

CARNE CULTIVADA: FOCO NA QUESTÃO AMBIENTAL E SUSTENTÁVEL

Amaryllis Manholetti Alexandrino ¹

Gustavo Ribeiro Sousa ¹

Luís Felipe Nascimento dos Santos ¹

Rafael Romário Pereira de Lima ¹

Fábio Gorayeb Damasceno ²

Oswaldo Soulé Júnior ³

Resumo

Desde os primórdios da humanidade a demanda por alimentos, essencialmente proteínas, se faz presente e inerente ao ser humano em sua constante evolução e adaptação. Contudo, conforme aumenta a demanda por este recurso, a sua produção pode intensificar o impacto ao meio ambiente e, visto que esse crescimento é contínuo, se faz necessário buscar meios de controlar ou diminuir os problemas causados pela produção pecuária. Assim surge o ideal de comercialização da carne produzida artificialmente em laboratórios à base de células, chamada de carne cultivada e que possui um nível de qualidade diferenciado e excelência nos pilares de segurança alimentar, além dos impactos positivos ao meio ambiente por meio de processos sustentáveis. Este estudo se propõe a analisar os impactos ambientais que a carne cultivada causa no meio ambiente, no entanto o seu sucesso depende diretamente da aceitação dos benefícios oferecidos, incluindo vantagens ambientais e socioeconômicas.

Palavras-chave: Carne cultivada. Sustentabilidade. Meio ambiente.

Abstract. Cultured Meat: focus on the environmental and sustainable issues.

Since the beginning of humanity, the demand for food, essentially proteins, has been present and inherent to human beings and their constant evolution and adaptation. However, as the demand for this resource increases, its production can intensify the impact on the environment and, since this growth is continuous, it is necessary to look for ways to control or reduce the problems caused by livestock production. Thus arises the ideal of commercializing meat artificially produced in cell-based laboratories, called cultured meat, which has a differentiated level of quality and excellence in the pillars of food safety, in addition to positive impacts on the environment through sustainable processes. This study aims to analyze the environmental impacts that cultured meat causes on the environment, however its success directly depends on the acceptance of the benefits offered, including environmental and socioeconomic advantages.

Keywords: Cultured meat. Sustainability. Environment.

¹ Discentes do Curso Superior de Tecnologia em Comércio Exterior da FATEC Barueri (*E-mails:* amaryllis.alexandrino@fatec.sp.gov.br, gustavo.sousa18@fatec.sp.gov.br, luis.santos120@fatec.sp.gov.br, rafael.lima101@fatec.sp.gov.br, respectivamente).

² Professor de Ensino Superior do Curso Superior de Tecnologia em Comércio Exterior da FATEC Barueri (*E-mail:* fabio.damasceno01@fatec.sp.gov.br).

³ Professor de Ensino Superior e Coordenador do Curso Superior de Tecnologia em Comércio Exterior da FATEC Barueri (*E-mail:* osvaldo.soule01@fatec.sp.gov.br).

1 Introdução

O consumo de alimentos é parte essencial da vida humana e envolve muitos fatores, tais como a sua distribuição, os valores atribuídos a eles e a sua produção – sejam alimentos in natura ou processados em algum nível (BRASIL, 2014). Nesse sentido, alguns alimentos, como as proteínas, estão amplamente presentes no cardápio das pessoas e fazem com que sua produção esteja sempre sendo inovada, tanto em processos quanto em tecnologia.

Assim, quando se analisa o mercado de proteínas, há uma grande variedade de produtos, tanto de origem animal quanto vegetal e a produção destes alimentos tem sido pensada nos últimos anos visando diminuir o impacto ao meio ambiente, principalmente produtos de origem vegetal que, como o próprio título do trabalho afirma, tem como principal foco a sustentabilidade para um público mais alinhado com este aspecto.

Entretanto, a agropecuária, que é responsável pela produção de proteína animal por meio do abate que é uma das principais fontes de consumo da população em geral, causa diversos impactos ambientais como, por exemplo, a emissão de gases do efeito estufa (ZOTTI & PAULINO, 2009), o consumo de água e o desmatamento para criação do gado (OLIVEIRA & MENDONÇA, 2022). Assim, procurando diminuir o impacto ambiental causado nesta cadeia de produção, buscam-se alternativas e estudos no processo de criação do gado que podem ser efetivos. No entanto, as opções ainda não resolveriam o problema em si. Na tentativa de um processo mais sustentável surge a ideia de produzir carne através de um processo de biopsia, multiplicação celular e estruturação do produto: a carne limpa ou carne *in vitro*, que pode se dar tanto em filés como em outros formatos (Id., 2023).

Nesse sentido, o presente artigo justifica-se nesse contexto da busca por um processo de produção mais sustentável e limpo de proteína para consumo em geral trazendo como problemática o questionamento dos reais benefícios ao meio ambiente desta produção e quais seus impactos reais e comparativos à produção tradicional e têm-se como objetivo avaliar a viabilidade da produção de carne cultivada do ponto de vista sustentável através da pesquisa bibliográfica e análise da literatura.

2 Contexto histórico da produção alimentar

Os seres humanos possuem uma série de necessidades que se sobrepõe umas às outras, esquematizadas em forma de pirâmide, batizada como Pirâmide de Maslow (MASLOW, 1954), divididas em cinco camadas, representando-as das mais básicas e essenciais necessidades até as mais complexas. Na base da pirâmide encontram-se as chamadas necessidades fisiológicas do ser humano, isto é, as prioridades básicas de sobrevivência do organismo, dentro as quais se pode destacar a necessidade alimentar.

A história da alimentação ocorreu em paralelo à da humanidade, tendo início na chamada Pré-História, com os homens sendo nômades devido à disponibilidade de alimentos, no caso proteína animal, e evoluindo para agriculturas a partir do desenvolvimento do cultivo de diversas culturas. Porém, isto não mudou totalmente a alimentação do homem para uma base vegetariana, pois nas regiões menos propensas à agricultura passou-se a ser realizada a criação de animais como forma de obtenção de alimentos (KOPRUSZYNSKI & MARIN, 2016).

Durante a Idade Média, período ocorrido entre os séculos V e XV, existia uma tríade alimentar baseada no pão, óleo e vinho, devido à absoluta influência cristã sob os costumes da época. Nessa mesma época ocorreu um choque cismático entre os povos de culturas romana e bárbara, sendo que está última tinha costumes alimentares opostos. Respectivamente, os primeiros se diziam povos ligados aos produtos cultivados, tais como cereais, leguminosas e frutos, e os segundos, em contrapartida, eram vistos como devoradores de carne que não davam quaisquer valores aos produtos de origem vegetal, porém ainda é válido ressaltar que, além da carne provinda da caça, estes também cultivavam legumes, cereais e cevada que era utilizada para produzir cerveja (BASSO *et al.*, 2017).

Este modelo perdurou até o momento em que eclodiu a Primeira Revolução Industrial e o êxodo rural, momento em que os homens e mulheres com suas famílias começaram a deixar os campos e se concentraram nas zonas urbanas com o intuito de trabalharem nas indústrias ali localizadas. Vale ressaltar que naquele período os núcleos familiares eram compostos por vários integrantes, uma vez que as pessoas tinham vários filhos para auxiliarem com o trabalho doméstico e também para trabalharem nas fábricas, uma vez que o trabalho infantil era permitido, realizando serviços que os adultos muitas vezes não conseguiam por sua estatura.

Esta situação se difundiu pelo mundo com a globalização, definida por Schole (2005) como um dos conceitos chave da civilização contemporânea, se relacionando entre si, pois houve uma reconfiguração da geografia social e de uma conexão universal entre pessoas, ou seja, a globalização é o processo de integração econômica, social e cultural em escala mundial que se destaca pelo aumento significativo nos fluxos de capitais, bens, indivíduos e informações, impulsionado pelo avanço tecnológico nas áreas de comunicação e transporte. Deste modo, houve uma drástica alteração no modelo estrutural alimentar praticado até então, começando a ingerir mais alimentos ricos em gorduras e açúcares, todavia, pobres em fibras e carboidratos complexos, tais como os congelados de preparo rápido comercializados atualmente.

Desta forma, entende-se que os hábitos de consumo, principalmente aqueles relacionados à ingestão de proteínas, afetam a sociedade de diversos modos, independentemente de classe social ou localização geográfica e sua tendência é sempre aumentar conforme o crescimento da população mundial.

3 Produção de carne em nível global

À medida que há um crescimento populacional a demanda por alimento tende a crescer naturalmente. Estima-se que a produção de carne saiu do patamar de 228 milhões de toneladas em 2000 para uma de 465 milhões de toneladas até 2050 (OLIVEIRA & MENDONÇA, 2022), assim há buscar meios mais eficientes e com menos impactos ambientais. Tratando da produção de carne da maneira tradicional – através do abate – estes impactos são diversos, além das limitações físicas para a produção.

O Brasil, em relação à produção doméstica, possui um dos maiores rebanhos do mundo com 224,6 milhões de cabeças, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023) e no primeiro trimestre de 2023 foram abatidas 7,3 milhões de cabeças, como demonstrado no Quadro 1.

Quadro 1. Quantidade de animais abatidos por tipo de rebanho.

Quantidade de animais abatidos, por tipo de rebanho - Primeiros Resultados (mil cabeças), 1º Tri. 2023				
Tipo	Janeiro	Fevereiro	Março	Total do trimestre
Bovinos	2.504.846	2.335.579	2.474.168	7.314.593
Frangos	530.767.597	499.410.184	570.011.644	1.600.189.425
Suínos	4.714.954	4.377.459	5.051.392	14.143.805

Fonte: IBGE (2023).

Em um contexto global, são muitos os recursos empregados na produção de carne bovina, sendo que cerca de 30% da superfície terrestre é destinada à criação de bovinos (OLIVEIRA & MENDONÇA, 2022) e, de acordo com o World Watch Institute (2015), a média mundial para a produção de 1 kg. de carne bovina é de aproximadamente 15 mil litros de água.

Além do consumo de água, outro parâmetro de sustentabilidade é a emissão de gases do efeito estufa, uma das formas de quantificação deste impacto é a pegada de carbono que é calculada a partir da emissão de dióxido de carbono (CO₂) em uma atividade humana (TCU, 2016).

A atividade agropecuária no Brasil é a principal fonte de emissão destes gases (FERNANDES JÚNIOR, 2019). Calcula-se que em média a emissão de metano por bovinos tanto para corte quanto para produção de leite é de 57 kgs. por cabeça (ZOTTI & PAULINO, 2009).

Esses impactos são significativos e contribuem para mudanças climáticas e outros problemas ambientais, tais como o desmatamento de áreas de florestas originais, degradação do solo e dos recursos naturais da área de pasto, somados ao uso de fertilizantes e produtos químicos para o cultivo de grãos e rações que possuem o intuito de engordam o gado o mais rápido possível para o seu abate.

4 Carne cultivada

Em contrapartida à produção e abate de gado bovino atual, a carne cultivada em laboratório emerge como uma importante inovação tecnológica alimentar para abordar questões de segurança alimentar e atuar como uma aliada eficaz na promoção da sustentabilidade. Isso, por sua vez, tem um impacto direto na evolução dos padrões alimentares da sociedade.

A produção desse novo tipo de carne cultivada *in vitro* apresenta-se como alternativa à alimentação tradicional oriunda do abate dos rebanhos e à produção em escala industrial, bem como, engloba aspectos relacionados às medidas de sustentabilidade e inovações. Apesar de atualmente existirem situações distintas de alguns anos atrás, como o aumento da participação feminina no mercado de trabalho, que leva à diminuição do tamanho das famílias, e o aumento da urbanização, o poder de produção de alimentos devido às inovações tecnológicas aumenta a cada dia e é cada vez mais utilizado.

Essa nova tecnologia advém do ramo de inovação da engenharia alimentar, mais especificamente da agricultura celular, e possui como base no processo de cultivo ou de sua cultura, as células precursoras ou tronco, que são retiradas do tecido animal sem necessidade de seu abate (POST, 2017). Realizada a coleta em laboratório, as células recebem o tratamento para crescimento por meio de nutrientes e hormônios até atingir níveis de comercialização (BHAT, KUMAR & FAYAZ, 2015).

Desta forma, a produção de carne cultivada destaca-se em relação ao método tradicional, uma vez que preserva recursos naturais indispensáveis à subsistência da sociedade a partir da redução do uso de água e terra utilizados para o pasto necessários para os grandes rebanhos, além de otimizar os recursos naturais e finitos em diversos aspectos, tal como a preservação de florestas (POST, 2012).

A produção de carne cultivada em laboratório reduz significativamente a emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE), como também colabora para a redução do consumo das fontes de energia, fator este indispensável para a sociedade moderna (BONNY *et al.*, 2017).

Nesse sentido, além de considerar os aspectos relacionados à sustentabilidade, a carne cultivada corrobora com as questões concernentes a mitigação alguns dos problemas de saúde, uma vez que poderá reduzir as contaminações por zoonoses. No entanto, ainda que seja algo notoriamente vantajoso para os aspectos de sustentabilidade e de fitossanitários, a produção de carne cultivada levanta questionamentos, sejam para os investidores interessados como para o público vegano e para o consumidor de modo geral, de como será a sua aceitação e o consumo pelo mercado (Id., 2017).

Já existem evidências da correlação entre o consumo de carnes e a renda média da população. Em países desenvolvidos o consumo se encontra nivelado ou com tendência de queda em alguns deles nos últimos anos e há evidências de busca por fontes alternativas de proteínas, já nos países em desenvolvimento com renda média o consumo de proteínas tem aumentado radicalmente (SCHEFFER, SYDNEY & RODRIGUES, 2021).

Ademais, destaca-se que a produção de carne cultivada em laboratório representa uma perspectiva de crescimento e potencial econômico ao propor por meio do uso de tecnologias o fortalecimento do sistema alimentar global (DRIESSEN & KORTHALS, 2012).

Desta maneira, há diversas oportunidades que estão diretamente relacionadas à produção de carne cultivada e o potencial consumo deste novo produto que traz ganhos positivos no quesito ambiental.

Aspectos ambientais e sustentáveis

O consumo de alimentos, conforme cresce a população mundial, e, principalmente, o consumo e produção de carne aumenta de forma diretamente proporcional. Com essa expansão desenfreada surgem alguns obstáculos para todos os envolvidos. Com o crescimento populacional a humanidade enfrentará dois grandes desafios, o primeiro é produzir alimentos suficientes para atender a demanda global e o segundo é reduzir cada vez mais os impactos causados ao meio ambiente (OLIVEIRA & MENDONÇA, 2022).

Adicionalmente, cabe citar ainda um terceiro desafio: como distribuir de forma mais igualitária a produção de alimentos? A última pesquisa realizada pela Food and Agriculture Organization (FAO) em parceria com a Organização das Nações Unidas (ONU) e mais outras cinco

entidades especializadas e pertencentes à própria ONU em 2023 mostra que a desnutrição afetou 10,1 milhões de pessoas entre os anos de 2020 e 2022, representando 4,7% da população brasileira. Vale ressaltar que este relatório foi realizado no período da pandemia da COVID-19, um momento caótico e atípico da humanidade e em nosso país.

Ainda mais, de acordo com a pesquisa se mostrou que 11,3% da população mundial, ou seja, cerca de 600 milhões de pessoas estavam cronicamente desnutridas em 2020, aumento de 119 milhões em comparação ao ano de 2019. Além do mais, 900 milhões de pessoas tinham insegurança alimentar grave durante o período pandêmico, sendo a região que mais enfrentou a fome a África com 23,4% de sua população (326 milhões), seguidos por América Latina e Caribe com 13% (85,4 milhões), Ásia com 9,9% (464,2 milhões), Oceania 3,5% (1,6 milhões) e América do Norte e Europa com 1,4% de sua população (15,6 milhões) (FAO, 2023).

Sendo assim, nesse contexto mundial a carne cultivada é inserida como uma oportunidade para amenizar potencialmente a falta de alimentos e, ao mesmo tempo, diminuir os impactos no meio ambiente sem a necessidade do abate de um ser vivo. A produção de carne cultivada, também corrobora o aspecto social, ao apresentar-se como alternativa sustentável para a erradicação da fome, alinhada a métodos de consumo e produção, e conseqüente, aumento da produtividade por meio do uso de tecnologias.

A produção e o consumo de carne cultivada, apesar de importante aliada à alimentação global, suscita questionamentos quanto aos riscos ligados à segurança alimentar, ao meio ambiente e sobre sua aceitação no mercado consumidor (MAJIMA, 2014).

Entre as principais vantagens para o público da carne cultivada há a sustentabilidade e os benefícios à saúde humana. Os mais relevantes impactos positivos são, por exemplo, de 7% a 45% menor uso de energia, entre 78% e 96% menos emissão de GGE, 99% menor uso de terra e entre 82% e 96% menos uso de água. Obviamente, ainda devem ser realizadas múltiplas pesquisas sobre o assunto, principalmente por se tratar de uma tecnologia de vanguarda para o fim de verificar os reais impactos a longo prazo dessa produção (OLIVEIRA & MENDONÇA, 2022).

Há uma imposição crescente de ação rápida referente a este assunto, contudo, também é notório o aumento de responsabilidades em respeito à conservação da natureza. Desta forma, a carne cultivada *in vitro* apresenta diversas vantagens que atendem esses quesitos atuais, sendo elas a diminuição de gases do efeito estufa, assim como a redução de terras e água para plantio de pasto e locais de ocupação para a produção de gado, redução de uso de energia para produção de carnes, diminuição do uso de antibióticos e pesticidas e possibilidade de controlar os níveis de gordura e hormônios da carne cultivada e maior interesse por parte dos consumidores de fatores éticos a respeito da qualidade e do bem-estar do animal.

Processos de fabricação

O processo de produção da carne cultivada envolve alguns procedimentos. De forma simplificada, as células-tronco do animal são coletadas e colocadas em meio a uma cultura controlada e adequada para crescimento, em seguida as células-tronco são diferenciadas entre fibras, esqueléticas ou musculares e, por fim, ocorre a montagem do produto (BAILONE *et al.*, 2019).

Nesse sentido, as etapas para a produção da carne *in vitro* podem ser divididas em dois grupos: a fase de proliferação e a fase de diferenciação celular e destaca-se a importância do controle do

ambiente celular na fase de proliferação, além de que este ambiente ser mais próximo do *in vivo* mostra-se eficiente para a proliferação (SANTOS, 2019).

Devem ser utilizadas células satélites que têm sido estudadas pela sua eficiência na regeneração muscular, obtidas através de uma biópsia. Após isso, as células devem ser introduzidas no meio de cultura, com seus nutrientes e as condições de temperatura e oxigênio controlados (KADIM *et al.*, 2015).

No processo o biorreator é parte crucial do processo de cultura e são necessários alguns parâmetros e configurações como, por exemplo, o lote de produção utilizado e o método de adição e remoção das células, além de ser necessário acompanhar integralmente a qualidade do processo de produção do ponto de vista do estado da célula (ALLAN, DE BANK & ELLIS, 2021).

Entretanto, ainda há desafios para a produção, tais como a falta de regulamentação governamental e a dificuldade de aumentar a escala, segundo o Centro de Inteligência da Carne (CICARNE, 2021). Além disso, para padronização do processo de cultura, utiliza-se a Good Cell Culture Practice (GCCP) por não haver ainda uma norma ISO – International Organization for Standardization para a produção de carne *in vitro* (Id., 2021).

Biorreatores

Dada a importância do biorreator no processo de produção da carne cultivada, como dito anteriormente, é necessário compreender sua funcionalidade e aplicação.

Um biorreator pode ser compreendido como um receptor idealizado especificamente para possuir condições para suportar o crescimento de microrganismo ou células, sejam animais ou vegetais, em um meio de cultura, provendo condições ideais de aeração, agito, nutrição, pH e temperatura (SHULER & KARGI, 2002). Este mesmo equipamento é utilizado para o cultivo de células, tecidos ou até mesmo órgãos em meio de cultura líquida com o monitoramento e controle das condições de cultivo, além de haver uma menor manipulação destas culturas.

O equipamento ainda se apresenta como responsável pela produção de diversos produtos ligados a diversos campos da vida humana, incluindo alimentação, abastecimento veicular, medicina e agropecuária. Dentre os produtos provenientes constam-se o etanol, vacinas, insulina, mudas de plantas e vinagre.

A maior parte dos biorreatores é utilizada em processos de fermentação, embora a produção de proteína cultivada também se dá por meio deles após o primeiro cultivo em meio nutritivo laboratorial (KLASENER, 2018).

O maquinário ainda apresenta diferentes estágios de acordo com sua capacidade, sendo estes o estágio de bancada podendo conter de 200 ml até 10 litros, o estágio piloto que pode conter de 50 a 500 litros e o estágio industrial que armazena de 5 a 200 metros cúbicos de cultura cultivada.

Cada tipo de processo realizado nos biorreatores se utiliza de um meio de cultura e um agente biológico, portanto o mercado apresenta uma grande variedade de modelos para atender aos diferentes processos como, por exemplo, o reator de membrana plana, o de fibra oca e o de leito fixo.

Os biorreatores ainda podem possuir três fases, sendo mais simples a construção de um reator bifásico a um trifásico. Estas fases são a sólida, representada por biomassa e resíduos sólidos; líquida,

para a solução de nutrientes e meio de cultivo e a gasosa para alimentação de meio. Em geral a maior parte das operações terá um comportamento tangencial ao sistema bifásico, embora não seja possível admitir que não haverá operações que tomem a necessidade de o reator ser alimentado por um meio nutritivo gasoso, como o oxigênio, tornando assim inevitável a existência do sistema trifásico (KAREL, LIBICKI & ROBERTSON, 1985; BARON, WILLAERT & BACKER, 1996).

Saúde alimentar

Algumas das principais preocupações com a produção de carne em larga escala além dos problemas ambientais são os quesitos relacionados à saúde humana. Entretanto, no caso da produção da carne em laboratório a mesma é livre de doenças e até pode diminuir algumas enfermidades e contribuir com a saúde humana.

A segurança alimentar possui quatro pilares fundamentais: fornecimento ideal de alimentos; acesso aos mesmos em quantidades fisiologicamente necessárias; aproveitamento biológico dos nutrientes e consumo ideal dos alimentos de acordo com uma perspectiva religiosa ou cultural (ROJAS & ORTIZ, 2018).

Deste modo, pode-se perceber que a carne cultivada possui uma qualidade diferenciada, uma vez que nela é permitido controlar e garantir sua segurança e autenticidade para gerar produtos sem bactérias maléficas ao ser humano, pois não oferecer nenhuma resistência farmacológica. Com isso, previne-se o risco de contaminação cruzada e, outro ponto interessante, é que a carne feita em laboratório não é afetada pelas epidemias que ocorrem em produções normais, como a doença da Vaca Louca.

Estima-se que a agropecuária hoje é responsável por uso de 80% dos antibióticos, fato que não é necessário à produção de carne cultivada, uma vez que existe a possibilidade de controlar os componentes lipídicos como níveis de gordura e hormônios das células, podendo inclusive evitar ou minimizar problemas relacionados às doenças cardiovasculares, morbidade e diabetes.

Outro ponto importante a ser citado é o bem-estar dos animais que estão inseridos nas fazendas de gado. Muitas das vezes os animais lidam com um estresse diário, o que afeta diretamente na qualidade do produto, além de demonstrar condições de criação, transporte e abate duramente criticadas.

A elaboração de tecidos por meios biotecnológicos permitiria um maior volume de produção em menos tempo. Em países em desenvolvimento onde certas camadas sociais possuem um acesso limitado as fontes de proteínas de origem animal, uma maior disponibilidade de insumos de carne no mercado local poderia traduzir-se na possibilidade de adquirir um produto nutricional básico a um custo menor (Id., p. 139, 2018).

Sendo assim, pode-se perceber que quanto maior a densidade populacional de um país aliada ao baixo poder aquisitivo dos cidadãos e às condições não higiênicas e inseguras de produção de alimentos, maior deve ser a atuação na busca por fontes não convencionais de proteína animal. Assim,

esse pode ser considerado um contraponto interessante se for observado a produção segura e confiável da carne cultivada.

Percepção do público

O mercado de carne cultivada ainda é muito novo. O primeiro hambúrguer de carne cultivada foi feito em 2013 em Londres pelo Professor Mark Post da Universidade de Maastricht. Após isso, diversas *startups* decidiram investir nessa nova tecnologia, sendo as principais a norte-americana Memphis Meats, a israelense Aleph Farms, a chinesa Avant Meats, a holandesa MosaMeat e a parceria da brasileira BRF juntamente com a Aleph Farms.

O mercado alimentício ainda precisa realizar diversos estudos sobre a aceitação deste produto pelo público, da legislação e da potencial mudança dos hábitos de consumo de carne *in vitro*. Por se tratar de um alimento deve apresentar características seguras e saudáveis para o consumo do público. Ainda está pendente a obrigatoriedade de aspectos nutricionais (carboidratos, proteínas, gordura e outros ácidos) em muitas regulamentações e leis em diversos países (LETTI *et al.*, 2021).

A aceitabilidade da carne cultivada está atrelada à exposição de benefícios que o consumidor pode usufruir, sejam pessoais ou sociais. Nesse contexto, os aspectos relacionados à sustentabilidade destacam-se como positivos no aumento da intenção de compra pelo consumidor igualando-a com o da carne convencional (HOCQUETTE *et al.*, 2015).

Nesse sentido, um estudo exploratório demonstra que existe uma diferença entre a disposição de comer ocasionalmente carne cultivada (consumo público) e a disposição de inseri-la na alimentação diária (consumo privado), mesmo com o apelo de sustentabilidade (WILKIS & PHILLIPS, 2017).

Concernente à aceitabilidade do mercado, estudos destinados a captar a intenção do consumidor frente ao novo produto identificaram que cerca de 5% dos consumidores escolheriam a carne produzida em laboratório em detrimento à carne convencional ou mesmo da proteína proveniente de plantas, 72% escolheriam carne de fazenda, 16% optariam por carnes alternativas à base de proteína de ervilha e 7% escolheriam carnes alternativas à base proteína semelhante à animal (VAN LOO, CAPUTO & LUSK, 2020). Esta pesquisa foi realizada nos Estados Unidos da América e os dados foram coletados através de um estudo on line realizado entre compradores de alimentos deste país no período de dezembro de 2018 a janeiro de 2019. O público desse estudo foi o de participantes recrutados por uma agência de pesquisa de mercado conhecida como Qualtrics que considerou amostras para todas as regiões dos EUA, além de gênero e raça e etnia, resultando em 1.830 respostas completas coletadas. Desta forma, observa-se que existe uma resistência do consumidor quanto ao produto, no entanto é importante destacar que os estudos, em sua maior parte, estão em fase experimental e conseqüente evolução. Nesse sentido, os dados apontam que ao demonstrar informações benéficas da carne cultivada a tendência é de aumentar a aceitação pelo consumidor.

Um fator importante sobre a aceitação do produto parte de características sensoriais, tais como textura da carne, sabor e aparência. Estes são fatores primordiais para a decisão de compra do consumidor final.

A maciez da textura, a suculência e a firmeza são resultado de diferentes tipos de células, concentração de gordura e água, bem como da organização das miofibrilas. A coloração vermelho-acastanhada e a opacidade, por outro lado, são resultadas de diferentes estágios de oxidação da mioglobina, sugerindo o tempo de abate e a qualidade do corte, enquanto o perfil de sabor é determinado principalmente pelos estágios de disposição, concentração e degradação de gorduras e ácidos graxos (LETTI *et al.*, p. 8-11, 2021).

Assim, devem ser utilizados vários componentes no biorreator, caracterizando um processo extremamente difícil e, por muitas vezes, demorado.

Um último detalhe é como o produto será classificado, termos como carne livre de animais ou carne limpa aparentam ser mais convidativas e são passíveis de se relacionarem automaticamente ao bem-estar dos animais e causas ambientais. Já termos como carne cultivada ou carne feita em laboratório fazem ligação a processos de produção, não sendo tão bem associados como os primeiros. Cada termo se difere para cada lugar, região ou país que está inserido e, caso o consumidor possua conhecimento sobre o assunto, o nome pode ser associado com alimentos não naturais que possam trazer desgosto, estranheza e distanciamento do público (Id., 2021).

Aspectos religiosos e limites éticos

O cultivo *in vitro* traz à discussão questões relacionadas aos vieses religioso e filosófico que dependem de estudos sobre qual comportamento ser adotado para públicos específicos. Por exemplo, para a comunidade islâmica, que por questões religiosas consome apenas carnes que obtenham o selo de abate Halal ⁴ (HAMDAN *et al.*, 2016) e a comunidade judaica que, por sua vez, só consome carne que possuam o abate Kosher ⁵ (SILVA & DE NARDI JÚNIOR, 2021).

Ao se abordar a carne cultivada em uma perspectiva islâmica se conclui que o consumo apenas será aceito por essas comunidades desde que observado o abate Halal. Nesse sentido, o abate, em primeiro momento, parece incongruente, com a proposta do produto, no entanto, caso seja necessário o abate do doador, ainda existe a possibilidade da extração de todas as células tronco, necessárias para a cultura *in vitro*. De toda forma o número de abates será reduzido, vez que, com uso de tecnologia um único doador pode suprir significativamente a necessidade de grandes rebanhos (Id., 2016).

Desta forma, compreender os aspectos de permissibilidade do consumo de carne cultivada por parte da comunidade islâmica e alinhar o processo de produção às perspectivas previstas na lei islâmica, é medida fundamental para assegurar esse promissor mercado consumidor. Cumpre aos estudiosos da legislação islâmica o estabelecimento dos critérios necessários para a viabilidade mercadológica e aos investidores, desse novo segmento, a aplicação de medidas a fim de tornar a carne cultivada competitiva frente ao método convencional de produção (BONNY *et al.*, 2017).

⁴ Selo Halal deriva da prática da religião islâmica em que, segundo o Sagrado Alcorão, se definem todos os produtos alimentícios liberados para consumo por Alá (autores, 2023).

⁵ Abate Kosher se refere à religião judaica em que os devotos se alimentam apenas se o abate do animal for seguido conforme as escritas do Torá (autores, 2023).

Já para os alimentos Kosher o abate deve seguir as escritas do Torá e precisa ser controlado do começo do processo de produção até o momento em que é embalado (SILVA & DE NARDI JÚNIOR, 2021). Contudo, pela tecnologia da carne cultivada ser tão inovadora, ainda não existem precedentes, e é fundamental que o animal de onde as células são retiradas seja considerado Kosher para que possa ser consumido (LETTI *et al.*, 2021).

Outro ponto interessante é a discussão se a carne cultivada deve ser considerada como um alimento vegetariano ou vegano, uma vez que varia do ponto de vista individual do consumidor.

Se a questão estiver relacionada à crueldade animal, sofrimento e abate, a carne cultivada evita significativamente o sofrimento animal e elimina completamente o abate de animais, uma vez que apenas pequenas amostras de tecido são removidas por meio de biópsia, e o processo pode usar apenas um animal para esse propósito. Dependendo da qualidade da manutenção dos tecidos, as células podem ser cultivadas por várias gerações, evitando em grande medida a necessidade de criação animal a longo prazo e melhorando o bem-estar dos doadores originais. (Id., p. 8-11, 2021).

Apesar de todo esse debate, a grande maioria do público principal da carne cultivada é de consumidores de carnes abatidas.

Outras discussões filosóficas podem aparecer uma vez que a doação de células não resulta em mortes. Alguns exemplos são a produção de carne a partir de animais raros ou exóticos ou até mesmo a partir de seres humanos, caracterizando o canibalismo (Ibid., 2021).

5 Exportação e fitossanitaríssimo

O consumo de carne é importante item de geração de riquezas para nosso país. Em 2021 a produção total de carne bovina atingiu o patamar de 9,71 milhões de toneladas, das quais aproximadamente 25% foram destinadas ao mercado externo. Neste mesmo ano, segundo a Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne (ABIEC), os embarques brasileiros de carne bovina alcançaram a marca de US\$ 9,2 bilhões. Em 2020 o Brasil foi o maior exportador de carne bovina no mundo e o segundo, quando se trata do conjunto de carnes bovinas, de aves e suínas. Esta potencialidade brasileira existe em razão do cumprimento das regras previstas na legislação e nos cuidados fitossanitários (PACHECO, 2022).

São necessárias três habilitações para atuar com produtos de origem animal, alimentícios ou não: o Certificado Zoosanitário Internacional (CZI), emitido pelo Departamento de Saúde Animal; o registro no Serviço de Inspeção Federal (SIF), que competente ao Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) e a habilitação para exportar junto ao Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA), também perante ao MAPA (BRASIL, 2017).

Ainda é necessário se ter uma logística diferenciada para este processo para que o produto chegue ao destino final preservado, sendo necessária a utilização de refrigeração artificial *reefers* ou contêineres refrigerados.

6 Considerações finais

A carne cultivada *in vitro* ainda possui aspectos a serem estudados e observados para que se implemente a sua utilização no mercado de consumo.

Nesse sentido, pode-se observar através do conteúdo apresentado que há pontos positivos advindos da produção para consumo deste produto. Alguns dos exemplos citados e que podem ser um dos mais atrativos comercialmente são a saúde alimentar, uma vez que na produção de carne cultivada se tem maior controle de sua composição e, quando comparada esta produção com aquela originada a partir do abate, há uma diminuição de custos além de ganhos ambientais no processo, pois a produção de gado envolve demasiado tempo e desperdício de diversos recursos naturais em sua execução. Além do mais, o consumo desenfreado de carne vermelha em grandes quantidades pode causar mal à saúde do consumidor, somada ao fato de existir muitos gastos com remédios e antibióticos para controle de epidemias de doenças no gado de abate.

Contudo, o principal fator observado na produção de carne cultivada são os impactos ambientais. É possível observar que sua produção ocasiona um ambiente mais sustentável e com resultados menos negativos à natureza e o meio ambiente, tendo em vista que a criação de gado para abate é uma das maiores causas de emissão de CO₂ na atmosfera do planeta. Além disso, o consumo de água para irrigação dos pastos desses animais muitas vezes é desperdiçado por causa de vazamentos e outras falhas, somada ao demasiado uso de fertilizantes no solo que causa a degradação e dificulta o crescimento de plantas e espécies nativas da região. Ainda há outras questões ambientais como o desmatamento da fauna e flora local para aumentar a ocupação de pasto dos animais de abate, redução de terras autóctones e, em consequência, agravamento da possibilidade de extinção de algumas espécies.

Outro ponto importante a destacar é que, com o avanço da tecnologia e das comunicações, os consumidores estão mais conscientes e interessados sobre as causas e origens daquilo que consomem. Além do mais, há crescente parcela dos consumidores que está se tornando vegana e vegetariana e, uma vez que a carne cultivada apenas se utiliza da cultura da célula extraída do animal, pode ser considerada como alternativa alimentar para esses públicos.

Todavia, vale ressaltar que quando se pensa em uma substituição do meio de produção, essa deve ser parcial e gradativa e, mesmo que nessa situação haja benefícios diretos relacionados à sustentabilidade, ainda é necessário aguardar uma análise mais aprofundada dos reflexos da adoção de uma produção em escala, uma vez que os atuais estudos só possuem base experimental. Além disso, ainda há pouca regulamentação por ser um produto desenvolvido recentemente e que, portanto, ainda causa incertezas para o consumidor.

Em suma, o processo é incipiente, mas já apresenta resultados animadores e, no futuro, o produto pode se consolidar como importante fonte de proteínas para a sociedade, sendo uma atraente oportunidade principalmente em países em desenvolvimento em que a demanda por proteínas aumenta conforme cresce a renda da população.

Referências

ALLAN, S. J., DE BANK, P. A., ELLIS, M. J. **Bioprocess Design Considerations for Cultured Meat Production with a Focus on the Expansion Bioreactor. *Frontiers in Sustainable Food Systems***. United Kingdom, v. 3. 12 jun. 2019. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2019.00044/full>>. Acesso em: 25 abr. 2023.

BAILONE, R. L. et al. Technological innovation in the productive sector of meat: In vitro, the meat of the future. **Risus - Journal On Innovation And Sustainability**. São Paulo: Pontificia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP, v. 10, n. 4, p. 104-113, 2019. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/195258>>. Acesso em 1 mai. 2023.

BARON, G. V.; WILLAERT, R. G., BACKER, L. **Immobilised cell reactors. Immobilised Living cell systems: Modelling and experimental Methods**. John Wiley & Sons Ltda., p. 67-95, 1996.

BASSO, E. R. B. *et al.* **A história e cultura da alimentação: um convite ao banquete medieval**, 2017. XXV Seminário de Iniciação Científica, Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ. Disponível em: <https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaconhecimento/article/view/7959/6695&ved=2ahUKEwjM1e_S9pD_AhXTHLkGHdiHC2IQFnoECCQQAQ&usg=AOvVaw1r5XMmus_H4omKl7T-nQz0>. Acesso em: 25 mai. 2023.

BHAT, Z. F., KUMAR, S., FAYAZ, H. In vitro meat production: Challenges and benefits over conventional meat production. **Journal of Integrative Agriculture**, 14(1), 241–248. 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S209531191460887X>>. Acesso em: 20 mai. 2023.

BONNY, S. P. F., GARDNER, G., PETHICK, D., HOCQUETTE, J. F. Artificial meat and the future of the meat industry. **Animal Production Science**, v. 57, p. 2216-2223, 2017. Disponível em: <<https://researchportal.murdoch.edu.au/esploro/outputs/journalArticle/Artificial-meat-and-the-future-of/991005541663507891>>. Acesso em: 25 mai. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Guia alimentar para a população brasileira**. 2014. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf>. Acesso em: 15 out. 2023.

_____. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Saúde Animal e Sanidade Vegetal: Exportação. Ministério da Agricultura e Pecuária**, 03 jan. 2017. Atualizado em 10 ago. 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/exportacao>>. Acesso em: 15 out. 2023.

CICARNE. Mato Grosso do Sul: **Carne de laboratório: será o fim da pecuária como a conhecemos**, 2021. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/228317/1/Boletim-CiCarne-38-2021.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2023.

DRIESSEN, C., KORTHALS, M. Pig towers and in vitro meat: Disclosing moral worlds by design. **Social Studies of Science**. 2012. Disponível em: <<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0306312712457110>>. Acesso em: 15 mai. 2023.

FAO. 2023. **The State of Food Security and Nutrition in the World 2023. Urbanization, agrifood systems transformation and healthy diets across the rural-urban continuum.** Roma, FAO, IFAD, UNICEF WFP e WHO, 12 jul. 2023. Disponível em: <<https://www.fao.org/3/cc3017en/cc3017en.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2023.

FERNANDES JÚNIOR, E. **Pegada de carbono e uso da terra da produção de bovinos em sistemas produtivos extensivo, intensivo e orgânico.** 2019. Dissertação (Mestrado em Administração) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2019.

HAMDAN, M. N. *et al.* Cultured meat in islamic perspective: na analysis to the use of escs as source os stem cell. **Global Journal Al-Thaqafah**, v. 6, n. 2, p. 129-141, 2016. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28456853/>>. Acesso em: 10 de mai. 2023.

HOCQUETTE, A. *et al.* Educated consumers don't believe artificial meat is the solution to the problems with the meat industry. 2015. **Journal of integrative agriculture**, v. 14, n. 2, p. 273–284, 2015. Escola de Negócios da França – FBS, França. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095311914608868>>. Acesso em: 20 de mai. 2023.

IBGE. **Pecuária nacional: Rebanho bovino bate recorde em 2021 e chega a 224,6 milhões de cabeças,** 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/noticias/agricultura-e-pecuaria/2022/09/rebanho-bovino-bate-recorde-em-2021-e-chega-a-224-6-milhoes-de-cabecas#:~:text=Pecuária%20Nacional-,Rebanho%20bovino%20bate%20recorde%20em%202021%20e,224%2C6%20milhões%20de%20cabeças&text=O%20Brasil%20conta%20com%20um,Geografia%20e%20Estatística%20>>. Acesso em: 23 mai. 2023.

_____. **Pesquisa Trimestral do Abate de Animais,** 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9203-pesquisas-trimestrais-do-abate-de-animais.html>. Acesso em: 23 mai. 2023.

KADIM, I. T. *et al.* Cultured meat from muscle stem cells: A review of challenges and prospects. **Journal of Integrative Agriculture**, 2015. Disponível em: <<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2095311914608819?token=0FCC40A211CAE8288EE56121DB73BAD55CFC20600CE04C72E241FB1036403FF2DD431E550441E89BCC4BC5255B68E165&originRegion=us-east-1&originCreation=20230501235925>>. Acesso em: 23 mai. 2023.

KAREL, S. F., LIBICKI, S. B., ROBERTSON, C. R. Review: The immobilization of whole cells: Engineering principles. **Chemical Engineering Science**, v. 40, p. 1321- 54, 1985. Disponível em: <<https://www.semanticscholar.org/paper/The-immobilization-of-whole-cells%3A-Engineering-Karel-Libicki/3c28398d6a55efca4cb4b4a6c390c38748841a4b>>. Acesso em: 23 mai. 2023.

KLASENER, I. C. **Biorreatores: você sabe como eles funcionam?** Profissaobiotec.com.br, 10 mai. 2018. Disponível em: <<https://profissaobiotec.com.br/biorreatores-como-eles-funcionam/>>. Acesso em: 20 mai. 2023.

KOPRUSZYNSKI, C. P., MARIN, F. A. **Alimentação Humana, Passado, Presente e Futuro.** Faculdade de Ciências Farmacêuticas, 2016. Disponível em:<<https://docplayer.com.br/19616658-Alimentacao-humana-passado-presente-e-futuro.html>>. Acesso em: 24 mai. 2023

LETTI, L. A. J. *et al.* Cultivated Meat: recente technological developments current market and future challenges. **Biotechnology: Research & Innovation**. V. 5, n. 1, 10 jan. 2021. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2021. Disponível em: <<http://www.biori.periodikos.com.br/article/10.4322/biori.202101/pdf/biori-5-1-e2021001.pdf>>. Acesso em: 16 abr. 2023.

MAJIMA, S. A brief thought on the future of global ethics: military robots and new food technologies. **Journal of Global Ethics**, v. 10, n. 1, p. 53-55, 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/271756968_A_brief_thought_on_the_future_of_global_ethics_Military_robots_and_new_food_technologies>. Acesso em: 20 mai. 2023.

MASLOW, A. H. **Motivation and Personality**. 1954 Disponível em: <<https://www.eyco.org/nuovo/wp-content/uploads/2016/09/Motivation-and-Personality-A.H.Maslow.pdf>>. Acesso em: 25 mai. 2023

OLIVEIRA, C. A. D., MENDONÇA, L. P. **A carne cultivada e seu impacto no meio ambiente: uma revisão integrativa, Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente**, Rio de Janeiro, 2022, v. 3, n. 1. Faculdade Nova Esperança de Mossoró - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://revistascientificas.ifrj.edu.br/index.php/alimentos/article/view/2222>>. Acesso em: 14 mai. 2023.

_____. Carne cultivada: uma alternativa sustentável. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 12, n. 24, p. 42–56, 2023. Disponível em: <<https://revistasuninter.com/revistameioambiente/index.php/meioAmbiente/article/view/1084>>. Acesso em: 15 out. 2023.

PACHECO, R. **Produção de carne bovina brasileira é sustentável e bate recordes de exportação**. Agência FPA, 22 de setembro de 2022. Disponível em: <[https://agencia.fpagropecuaria.org.br/2022/09/22/producao-de-carne-bovina-brasileira-e-sustentavel-e-bate-recordes-de-exportacao/#:~:text=O%20volume%20de%20carne%20produzida,em%20praticamente%20todo%](https://agencia.fpagropecuaria.org.br/2022/09/22/producao-de-carne-bovina-brasileira-e-sustentavel-e-bate-recordes-de-exportacao/#:~:text=O%20volume%20de%20carne%20produzida,em%20praticamente%20todo%20)>

POST, M. J. **Cultured meat from stem cells: Challenges and prospects**. Meat Science, 2012.

_____. Proteins in cultured beef. In: YEDA, R. Y. (Ed.) **Proteins in food processing**. London: Woodhead Publishing, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/322184062_Proteins_in_cultured_beef>. Acesso em: 20 mai. 2023.

ROJAS, A. C., ORTIZ, P. Ventajas y desventajas del cultivo de carne *in vitro*: perspectivas desde la seguridad alimentaria. **Revista de Medicina Veterinária**, Nº 36, 2018. Disponível em: <<http://www.scielo.org.co/pdf/rmv/n36/0122-9354-rmv-36-00135.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2023.

SANTOS, E. J. C. Carne artificial: uma nova perspectiva baseada no cultivo de células-tronco e engenharia tecidual. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, SP, v. 26, p. e019026, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/8650849>>. Acesso em: 23 mai. 2023.

SCHEFFER, M., SYDNEY, A., RODRIGUES, S. 2021. Tendências e Desafios na Produção de “Carne Limpa”: Uma revisão utilizando a Methodi Ordinatio. **Revista Mundi Engenharia**,

Tecnologia e Gestão (ISSN: 2525-4782). 6. 10.21575/25254782rmetg2021vol6n21473. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/355054960_TENDENCIAS_E_DESAFIOS_NA_PRODUCAO_DE_CARNE_LIMPA_UMA_REVISAO_UTILIZANDO_A_METHODODI_ORDINATIO>.

Acesso em: 13 out. 2023.

SHULER, M., KARGI, F. **Bioprocessing Engineering, basic concepts**. United States: Patti Guerrieri, 2002. Disponível em:

<[https://www.eng.uc.edu/~beaucag/Classes/ChEThermoBeaucage/Books/Michael%20L.%20Shuler,%20Fikret%20Kargi%20-%20Bioprocess%20Engineering_%20Basic%20Concepts-Prentice%20Hall%20\(2001\).pdf](https://www.eng.uc.edu/~beaucag/Classes/ChEThermoBeaucage/Books/Michael%20L.%20Shuler,%20Fikret%20Kargi%20-%20Bioprocess%20Engineering_%20Basic%20Concepts-Prentice%20Hall%20(2001).pdf)>.

Acesso em: 20 mai. 2023.

SILVA, C. R., DE NARDI JÚNIOR, G. **Abates religiosos halal e kosher: importância econômica no mercado da carne brasileira**. 10ª Jornada Científica e Tecnológica da Fatec Botucatu, 2021, São Paulo, Brasil. Acesso em:

<<http://www.jornacitec.fatecbt.edu.br/index.php/XJTC/XJTC/paper/viewFile/2521/293>>.

Acesso em: 28 mai. 2023.

TCU. **O que afinal significa “pegada de carbono?”**, 2016. Disponível em:

<<https://portal.tcu.gov.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8A8182A1576F5DD10157826B8B551D33>>.

Acesso em: 25 mai. 2023.

VAN LOO, E. J., CAPUTO, V., LUSK, J. L. Consumer preferences for farm-raised meat, lab-grown meat, and plant-based meat alternatives: Does information or brand matter? **Food Policy**, v. 95, n. 101931, p. 101931, 2020. Wageningen University, Holand. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306919220301354>>.

Acesso em: 20 mai. 2023.

WILKS, M., PHILLIPS, C. J. C. **Attitudes to in vitro meat: A survey of potential consumers in the United States**. 2017. Universidade de Queensland, Brisbane, Australia. Disponível em:

<<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28207878/>>.

Acesso em: 10 mai. 2023.

WORLD WATCH INSTITUTE. **State of the World 2015: Confronting Hidden Threats to Sustainability**. Washington: Island Press, 2015.

ZOTTI, C. A., PAULINO, V. T. **Metano na produção animal: emissão e minimização de seu impacto**. 2009. Pós-graduação em Produção Animal Sustentável – Instituto de Zootecnia, APTA, São Paulo. 2009. Disponível em:

<<http://www.iz.sp.gov.br/artigo.php?id=119>>.

Acesso em: 15 mar. 2023.