

# CARNE CULTIVADA: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL

CULTURED MEAT: A SUSTAINABLE ALTERNATIVE

CARNE CULTIVADA: UNA ALTERNATIVA SOSTENIBLE

Carlos André Dantas de Oliveira<sup>1</sup>  
Lidiane Pinto de Mendonça<sup>2</sup>

## Resumo

A carne cultivada surgiu da engenharia de tecidos para manter a demanda por carne enquanto contribui diretamente com a preservação do meio ambiente e dos animais, pois o processo de produção exige menos recursos e espaço. O objetivo deste estudo é analisar, por meio de pesquisa bibliográfica, a carne cultivada como alternativa sustentável. Os benefícios da produção da carne cultivada dizem respeito à diminuição de emissões dos gases do efeito estufa, do uso energético na produção da maioria dos tecidos cárneos e de recursos naturais, como água e terra, bem como à redução do consumo de antibióticos e pesticidas.

**Palavras-chave:** sustentabilidade; proteína; meio ambiente.

## Abstract

Cultured meat emerged from tissue engineering to preserve the demand for meat while directly contributing to the environment and animal preservation, as the production process requires fewer resources and space. This study aims to analyze, through literature research, cultured meat as a sustainable alternative. The benefits of lab-grown meat production concern the decrease of greenhouse gas emissions, energy use in the production of most meat tissues, and natural resources such as water and land, as well as the reduction of antibiotic and pesticide usage.

**Keywords:** sustainability; protein; environment.

## Resumen

La carne cultivada surgió de la ingeniería de tejidos para mantener la demanda de carne y contribuir directamente con la preservación del medioambiente y de los animales, ya que el proceso de producción requiere menos recursos y espacio. El objetivo de este estudio es analizar, a través de investigación bibliográfica, la carne cultivada como una alternativa sostenible. Los beneficios de producir carne cultivada se relacionan con la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, el uso de energía en la producción de la mayoría de los tejidos cárnicos y los recursos naturales como el agua y la tierra, así como la reducción del consumo de antibióticos y pesticidas.

**Palabras-clave:** sostenibilidad; proteína; medioambiente.

## 1 Introdução

De acordo com a **ONU (2012)**, a população mundial em 2024 deverá ultrapassar 8 bilhões de pessoas. Projeções para 2050 sugerem um número superior a 9,5 bilhões, um crescimento de 13,16%, de 2012 a 2024, e de 34,90%, entre 2012 e 2050. Esse aumento populacional ocorrerá principalmente em países em desenvolvimento e se concentrará nas

---

<sup>1</sup> Graduando em Biomedicina, Faculdade Nova Esperança de Mossoró. E-mail: carlos.oliveira.biomedico@gmail.com

<sup>2</sup> Nutricionista e Biotecnologista, Faculdade Nova Esperança de Mossoró. E-mail: lidiane.mendonca@outlook.com

idades. Associados a tais fenômenos, os acréscimos na renda aumentarão a demanda por recursos naturais básicos, como os alimentos (SAATH; FACHINELLO, 2018).

Na América Latina, o Brasil se destaca como importante produtor e exportador de alimentos. Em 2012, mais de 240 mil hectares de terra fértil foram usados pela agropecuária para fins de produção alimentar, 28% destinados à produção agrícola, e 69% à pecuária, sendo apenas 3% destinados ao reflorestamento. Embora em ritmo mais lento, devido ao maior controle e a preocupações ambientais, a expansão do desmatamento para áreas agricultáveis continua crescendo (IBGE, 2015). O Brasil é atualmente um dos maiores exportadores de carne bovina do mundo, comercializada em mais de 151 países, principalmente os EUA e a China (PEREIRA; ALMEIDA; GONÇALVES, 2019).

De acordo com a ABIEC (2018), o Brasil exportou 1,4 milhões de toneladas de carne bovina e gerou um faturamento de US\$ 5,5 bilhões (LIMA, 2018). A fim de manter a demanda crescente, é inevitável que o país procure por mais áreas a serem desmatadas para cultivo e criação do setor pecuário (CATHERINE apud BHAT, 2017). De acordo com dados do *Greenpeace*, do mês de agosto de 2019 a março de 2020 foram identificados 5.260 km de território com alerta de desmatamento. Tal resultado é quase o dobro do registrado no mesmo período do ano passado. Grande parte dessas áreas serão destinadas à plantação de soja, pastagem e criação de gado. Projeções sugerem que, entre 2010 e 2050, a demanda global por produtos de origem animal aumentará até 70%, gerando preocupações sobre os impactos que esses números podem causar ao meio ambiente (TOUMISTO, 2019).

A degradação ambiental no Brasil tem como um de seus principais impulsionadores a exploração da agropecuária, resultando em compactação do solo, erosão, assoreamento de rios, perda de biodiversidade e contaminação da água subterrânea. Esses problemas estão associados à criação, manutenção da criação e à produção de ração e pastagem para os animais, bem como ao uso de fertilizantes, pesticidas e agrotóxicos que adentram o solo, contaminando-o até os lençóis freáticos e rios próximos, além da emissão direta e indireta de poluentes atmosféricos antrópicos como metano (CH<sub>4</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Por ser o Brasil um país historicamente conhecido por suas exportações de matéria-prima e produtos primários, mudanças nessa área se tornam muito complexas política e economicamente. Apesar da importância econômica dos setores pecuarista e agricultor, tais atividades provocam sérios malefícios a longo prazo (WUST; TAGLIANI; CONTATO, 2015).

Apesar da carência de números globais disponíveis a respeito dos impactos da pecuária ao meio ambiente, estima-se que, nos Estados Unidos, o gado seja responsável por 55% das erosões e sedimentações em terras férteis, assim como 37% decorre da utilização de pesticidas

e fertilizantes, e 50% do uso de antibióticos, de modo que aproximadamente 1/3 dos volumes de nitrogênio e fósforo contaminam recursos como a água doce, também afetada pela compactação do solo, diminuindo a infiltração (FERRARINI, 2010).

Baseado nisso, através de uma pesquisa bibliográfica, o presente estudo tem como objetivo analisar a carne cultivada como uma alternativa sustentável.

## 2 Metodologia

Esta é uma pesquisa bibliográfica qualitativa com amostras encontradas em pesquisas nas bases de dados *PubMed*, *Science Direct*, e pela plataforma Google Acadêmico, em busca de artigos científicos a partir das palavras-chave: “carne in vitro” e “carne cultivada” e “impacto ambiental” e “Benefícios”.

Foram considerados nos critérios de inclusão os estudos experimentais, pré-experimentais e quase experimentais que realizaram investigação científica; os artigos nas línguas portuguesa e inglesa, sem exclusão de data.

## 3 Resultados e discussão

### 3.1 Carne cultivada

No início dos anos 2000, dois projetos deram o primeiro passo prático para a obtenção de tecido cultivável para fins alimentícios, um grupo universitário financiado pela NASA (BENJAMINSON; LEHRER; MACKLIN, 1998), outro composto por uma equipe de bioartistas no *Tissue Projeto Cultura e Arte* (CATTS; ZURR, 2002). Ambos obtiveram sucesso produzindo pequenas quantidades de tecido. Em 2005, o governo holandês financiou o primeiro projeto de pesquisa na área, o que resultou no momento de maior destaque no campo graças ao professor Mark Post, que garantiu apoio financeiro do cofundador da *Google*, Sergey Brin, para produzir o primeiro hambúrguer de carne cultivada do mundo (O’RIORDAN; FOTOPOULOU; STEPHENS, 2016).

Da idealização à prática, usaram-se vários métodos propostos para produzir carne cultivada, bem como se consideraram diferentes tipos de células, como células-tronco embrionárias (ESCs), células-tronco pluripotentes induzidas (IPSCs), células-tronco mesenquimais (MSCs) e células satélites (SCs), também chamadas células-tronco de músculo bovino, que aparentam ser as mais adequadas para essa finalidade (BODIYOU; MOUTSATSOU; POST, 2020).

Atualmente, três técnicas são comumente usadas para a cultura de células: cultura em agregados, cultura em biorreatores e cultura em micro transportadores. A tecnologia atual trabalha no processo de expansão das células-tronco, para em seguida diferenciá-las em células musculares. Tal processo normalmente usa pistas químicas/biológicas e estimulação mecânica nos meios de cultura de células (LANGELAAN *et al.*, 2011).

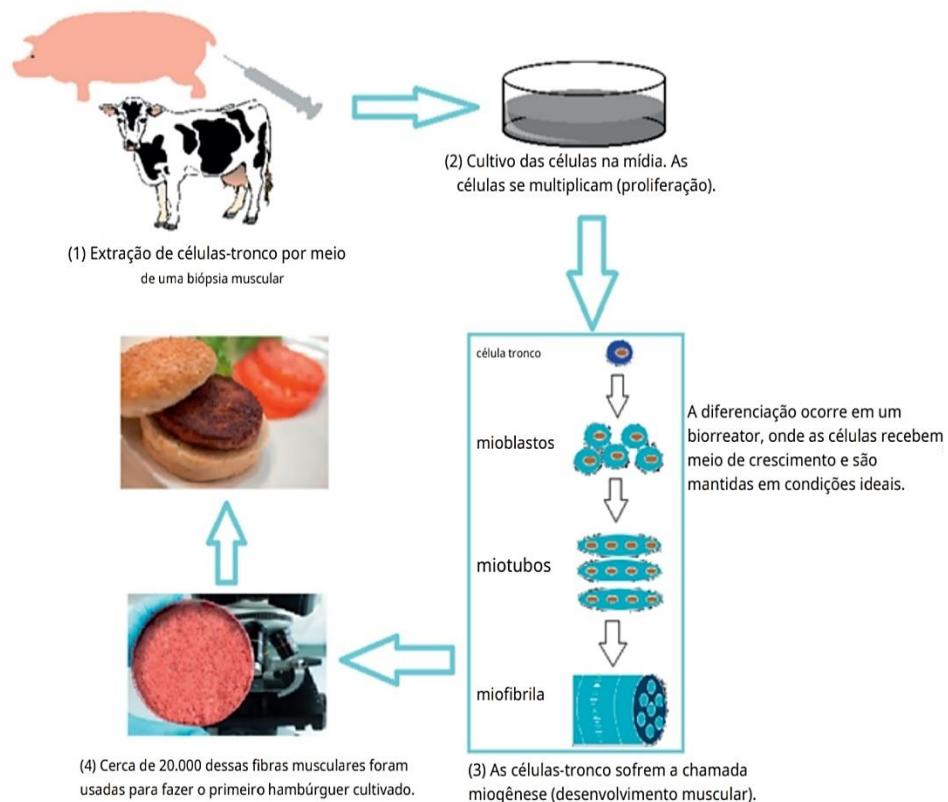
Ainda existe um debate sobre como deve ser definido o processo de cultivo celular e quais produtos se adequam a estas definições. De acordo com a comunidade associada à agricultura celular, seu processo pode ser dividido em dois tipos específicos de produção, um baseado na engenharia de tecidos, outro em fermentação (STEPHENS *et al.*, 2018).

Certos critérios são ideais para linhas de células para a produção de carne, como: imortalidade celular, alta capacidade proliferativa, independência de superfície, independência de soro e capacidade de formação de tecido (BRETAS 2011).

A tecnologia desenvolvida é constituída basicamente em cinco etapas. A primeira consiste na coleta de fragmento de tecido muscular, com o auxílio de uma agulha de biópsia. Durante a segunda etapa, em laboratório, ocorre o isolamento da amostra de tecido CPAMs (células progenitoras adultas multipotentes) através de meios mecânicos ou enzimáticos. A terceira etapa diz respeito à expansão das CPAMs em meio de cultivo devidamente preparado com nutrientes essenciais, como aminoácidos, minerais, glicose e vitaminas, etapa em que também é possível adicionar outros compostos. A quarta etapa fica por conta da identificação e diferenciação das CPAMs em células e fibras musculoesqueléticas. A última etapa visa a montagem da carne, através do auxílio de arcabouços que organizarão as células, originando fibras musculares (SANTOS, 2019).

O processo de coleta, proliferação e diferenciação celular da carne cultivada é apresentado a seguir.

**Figura 1:** processo de coleta, proliferação e diferenciação celular



Fonte: WOLL; BOHM, 2017.

### 3.1.1 Meios de cultivo e métodos de produção

Os meios de cultivo tradicionais necessitam da presença de soro fetal bovino, obtido a partir do sangue de fetos bovinos. Por conter, em sua constituição, macromoléculas, proteínas transportadoras, fatores de fixação e distribuição, além de hormônios e fatores de crescimento, torna-se a alternativa mais utilizada, porém, para manter essa fonte, seria necessário um grande rebanho de gado em programas de reprodução específica a fim de suprir o consumo de soro. Em virtude disso, desenvolvem-se estudos para substituir o soro fetal bovino, em que se destaca o extrato de cogumelo Maitake e seus parâmetros de crescimento bastante similares ao do soro fetal (BHAT; KUMAR, 2015).

Tradicionalmente, as células cultivadas são colocadas em placas bidimensionais (2D), a fim de manter a viabilidade e proliferação, de maneira que se torna necessária a constante mudança das CPAMs entre meios de cultivo, altamente ineficiente para a expansão em larga escala. Outro problema diz respeito ao modelo 2D, que pode alterar a morfologia, o citoesqueleto e a conformação nuclear das células. Em decorrência de tais fatos, foi possível notar que os resultados de culturas a partir de modelos 2D apresentaram falhas funcionais devido à impossibilidade de reproduzir com precisão o microambiente especializado

necessário, em comparação com a regulação *in vivo*. Em virtude desses problemas, tornou-se necessário elaborar um meio de cultivo 3D para assimilar ao máximo um microambiente vivo (SANTOS, 2019).

A cultura 3D foi desenvolvida para sanar os problemas apresentados pela anterior, ao possibilitar a interação entre as CPAMs, os componentes da matriz extracelular, os nutrientes, o oxigênio e os resíduos, similarmente ao encontrado em tecidos e órgãos naturais. Neste meio, as células são ancoradas, liberadas continuamente, sinais que irão auxiliar a replicação e diferenciação das linhagens celulares específicas. Ao usar esse modelo, torna-se possível a formação de agregados multicelulares, que permitem maior interação entre as células e a matriz extracelular durante a ausência de substratos adicionais. A utilização desses agregados acontece por uma ampla gama de tipos celulares aderentes, através de técnicas de agregação forçada ou espontânea, suspensão, placas de baixa adesão e cultura em rotação (SANTOS, 2019).

Sua expansão em larga escala se torna um desafio devido à falta de controle sobre o tamanho dos aglomerados, levando à necrose/apoptose e inibição da proliferação celular. A fim de manter o controle sobre essa situação, desenvolveu-se uma metodologia que usava biomateriais para auxiliar a autorrenovação, a diferenciação e a minimização da formação de agregados, controlando o acesso de oxigênio e nutrientes das células localizadas nos centros dos agregados. Outra aplicabilidade dos biomateriais é a possibilidade de incorporar fatores de crescimento e ligantes que facilitam a ancoragem, fundamental para o processo de proliferação celular (SANTOS, 2019).

Os biorreatores, também chamados fermentadores, são equipamentos de produção, tanques fechados onde se controla as condições adequadas para o cultivo celular por meio de ajuste de temperatura, agitação, quantidade de oxigênio e pH (CHICO apud MIZUKAMI, 2011). Os biorreatores podem ser utilizados para diversos fins, como: fermentação industrial, produção de medicamentos, processamento de alimentos e tratamento de água (MARTIN; WENDT; HEBERER, 2004).

Os biorreatores utilizados para o cultivo de células animais podem ser classificados em: elásticos, agitados, de ondas, frasco *spinner* e cultura em microtransportadores. Nos elásticos, as células são dispostas em suportes, onde são cultivadas em soluções com nutrientes necessários para o crescimento celular. Embora bastante utilizado, esse tipo de biorreator apresenta problemas relativos a matrizes heterogêneas com áreas necrosadas centrais, em que podem ocorrer morte celular devido à insuficiência de oxigênio e de nutrientes, quando transferidos de forma heterogênea (CHIOT, 2015).

O biorreator de tanque agitado é o modelo mais amplamente utilizado. Basicamente, consiste em um cilindro movido por agitação mecânica, geralmente com relações de diâmetro-altura específicos de 2:1 ou 3:1, usados para cultivo de células e enzimas. Contudo, alguns cuidados devem ser tomados no manuseio, como preenchimento de apenas 70% a 80% de seu volume, a fim de evitar danos às partículas de biocatalisador, causados pela agitação mecânica. Além disso, deve-se permitir o desprendimento de gases gerados no processo (DORAN apud SILVEIRA, 2006).

Apresentado no fim da década de 90, o biorreator de ondas *wave* é uma alternativa para cultivo de células vegetais e animais, viável para células em crescimento, em suspensão, e células dependentes de ancoramento. Sua plataforma de operação induz movimentos de ondas no fluido presente na *Celbag* (bolsa de plástico descartável onde as células são cultivadas). Sua maior vantagem é a possibilidade de ser operado em sistema fechado, diminuindo o risco de contaminação (SINGH, 2017).

O biorreator de frasco *spinner* é um recipiente de vidro ou plástico, com um agitador central e braços laterais para adição e remoção de meio e células, que promove ótimo crescimento de culturas em suspensão e em microcarreadores. Nesse meio, culturas em suspensão são agitadas magneticamente e mantidas incubadas sob condições de temperatura e umidade controladas (AGUILAR, 2013).

A cultura em microtransportadores foi introduzida inicialmente por Van Wezel, em 1967, constituído basicamente por esferas de 125 a 250 micrometros. O modelo de cultura através de microtransportadores proporciona o crescimento de células dependentes de ancoragem, usadas para diversas finalidades, como produção de vacinas, de produtos biológicos e farmacêuticos. A principal vantagem oferecida por esse tipo de cultura diz respeito à área de superfície maior para o crescimento de células dependentes de ancoragem em cultura de suspensão (SUN; LI; CHIOU, 2011).

### 3.2 Benefícios da produção e utilização da carne cultivada

Existem diversos fatores que impulsionam a evolução da indústria da carne, geralmente divididos em categorias como: aceitabilidade no mercado, bem-estar animal, saúde, segurança e impacto ambiental (BONNY *et al.*, 2017). Produtos de carne convencionais têm certa estabilidade por estarem disponíveis há séculos no mercado, fato que poderia dificultar a entrada de novos produtos alternativos, como a carne cultivada. Entretanto, para manter a demanda crescente de proteína animal e ao mesmo tempo contribuir com a necessária

diminuição dos impactos ambientais, existe a tendência de aumento proporcional das exigências da legislação ambiental, que obriguem a indústria da carne a se adequar (FAPRI, 2012).

Além de uma solução para problemas de demandas futuras, a entrada da carne cultivada no mercado industrial pode trazer benefícios, como o fato de ser produzida em ambientes controlados, seguros e saudáveis, com altos padrões de higiene, evitando disseminação de zoonoses (ROJAS; ORTIZ, 2017). O sistema de produção de carne em cultura pode ser mais eficiente, diminuir os custos em energia em comparação com a carne tradicional, em que 75% a 95% da ração consumida pelo animal é “perdida” devido ao metabolismo e direcionamento de nutrientes à formação de estruturas não comestíveis, como estrutura óssea e neurológica (MADRIGAL apud BHAT, 2017).

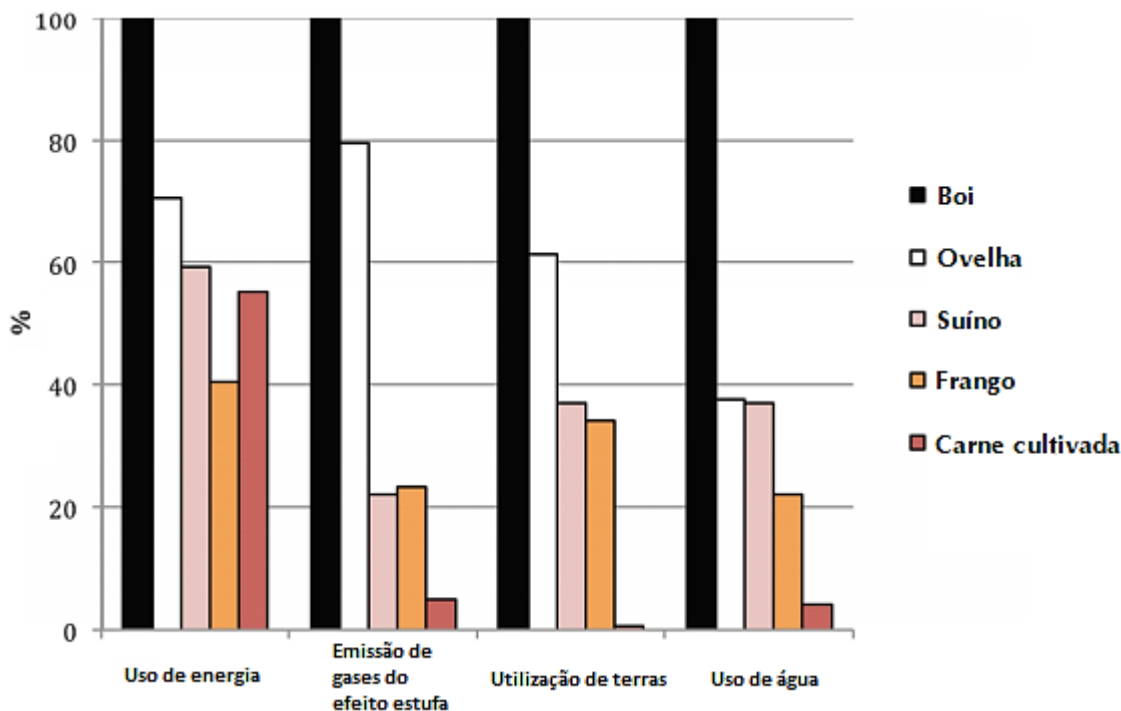
Em relação ao meio ambiente, calcula-se que aproximadamente 30% da superfície terrestre é atualmente destinada à pecuária. No Brasil, o setor pecuário é um dos principais responsáveis pelo desmatamento da Amazônia, tornando o país um epicentro de conflitos: de um lado, a pressão em prol da preservação ambiental; do outro, a influência do setor econômico, em prol do suprimento de demandas cada vez maiores (BAILONE *et al.*, 2019).

Os desafios enfrentados para a produção de carne bovina por meios tradicionais são basicamente divididos em: impacto ambiental, resultante do crescimento do número de animais, aumento da área destinada ao pastoreio e à elevação de gases do efeito estufa, como dióxido de carbono, metano e óxido nítrico (SANTOS, 2019).

A carne cultivada é apontada como possibilidade para resolver esses problemas (TOUMISTO, 2019). A produção de carne *in vitro* tem o potencial de reduzir substancialmente o uso de terras, visto que suas instalações podem ser alocadas verticalmente em laboratórios, ocupando muito menos espaço que o usado em grandes fazendas. Outra vantagem é a possibilidade de alocação em centros urbanos, minimizando custos com transportes. Estima-se também uma redução das emissões de gases do efeito estufa relativo a produtos à base de carne em até 90%, bem como redução de 80% para outros recursos, como terra e água (FOX, 2009). Outros comparativos são apresentados na Figura 2.

**Figura 2:** comparação dos sistemas de produção de carne em relação à produção de carne bovina





Fonte: TOUMISTO; MATTOS; TEIXEIRA, 2011.

### 3.3 Desafios para a produção de carne cultivada

Reconhecendo que os problemas derivados da produção de carne devem aumentar com a demanda, alternativas para resolução são cada vez mais abordadas pela ciência. Apesar da existência das “carnes veganas”, livres de qualquer proteína de origem animal, a maior parte da população não está disposta a renunciar à proteína animal. Portanto, a carne cultivada (*in vitro*) ou sintética conquista espaço crescente ao redor do mundo, devido ao apelo da inexistência de sofrimento animal e da possibilidade de preservação ambiental (FERNANDES *et al.*, 2018).

Como toda tecnologia inovadora, a cultura de células para fins industriais tem alguns desafios que devem ser superados, entre os quais se destaca a questão da espessura da carne. Estima-se que aproximadamente 8 trilhões de células musculares são necessárias para se produzir um 1 kg de proteína (STEPHENS *et al.*, 2018). O problema ocorre quando as células cultivadas atingem a espessura de 200 micrometros, pois o oxigênio e os nutrientes não são mais capazes de penetrar as camadas internas das células, sendo necessária a colheita de tiras de músculo para adição de compostos para dar sabor, textura e cor à carne. Além disso, a produção de alguns cortes específicos, como costelas e bifes, requer tecnologia adicional para criar vasos sanguíneos que irriguem as células em cultivo (FAUSTMAN; HAMERNIK; LOOPER, 2020).

Cientistas da área são enfáticos ao afirmarem a necessidade de superação de alguns obstáculos para a carne cultivada atingir o estágio de produção industrial, como em relação à

criação de novas formulações de meio de cultura, ao desenvolvimento de incubadoras gigantes, à avaliação de segurança para consumo humano, além do aumento da eficiência com menor gasto energético, menor custo de produção, da necessidade de mais pesquisas sobre comercialização da carne sintética, etc. Por conta disso, apesar do progresso alcançado, não se pode afirmar que a carne artificial estará em breve no mercado (HOCQUETTE, 2016).

Dois perfis morais podem ser obtidos através dos debates públicos sobre a carne cultivada, um envolvendo o bem-estar animal, outro, a sustentabilidade ambiental (WEELE; DRIESSEN, 2013). Em 2017, uma pesquisa sobre a aceitação da carne artificial direcionada à população brasileira mostrou que, entre os 50 participantes da amostra, houve maior receptividade do público feminino (64%). Em outra enquete, a maioria dos respondentes (60%) demonstrou acreditar que a carne artificial não implica riscos à saúde humana. Vale destacar que a maioria dos entrevistados foi um público de graduandos e pós-graduados, revelando a carência de estudos abrangentes sobre o tema no país (SILVA *et al.*, 2018).

Segundo a Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes, a pecuária foi responsável por 8,7% do PIB nacional em 2019 (HEIDEMANN *et al.*, 2020). Além do Brasil, outros países em desenvolvimento, cujo setor de produção primária está intrinsecamente ligado à economia, podem apresentar resistência à adoção da nova tecnologia. A aceitabilidade da proteína artificial demanda não apenas o desenvolvimento de novas tecnologias, mas também de uma mudança radical na nossa compreensão da constituição dos alimentos. Por sua origem “não natural”, é compreensível que atores sociais contestem a veracidade da segurança dos insumos produzidos em laboratório, cabendo aos líderes governamentais a iniciativa quanto a sua aceitação e compreensão perante a população (ALTOÉ; MENOTTI, 2018).

#### 4 Conclusão

A produção da carne cultivada pode trazer benefícios como a diminuição de emissões de gases do efeito estufa, bem como menores uso energético na produção da maioria dos tecidos cárneos e de recursos naturais — como água e terra —, além de menor consumo de antibióticos e pesticidas. Portanto, a produção de carne cultivada usa menos recursos e espaço, possibilita cuidado maior com o meio ambiente através da preservação da natureza.

#### Referências

AGUILAR, Tatiana Santos. **Influência do meio de cultura na expressão de fator de coagulação VIII recombinante por linhagem**. 2013. Dissertação (Mestrado em Processos Industriais) — Instituto de pesquisas tecnológicas do estado de São Paulo, São Paulo, 2013.

ALTOÉ, Isabella; MENOTTI, Gabriel. A (re)invenção da carne: Controvérsias e potências das carnes artificiais. **Ponto Urbe — Revista do núcleo de antropologia urbana da USP**, São Paulo, v. 7748, n. 26, 2018.

ARSHAD, Muhammad Sajid *et al.* Tissue engineering approaches to develop cell-grown meat: a mini review. **Cogent Food & Agriculture**, [s. l.], v. 3, n. 1, 2017.

AUDINO, Annalisa *et al.* Substitutos de la carne. **Slow Food**, [s. l.], 2020.

BAILONE, Ricardo Lacava *et al.* Inovação tecnológica no setor produtivo da carne: *in vitro*, a carne do futuro. **RISUS — Journal on Innovation and Sustainability**, São Paulo, v. 10, n. 4, p. 116-125, nov./dez. 2019.

BENJAMINSON, Morris Aeron; LEHRER, Staley; MACKLIN, Danielle A. Bioconversion systems for food and water on long term space missions. **Acta Astronautica**, [s. l.], v. 43, n. 3-6, p. 329-348, 1998.

BHAT, Zuhaib Fayaz. Pesquisa sobre exportações brasileiras de carne bovina. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes — ABIEC. [S. l.: s. d.]. Disponível em: <https://www.abiec.com.br/exportacoes/#>. Acesso em: 25 jul. 2023.

BHAT, Zuhaid Fayaz; KUMAR, Sunil; BHAT, Fayaz Hina. In vitro meat: A future animal-free harvest. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, [s. l.], v. 57, n. 4, p. 782-789, 2017.

BHAT, Zuhaib Fayaz; KUMAR Sunil; BHAT, Fayaz Hina. In vitro meat production: Challenges and benefits over conventional meat production. **Journal of Integrative Agriculture**, [s. l.], v. 14, n. 2, p. 241-248, 2015.

BODIQU, Vicente; MOUTSATSOU, Panagiota; POST, Mark J. Microcarriers for Upscaling Cultured Meat Production. **Frontiers**, [s. l.], v. 7, n. 10, 2020.

BONNY, Sarah P. F. *et al.* Artificial meat and the future of the meat industry. **Csiro Animal Production Science**, [s. l.], v. 57, n. 11, p. 2216-2223, 2017.

BRETAS, Rodrigo Martins. **Avaliação da capacidade instalada para a produção e certificação de células animais**. 2011. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Imunobiológicos) — Fiocruz, Rio de Janeiro, 2011.

CATTS, Oron; ZURR Lonat. Growing Semi-Living Sculptures: The Tissue Culture & Art Project. **The MIT Press Journals**, [s. l.], v. 35, n. 4, p. 365-370, 2002.

CHIOT, Bruna Favassa. **Desenvolvimento de protocolo para cultivo de células-tronco em biorreatores de perfusão para a engenharia de tecidos**. 2015. Dissertação (Mestre em Engenharia) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

CHOUDHURY, Deepark; TSENG, Ting Wei; SWARTZ, Elliot. The business of cultivated meat. **Celpress Reviewa Trends in Biotechnology**, [s. l.], v. 38, n. 6, p. 573-577, 2020.

- CHRIKI, Sghaier *et al.* Analysis of Scientific and Press Articles Related to Cultured Meat for a Better Understanding of Its Perception. **Frontiers**, [s. l.], v. 11, 2020.
- COSTA, Andre Luiz Nascimento. **A percepção do consumidor sobre a carne tecnológica**. 2020. Dissertação (Mestrado em Gestão para a Competitividade) — Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2020.
- FAPRI-MU. Impacts of Selected Provisions of the House Agriculture Committee and Senate Farm Bills. **Food & Agricultural Policy Research Institute**, [s. l.], v. 5, n. 12, 2012.
- FAUSTMAN, Cameron; HAMERNIK, Deb; LOOPER, Michael; ZINN, Steven. Cell-based meat: the need to assess holistically. **Journal of animal Science**, [s. l.], v. 98, n. 8, 2020.
- FERNANDES, Alice Munz *et al.* Publicações científicas sobre carne cultivada: onde, quando e por quem? In: SIMPÓSIO DA CIÊNCIA DO AGRONEGÓCIO, 6., 2018, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia, 2018.
- FERRARINI, Ana Maria. O impacto ambiental atribuído à pecuária. **CRMVPR (Conselho Regional de Medicina Veterinária do Paraná)**, 13 jan. 2010. Geral.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **The State of Food and Agriculture 2019: Moving Forward on Food Loss and Waste Reduction**. Rome: FAO, 2019.
- FOX, Jeffrey L. Test tube meat on the menu? **Nature biotechnology**, [s. l.], v. 27, n. 10, p. 873, 2009.
- GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. **Editores Atlas S. A.** 6. ed. São Paulo: 2008.
- HEIDMANN, Marina S. *et al.* Critical Perspective of Animal Production Specialists on Cell-Based Meat in Brazil: From Bottleneck to Best Scenarios. **MDPI – Publisher of Open Access Journals**, [s. l.], v. 10, n. 9, 1678, 2020.
- HOCQUETTE, Jean-François. Is in vitro meat the solution for the future? **Meat Science**, [s. l.], v. 120, p. 167-176, 2016.
- IBGE, 2015 **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Censos agropecuários 1970, 1980, 1985, 1995 e 2006. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9827-censo-agropecuario.html>. Acesso em: 26 jul. 2023.
- LANGELAAN, Marloes L. P. *et al.* Advanced maturation by electrical stimulation: Differences in response between C2C12 and primary muscle progenitor cells. **Journal of tissue engineering and regenerative**, [s. l.], v. 5, n. 7, p. 529-539, 2011.
- LESSCHEN, J. P. The greenhouse gas emission profile of the European livestock sectors. **Anim Feed Sci Technol.**, [s. l.], v. 166–167, p. 16–28, 2011.
- LIMA, Raylla Pereira. **Crescimento das exportações de carne bovina brasileira entre 2005 e 2015: fatores econômicos**. 2018. Dissertação (Mestrado em Economia) —Faculdade de

Administração, Ciências contábeis e Economia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

MANPREET, Takhar. In vitro meat: an ethical solution for an unsustainable practice. **UC Merced Graduate Research Journal**, [s. l.], v. 10, n. 2, 2018.

MARTIN, Ivan; WENDT, David; HEBERER, Michael. The role of bioreactors in tissue engineering. **Trends in biotechnology**, [s. l.], v. 22, n. 2, p. 80-85, 2004.

MATTICK, Carolyn S. Cellular agriculture: the coming revolution in the production of Foods. **Atomic Scientists Newsletter**, [s. l.], v. 74, n. 1, p. 32–35, 2018.

MATTICK, Carolyn S.; LANDIS, Amy E.; ALLENBY, Braden R. A case for systemic environmental analysis of cultivated meat. **Journal of Integrative Agriculture**, [s. l.], v. 14, n. 1, p. 249–254, 2015.

MEATFREE: reasons for not eating meat, chicken, fish and eggs. **Criticalthink**, [s. l.], 2018. Disponível em: <http://criticalthink.info/webindex/MeatFree.htm>. Acesso em 18 de maio de 2021

MIZUKAMI, Amanda. **Expansão in vitro de células-tronco mesenquimais cultivadas em biorreator de fibra oca**. 2011. Dissertação (Mestre em Biotecnologia), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

ONU. **The United Nations, Population Division, Population Estimates and Projections Section**. [S. l.]: United nations, department of economic and social affairs, 2012.

O'RIORDDAN, Kate; FOTOPOULOU, Aristeia; STEPHENS, Neil. The first bite: Imaginaries, promotional publics and the laboratory. **Journals, Public Understanding of Science**, [s. l.], v. 26, n. 2, p. 148-163, 2016.

PEREIRA, Rafael mesquita; ALMEIDA, Alexandre Nunes; GONÇALVES, Rodrigo da Rocha. Exportações de carne bovina brasileira: uma análise a partir de um modelo de equilíbrio geral computável. **Unisinos: Perspectiva Econômica**, São Leopoldo, v. 15, n. 1, p. 31-50, 2019.

ROJAS, Andrés Cartín; ORTIZ, Priscilla. Vantagens e desvantagens do cultivo de carne em vitro: perspectivas da segurança alimentar. **Rev. Med. Vet.**, Bogotá, n. 36, p. 135-144, 2017.

SAATH, Kleverton Clovis de Oliveira; FACHINELLO, Arlei Luiz. Crescimento da Demanda Mundial de Alimentos e Restrições do Fator Terra no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília–DF, v. 56, n. 2, p. 195-212, 2018.

SANTOS, Enrico Jardim Clemente. Carne artificial: uma nova perspectiva baseada no cultivo de células-tronco e engenharia tecidual. **Segurança Alimentar Nutricional**, Campinas, v. 26, p. 1-9, 2019.

SHARMA, Shruti; THIND, Sukhcharanjit, Singh; KAUR, Amarjeet. In vitro meat production system: why and how? **Journal of Food Science and Technology**, [s. l.], v. 52, n. 12, p. 7599–7607, 2015.

SIEGRIST, Michael; HARTMANN, Christina. Perceived naturalness, disgust, confidence and food neophobia as predictors of acceptance of meat grown in ten countries **Appetite**, [s. l.], v. 155, 2020.

SILVA, Lariza Gabriele Pereira *et al.* Carnes para o futuro: carne orgânica x carne artificial, uma revisão. *In: MOSTRA CIENTÍFICA FAMEZ*, 11., 2018, Campo Grande. **Anais [...]**. Campo Grande: Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 2018.

SILVEIRA, Renata Ferreira. **Produção de etanol por leveduras em biorreatores com células livres e imobilizadas utilizando soro de queijo**. 2006. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola e do Ambiente) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

SINGH, Anshuman *et al.* Stem cells-derived in vitro meat: from petri dish to dinner plate. **Critical evaluations in food science and nutrition**, [s. l.], v. 60, 2020.

SINGH, R. The wave bioreactor story. **Silo.Tips**. 28-9282-57 AA. 2017.

SIVARUBAN, Santhya; UTERMANN, Niklas; VITTORI, Felix. In vitro as an alternative to meat. **Tandfonline**, p. 782-789, 2019.

SOUZA, Marcela Tavares; SILVA, Michelly Dias; CARVALHO, Rachel. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein**, São Paulo, v. 8, n. 1, jan./mar. 2010.

STEPHENS, Neil *et al.* Bringing cultured meat to Market: technical, socio-political, and regulatory challenges in cellular agriculture. **Trends in Food Science & Technology**, [s. l.], v. 78, p. 155-166, 2018.

SUN, Li-Yi; LIN, Shinn-Zong; LI, Yuan-Sheng; HARN, Horng-Jyh; CHIOU, Tzyy-Wen. Functional cells cultured on microcarriers for use in regenerative medicine research. **Cognizant**, [s. l.], v. 20, p. 49–62, 2011.

TOUMISTO, Hanna L. The eco-friendly burger: Could cultured meat improve the environmental sustainability of meat products? **EMBO reports**, [s. l.], v 20, n. 1, 2019.

TOUMISTO, Hanna L.; MATTOS, Joost Teixeira. Environmental Impacts of Cultured Meat Production. **Environmental Science & technology**, [s. l.], v. 45, n. 14, p. 6117-6123, 2011.

TOUMISTO, Hanna L.; ELLIS, Marianne J; HAASTRUP, Palle. Environmental impacts of cultured meat: alternative production scenarios. 9th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-Food Sector, 9., 2014. **Anais [...]**. San Francisco, 8-10 Oct. 2014. p. 1360-1366.

WEELE, Cor Van Der; DRIESSEN, Clemens. Emerging Profiles for Cultured meat; Ethics through and as Design. **MDPI – Publisher of Open Access Journals**, [s. l.], v. 3, p. 647-662, 2013.

WOLL, Silvia; BÖHM, Inge. In-vitro-meat: a solution for problems of meat production and consumption. **Ernährungs Umschau**, [s. l.], v. 65, n. 1, p. 12-21, 2017. Disponível em: <https://www.ernaehrungs->

[umschau.de/fileadmin/ErnaehrungsUmschau/pdfs/pdf\\_2018/01\\_18/EU01\\_2018\\_Special\\_invitro\\_englisch.pdf](https://www.umschau.de/fileadmin/ErnaehrungsUmschau/pdfs/pdf_2018/01_18/EU01_2018_Special_invitro_englisch.pdf). Acesso em: 26 jul. 2023.

WÜST, Caroline; TAGLIANI, Naiara; CONTATO, Ani Carla. A pecuária e sua influência impactante ao meio ambiente. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 4., Porto Velho, 2015. **Anais [...]**. Porto Velho: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS) – Campus Sertão, 23-26 nov. 2015.

1/5 DO EFEITO estufa vem de desmate e agropecuária. **Isto é**, 9 ago. 2019. Disponível em: <https://istoe.com.br/1-5-do-efeito-estufa-vem-de-desmate-e-agropecuaria/>. Acesso em: 18 mai. 2021.