturais têm potencial energético, elétrico ou motriz, dualidade que gera desde logo afinidade” (GOMES; ANTUNES; 2010, p. 3).

Conclui-se, portanto, que discutir o uso de energia pela indústria da carne tradicional e da carne de laboratório, é, em última instância, discutir a utilização dos recursos naturais empregados a uma atividade específica: a geração de energia.

Novamente, levando como base o estudo de Tuomisto, Ellis e Haastrup, temos o seguinte resultado<sup>55</sup>:

Gráfico 4 - Uso de energia



Fonte: LCA Food 2014

<sup>54</sup> GOMES, C.A.; ANTUNES, Tiago. **Actas do Colóquio Ambiente e Energia**. 20 e 21 de outubro de 2010. Lisboa: Faculdade de Direito da Universidade de Lisboa. Disponível em: [https://www.icjp.pt/sites/default/files/media/ebook\\_ambienteenergia\\_completo\\_isbn.pdf](https://www.icjp.pt/sites/default/files/media/ebook_ambienteenergia_completo_isbn.pdf). Acesso: 22/05/2022.

<sup>55</sup> TUOMISTO, H. L.; ELLIS, M.J.; HAASTRUP, Palle, op. cit. p. 1364

Seguindo o mesmo modelo das análises anteriores, é perceptível que a carne de laboratório possui um consumo de energia muito significativo. Tal índice pode ser explicado pelo uso do reator biológico, fundamental para a sintetização da proteína artificial, como mencionado no ponto 4.4.

No entanto, apesar dos elevados índices, não é possível realizar qualquer juízo de impacto ambiental (sobre qualquer carne) somente baseado nos números, pois o tipo de energia utilizada no processo é mais relevante para o ambiente.

Em síntese, caso a energia utilizada na produção da carne de laboratório seja renovável, sua introdução no mercado pode se mostrar vantajosa, caso não seja, sua produção só aumentaria o impacto negativo no ambiente, mais amplo do que qualquer outra carne.

### **6.5. Emissão de gases do efeito estufa**

A emissão de gases do efeito estufa é uma das principais preocupações mundiais desde o final do século XX, pois tais gases intensificam um processo que era natural e benéfico ao ser humano e causam um aumento da temperatura terrestre de forma desproporcional.

De acordo com informações da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), os principais gases do efeito estufa são: dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ); metano ( $\text{CH}_4$ ) e óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), além dos clorofluorcarbonetos (CFCs), que possuem grande impacto negativo na camada de ozônio do planeta, a qual é fundamental para conter a radiação advinda do Sol e de outras estrelas.

Antes de apresentar o comparativo entre a carne de laboratório e a indústria da carne, cumpre fazer mais considerações acerca de como os diferentes gases do efeito estufa possuem impactos negativos no meio ambiente e como estão relacionados com a indústria da carne.

O dióxido de carbono é responsável por cerca de 60% do efeito-estufa, permanecendo na atmosfera por centenas de anos. Suas principais fontes de emissão são a queima de combustíveis fósseis, queimadas e desmatamentos, pois a diminuição das áreas verdes diminui a absorção de  $\text{CO}_2$  pelas árvores.

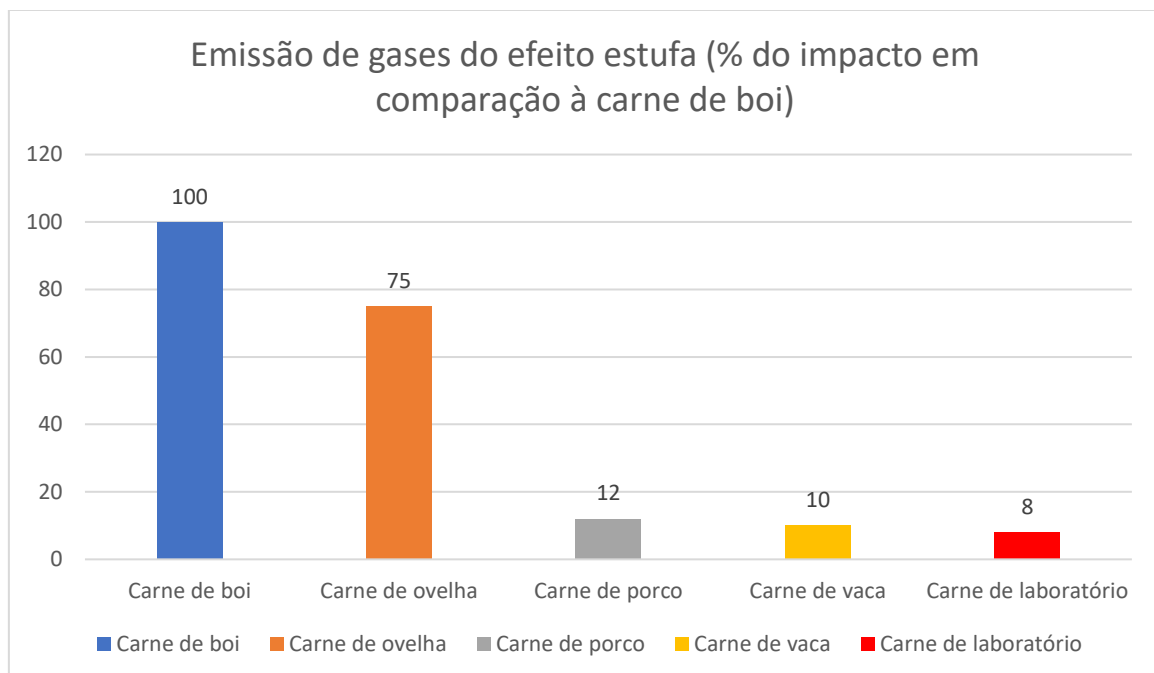
É forçoso lembrar que as queimadas e o desmatamento aumentam exponencialmente no contexto brasileiro, para a transformação de áreas verdes para uso na agropecuária, representada pelo “avanço da fronteira agrícola”<sup>56</sup> em direção à Amazônia.

Já o gás metano tem relação mais direta com a indústria da carne, pois uma de suas principais fontes de emissão são bactérias no aparelho digestivo do gado utilizado. Tal gás é responsável por 15 a 20% do efeito estufa.

Além disso, o N<sub>2</sub>O, que contribui para 6% do efeito estufa, também possui relação com a atividade agropecuária e a indústria da carne tradicional, pois uma de suas principais fontes é o desmatamento, similarmente ao que ocorre com o gás carbônico.

Passadas tais considerações, cumpre comparar a emissão dos gases do efeito estufa pela indústria tradicional com a carne de laboratório<sup>57</sup>:

Gráfico 5 - Emissão de gases do efeito estufa



Fonte: LCA Food 2014

Poder-se-ia concluir, a priori, que a carne de laboratório tem um impacto bem menor no ambiente do que qualquer outra. No entanto, diferentemente do que ocorreu nos itens anteriores,

<sup>56</sup> VIEIRA FILHO, J. E. R. **Expansão da fronteira agrícola no Brasil**: desafios e perspectivas. Texto para discussão. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2016.

<sup>57</sup> TUOMISTO, H. L.; ELLIS, M.J.; HAASTRUP, Palle, op. cit. p. 1364

há um sólido dissenso acadêmico quanto à emissão de gases com efeito de estufa pela cadeia produtiva da proteína artificial.

Em 2019, os pesquisadores John Lynch e Raymond Pierrehumbert, ambos da Universidade de Oxford, conduziram um estudo sobre a emissão de gases com efeito estufa pela carne de laboratório, abordando a emissão de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso.<sup>58</sup>

Segundo Lynch e Pierrehumbert, a carne de laboratório não apresenta, *prima facie*, vantagens em relação à carne tradicional, pois estudos anteriores (como o de Tuomisto, Ellis e Haastrup) não consideravam totalmente os diferentes impactos dos vários gases com efeito de estufa.

A partir do referido estudo, os pesquisadores concluem que a carne de laboratório poderia causar, a longo prazo, um acúmulo de dióxido de carbono na atmosfera maior que a carne convencional, caso o processo não empregue um método sólido para descarbonização.

Conclui-se, portanto, que, a princípio, a vantagem da carne de laboratório na emissão de gases com efeito de estufa pode ser apontada como incerta, dependendo de como o processo de sintetização da proteína se dará.

Após a análise desenvolvida no presente tópico, pode-se afirmar que a carne de laboratório apresenta índices muito positivos quanto ao uso dos solos e das águas, com uma redução drástica em comparação à produção de carne convencional.

Por outro lado, apresenta números desvantajosos quanto ao uso de energia e incertos quanto à emissão de gases do efeito estufa. Logo, eventual implantação da proteína artificial deve ser feita com cautela, empregando energia renovável e descarbonização, devendo ser fiscalizada constantemente pelas autoridades reguladoras e pelos consumidores.

---

<sup>58</sup> LYNCH, John; PIERREHUMBERT, Raymond. *Climate Impacts of Cultured Meat and Beef Cattle*. **Frontiers in sustainable food systems**. Berna: 2019. Disponível: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2019.00005/full>. Acesso: 01/05/2022

## 7. Impactos econômicos

Parte do juízo de viabilidade da carne de laboratório como alternativa à carne tradicional passa, inevitavelmente, por uma análise de seus impactos econômicos, sob, principalmente, duas óticas: (i) preço para os consumidores e (ii) possíveis impactos econômicos negativos, como o desemprego na indústria da carne.

No entanto, antes analisar tais impactos mais profundamente, cumpre tecer algumas considerações sobre o estado da arte do mercado da carne de laboratório. A primeira carne de laboratório foi feita em 2013, por Mark Post, cofundador da startup holandesa “Mosa Meat”.

Desde então, diversas empresas surgiram em tal mercado, que passou a valer, aproximadamente, 460 milhões de dólares (aproximadamente R\$2.200.000.000,00), sendo que metade do capital do mercado está concentrado em duas empresas: Memphis Meat (EUA) e Mosa Meat (Holanda). Em 2021, as empresas dedicadas à produção de carne de laboratório eram as seguintes<sup>59</sup>:

**Figura 4** - Empresas do mercado de carne de laboratório



<sup>59</sup> XIN et al. *Trends and ideas in technology, regulation and public acceptance of cultured meat*. **Future Foods**. Amsterdam: edição 3, 2021. p. 3. Disponível: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666833521000228>. Acesso: 20/05/2022.

Fonte: GFI Database

Do mapa anteriormente fornecido, ressaltam alguns fatos: (i) 37% das empresas estão na América estão concentrados na América do Norte; (ii) 25% na Ásia e (iii) 21% na Europa. Nesse sentido, cumpre destacar que Israel tem se tornado um *hub* para empresas do setor, com cinco empresas da área, perdendo somente para os Estados Unidos da América.

Quanto à produção por tipo de carne<sup>60</sup>, destaca-se: (i) 28% das empresas concentram sua produção na carne de boi e de porco; (ii) 12% em frutos do mar e (iii) 10% em carne de frango.

No Brasil, a expectativa da chegada da carne de laboratório aos supermercados é entre 2024 e 2025, sendo que duas empresas despontam no setor: a Brasil Foods S.A. (BRF), que firmou uma parceria com a startup israelense Aleph Farm, especializada na produção de carne de laboratório, e a JBS, que adquiriu a empresa espanhola BioTech Foods. O acordo da JBS inclui a implantação de um Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) em Biotecnologia de Alimentos e de Proteína no Brasil<sup>61</sup>.

Passadas tais considerações, cumpre abordar o preço da carne de laboratório e os possíveis impactos negativos na economia.

### 7.1. Preço da carne de laboratório

Uma das grandes questões relacionadas à viabilidade da carne de laboratório como substituto da carne tradicional se referem a seus custos de produção que, por consequência, terão impactos no preço da carne de laboratório e determinarão a adesão dos consumidores a tal produto.

Cumpre mencionar que, recentemente, o preço da carne sofreu um aumento exponencial de seu preço, desde o início da pandemia de Covid-19. Estudos do Instituto Brasileiro de Planejamento e Tributação (IBPT) indicam que a carne foi o produto que teve o maior aumento real (descontada a inflação) nos supermercados brasileiros: cerca de 133,70% nos dois anos de pandemia<sup>62</sup> (IBPT, 2022, on-line).

---

<sup>60</sup> XIN et al. Trends and ideas in technology, regulation and public acceptance of cultured meat. **Future Foods**. Amsterdam: edição 3, 2021. p. 2;

<sup>61</sup> CANAL RURAL. **JBS anuncia investimento de US\$ 100 milhões em carne de laboratório**. Novembro de 2021. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/noticias/jbs-carne-de-laboratorio/>. Acesso: 23/05/2022

<sup>62</sup> IBPT. **Preço da carne bovina tem aumento real de 133,7% em quase dois anos, segundo estudo realizado pelo IBPT**. Curitiba: 2022. Disponível em: <https://ibpt.com.br/preco-da-carne-bovina-tem-aumento-real-de-1337-em-quase-dois-anos-segundo-estudo-realizado-pelo-ibpt/>. Acesso: 23/02/2022.

Cumpra destacar os preços médios mensais no varejo de carne, de acordo com o Instituto de Economia Agrícola (IEA) da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Governo do Estado de São Paulo<sup>63</sup>: (i) carne bovina custa, em média, R\$ 42,13; (ii) carne suína custa, em média, R\$ 22,96 e (iii) carne de frango custa, em média, R\$ 10,51. (SÃO PAULO, 2022, online)

A partir de tais dados, é forçoso concluir que o preço da carne de laboratório para os consumidores será um dos pontos fulcrais para o sucesso do produto, para que ele possa ser uma alternativa sólida à carne tradicional.

Como mencionado anteriormente, a primeira carne sintetizada em laboratório foi feita em 2013 por Mark Post, cofundador da startup holandesa “Mosa Meat”, com um custo de \$280.000 (ou 700.000 reais, com valores da época), valor completamente insustentável para venda em mercado.

Embora o valor da primeira carne de laboratório seja completamente desproporcional, avanços tecnológicos vêm permitindo uma que acentuada nos preços de tal produto, com pesquisas da Universidade de Maastricht<sup>64</sup> indicando uma possível comercialização de um bife feito em laboratório por 9 euros, ou 45 reais, aproximadamente<sup>65</sup>.

Em Singapura, único país em que um tipo de carne de laboratório foi aprovado pelas autoridades, o clube privativo 1880 vende uma refeição com frango de laboratório por 23 dólares de Singapura, ou 80,50 reais<sup>66</sup>.

Tais valores, tanto o projetado pela Universidade de Maastricht como o praticado em Singapura ainda são inconcebíveis para a adesão da maioria dos consumidores a tal produto, pois representam, respectivamente, o preço de 1 e quase 2 kg de carne tradicional.

Deve-se ressaltar, ainda, um problema de acesso à carne de laboratório pela população no geral, pois, com preços elevados e levando em conta que as principais empresas do ramo se

<sup>63</sup> GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Instituto de Economia Agrícola (IEA). **Preços Médios Mensais no Varejo**: carne bovina, carne suína e carne de frango. São Paulo: 2022. Disponível: [http://ciagri.iea.sp.gov.br/nial/precos\\_medios.aspx?cod\\_sis=4](http://ciagri.iea.sp.gov.br/nial/precos_medios.aspx?cod_sis=4). Acesso: 23/05/2022.

<sup>64</sup> BANDOIM, Lana. *Making Meat Affordable: Progress since the \$330,000 Lab-Grown*. **Forbes**. Jersey City: 2022. Disponível: <https://www.forbes.com/sites/lanabandoim/2022/03/08/making-meat-affordable-progress-since-the-330000-lab-grown-burger/?sh=788581f46671>. Acesso: 23/05/2022

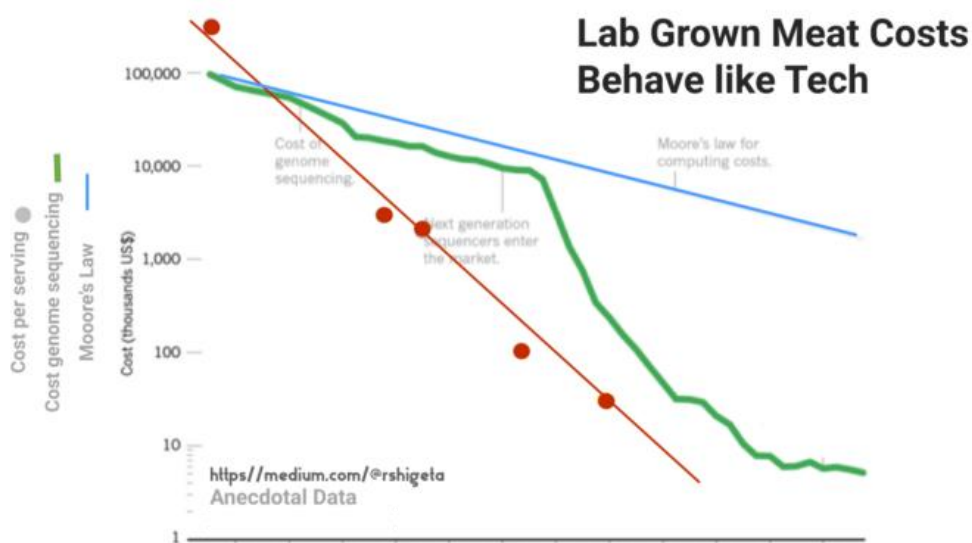
<sup>65</sup> Cotação utilizada: 23/05/2022, com o euro a 5,12 reais.

<sup>66</sup> Cotação utilizada: 23/05/2022, com o dólar de Singapura 3,50.

concentram em países desenvolvidos, como mencionado no panorama do mercado da carne de laboratório, haveria dificuldade em fornecer tais produtos a países em desenvolvimento.

No entanto, embora os preços ainda sejam altos, cumpre ressaltar a queda significativa nos mesmos, que gera um otimismo quanto à possibilidade de comercialização a preços competitivos em relação à carne tradicional. Estudos indicam que sua curva de preço está em uma descendente similar ao que ocorreu com o preço de outras invenções tecnológicas<sup>67</sup> (SHIGETA, 2022, on-line):

Figura 5 - Comparação da queda de preço da carne de laboratório com outras tecnologias



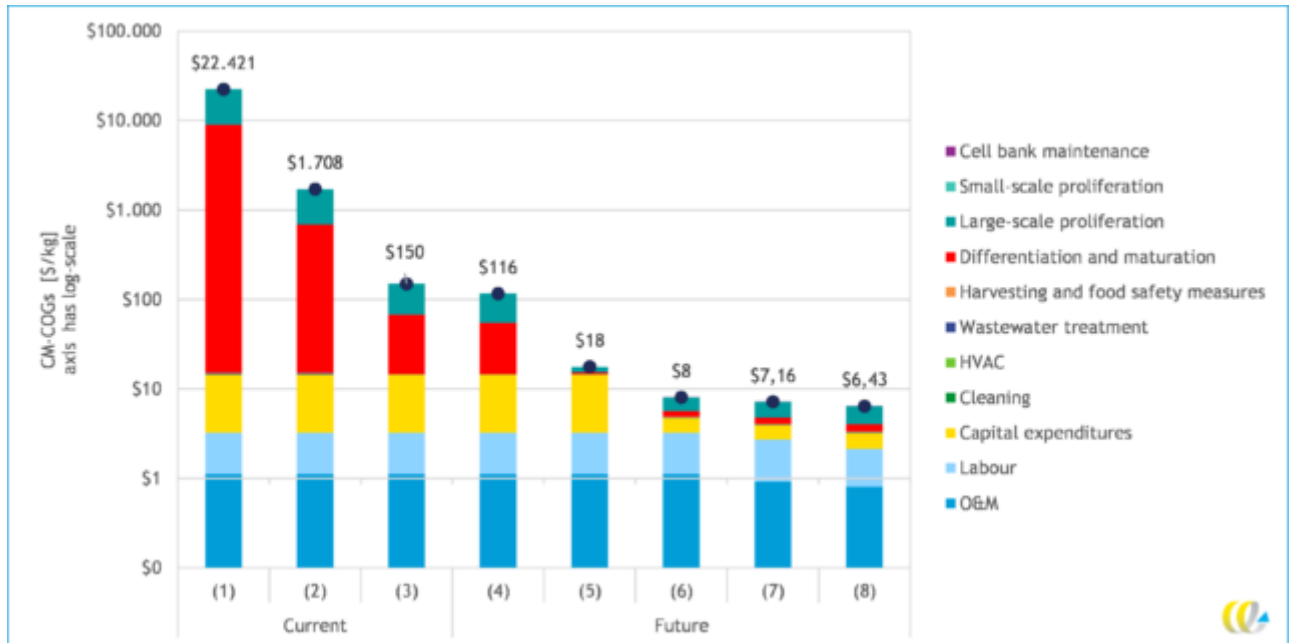
Fonte: Medium

No gráfico exposto, há três quedas de preço: a linha azul representa a Lei de Moore, que explicita uma tendência de queda dos preços na indústria dos computadores. A linha verde representa a queda dos custos para sequenciamento do genoma, com o advento de novas tecnologias para tal fim. Por fim, a linha vermelha representa uma projeção dos custos de venda da carne de laboratório, muito similar à das outras tecnologias, que eram consideradas de difícil acesso no passado, mas se tornaram mais baratas.

<sup>67</sup> SHIGETA, Ron. *Lab-Grown Mea tis Scaling Like the Internet*. **Medium**. São Francisco: 2022. Disponível em: <https://medium.com/the-future-of-food-technology/lab-grown-meat-is-scaling-like-the-internet-540893cbaf57>. Acesso: 23/05/2022.

Ademais, cumpre destacar uma análise de viabilidade Técnico-Econômica efetuada pela consultoria holandesa CE Delft, visando à previsão dos custos da carne de laboratório até 2030. Os estudos obtiveram o seguinte resultado<sup>68</sup> (CE DELFT, 2021, p. 4):

**Figura 6** - Projeção de custos da carne de laboratório até 2030



Fonte: CE Delft

Nessa figura, temos as seguintes informações: (i) em roxo, custos de manutenção dos aparelhos que mantêm as células para a cultura; (ii) em turquesa, os custos da proliferação da células em pequena escala; (iii) em verde-água, os custos da proliferação das células em grande escala; (iv) em vermelho, os custos de diferenciação e maturação das células; (v) em laranja, os custos para produção final da carne e das medidas de segurança; (vi) em azul-marinho, os custos com tratamento dos resíduos líquidos; (vii) em verde-claro, os custos com aquecimento, ventilação e controle de temperatura; (viii) em verde-escuro, os custos com limpeza; (ix) em amarelo, os custos com manutenção da estrutura física da produção; (x) em azul-bebê, os custos com a mão de obra e (xi) em azul-claro, os custos de operação e manutenção.

Ainda na mesma figura, os cenários 1, 2 e 3 representam o estado da arte da produção, enquanto os cenários 4, 5, 6, 7 e 8 representam projeções futuras, com avanço tecnológico e intensificação da produção. Ressalte-se que, parte-se de um custo de 150 dólares (cenário 3 - 750 reais, aproximadamente) por kg, no cenário atual, para um preço de 6,43 dólares (cenário

<sup>68</sup> ODEGARD, Ingrid; SINKE, Pelle; VERGEER, Robert. *TEA of cultivated meat. Future projections for different scenarios*. CE Delft. Delft: 2021. Disponível: <https://cedelft.eu/publications/tea-of-cultivated-meat/>. Acesso: 24/05/2022. p.

8 - 32 reais, aproximadamente). Verifica-se, portanto, uma queda acentuada nos custos da produção.

Ademais, é forçoso concluir que o que separa a carne de laboratório de um preço mais razoável e competitivo em relação à carne tradicional são os custos com a maturação e diferenciação da carne (barra vermelha), que caem exponencialmente nas projeções do futuro. Vale lembrar que um dos fatores responsáveis por tal preço é o uso do soro fetal, abordado no item 5.3 do presente trabalho, que já está sendo retirado da produção. Além disso, o investimento tecnológico já está reduzindo tais custos, que serão ainda menores no futuro.

Conclui-se, por tais informações, que o preço da carne de laboratório, atualmente, ainda seria inacessível, pelo alto preço em que é comercializado. No entanto, as perspectivas são boas e, com o grande investimento tecnológico observado no mercado, é possível afirmar que, em breve, a carne de laboratório possuirá preços mais competitivos e poderá fazer frente à carne tradicional.

## 7.2. Desemprego na indústria da carne

Outro ponto importante na análise da viabilidade da carne de laboratório é seu possível impacto na geração de empregos e sobre a mão de obra atualmente empregada na indústria da carne tradicional. De acordo com dados do Banco Mundial<sup>69</sup>, a agropecuária emprega, atualmente, 25% da mão de obra ativa do planeta (embora venha empregando cada vez menos, visto que empregava 44% em 1991) (BANCO MUNDIAL, 2022, on-line).

No contexto brasileiro, é forçoso destacar que a atividade agropecuária apresenta grande importância para os níveis de emprego e renda da população brasileira. De acordo com pesquisa do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq) da USP<sup>70</sup>, o agronegócio é responsável por uma participação de 19,67% no mercado de trabalho brasileiro no primeiro trimestre de 2022, um aumento de 6,22% em relação ao primeiro trimestre de 2021. (BARROS et al; 2022, p. 4)

---

<sup>69</sup> BANCO MUNDIAL. *Employment in agriculture (% of total employment) (modeled ILO estimate)*. Washington D.C.: 2021. Disponível: <https://data.worldbank.org/indicator/SL.AGR.EMPL.ZS>. Acesso: 24/05/2022;

<sup>70</sup> BARROS et al. **Boletim Mercado de Trabalho do Agronegócio Brasileiro**. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA). Piracicaba: 2022. Disponível em: [https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea\\_Mercado%20de%20Trabalho\\_1T2022.pdf](https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea_Mercado%20de%20Trabalho_1T2022.pdf). Acesso: 24/05/2022. P. 4

Nesse contexto, deve-se questionar se uma possível introdução da carne de laboratório no mercado brasileiro não afetaria consideravelmente a mão de obra empregada na indústria da carne tradicional. De acordo com Christopher J. Bryant<sup>71</sup>, pesquisador da Universidade de Bath, a introdução da proteína de laboratório irá, sem dúvida, criar empregos.

No entanto, dificilmente será possível empregar os trabalhadores da indústria tradicional da carne, pois a cadeia produtiva da carne de laboratório requer o emprego de mão de obra mais qualificada, por ser composta de processos mais complexos que a indústria da carne tradicional. Logo, é possível concluir, a princípio, que, para que a mão de obra da indústria da carne possa ser utilizada na cadeia produtiva da carne de laboratório, deve haver um programa sólido de requalificação laboral.

Ademais, cumpre destacar outras medidas que poderiam aumentar a geração de empregos na cadeia produtiva da carne de laboratório. De acordo com Newton e Blaustein-Rejto<sup>72</sup>, uma medida que poderia mitigar o impacto negativo da implantação da carne de laboratório sobre os empregos gerados pela indústria da carne tradicional, seria a instalação dos laboratórios sintetizadores do produto em locais tradicionalmente relacionados à indústria da carne tradicional.

Desta maneira, o impacto positivo da indústria da carne sobre a economia local seria mantido, além de acarretar uma diminuição dos custos na cadeia produtiva, pois os animais utilizados já estariam próximos dos mencionados laboratórios. Tal medida já ocorre, por exemplo, com as empresas na América do Norte, como a canadense Maple Leaf, que construiu um conjunto de laboratórios em Indiana, e a Beyond Meat, que tem sua base em Missouri, estados tradicionalmente ligados à pecuária tradicional.

Além disso, a instalação de laboratórios em tais locais também poderia resultar numa melhora das condições de trabalho no geral, pois as condições de trabalho no setor agropecuário são duras, com predominância do trabalho informal e, certas vezes, até de trabalho escravo. No caso da carne de laboratório, por sua própria produção complexa, há uma tendência de melhora nas condições gerais de trabalho.

---

<sup>71</sup> BRYANT, Christopher. *Culture, meat, and cultured meat*, **Journal of Animal Science**, Volume 98, Issue 8. Champaign: 2020. Disponível: <https://academic.oup.com/jas/article/98/8/skaa172/5880017>. Acesso: 24/05/2022

<sup>72</sup> NEWTON, Peter; BLAUSTEIN-REJTO, Daniel. *Social and Economic Opportunities and Challenges of Plant-Based and Cultured Meat for Rural Producers in the US*. **Frontiers in Sustainable Food Systems**. Volume 5. Berna: 2021. Disponível: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2021.624270/full>. Acesso: 24/05/2022.

Conclui-se, portanto, que os impactos econômicos da carne de laboratório são relevantes e devem ser analisados com cautela. Deste modo, com investimento tecnológico e em qualificação profissional dos trabalhadores, a carne de laboratório pode ser uma alternativa economicamente sólida à carne tradicional, com grandes benefícios à sociedade.

## 8. Regulação da carne de laboratório

Passadas as considerações sobre o impacto econômico da carne de laboratório, é necessário apresentar um panorama da regulação do produto, com seus principais desafios e avanços legislativos.

### 8.1. Etapas regulatórias

Antes de abordar a regulação da carne de laboratório em si, cumpre tecer algumas considerações sobre a regulação de alimentos. De acordo com Rosana Magalhães<sup>73</sup>, a regulação de alimentos pode ser entendida como: “o estabelecimento de regras para a rotulagem e composição de alimentos processados, divulgação e propaganda de alimentos e manutenção da qualidade em todas as etapas da cadeia produtiva e nos locais de consumo” (MAGALHÃES, 2017, p. 120)

A importância da regulação dos alimentos aumentou com o avanço tecnológico, pois, cada vez mais, as cadeias produtivas do setor de alimentação estão cada vez mais complexas, aumento a assimetria entre produtores, comerciantes e clientes. Nesse contexto, cumpre destacar um trecho da Política Nacional de Alimentação e Nutrição<sup>74</sup>:

Nesse contexto, a segurança sanitária busca a proteção da saúde humana, considerando as mudanças ocorridas na cadeia de produção até o consumo dos alimentos, nos padrões socioculturais decorrentes da globalização e as adaptações ao modo de produção de alimentos em escala internacional. Assim, o risco sanitário deve focar a abordagem integral de saúde e considerar, além de si próprio, o risco nutricional decorrente desse cenário, ampliando a capacidade de o Estado fazer uso dos instrumentos legais de controle necessários à proteção da saúde da população. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2013, p. 47)

Logo, conclui-se que a regulação dos alimentos é mais uma das faces da dignidade da pessoa humana no ordenamento jurídico brasileiro, sendo fundamental para a promoção da saúde humana e dos animais.

No Brasil, a regulação dos alimentos é competência de dois setores: agricultura e saúde, representados, respectivamente, pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e pelo Ministério da Saúde, por meio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária

<sup>73</sup> MAGALHÃES, Rosana. Regulação de Alimentos no Brasil. **Revista de Direito Sanitário**. São Paulo, v. 17, n. 3, pp 113-133, nov. 2016./fev. 2017. Disponível em:

<https://www.revistas.usp.br/rdisan/article/view/127780/124776>. Acesso: 24/05/2022. p. 120

<sup>74</sup> BRASIL. Ministério da Saúde. **Política Nacional de Alimentação e Nutrição**. Brasília: 2013. Disponível em:

[https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica\\_nacional\\_alimentacao\\_nutricao.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_alimentacao_nutricao.pdf). Acesso: 24/05/2022. p.

(ANVISA). Os dois setores cooperam nos mais diversos setores da cadeia produtiva, havendo uma verdadeira estrutura intersetorial para a garantia da qualidade e da segurança dos alimentos.

Cumpra, então analisar brevemente as etapas de tal regulação. Para efeitos da presente análise, divide-se a regulação em duas etapas: (i) controle prévio; e (ii) posterior.

### **8.1.1. Controle prévio**

Também é chamado de controle pré-mercado, tem o objetivo de reduzir os riscos que a comercialização de alimentos pode apresentar aos consumidores, tendo em conta a assimetria de informações entre os produtores, vendedores e consumidores.

Nessa etapa, como destaca António Francisco Sousa<sup>75</sup>, recorre-se a dois institutos parecidos, mas distintos: a prevenção e a precaução. A prevenção ocorre quando já se sabe, de forma razoável, que uma determinada ação (nesse caso, a comercialização de um determinado produto) possui um nexo causal com um potencial dano. Deste modo, restringe-se, impede-se ou condiciona-se sua comercialização a determinados padrões de segurança.

Já a figura da precaução apresenta um juízo ainda mais amplo e mais exigente: não se sabe ao certo se há um nexo de causalidade entre um produto e um possível dano, mas, por conta da incerteza e da magnitude do dano que pode ser causado, há a restrição, o impedimento ou condicionamento de sua comercialização. Um exemplo de aplicação da precaução é a suspensão da comercialização de amianto, embora não haja consenso científico sobre seus reais efeitos cancerígenos.

Passada essa breve introdução, cumpre mencionar as principais formas de controle prévio no mercado dos alimentos. Primeiramente, menciona-se a licença sanitária. Vale mencionar que a licença sanitária é um ato administrativo unilateral e vinculado no qual a administração declara um direito preexistente ao administrado que preencha requisitos legais para exercício de certa atividade.

No caso das licenças sanitárias, atesta-se que o estabelecimento cumpre com os procedimentos de segurança para a garantia da qualidade dos produtos, podendo tal estabelecimento exercer sua atividade.

Quanto ao controle dos produtos em si, há a regularização dos produtos, para atestar a conformidade de novos bens introduzidos no mercado brasileiro. Também há o registro de

---

<sup>75</sup> SOUSA, António Francisco. **Manual de Direito Policial**. Porto: Vida Económica, 2016. p. 216

alimento, uma forma de controle mais rígido e restritivo, para alimentos que possam causar maiores danos aos consumidores.

Cumprido destacar que tanto a licença como a regularização podem ser dispensadas e realizadas posteriormente, para alimentos que não apresentem qualquer risco razoável aos consumidores.

### **8.1.2. Controle posterior**

A regulação dos alimentos não se restringe a um controle pré-mercado, abrangendo, também, um controle posterior, ou pós-mercado. Enquanto o controle prévio tem o objetivo de verificar se um estabelecimento possui as condições necessárias para comercializar alimentos, o controle posterior tem o objetivo de verificar se o estabelecimento mantém tais condições e cumpre com a legislação necessária em sua atividade diária.

Alguns exemplos de ações do controle posterior são as fiscalizações dos estabelecimentos, análise de amostras de alimentos coletados, verificação da rotulagem adequada, etc. Como mencionado anteriormente, algumas atividades de comercialização de alimentos podem estar sujeitas somente ao controle posterior, por seu baixo risco danoso.

## **8.2. Principais dificuldades de regulação da carne de laboratório**

Passados tais aspectos introdutórios, cumpre mencionar os principais desafios e dificuldades da regulação da carne de laboratório. Como mencionado anteriormente, o caráter disruptivo da carne de laboratório torna sua regulação mais difícil, por sua alta complexidade.

Cumprido, então, analisar as dificuldades e os desafios por duas óticas distintas: (i) relação com a regulação da carne tradicional e (ii) conflito de competências regulatórias entre agências reguladoras.

### **8.2.1. Relação com a regulação da carne tradicional**

Uma das principais questões da regulação da carne de laboratório diz respeito a possíveis diferenças ou semelhanças em relação à regulação da carne tradicional. Como foi concluído no ponto 3.3, a carne de laboratório, tecnicamente, não pode ser conceituada como carne.

Tal conclusão possui impactos relevantes na regulação do produto, pois poderia, a princípio, modificar: (i) sua classificação para rotulagem, transporte, etc. e (ii) o órgão governamental responsável por sua regulação (tal problema será abordado no ponto seguinte).

Cumpra, nesse tópico, abordar o problema da regulação como um produto diferente da carne tradicional.

É necessário destacar que o fato de a carne de laboratório não poder, tecnicamente, ser considerada como carne deve estar explícito em toda sua cadeia produtiva, especialmente na etapa de comercialização. Em tal etapa, esbarra-se em alguns direitos do consumidor estabelecidos no Código de Defesa do Consumidor (CDC), como: direito a informação adequada e clara sobre diferentes produtos e serviços (art. 6º, III, CDC) e a proteção contra a publicidade enganosa e abusiva (art. 6º, IV, CDC).

Nesse contexto, ressalta-se a discussão mais controversa da comercialização da carne de laboratório: o termo “carne” pode constar nas embalagens da carne de laboratório? Ou chamar tais produtos de carne seria uma propaganda enganosa? Tal discussão é complexa e ainda não há qualquer orientação de órgãos governamentais, mas certos casos ao redor do mundo podem fornecer clarificações sobre tal matéria.

Primeiramente, cumpre mencionar o caso das *plant-based*, que também enfrentam tal discussão. Na União Europeia, houve uma proposta, no Parlamento Europeu, para banir o uso de termos típicos da carne tradicional, como “bife” ou “salsicha”, nos produtos de carne vegetal. A proposta foi rejeitada pelo Parlamento, inclusive com a oposição de Organização Europeia de Consumidores (BEUC), que afirmou que termos como “carne vegetal” não causavam confusão no consumidor, mas apenas tornavam o conhecimento de tais produtos mais simples (THE GUARDIAN, 2020, on-line)<sup>76</sup>.

Um projeto semelhante (PL nº 273/2022) tramita na Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo (Alesp), de autoria do Deputado Estadual Fernando Cury. Tal projeto visa a proibir o uso da palavra “carne” e seus derivados, sinônimos ou em língua estrangeira, junto à rotulagem e embalagens de produtos que não contenham proteína animal. Atualmente, encontra-se na Comissão de Constituição, Justiça e Redação da Alesp.

No caso da carne de laboratório, uma movimentação similar ocorreu em alguns estados dos Estados Unidos. Nos estados de Arkansas, Mississippi, Missouri, Montana, Dakota do Norte, Dakota do Sul, Texas e Wyoming, já vigora a proibição de se utilizar o termo “carne” e

---

<sup>76</sup> THE GUARDIAN. *European farmers lose attempt to ban terms such as veggie burger*. Londres: 2020. Disponível: <https://www.theguardian.com/world/2020/oct/23/european-farmers-lose-attempt-to-ban-terms-such-veggie-burger>. Acesso: 29/05/2022.

similares na embalagem e rotulagem de produtos que não sejam derivados da produção tradicional da indústria da carne.

O caso do estado de Missouri é particularmente interessante, pois foi judicializado. A produtora *Turtle Island Foods* (operando pelo nome de “Tofurky”) pugnou pela declaração de inconstitucionalidade da lei estadual que restringia o termo “carne” e similares, no comércio, a produtos que derivavam diretamente da criação de gado, excluindo, portanto, as carnes vegetais e as carnes de laboratório.

Caso algum produto excluído do mencionado âmbito comercializasse seus produtos com o termo “carne” ou similares, estaria sujeito a multa<sup>77</sup>. A produtora afirma que tal medida restringiria a liberdade de expressão e, portanto, seria inconstitucional. O pleito da empresa foi rejeitado, tanto em primeira como em segunda instância.

O mencionado julgamento indica que a judicialização da matéria pode ocorrer em outros países, bem como que a carne de laboratório poderá enfrentar mais dificuldades e sua comercialização, justamente por tal controvérsia quanto ao conceito de “carne” ou similares. No caso brasileiro, a ANVISA<sup>78</sup> proíbe, nos rótulos dos alimentos, “palavras ou qualquer representação gráfica que possa tornar a informação falsa, ou que possa induzir o consumidor ao erro” (BRASIL, 2021, on-line) e, portanto, as produtoras de carne de laboratório podem ter que adicionar mais informações e/ou mudar o nome na rotulagem e na embalagem de seus produtos.

Por fim, é necessário pontuar que, em que pese a legítima preocupação com o consumidor, os termos “carne de laboratório” ou “carne vegetal” não confundem o consumidor, na verdade, como pontuou a BEUC, despertam a curiosidade do consumidor sobre tal alimento. No caso da carne de laboratório, a medida regulatória mais acertada parece ser a explanação, na embalagem, de como a carne de laboratório é produzida e quais suas diferenças para a carne tradicional. A transparência no processo produtivo é um dos pontos fulcrais para aceitação do produto no mercado, como será visto adiante.

### 8.2.2. Conflito de competências regulatórias

---

<sup>77</sup> ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. *United States Court of Appeals for the Eighth Circuit. Turtle Island Foods, SPC v Thompson*. St. Louis: 2021. 992 F.3d 694. Disponível: <https://casetext.com/case/turtle-island-foods-spc-v-thompson>. Acesso: 29/05/2022.

<sup>78</sup> BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). **Rotulagem de Alimentos**. Brasília: 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/alimentos/rotulagem/arquivos/4702json-file-1>. Acesso: 29/05/2022.

Outro problema regulatório da carne de laboratório é o conflito de competências regulatórias entre diversos órgãos governamentais. Para ilustrar tal conflito, cumpre citar Luisa Coelho, Marina Yamaoka e Victor Matioli: “No Brasil, quem fiscaliza e regula os produtos vegetais e animais é o Ministério da Agricultura. E quem fiscaliza as fábricas que mexem com coisas como biorreatores e células, é a Anvisa. Mas o que a gente faz quando tem a fábrica de produtos animais?” (COELHO, YAMAOKA, MATIOLI, 2021, on-line)<sup>79</sup>.

Como foi mencionado no ponto 8.1, a regulação de alimentos ocorre, no Brasil, tanto pelo Mapa como pela Anvisa. No entanto, pela própria natureza disruptiva e inovadora da carne de laboratório, a cooperação entre os dois órgãos deve intensificada e pensada para atender às necessidades desse novo mercado, assim como ocorreu nos Estados Unidos, em um convênio entre a USDA e a *Food and Drug Administration* (FDA), que será abordado no ponto seguinte.

### 8.3. Panorama regulatório mundial

Passadas tais conceituações, cumpre fornecer um panorama regulatório mundial do produto em questão.

#### 8.3.1. Brasil

Ainda não há regulação específica sobre a matéria no Brasil, no entanto, em 2021, o Mapa abriu, por 90 dias, uma “Tomada Pública de Subsídios”<sup>80</sup> para dar início à regulação das carnes vegetais. Logo, é possível afirmar que uma regulação da carne vegetal pode surgir nos próximos anos e, possivelmente, abarcará a carne de laboratório.

Embora não haja regulação específica sobre a matéria no Brasil, já há um corpo normativo regulatório que pode ser aplicado à carne de laboratório: a regulação de novos ingredientes e alimentos, efetuada pela Anvisa<sup>81</sup>.

De acordo com a referida agência, enquadram-se na categoria de “novos alimentos” aqueles que não tenham histórico de consumo no país ou que venham a ser consumidos em quantidade superior à que geralmente é consumida no país. Nesse contexto, caso o alimento

<sup>79</sup> COELHO, Luisa; YAMAOKA, Marina; MATIOLI, Victor. A fantástica fábrica de carnes e a corrida pela produção do bife de laboratório. **O joio e o trigo**. São Paulo: 2021. Disponível em: <https://ojoioetrigo.com.br/2021/08/a-fantastica-fabrica-de-carnes-bife-laboratorio/>. Acesso: 29/05/2022.

<sup>80</sup> ONDEI, Vera. Carne ou vegetal: regulação de plant based começa a ser discutida no governo. **Forbes**. Jersey City: 2021. Disponível: <https://forbes.com.br/forbesagro/2021/06/carne-ou-vegetal-regulacao-de-plant-based-comeca-a-ser-discutida-no-governo/>. Acesso: 29/05/2022.

<sup>81</sup> BRASIL. Ministério da Saúde – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Novos ingredientes e alimentos**. Brasília: 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/setorregulado/regularizacao/alimentos/novos-ingredientes-e-alimentos>. Acesso: 29/05/2022.

não tenha histórico de consumo de pelo menos 25 anos pela população brasileira ou por grupos relevantes do país, ele deve sofrer uma avaliação prévia pela Anvisa.

Do mesmo modo, para a aferição do histórico de consumo do alimento, também deve ser levado em conta o método utilizado em seu processo produtivo, pois, caso tal processo não seja difundido na sociedade brasileira, o mesmo controle pré-mercado deve ser feito.

Na avaliação de segurança, a Anvisa analisa se o alimento não traz algum risco de danos à saúde dos consumidores ou se não extrapola níveis considerados seguros, com base em documentos técnicos fornecidos pelo produtor. Neste ponto, é possível perceber um juízo baseado na prevenção e na precaução, para evitar possíveis danos causados pelo alimento. Além disso, há também uma avaliação de eficiência, caso o produtor alegue que seu consumo apresenta algum benefício. Caso a Anvisa julgue que todos os aspectos da produção são seguros, há a aprovação para a entrada do produto no mercado.

Conclui-se, portanto, que, embora não haja regulação específica da carne de laboratório no Brasil, a regulação de alimentos novos pode ser uma base sólida para uma futura regulação do produto, pois regula produtos que, assim como a carne de laboratório, não estejam, tradicionalmente, nas prateleiras do mercado nacional. Além disso, a análise de eficiência da Anvisa pode ser útil para sedimentar os benefícios da carne de laboratório em relação à carne tradicional.

### **8.3.2. Legislação Internacional**

A nível internacional, ainda não há diplomas que tratem especificamente da carne de laboratório. No entanto, é possível empregar o *Codex Alimentarius*, ou Código Alimentar, organizado pela FAO<sup>82</sup>.

O referido *Codex* compila regras reconhecidas internacionalmente para a segurança alimentar, bem como para a produção e comercialização de alimentos. O diploma se divide em 6 seções, sendo que a mais relevante para a carne de laboratório é a terceira seção: Biotecnologia. Dentro dessa seção, destacam-se duas regulações específicas: a CXG 74-2010 e a CXG 76-2011.

---

<sup>82</sup> ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA. *Codex Alimentarius*. Roma: 2022. Disponível em: <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/en/>. Acesso: 29/05/2022.

A CXG 74-2010, também denominada “Diretrizes sobre critérios de desempenho e validação de métodos para detecção, identificação e quantificação de sequências de DNA específicas e proteínas específicas em alimentos” fornece padrões de qualidade que podem ser empregados no desenvolvimento da carne de laboratório, como os mecanismos utilizados para controlar a qualidade da produção.

Já a CXG 76-2011, também denominada “Compilação de regulações relevantes do *Codex* para a rotulagem de alimentos derivadas da biotecnologia” fornece padrões e recomendações para a rotulagem de alimentos novos e que envolvam conhecimentos de biotecnologia, como informações importantes no rótulo para a devida informação dos consumidores.

Conclui-se, portanto, que, embora não haja um diploma internacional específico para a carne de laboratório com qualquer força vinculante, as disposições do *Codex Alimentarius* podem ser incorporadas às regulações nacionais e aos processos produtivos das empresas produtoras da carne de laboratório, como boas-práticas para a melhora da reputação no ambiente de mercado.

### 8.3.3. União Europeia

A União Europeia optou por enquadrar a carne de laboratório no conceito de “*novel foods*”, análogo ao de alimentos novos da Anvisa, por meio do regulamento 2283/2015. Cumpre destacar o conceito de “*novel foods*” aplicável à carne de laboratório, trazido no artigo 3º do regulamento:

a) «Novos alimentos», os alimentos não utilizados em quantidade significativa para consumo humano na União antes de 15 de maio de 1997, independentemente da data de adesão dos Estados-Membros à União, e que se insiram, pelo menos, numa das seguintes categorias: [...]

vi) alimentos que consistam em culturas de células ou culturas de tecidos derivados de animais, plantas, microrganismos, fungos ou algas, ou que tenham sido isolados ou produzidos a partir dessas culturas. (UNIÃO EUROPEIA, 2015, on-line)<sup>83</sup>

Os pedidos de autorização para que alimentos novos possam ser comercializados é direcionado a uma Comissão do Parlamento Europeu. O mesmo diploma legal estabelece as condições para a introdução de novos alimentos no mercado da União Europeia, em seu artigo sétimo:

---

<sup>83</sup> UNIÃO EUROPEIA. Parlamento Europeu. **Regulamento para novos alimentos – 2283/2015**. Bruxelas: 2015. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=celex:32015R2283>. Acesso: 29/05/2022.

A Comissão só autoriza e inclui um novo alimento na lista da União se este respeitar as seguintes condições:

- a) O alimento não representa, com base nas provas científicas disponíveis, um risco de segurança para a saúde humana;
- b) A utilização a que o alimento se destina não induz o consumidor em erro, especialmente quando o alimento se destina a substituir outro alimento e haja uma alteração importante do seu valor nutricional;
- c) No caso de o alimento se destinar a substituir outros alimentos, este não difere de tal forma desses alimentos que o seu consumo normal constitua uma desvantagem nutricional para o consumidor. (UNIÃO EUROPEIA, 2015, on-line)<sup>84</sup>

Além disso, o artigo décimo do regulamento estabelece os elementos necessários para o pedido de registro do produto junto à União Europeia, tais como: (i) descrição dos processos de produção; (ii) a composição pormenorizada do novo alimento; (iii) provas científicas que demonstrem que o novo alimento não apresenta um risco de segurança para a saúde humana; (iv) métodos de análise e (v) uma proposta de condições de utilização prevista e de requisitos específicos em matéria de rotulagem que não induzam o consumidor em erro ou uma justificação passível de verificação das razões pelas quais esses elementos não são necessários. Após o pedido, há o parecer da Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (EFSA) e, posteriormente, a votação na mencionada Comissão para aprovação ou rejeição.

Conclui-se, portanto, que a regulação da União Europeia é moderna e ajustada para as necessidades sociais em relação à carne de laboratório e a alimentos novos no geral, sendo pautada por elementos técnicos e pela proteção ao consumidor e à segurança alimentar. Tal regulação difere da brasileira por estabelecer uma data limite fixa para a classificação de alimentos como “novos”, disposição que não acompanha as rápidas evoluções sociais e avanços tecnológicos.

Por fim, cumpre destacar que o Reino Unido, apesar de ter saído da União Europeia, transpôs a regulação do bloco para seu ordenamento jurídico, trocando o parlamento europeu pela agência governamental *Food Standards Agency (FSA)*. Logo, pode-se afirmar que a regulação é a mesma da União Europeia.

#### **8.3.4. Estados Unidos da América**

Diferentemente da União Europeia, a regulação da carne de laboratório nos Estados Unidos não é tão robusta e ainda está em construção. Não há um diploma que regule minuciosamente alimentos novos, mas apenas o conceito de *Generally Recognized as Safe (GRAS)*, ou alimentos tidos como seguros, que pode ser atribuído a alimentos novos até por

---

<sup>84</sup> Ibidem, on-line.

uma comissão independente de especialistas<sup>85</sup>, sem necessidade de controle prévio por autoridades governamentais. Certos ingredientes podem, também, requerer aprovação pela FDA.

No entanto, para o caso da carne de laboratório, o USDA e a FDA firmaram um acordo<sup>86</sup> para estabelecer as competências e o âmbito de atuação de cada agência regulatória no processo produtivo da carne de laboratório.

De acordo com o mencionado convênio, a FDA fica responsável pelas etapas de controle pré-mercado, inspecionando as etapas de: (i) extração das células; (ii) introdução na cultura com fatores de crescimento; (iii) formação do suporte e (iv) introdução no biorreator. Já a USDA regula as etapas seguintes, como: (i) conclusão da produção; (ii) rotulagem e (iii) comercialização.

Tal acordo aprimora a regulação da carne de laboratório e pode servir de inspiração para uma possível regulação brasileira.

### 8.3.5. Canadá

Assim como na União Europeia, a carne de laboratório está abrangida pela categoria de “*novel foods*”, que, para as autoridades canadenses são produtos “novos comparados aos já existentes” (CANADÁ, 2022, on-line)<sup>87</sup>, sem qualquer menção a um período específico.

Para que tais produtos possam ser comercializados, devem passar para um controle prévio do órgão governamental “*Health Canada*”, análogo ao Ministério da Saúde brasileiro. O mencionado controle envolve a análise técnica multidisciplinar de documentos enviados pelo produtor ao órgão regulador.

### 8.3.6. Japão

O caso japonês é particularmente interessante para a comercialização da carne de laboratório, pois, teoricamente, não haveria necessidade de controle prévio por parte das

<sup>85</sup> LIFE SCIENCE-BASED INNOVATIONS. *Navigating regulations (EU novel foods, US GRAS) to deliver food innovation*. Bruxelas: 2019. Disponível: <https://www.lsbu.eu/blog/navigating-regulations-eu-novel-foods-us-gras-deliver-food-innovation>. Acesso: 29/05/2022.

<sup>86</sup> ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. USDA. *Formal agreement between the U.S. of health and human services food and drug administration and U.S. department of agriculture office of food safety*. Washington D.C.: 2019. Disponível: [https://www.fsis.usda.gov/sites/default/files/media\\_file/2020-07/Formal-Agreement-FSIS-FDA.pdf](https://www.fsis.usda.gov/sites/default/files/media_file/2020-07/Formal-Agreement-FSIS-FDA.pdf). Acesso: 30/05/2022.

<sup>87</sup> CANADÁ. *Health Canada. Novel foods: Overview*. Ontario: 2022. Disponível: <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/food-nutrition/genetically-modified-foods-other-novel-foods.html>. Acesso: 30/05/2022.

autoridades, pois, quando se trata de alimentos, não há tal requisito. Teoricamente, os produtores poderiam comercializar diretamente tais produtos caso cumprissem as determinações do *Food Sanitation Act*, de 1947.

No entanto, já existem iniciativas como a *Japan Association for Cellular Agriculture* (JACA), uma parceria entre indústrias, universidades e o governo para o desenvolvimento de uma regulação apurada que atenda às necessidades sociais<sup>88</sup>. Logo, embora não haja, até o presente momento, qualquer regulação específica para a carne de laboratório no Japão, uma regulação sólida e robusta deve surgir nos próximos anos.

### 8.3.7. Austrália e Nova Zelândia

Austrália e Nova Zelândia possuem uma entidade reguladora comum para a segurança alimentar, a *Food Standards Australia New Zealand (FSANZ)*. Tal entidade não possui um diploma regulatório específico destinado à carne de laboratório, mas afirma, em seu próprio sítio eletrônico<sup>89</sup>, que já possui legislação apta a regulamentar a carne de laboratório, notadamente a destinada à regulação de alimentos novos.

De acordo com o *Australia New Zealand Food Standards Code – Standard 1.5.1 – Novel Foods*, legislação que regula os alimentos novos em tais países, o conceito de alimentos novos abarca alimentos que não tenham histórico de consumo na Austrália ou na Nova Zelândia e que requeiram uma análise pública sobre seus potenciais efeitos adversos à saúde, processo produtivo, etc<sup>90</sup>.

Nesse sentido, a regulação é bastante similar à União Europeia e Canadá, ao se pautar em uma análise técnica dos documentos fornecidos pelos produtores, concretizando um controle prévio de tais alimentos.

### 8.3.8. Israel

Como visto anteriormente, Israel é hub para as empresas produtoras de carne de laboratório, concentrando diversos produtores do setor. Nesse contexto, é fundamental que a

---

<sup>88</sup> YAMAGUCHI, Naoto. *Japan: Regulatory Updates on Shaping the Cultivated Meat Market*. **Good Food Institute APAC**. Tóquio: 2020. Disponível em: <https://www.gfi-apac.org/blog/japan-regulatory-updates-on-shaping-the-cultivated-meat-market/>. Acesso: 30/05/2022.

<sup>89</sup> AUSTRÁLIA E NOVA ZELÂNDIA. *Food Standards Australia New Zealand. Cell-based meat*. Camberra: 2022. Disponível: <https://www.foodstandards.gov.au/consumer/generalissues/Pages/Cell-based-meat.aspx>. Acesso: 30/05/2022.

<sup>90</sup> AUSTRÁLIA E NOVA ZELÂNDIA. *Food Standards Australia New Zealand. Australia New Zealand Food Standards Code – Standard 1.5.1 – Novel Foods*. Camberra: 2022 Disponível: <https://www.legislation.gov.au/Details/F2017C00324>. Acesso: 30/05/2022.

regulação seja balanceada e ajustada aos diversos interesses envolvidos na produção da carne de laboratório.

Atualmente, a regulação da carne de laboratório em Israel é feita pela *Novel Food Directive 2006*, diploma que regula os alimentos novos no país, os quais são definidos tanto pelo seu tempo de consumo no país (produtos que não eram consumidos em Israel antes de 19/02/2006) ou por seus aspectos inovadores na própria estrutura do alimento ou em seu processo produtivo.

A regulação dos novos alimentos envolve, além de um controle técnico prévio, determinações quanto à rotulagem para não causar confusão nos consumidores e, caso o novo alimento queira substituir algum alimento já existente no mercado, não pode ser desvantajoso para os consumidores, em aspectos nutricionais. Tal disposição é similar à análise de eficiência da Anvisa e será aplicável à carne de laboratório, por sua proposta em ser uma alternativa à carne tradicional.

### 8.3.9. Singapura

Como mencionado anteriormente, Singapura foi o único país até o momento que aprovou a introdução da carne de laboratório em seu mercado. Nesse contexto, cumpre destacar que a *Singapore Food Agency* (SFA – Agência de Alimentos de Singapura) possui um diploma legal que regula os novos alimentos, o qual possui uma seção específica para carne de laboratório.

Cumpre mencionar a definição de carne de laboratório fornecida pela agência:

Carne de laboratório refere-se à carne desenvolvida a partir do cultivo de células animais. O processo para produzir carne de laboratório envolve o cultivo das linhas celulares selecionadas (ou células-tronco) num biorreator. As células são cultivadas num meio de crescimento adequado, e subsequentemente em uma "estrutura" para produzir produtos que se assemelham a músculos de carne. (SINGAPURA, 2020, p. 14, grifo nosso)<sup>91</sup>

A legislação também estabelece requisitos para o registro de produtos feitos com proteína de laboratório, como estudos científicos que esclareçam todas as etapas do processo produtivo, substâncias e métodos utilizados, mecanismos de controle de qualidade e possíveis

---

<sup>91</sup> SINGAPURA. *Singapore Food Agency. Requirements on safety assessment of novel foods*. Singapura: 2020. Disponível: [https://www.sfa.gov.sg/docs/default-source/food-import-and-export/Requirements-on-safety-assessment-of-novel-foods\\_22Apr.pdf](https://www.sfa.gov.sg/docs/default-source/food-import-and-export/Requirements-on-safety-assessment-of-novel-foods_22Apr.pdf). Acesso: 30/05/2022. p. 14

riscos de efeitos adversos para a saúde humana. Há um juízo técnico de tais informações, na forma de controle prévio.

Ademais, a legislação ainda estabelece uma importante disposição para preservação dos interesses sociais na regulação da carne de laboratório: “A SFA entende que o conhecimento sobre a carne de laboratório ainda se encontra em uma fase inicial. [...] Os requisitos para registro podem mudar com base no avanço científico da produção da carne de laboratório” (SINGAPURA, 2020, p. 14, grifo nosso)<sup>92</sup>.

Conclui-se, portanto, que a regulação da carne de laboratório ainda está em construção, caindo, muitas vezes, na regulação de alimentos novos, sem um diploma específico. Ademais, destaca-se que a regulação de Singapura é sólida e equilibrada, que deve servir de parâmetro para outros ordenamentos jurídicos.

---

<sup>92</sup> Ibidem, p. 14

## 9. Aceitação pelos consumidores

Um dos principais desafios da carne de laboratório como alternativa à carne tradicional é a aceitação de tal produto pelos consumidores e sua incorporação à dieta da população. Embora a carne de laboratório ainda seja muito recente e pouco difundida, alguns fatores já se destacam como determinantes para a formação da opinião pública sobre tal produto.

De acordo com Guilherme Lopes<sup>93</sup>, existem dois grupos de fatores que influenciam o consumo de carne de laboratório: diretos, relacionados ao próprio produto, e indiretos, relacionados a condições pessoais do consumidor. Os principais fatores diretos são: (i) ideia de artificialidade da carne de laboratório; (ii) reputação negativa da produção de carne; (iii) sustentabilidade; (iv) sabor e (v) preço.

Quanto aos fatores indiretos, cumpre destacar: (i) posicionamento político, com pessoas identificadas como “liberais” mais propensas ao consumo do que “conservadoras”; (ii) grau de informação do consumidor; (iii) poder aquisitivo; (iv) grau de estudo; (v) gênero e (vi) idade. Cumpre destacar que homens jovens, com mais estudo e maior poder aquisitivo estão mais propensos ao consumo de carne de laboratório.

Passadas tais considerações sobre os fatores que influenciam a opinião do consumidor sobre a carne de laboratório, cumpre mencionar alguns dados sobre a aceitação da carne de laboratório pelos consumidores ao redor do mundo.

De acordo com pesquisas compiladas por Christopher Bryant and Julie Barnett<sup>94</sup>, tem-se o seguinte panorama: nos Estados Unidos da América, em pesquisa feita com 1185 adultos, 66.4% estariam dispostos a experimentar o produto; 48.9% comeriam regularmente e 55.2% incluiriam o produto em sua dieta como substituto à carne tradicional.

Na Itália, em pesquisa feita com 525 adultos, 54% experimentariam a carne de laboratório; 44% comprariam o produto e 23% pagariam, pela carne de laboratório, mais do que pela carne tradicional. Cumpre destacar, também, que na Alemanha, em pesquisa feita com 713 adultos, 57% experimentariam o produto e 30% o comprariam.

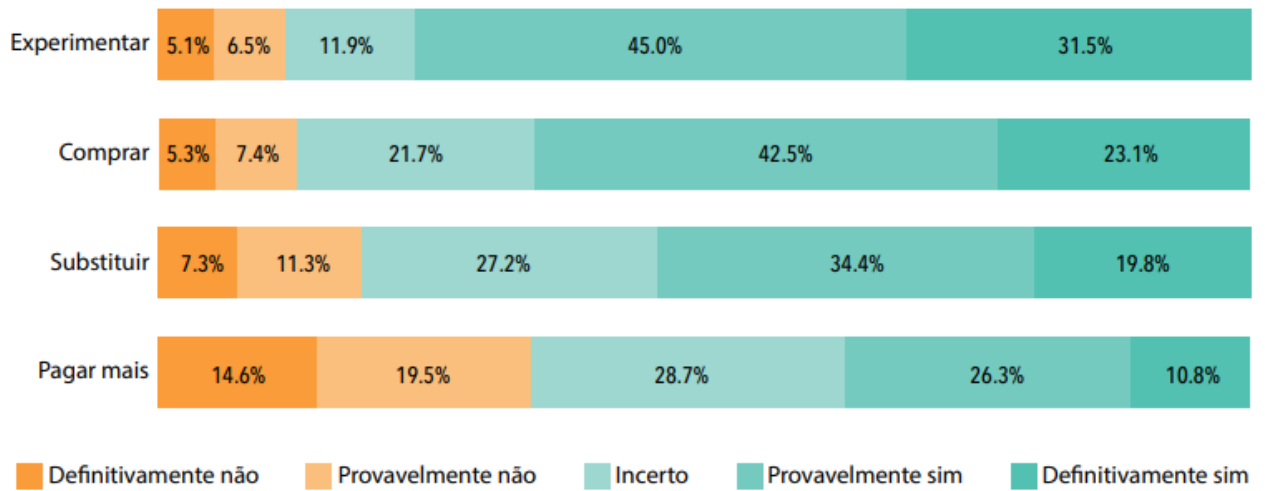
---

<sup>93</sup> LOPES, G. R. M. **Atitudes do consumidor em relação à carne in vitro como alternativa à carne bovina: uma revisão sistematizada**. Monografia – Faculdade de Nutrição da Universidade de Brasília. Brasília: 2020. Disponível: [https://bdm.unb.br/bitstream/10483/28000/1/2020\\_GuilhermeRodriguesMirandaLopes\\_tcc.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/28000/1/2020_GuilhermeRodriguesMirandaLopes_tcc.pdf). Acesso: 30/05/2022.

<sup>94</sup> BRYANT, Christopher; BARNETT, Julie. Consumer Acceptance of Cultured Meat: An Updated Review (2018–2020). **Applied Sciences**. Basileia: 2020. pp. 1-25.

No mercado brasileiro, cumpre destacar a seguinte pesquisa<sup>95</sup>, feita com 983 adultos:

**Figura 7** - Aceitação da carne de laboratório pelos consumidores brasileiros



Fonte: The Good Food Institute

De acordo com os dados da figura acima, percebe-se que a curiosidade do consumidor brasileiro sobre a carne de laboratório é alta, pois 45% dos consumidores provavelmente experimentariam o produto, mas os números são menores para: (i) grau de certeza quanto a experimentar, comprar, substituir e pagar mais pela carne de laboratório e (ii) incluir o produto como substitutivo à carne tradicional.

De acordo com as mencionadas pesquisas, o principal empecilho em relação à maior comercialização da carne de laboratório diz respeito à falta de confiança no processo produtivo e sensação de artificialidade no produto. Cabe, portanto, aos produtores tornar o processo mais transparente e ressaltar que, em teoria, a carne de laboratório é exatamente igual à carne tradicional (até melhor), mas sem o abate de animais (“carne limpa”).

### 9.1. Aceitação por grupos de consumidores com restrições alimentares

Passadas tais considerações, cumpre abordar a perspectiva da carne de laboratório pela ótica de importantes grupos de consumidores, quais sejam: (i) veganos/vegetarianos; (ii) Judeus e (iii) Muçulmanos.

#### 9.1.1. Veganos/Vegetarianos

<sup>95</sup> BRYANT, Christopher; KRELLING, Felipe. **Proteínas alternativas no Brasil: um estudo de nomenclatura sobre carnes vegetais e carnes cultivadas**. The Good Food Institute. São Paulo: 2020. Disponível: <https://gfi.org.br/wp-content/uploads/2021/02/Estudo-de-nomenclatura.pdf>. Acesso: 30/05/2022

Os consumidores veganos/vegetarianos não consomem carne, em muitos casos, por conta do sofrimento pelo qual os animais passam na indústria da carne, como foi pontuado anteriormente. Ademais, o grupo de veganos não consome a carne, também, muitas vezes, por questões filosóficas e morais que vão além do sofrimento dos animais da indústria da carne: a noção de que os animais, como seres sencientes e conscientes, não podem ser utilizados como meios para os fins humanos.

A primeira corrente, no âmbito teórico, tem como principal expoente Peter Singer, como já explicado no ponto 2.1.2. Tal corrente, de caráter eminentemente utilitarista, visa a minimizar o sofrimento dos animais, mas não apresenta objeções, a priori, ao uso de animais para satisfazer necessidades humanas.

De acordo com tal linha de pensamento, a carne de laboratório seria moralmente aceitável, pois reduziria, de forma geral, o sofrimento dos animais, caso seus direitos mais básicos fossem respeitados no processo produtivo e, evidentemente, o uso do soro fetal fosse removido da cadeia produtiva.

Por outro lado, a segunda corrente, que tem como principal expoente Gary Francione, rejeita qualquer prática que coloque os animais como meios para a satisfação das necessidades humanas, ainda que diminua seu sofrimento. Por esse prisma, a carne de laboratório em nada seria moralmente superior à carne tradicional, pois, como pontua Carlo Alvaro: “perpetua uma atitude para com animais que os enxerga como meios para os nossos fins” (ALVARO, 2019, p. 134)<sup>96</sup>.

Em que pese a respeitável posição de Francione, a abolição imediata do uso de animais para fins humanos ainda é muito distante da realidade, mas iniciativas como a carne de laboratório podem ser o primeiro passo para se chegar a tal objetivo.

### 9.1.2. Judeus

A religião judaica estabelece um *corpus* de regras sobre alimentos permitidos ou não a seus seguidores, com base, principalmente, na Torah (Bíblia Hebraica) e no Talmud, um compilado das principais discussões éticas e de costumes da cultura e religião judaicas. Nesse contexto, as leis judaicas estabelecem o conceito de alimentos *kosher*, que são alimentos que

---

<sup>96</sup> ALVARO, Carlo. *Lab-grown Meat and Veganism: a Virtue-Oriented Perspective*. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*. Nova Iorque: 2019. pp. 127-141. p. 134.

obedecem às prescrições sobre alimentação estabelecidas na mencionada religião, sendo *kashruth* os alimentos que não obedecem a tais prescrições.

Deve-se destacar que a análise da carne de laboratório sob a ótica *kosher* é relevante pelo fato de Israel, país em que 81% da população se identifica como judaica<sup>97</sup>, é um hub para as indústrias da carne de laboratório e o sucesso de tal produto em Israel depende, em larga escala, da aceitação do produto pelas leis judaicas.

Ademais, deve-se pontuar que, evidentemente, não é a totalidade da população judaica que segue estritamente as prescrições alimentares de sua religião, mas a aceitação da carne de laboratório por tais leis será positiva para seu sucesso como alternativa à carne tradicional.

Não há ainda qualquer precedente sobre a permissibilidade, nas leis judaicas, sobre a carne de laboratório, por ser um produto recente, devendo haver uma interpretação sistemática das referidas leis. Como destacam Kenigsberg e Zivotofsky<sup>98</sup>, dois elementos fazem algum tipo de carne ser *kosher*: (i) ser derivado de uma espécie cujo consumo é permitido pela Torah e (ii) o animal que deu origem ao alimento passar por um abate ritualístico, denominado *Shechita*. (KENIGSBURG; ZIVOTOFSKY, 2020, pp. 3-4)

Nesse contexto, a permissibilidade da carne de laboratório levanta diversas questões como: (i) as células extraídas do animal devem ser vistas como carne?; (ii) o processo de desenvolvimento das células altera sua natureza?; (iii) a falta do abate ritualístico dos animais na carne de laboratório a tornaria *kashruth*?

Em tais discussões, levanta-se a possibilidade de o processo de sintetização da carne de laboratório alterar o status de *kashruth* de produtos que, se fossem produzidos na indústria da carne, não seriam permitidos, como a carne de porco.

Ademais, aqui se encontra outro prejuízo causado pelo uso do soro fetal: sendo o consumo de sangue *kashruth*, poderia tornar a carne de laboratório também proibida para consumo de acordo com as leis judaicas<sup>99</sup> (KENIGSBURG; ZIVOTOFSKY, 2020, p. 5).

<sup>97</sup> PEW RESEARCH CENTER. *Israel's Religiously Divided Society*. Washington D.C.: 2016. Disponível: <https://www.pewresearch.org/religion/2016/03/08/israels-religiously-divided-society/>. Acesso: 30/05/2022.

<sup>98</sup> KENIGSBURG, Joel A.; ZIVOTOFSKY, Ari Z. *Jewish Religious Perspective on Cellular Agriculture*. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. Volume 3. Berna: 2020. Disponível: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2019.00128/full>. Acesso: 30/05/2022. pp. 3-4.

<sup>99</sup> *Ibidem* p. 5

Por fim, cumpre destacar a posição de Kenigsberg e Zivotofsky<sup>100</sup> que, a princípio, reputam como *kosher* a produção de carne de laboratório se suas células derivarem de animais reputados, pela Torah, como *kosher*. No entanto, tais autores fazem a ressalva de que a necessidade do abate ritualístico poderia ser um forte empecilho à classificação da carne de laboratório como *kosher*.

### 9.1.3. Muçulmanos

A análise da aceitação da carne de laboratório por consumidores muçulmanos também é relevante à viabilidade da carne de laboratório como substituto à carne tradicional, pois o Islamismo é professado, atualmente, por quase 25% da população mundial<sup>101</sup> e só tende a crescer no futuro. Logo, caso a carne de laboratório seja aceita nas prescrições alimentares muçulmanas, poderá se estabelecer como uma alternativa à carne tradicional mais facilmente.

Similarmente ao que ocorre nas leis judaicas, o *corpus* de leis islâmicas (*Shari'ah*) também determina alimentos permissíveis (*Halal*) ou proibidos a seus seguidores (*Haram*), com base no Corão e na jurisprudência islâmica (*Fiqh*). No caso da carne, alguns procedimentos devem ser seguidos (*dhabaha*)<sup>102</sup>: (i) o animal deve ser reputado permissível pelo Corão ou pela jurisprudência islâmica; (ii) o abate deve ser feito por um adulto muçulmano, em suas plenas faculdades mentais; (iii) o instrumento utilizado para o abate deve ser extremamente afiado; (iv) deve ser proferido um único golpe entre a glote e a base do pescoço do animal, sem cortar sua cabeça e (v) o nome de Deus deve ser invocado no processo (*tasmiyyah*). (HOSSAIN, 2019, pp. 250-255)

Tal procedimento impõe ainda mais desafios à carne de laboratório, por ser ainda mais criterioso. Como destaca Mohammad Hossain<sup>103</sup>, a carne de laboratório encontraria os seguintes problemas na tradição islâmica: (i) poderia ser vista como uma violação à ordem natural de Deus (*fitrah*), na qual os animais teriam a função de prover os nutrientes necessários aos seres humanos; (ii) a ausência do abate do animal dificilmente a classificaria como *Halal*, (iii) assim como a ausência da invocação do nome de Deus.

<sup>100</sup> Ibidem p. 5

<sup>101</sup> NATIONS ONLINE. *Islamic World*. 2022. Disponível: <https://www.nationsonline.org/oneworld/muslim-countries.htm>. Acesso: 30/05/2022.

<sup>102</sup> HOSSAIN, M. S. *Consumption of Stem Cell Meat : An Islamic Perspective*. *IIUM Law Journal*, [S. l.], v. 27, n. 1, p. 233–257. Selangor: 2019. Disponível em: <https://journals.iium.edu.my/iiumlj/index.php/iiumlj/article/view/384>. Acesso em: 31/05/2022. pp. 248- 250.

<sup>103</sup> Ibidem, pp. 250-255

Por fim, Hossain<sup>104</sup> conclui que a carne de laboratório, por seus aspectos, seria classificada como uma zona indefinida na tradição islâmica (*shubhah*) e, portanto, os muçulmanos devem se abster de consumi-la. (HOSSAIN, 2019, p. 253)

Conclui-se, portanto, que, embora seu enquadramento na tradição islâmica seja controverso, a aceitação da carne de laboratório é mais difícil quando comparada às leis judaicas, por exemplo, pois, na *Shari'ah*, há procedimentos mais rígidos a serem seguidos pelos alimentos para serem considerados permitidos.

---

<sup>104</sup> Ibidem, p. 253

## 10. Conclusão

A presente tese buscou analisar a carne de laboratório como uma alternativa sólida à carne tradicional, que, conforme demonstrado ao longo do trabalho, possui diversos problemas (éticos, ambientais, à saúde humana, etc.). A análise foi desenvolvida a partir dos eixos éticos, da saúde humana, ambientais, econômicos, regulatórios e de aceitação dos consumidores.

Em todos os eixos mencionados, a carne de laboratório apresentou aspectos positivos, como a possibilidade de inserção de nutrientes necessários à dieta humana; minimização do sofrimento dos animais e menor impacto ambiental em quase todos os fatores. No entanto, ainda apresenta obstáculos relevantes ao seu estabelecimento em mercado, como o uso do soro fetal; preço inacessível; possíveis efeitos cancerígenos e impacto incerto quanto à emissão de gases do efeito estufa.

A hipótese levantada no começo de trabalho foi se a carne de laboratório teria condições de substituir a carne tradicional na dieta humana. Após a análise desenvolvida ao longo do trabalho, é necessário concluir que a carne de laboratório ainda não pode substituir a carne tradicional na dieta humana, muito por conta dos obstáculos supramencionados.

No entanto, tal produto apresenta uma esperança para a concretização do conceito de *One Health*, pois pode, em poucos anos, ser um instrumento de promoção da saúde humana; direitos dos animais e equilíbrio ambiental.

Para seu sucesso, é necessária uma atuação conjunta dos diversos atores sociais envolvidos na produção da carne de laboratório, com incentivos governamentais e do terceiro setor para sua concretização.

## 11. Referências Bibliográficas

A.T. KEARNEY. *How Will Cultured Meat and Meat Alternatives Disrupt the Agricultural and Food Industry?* Nova Iorque: 2019. Disponível em: <https://www.kearney.com/documents/20152/2795757/How+Will+Cultured+Meat+and+Meat+Alternatives+Disrupt+the+Agricultural+and+Food+Industry.pdf/06ec385b-63a1-71d2-c081-51c07ab88ad1>. Acesso: 11.nov.2021;

ADAMS, Carol J. **A Política Sexual da Carne**. Uma teoria crítica feminista-vegetariana. São Paulo: Alaude, 2012;

ALVARO, Carlo. *Lab-grown Meat and Veganism: a Virtue-Oriented Perspective*. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*. Nova Iorque: 2019. pp. 127-141. p. 134;

ANIMAL LEGAL DEFENSE FUND (ALDF). Cotati: 1979. Disponível em: <https://aldf.org/>. Acesso: 20/04/2022;

AUSTRÁLIA E NOVA ZELÂNDIA. *Food Standards Australia New Zealand. Australia New Zealand Food Standards Code – Standard 1.5.1 – Novel Foods*. Camberra: 2022. Disponível: <https://www.legislation.gov.au/Details/F2017C00324>. Acesso: 30/05/2022

\_\_\_\_\_. *Food Standards Australia New Zealand. Cell-based meat*. Disponível: <https://www.foodstandards.gov.au/consumer/generalissues/Pages/Cell-based-meat.aspx>. Camberra: 2022. Acesso: 30/05/2022;

BANCO MUNDIAL. *Employment in agriculture (% of total employment) (modeled ILO estimate)*. Washington D.C.: 2021. Disponível: <https://data.worldbank.org/indicator/SL.AGR.EMPL.ZS>. Acesso: 24/05/2022;

BANDOIM, Lana. *Making Meat Affordable: Progress since the \$330,000 Lab-Grown*. **Forbes**. Jersey City: 2022. Disponível: <https://www.forbes.com/sites/lanabandoim/2022/03/08/making-meat-affordable-progress-since-the-330000-lab-grown-burger/?sh=788581f46671>. Acesso: 23/05/2022;

BARROS et al. **Boletim Mercado de Trabalho do Agronegócio Brasileiro**. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA). Piracicaba, 1º trimestre de 2022, 2022. Disponível em: [https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea\\_Mercado%20de%20Trabalho\\_1T\\_2022.pdf](https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea_Mercado%20de%20Trabalho_1T_2022.pdf). Acesso: 24/05/2022;

BECKERT, Cristina. O espelho invertido. Reflexões sobre a relação do ser humano com os outros animais. **Philosophica**, Lisboa, v. 40, pp. 9-23, 2012;

BRASIL. **Constituição da República**. Brasília: 1988;

\_\_\_\_\_. **Lei 6.938/1981: Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências**. Brasília: 1981;

\_\_\_\_\_. **Lei 9433/1997: Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Brasília: 1997.

\_\_\_\_\_. **Lei 9.605/1998: Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.** Brasília: 1998;

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Política Nacional de Alimentação e Nutrição.** Brasília: 2013. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica\\_nacional\\_alimentacao\\_nutricao.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_alimentacao_nutricao.pdf). Acesso: 24/05/2022;

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada - rdc nº 272, de 14 de março de 2019.** Brasília: 2019. Disponível: [https://www.in.gov.br/web/guest/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/67378977/do1-2019-03-18-resolucao-da-diretoria-colegiada-rdc-n-272-de-14-de-marco-de-2019-67378770](https://www.in.gov.br/web/guest/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/67378977/do1-2019-03-18-resolucao-da-diretoria-colegiada-rdc-n-272-de-14-de-marco-de-2019-67378770). Acesso: 11.nov.2021;

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Controle sanitário de alimentos.** Brasília: 2021. Disponível: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/alimentos/control-sanitario>. Acesso: 24/05/2022;

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Novos ingredientes e alimentos.** Brasília: 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/setorregulado/regularizacao/alimentos/novos-ingredientes-e-alimentos>. Acesso: 29/05/2022

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Rotulagem de Alimentos.** Brasília: 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/alimentos/rotulagem/arquivos/4702json-file-1>. Acesso: 29/05/2022

\_\_\_\_\_. Rede Nacional de Terapia Celular (RNTC). **O que são células-tronco?** Brasília: 2022. Disponível em: <http://www.rntc.org.br/ceacutelulas-tronco.html>. Acesso: 16 de maio de 2022;

BRODWIN, Erin. *A new lab-grown meat startup says it's overcome a key barrier to making meat without slaughter.* **Insider.** Nova Iorque: 2018. Disponível em: <https://www.businessinsider.com/lab-grown-meat-startup-solving-barrier-meat-without-slaughter-meatable-2018-9>. Acesso: 19/05/2022;

BRYANT, Christopher; BARNETT, Julie. *Consumer Acceptance of Cultured Meat: An Updated Review (2018–2020).* **Applied Sciences.** Basileia: 2020; 10(15):5201;

\_\_\_\_\_. *Culture, meat, and cultured meat.* **Journal of Animal Science,** Volume 98, Issue 8, Champaign: 2020. Disponível: <https://academic.oup.com/jas/article/98/8/skaa172/5880017>. Acesso: 24/05/2022;

\_\_\_\_\_; KRELLING, Felipe. **Proteínas alternativas no Brasil: um estudo de nomenclatura sobre carnes vegetais e carnes cultivadas.** The Good Food Institute. São Paulo: 2020. Disponível: <https://gfi.org.br/wp-content/uploads/2021/02/Estudo-de-nomenclatura.pdf>. Acesso: 30/05/2022

CANADÁ. *Health Canada. Novel foods: Overview.* Ottawa: 2022. Disponível: <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/food-nutrition/genetically-modified-foods-other-novel-foods.html>. Acesso: 30/05/2022;

CANAL RURAL. **JBS anuncia investimento de US\$ 100 milhões em carne de laboratório.** São Paulo: 2021. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/noticias/jbs-carne-de-laboratorio/>. Acesso: 23/05/2022;

CARNEIRO, Liliane Almeida; PETTAN-BREWER, Christina. One Health: Conceito, História e Questões Relacionadas – Revisão e Reflexão. pp. 219-240. In: MIRANDA, A. M.M. **Pesquisa em saúde e & Ambiente na Amazônia.** São Paulo: Editora Científica Digital. 2021;

COELHO, Luisa; YAMAOKA, Marina; MATIOLI, Victor. A fantástica fábrica de carnes e a corrida pela produção do bife de laboratório. **O joio e o trigo.** São Paulo: 2021. Disponível em: <https://ojoioetrigo.com.br/2021/08/a-fantastica-fabrica-de-carnes-bife-laboratorio/>. Acesso: 29/05/2022;

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESTB). **Gases do efeito estufa.** São Paulo: 2021. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/proclima/gases-do-efeito-estufa/>. Acesso: 22/05/2022;

CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA VETERINÁRIA (CFMV). **Campanha de Bem-estar Animal.** Brasília: 2018 (atualizado em Outubro de 2020). Disponível: <https://www.cfmv.gov.br/bem-estar-animais-9/comunicacao/campanhas/bem-estar-animais/2018/10/11/>. Acesso: 19/05/2022;

DE JESUS, C. F. R. **Entre pessoas e coisas: o status moral-jurídico dos animais.** Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Filosofia do Direito e Teoria Geral do Direito) – Faculdade de Direito, Universidade de São Paulo, 2017;

DIAZ, Verónica C. *Know the Novel Foods.* **KnowMad Institut.** Joachimsthal: 2019. Disponível: <https://knowmadinstitut.org/2019/05/know-the-novel-foods/>. Acesso: 30/05/2022.

DICENTRA. *New Novel Foods Regulations in the UK after leaving EU.* **Dicentra.** Toronto: 2021. Disponível: <https://dicentra.com/blog/life-sciences-consulting/new-novel-foods-regulations-in-the-uk-after-leaving-eu>. Acesso: 30/05/2022;

DJEKIC, Ilija. *Environmental impact of meat industry – current status and future perspectives.* **Procedia Food Science** 5. Amsterdam: 2015. pp. 61 – 64. p. 61. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211601X15001157>. Acesso: 11.nov.2021;

DONALDSON, Sue; KYMLICKA, Will. *Zoopolis: a Political Theory of Animal Rights.* Nova Iorque, Oxford University Press, 2011;

EA FOUNDATION. *Cultured Meat: An Ethical Alternative To Industrial Animal Farming.* Londres: 2018. p. 4. Disponível em: <https://ea-foundation.org/files/cultured-meat.pdf>. Acesso: 18/05/2022;

EDELMAN, P.D.; MCFARLAND, D.C.; MIRONOV, V. A.; MATHENY, J. G. *Commentary: In vitro-cultured meat production.* **Tissue Eng.** New Rochelle: 2005. Ed. 5-6. Pp. 659-662;

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. *United States Court of Appeals for the Eighth Circuit. Turtle Island Foods, SPC v Thompson*. St. Louis: 2021. 992 F.3d 694. Disponível: <https://casetext.com/case/turtle-island-foods-spc-v-thompson>. Acesso: 29/05/2022;

\_\_\_\_\_. USDA. *Federal Meat Inspection Act*. Washington D.C.: 2021. Disponível: <https://www.law.cornell.edu/cfr/text/9/301.2>. Acesso: 11.nov.2021;

\_\_\_\_\_. USDA. *Formal agreement between the U.S. of health and human services food and drug administration and U.S. department of agriculture office of food safety*. Washington D.C.: 2019. Disponível: [https://www.fsis.usda.gov/sites/default/files/media\\_file/2020-07/Formal-Agreement-FSIS-FDA.pdf](https://www.fsis.usda.gov/sites/default/files/media_file/2020-07/Formal-Agreement-FSIS-FDA.pdf). Acesso: 30/05/2022

\_\_\_\_\_. USDA. *What is meat?* Disponível em: <https://ask.usda.gov/s/article/What-is-meat>. Washington D.C.: 2019. Acesso: 11. nov.2021;

FERRER, Benjamin. *Mosa Meat eliminates fetal bovine serum from the cultivated meat equation. Food Ingredients First*. Arnhem: 2022. Disponível em: <https://www.foodingredientsfirst.com/news/mosa-meat-eliminates-fetal-bovine-serum-from-the-cultivation-equation.html>. Acesso: 19/05/2022;

FRANCIONE, Gary L. **Introdução aos Direitos Animais**. Campinas: 2013. Editora Unicamp;

FORBES MONEY. **BRF faz aporte de US\$ 2,5 milhões na Aleph Farms para produzir carne cultivada**. Jersey City: 2021. Disponível em: <https://forbes.com.br/forbes-money/2021/07/brf-faz-aporte-de-us-25-milhoes-na-aleph-farms-para-produzir-carne-cultivada/>. Acesso: 23/05/2022;

FUTURE FOOD. **Carne cultivada: produzir produtos de carne através da tecnologia de “engenharia de tecidos”**. Viena: 2022. Disponível em: [https://www.futurefood.org/in-vitro-meat/index\\_pt.php](https://www.futurefood.org/in-vitro-meat/index_pt.php). Acesso: 17/05/2022;

GEIKER et al. *Meat and Human Health—Current Knowledge and Research Gaps. Foods*. Basileia: 2021, 10, 1556. <https://doi.org/10.3390/foods10071556>. Acesso: 08 de novembro de 2021

GOMES, Carla Amado. **Introdução ao Direito do Ambiente**. 4ª Edição. AAFDL Editora. Lisboa: 2019;

GOMES, C.A.; ANTUNES, Tiago. **Actas do Colóquio Ambiente e Energia**. 20 e 21 de outubro de 2010. Lisboa: Faculdade de Direito da Universidade de Lisboa. Disponível em: [https://www.icjp.pt/sites/default/files/media/ebook\\_ambienteenergia\\_completo\\_isbn.pdf](https://www.icjp.pt/sites/default/files/media/ebook_ambienteenergia_completo_isbn.pdf). Acesso: 22/05/2022;

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Instituto de Economia Agrícola (IEA). **Preços Médios Mensais no Varejo: carne bovina, carne suína e carne de frango**. São Paulo: 2022. Disponível: [http://ciagri.iea.sp.gov.br/nial/precos\\_medios.aspx?cod\\_sis=4](http://ciagri.iea.sp.gov.br/nial/precos_medios.aspx?cod_sis=4). Acesso: 23/05/2022;

GROSS, Tsufit. *Novel Food Regulation in Israel – From Directive to Regulation*. **GSAP**. Haifa: 2021. Disponível em: <https://www.gsap.co.il/novel-food-regulation-in-israel-from-directive-to-regulation/#Novel-Food-Regulation>;

HANSON, Jaydee; RANNEY, Julia. *Is Lab-Grown Meat Healthy and Safe to Consume?* **Center for Food Safety**. Washington D.C.: 2020. Disponível em: <https://www.centerforfoodsafety.org/blog/6458/is-lab-grown-meat-healthy-and-safe-to-consume>. Acesso: 19/05/2022;

HO, Sally. *To Make Cell-Based Meat Cheaper and More Ethical, Researchers Use Tofu Waste*. **Green Queen**. Hong Kong: 2021. Disponível em: <https://www.greenqueen.com.hk/tofu-waste-cell-based-meat/>. Acesso: 19/05/2022;

HOCQUETTE, Jean-François. *Is in vitro meat the solution for the future?* **Meat Science**. Amsterdam: 2016. pp. 167–176.;

HONG, Tae Kyung et al. “*Current Issues and Technical Advances in Cultured Meat Production: A Review*.” **Food science of animal resources** vol. 41,3. Seoul: 2021. pp. 355-372. doi:10.5851/kosfa.2021.e14;

HONG KONG CENTRE FOR FOOD SAFETY. *Plant-based Meat and Cultured Meat – New Food Fads*. **Food Safety Focus (159ª edição, 2019)**. Hong Kong: 2019. Disponível em: [https://www.cfs.gov.hk/english/multimedia/multimedia\\_pub/multimedia\\_pub\\_fsf\\_159\\_01.html](https://www.cfs.gov.hk/english/multimedia/multimedia_pub/multimedia_pub_fsf_159_01.html). Acesso: 11.nov.2021

HOSSAIN, M. S. *Consumption of Stem Cell Meat : An Islamic Perspective*. **IIUM Law Journal**, [S. l.], v. 27, n. 1, p. 233–257. Selangor: 2019. Disponível em: <https://journals.iium.edu.my/iiumlj/index.php/iiumlj/article/view/384>. Acesso em: 31/05/2022;

HUFFPOST. *Clean meat: the clean energy of food*. Nova Iorque: 2016. Disponível em: [https://www.huffpost.com/entry/clean-meat-the-clean-energy-of-food\\_b\\_57cee00ee4b0f831f705a879](https://www.huffpost.com/entry/clean-meat-the-clean-energy-of-food_b_57cee00ee4b0f831f705a879)

HUMBIRD, David. *Scale-Up Economics for Cultured Meat: Techno-Economic Analysis and Due Diligence*. São Francisco, 2020;

IBPT. **Preço da carne bovina tem aumento real de 133,7% em quase dois anos, segundo estudo realizado pelo IBPT**. Curitiba: 2022. Disponível em: <https://ibpt.com.br/preco-da-carne-bovina-tem-aumento-real-de-1337-em-quase-dois-anos-segundo-estudo-realizado-pelo-ibpt/>. Acesso: 23/02/2022;

JOY, M. *Beyond Carnism*. 2021. Disponível em: <https://carnism.org/>;

JOY, M. **Por Que Amamos Cachorros, Comemos Porcos e Vestimos Vacas: Uma Introdução Ao Carnismo**. São Paulo, Cultrix, 2014;

JOY, M. *The Vegan Matrix: Understanding and Discussing Privilege Among Vegans to Build a More Inclusive and Empowered Movement*. Nova Iorque: Lantern Publishing & Media, 2020;

JOYCE, A., DIXON, S., COMFORT, J., & HALLETT, J. *Reducing the environmental impact of dietary Choice: Perspectives from a behavioral and social change*. **Journal of Environmental and Public Health**. Londres: 2012;

KENIGSBERG, Joel A.; ZIVOTOFSKY, Ari Z. *Jewish Religious Perspective on Cellular Agriculture*. **Frontiers in Sustainable Food Systems**. Volume 3. Berna: 2020. Disponível: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2019.00128/full>. Acesso: 30/05/2022;

KOORSGARD, C.M. *Fellow creatures: our obligations to the other animals*. Oxford: Oxford University Press, 2018. p. 18;

LIFE SCIENCE-BASED INNOVATIONS. *Navigating regulations (EU novel foods, US GRAS) to deliver food innovation*. Bruxelas: 2019. Disponível: <https://www.lsbi.eu/blog/navigating-regulations-eu-novel-foods-us-gras-deliver-food-innovation>. Acesso: 29/05/2022;

LOPES, G. R. M. **Atitudes do consumidor em relação à carne in vitro como alternativa à carne bovina: uma revisão sistematizada**. Monografia – Faculdade de Nutrição da Universidade de Brasília. Brasília: 2020. Disponível: [https://bdm.unb.br/bitstream/10483/28000/1/2020\\_GuilhermeRodriguesMirandaLopes\\_tcc.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/28000/1/2020_GuilhermeRodriguesMirandaLopes_tcc.pdf). Acesso: 30/05/2022;

LYNCH, John; PIERREHUMBERT, Raymond. *Climate Impacts of Cultured Meat and Beef Cattle*. **Frontiers in sustainable food systems**. Berna: 2019. Disponível: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2019.00005/full>. Acesso: 01/05/2022;

MACHADO, Paulo Afonso L. **Direito ambiental**. São Paulo: Malheiros, 20ª. ed., 2012;

MAGALHÃES, Rosana. Regulação de Alimentos no Brasil. **Revista de Direito Sanitário**. São Paulo, v. 17, n. 3, pp 113-133, nov. 2016./fev. São Paulo: 2017. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdisan/article/view/127780/124776>. Acesso: 24/05/2022;

MONTOYA, Marco Antonio; FINAMORE, Eduardo Belisário. **Os recursos Hídricos no agronegócio brasileiro: uma análise insumo-produto no uso, consumo, eficiência e intensidade**. Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo: 2019;

NATIONS ONLINE. *Islamic World*. 2022. Disponível: <https://www.nationsonline.org/oneworld/muslim-countries.htm>. Acesso: 30/05/2022;

NEWTON, Peter; BLAUSTEIN-REJTO, Daniel. *Social and Economic Opportunities and Challenges of Plant-Based and Cultured Meat for Rural Producers in the US*. **Frontiers in Sustainable Food Systems**. Volume 5. Berna: 2021. Disponível: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2021.624270/full>. Acesso: 24/05/2022;

ODEGARD, Ingrid; SINKE, Pelle; VERGEER, Robert. *TEA of cultivated meat. Future projections for different scenarios*. **CE Delft**. Delft: 2021. Disponível: <https://cedelft.eu/publications/tea-of-cultivated-meat/>. Acesso: 24/05/2022;

ONDEI, Vera. Carne ou vegetal: regulação de *plant based* começa a ser discutida no governo. **Forbes**. Jersey City: 2021. Disponível: <https://forbes.com.br/forbesagro/2021/06/carne-ou-vegetal-regulacao-de-plant-based-comeca-a-ser-discutida-no-governo/>. Acesso: 29/05/2022;

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA (FAO). **Codex Alimentarius**. Roma: 2022. Disponível em: <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/en/>. Acesso: 29/05/2022

\_\_\_\_\_. **Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities**. Roma: 2013. Disponível: <https://www.fao.org/3/i3437e/i3437e.pdf>. Acesso: 20/04/2022;

PETA. *How much water does it take to make one steak?* Norfolk: 2015. Disponível: <https://www.peta.org/videos/meat-wastes-water/>. Acesso: 22/02/2022;

PEW RESEARCH CENTER. **Israel's Religiously Divided Society**. Washington D.C.: 2016. Disponível: <https://www.pewresearch.org/religion/2016/03/08/israels-religiously-divided-society/>. Acesso: 30/05/2022;

PODER 360. **Consumo de carne bovina é o menor em 12 anos; brasileiro agora opta por ovos**. Brasília: 2021. Disponível: <https://www.poder360.com.br/economia/consumo-de-carne-bovina-e-o-menor-em-12-anos-brasileiro-agora-opta-por-ovos/>. Acesso: 11.nov.2021;

RICHI, Evelyne B et al. *Health Risks Associated with Meat Consumption: A Review of Epidemiological Studies*. **Int. J. Vitam**. Berna: 2015. pp. 70-78;

SÃO PAULO. Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo (Alesp). **Projeto de lei nº 273/2022**. São Paulo: 2022. Disponível: <https://www.al.sp.gov.br/propositura/?id=1000443116>. Acesso: 29/05/2022;

SELBY, Gaynor. "Truly animal-free" cellular meat collaboration: CPI and 3DBT examine alternatives to fetal bovine serum. **Food ingredients first**. Arnhem: 2020. Disponível em: <https://www.foodingredientsfirst.com/news/truly-animal-free-cellular-meat-collaboration-cpi-and-3dbt-examine-alternatives-to-fetal-bovine-serum.html>. Acesso: 19/05/2022;

SHIGETA, Ron. *Lab-Grown Meat is Scaling Like the Internet*. **Medium**. São Francisco: 2022. Disponível em: <https://medium.com/the-future-of-food-technology/lab-grown-meat-is-scaling-like-the-internet-540893cbaf57>. Acesso: 23/05/2022;

SINCLAIR, U. **The Jungle**. Washington D.C.: Aegypan, 2006;

SINGAPURA. Singapore Food Agency. **Requirements on safety assessment of novel foods**. Singapura: 2020. Disponível: [https://www.sfa.gov.sg/docs/default-source/food-import-and-export/Requirements-on-safety-assessment-of-novel-foods\\_22Apr.pdf](https://www.sfa.gov.sg/docs/default-source/food-import-and-export/Requirements-on-safety-assessment-of-novel-foods_22Apr.pdf). Acesso: 30/05/2022

SINGER, P. **Libertação Animal**. São Paulo: Martins Fontes, 2013;


SINGH, Akanksha. *Is Lab-Grown Meat Healthy?* **Medical & Life Sciences**. Jeju: 2022. Disponível em: <https://www.news-medical.net/health/Is-Lab-Grown-Meat-Healthy.aspx>. Acesso: 19/05/2022;

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE DE SURVEILLANCE (SGS). *Cultured Meat: The Challenges Ahead*. **Hot Source**. Genebra: 2018. Issue 20. pp. 3-5;

SOUSA, António Francisco. **Manual de Direito Policial**. Porto: Vida Económica, 2016;

SOUTHEY, Flora. *New meat analogue developed with “less salt, fat, and more flavour than real meat”*. **Food Navigator**. Crawley: 2021. Disponível: <https://www.foodnavigator.com/Article/2021/09/23/Okara-meat-analogue-developed-with-less-salt-fat-and-more-flavour-than-real-meat-claim-researchers>. Acesso: 19/05/2022;

SOUZA et al. Células-tronco: uma breve revisão. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**. Salvador, v. 2, n. 2. Julho/Dezembro de 2013. pp. 251-256;

STEPHENS, N. *In vitro Meat: Zombies on the menu?* **SCRITPed: A Journal of Law, Technology & Society**. Smyrna: 2010. pp. 394–401. Disponível em: <https://heinonline.org/HOL/LandingPage?handle=hein.journals/scripted7&div=38&id=&page> . Acesso: 11.nov.2021;

STEPHENS, N et al. *Bringing cultured meat to market: technical, socio-political, and regulatory challenges in cellular agriculture*. **Trends in Food Science & Technology**. Volume 78. Amsterdam: 2018. pp. 155-166. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224417303400>. Acesso: 19/05/2022;

THE GUARDIAN. *European farmers lose attempt to ban terms such as veggie burger*. Londres: 2020. Disponível: <https://www.theguardian.com/world/2020/oct/23/european-farmers-lose-attempt-to-ban-terms-such-veggie-burger>. Acesso: 29/05/2022;

THE UNIVERSITY OF BRITISH COLUMBIA. *Environmental Impact of Meat Consumption*. Vancouver: 2021. Disponível: <https://cases.open.ubc.ca/environmental-impact-of-meat-consumption/>. Acesso: 11/11/2021;

THE WORLD COUNTS. *Consumption. Foods & Beverages. Tons of meat eaten*. 2022. Disponível em: <https://www.theworldcounts.com/challenges/consumption/foods-and-beverages/world-consumption-of-meat/story>. Acesso em: 07/06/2022 ;

THERMO FISHER SCIENTIFIC. *Fetal Bovine Serum, qualified, heat inactivated, USDA-approved regions*. Waltham: 2022. Disponível em: <https://www.thermofisher.com/order/catalog/product/10438034>. Acesso: 18/05/2022;

TUDO O QUE VOCÊ PRECISA SABER SOBRE SOFRIMENTO ANIMAL. **Certified Humane Brasil**. Urussanga: 2019. <https://certifiedhumanebrasil.org/tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-sofrimento-animal/>.

TUOMISTO, H.L.; ELLIS, M.J.; HAASTRUP, Pale. *Environmental impacts of cultured meat: alternative production scenarios*. **Proceedings of the 9th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-Food Sector (LCA Food 2014)**. São Francisco, 8-10 de outubro de 2014;

TUNES, Suzel. Bife de. **Revista Pesquisa FAPESP**. Tecnologia – Engenharia de Alimentos. São Paulo, Edição 281, Julho de 2019. pp. 70-75;

UNIÃO EUROPEIA. Parlamento Europeu. **Regulamento nº853/2004**. Bruxelas: 2004. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32004R0853>. Acesso: 11.nov.2021;

\_\_\_\_\_. Parlamento Europeu. **Regulamento para novos alimentos – 2283/2015**. Bruxelas: 2015. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=celex:32015R2283>. Acesso: 29/05/2022;

\_\_\_\_\_. Parlamento Europeu. **What if all our meat were grown in a lab?** Bruxelas: 2018. Disponível: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2018/614538/EPRS\\_ATA\(2018\)614538\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2018/614538/EPRS_ATA(2018)614538_EN.pdf). Acesso: 06.nov.20

VALENTE JdPS, FIEDLER RA, Sucha Heidemann M, Molento CFM. *First glimpse on attitudes of highly educated consumers towards cell-based meat and related issues in Brazil*. **PLoS ONE** 14(8): e0221129. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0221129>. São Francisco: 2019. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0221129>

VIEIRA FILHO, J. E. R. **Expansão da fronteira agrícola no Brasil: desafios e perspectivas**. Texto para discussão. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2016;

WHAT IS CULTIVATED MEAT. *The process*. Phoenix: 2021. Disponível em: <https://www.whatiscultivatedmeat.com/process>. Acesso: 17/05/2022;

WILLIAMS AC, HILL LJ. *Meat and Nicotinamide: A Causal Role in Human Evolution, History, and Demographics*. **International journal of tryptophan research**. Wellington: 2017. Disponível: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5417583/>

XIN et al. *Trends and ideas in technology, regulation and public acceptance of cultured meat*. **Future Foods**. Amsterdam: edição 3, 2021. p. 3. Disponível: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666833521000228>. Acesso: 20/05/2022;

XU, X., SHARMA, P., SHU, S. et al. *Global greenhouse gas emissions from animal-based foods are twice those of plant-based foods*. **Nat Food**. Londres: 2021 . pp. 724–732. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00358-x>. Acesso: 04/04/2022;

YAMAGUCHI, Naoto. *Japan: Regulatory Updates on Shaping the Cultivated Meat Market*. **Good Food Institute APAC**. Tóquio: 2020. Disponível em: <https://www.gfi-apac.org/blog/japan-regulatory-updates-on-shaping-the-cultivated-meat-market/>. Acesso: 30/05/2022