

Agentes e empreendedores da produção de carne cultivada em laboratório: possíveis narrativas para a construção de uma coalizão de defesa

Agents and entrepreneurs in the production of lab-grown meat: possible narratives for building a defense coalition

Yuri Lopes Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. Crateús, Ceará (CE), Brasil

Ana Lúcia Oliveira da Silva

Universidade Federal do Ceará. Porto Alegre, Rio Grande do Sul (RS), Brasil

GT 10 - Abastecimento, segurança alimentar e nutricional e dinâmicas de consumo

Resumo: As carnes sintéticas são inovações biotecnológicas que surgem como alternativas para mitigar os impactos dos sistemas de produção animal convencionais. Todavia, há resistências por parte da sociedade no tocante ao consumo, bem como dos poderes constituídos quanto à regulamentação. Assim, o presente estudo tem o objetivo de discutir elementos para a construção de narrativas que ajudem a criar uma coalizão de defesa da carne cultivada em laboratório, considerando-a como uma alternativa para os sistemas alimentares atuais e contrapondo quatro crenças contrárias. Para isso, foram realizadas visitas aos sites de empreendimentos que investem nessa tecnologia, visando analisar as narrativas utilizadas para mostrar as vantagens da carne cultivada no que se refere ao bem-estar animal e à redução dos impactos ambientais. Discutiu-se, também, a necessidade de adaptações curriculares de cursos relacionados e dos sistemas pecuários.

Palavras-chave: Proteína animal, inovação, biotecnologia.

Abstract: Synthetic meats are biotechnological innovations that emerge as alternatives to mitigate the impacts of conventional animal production systems. However, there is resistance from society regarding consumption, as well as from established powers regarding regulation. Thus, this study aims to discuss elements for constructing narratives that help create a coalition in defense of lab-grown meat, considering it as an alternative to current food systems and countering four opposing beliefs. To this end, visits were made to the websites of ventures investing in this technology, aiming to analyze the narratives used to show the advantages of cultured meat in terms of animal welfare and reduction of environmental impacts. The need for curricular adaptations in related courses and livestock systems was also discussed.

Keywords: Animal protein, innovation, biotechnology.

1. Introdução

Há muitas maneiras de influenciar pessoas e os poderes constituídos, utilizando argumentos que defendam propostas para mitigar as necessidades de uma população, ou mesmo para atender aos anseios de um grupo específico. Nesse sentido, Jones *et al.* (2014) discutem que a concretização de uma política pública pode ser facilitada mediante a formação de grupos de interesse que, de alguma forma, buscam modificar a opinião pública para promover impactos nas decisões políticas.

Trata-se, então, de alianças que reúnem atores e entidades com ideais alinhados para o alcance de objetivos comuns. Assim, tem-se um conjunto de indivíduos e organizações que compartilham dos mesmos sistemas de crenças, com visões de mundo não necessariamente

iguais, mas semelhantes, como bem retratam Weible e Ingold (2018). Em síntese, atuam contrariamente às narrativas opostas, tentando superá-las para tornarem-se superiores em número de pessoas e em força política.

Desse modo, tem-se atores munidos de recursos e de uma agência capaz de articular, mobilizar e até mesmo persuadir outros atores com ideologias próximas, visando unir forças e compartilhar conhecimentos para consubstanciar narrativas que potencializem a materialidade dos seus interesses (Schmidt, 2008).

Nessa perspectiva, estão os defensores da carne cultivada em laboratório, os quais visam implementar sistemas de produção alternativos compatíveis com a realidade dos sistemas alimentares atuais. Segundo Helliwell e Burton (2021), busca-se, com isso, o uso mais eficiente das biotecnologias para obter resultados compensadores e contínuos, com o objetivo de suprir a demanda crescente por proteína.

Os referidos autores mostram que alguns fatores favorecem as discussões acerca do assunto, como a sustentabilidade dos sistemas de produção, a confiabilidade dos produtos, a viabilidade econômica, os valores nutricionais, dentre outros. Desse modo, trata-se de um debate que requer um conhecimento interdisciplinar para o reconhecimento do potencial dinamizador dessa inovação, considerando a heterogeneidade dos consumidores com culturas e ideologias distintas.

Contudo, é salutar a promoção de estudos sobre o tema em questão, visando conhecer as potencialidades e os desafios no que se refere à produção em larga escala. Ademais, é preciso compreender os impactos dessa nova realidade dentro dos sistemas alimentares, considerando as diversas abordagens e narrativas contrárias.

É dessa maneira que se torna possível a formação de uma coalizão de defesa para vociferar os pontos de vista a respeito de como a carne cultivada em laboratório pode ser uma alternativa viável para garantir segurança alimentar para uma humanidade em crescente vulnerabilidade social e ambiental. Todavia, Wilder e Howlett (2015), bem como Schmidt (2017) chamam atenção para o fato de que não se pode pensar que a simples consonância de pensamento é suficiente para consolidar uma coalizão para um assunto tão delicado, pois, para além disso, é necessário o engajamento político com certa estabilidade ao longo do tempo, tendo em vista que mudanças não ocorrem de forma repentina.

Por isso, a coesão do sistema de crenças dos defensores fortalece os axiomas normativos e ontológicos que fundamentam a inovação, considerando que as coalizões surgem de forças que independem do controle de um único indivíduo, como retratam Weible e Ingold (2018).

Assim, criam-se narrativas que incluem o papel que o Estado deve assumir na formulação de políticas capazes de instrumentalizar estratégias úteis para garantir o direito à alimentação.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é discutir elementos para a construção de narrativas que ajudem a criar uma coalizão de defesa da carne cultivada em laboratório, considerando-a como uma alternativa para os sistemas alimentares atuais e contrapondo quatro crenças contrárias.

2. Revisão da Literatura

2.1. Do que se trata a carne cultivada em laboratório e quem são seus agentes e empreendedores?

Embora não seja o propósito deste trabalho aprofundar os aspectos técnicos da produção de carnes artificiais, é necessário compreender como elas são sintetizadas. Ye *et al.* (2022) explicam que elas são cultivadas à base de células-tronco, mais especificamente através do crescimento celular *in vitro* de espécies de animais domésticos, silvestres e exóticos, incluindo as espécies aquáticas. Kamalapuram *et al.* (2021) complementam que a produção envolve o isolamento de células nativas, que irão formar o tecido cárneo em meios de cultura com nutrientes essenciais para o desenvolvimento de linhas celulares específicas, o que permite a elaboração de diferentes produtos.

Longe de ser algo simples, essa inovação envolve um aparato de biotecnologias e serviços, além de muita pesquisa. A questão é que, para produzir em larga escala, faz-se necessária a formação de um banco de células, bem como a aquisição de equipamentos, instalações, insumos laboratoriais e mão de obra especializada, como explicam Reis *et al.* (2020). Desse modo, as empresas devem ter visão estratégica de longo prazo, para poder viabilizar um mercado global de substitutos das carnes convencionais, estabelecendo novas relações entre consumidores, produtores e prestadores de serviços (Wilkinson, 2019).

Não é de hoje que se fala em carnes sintetizadas. Balasubramanian *et al.* (2021) mostram que desde 1932 essa proposta é discutida, sendo que no século XXI houve maior aperfeiçoamento das técnicas mediante altos investimentos em pesquisas. A partir de então, outras empresas e *startups* ao redor do mundo conseguiram ter êxito na elaboração de uma diversidade de alimentos cárneos.

Nesse sentido, a Europa concentra 40% do total de empreendimentos ligados à atividade, enquanto a América do Norte, 34%. Os países desses territórios estão mais focados na produção e no cultivo, com forte tendência para dominar o mercado mundial. Entretanto, a

Ásia concentra 15% dos empreendimentos, enquanto os outros 11% se distribuem entre América do Sul, Austrália e África (Ye *et al.*, 2022).

Nota-se que o mercado vai além das organizações que materializam o produto para consumo, tendo em vista a necessidade de entidades especializadas no fornecimento de soluções personalizadas de meios de cultura, linhagens de células-tronco mais estáveis, tecnologia 3D, materiais e estruturas laboratoriais, dentre outros elementos. Portanto, predominam os modelos de negócio *Business to Business* (B2B), ou seja, empresas que estabelecem parcerias comerciais com outras empresas, como explicam os estudos realizados por Reis *et al.* (2020).

Neste sentido, o Quadro 1 traz um resumo dos principais agentes e empreendedores da carne sintética, passíveis da formação de uma coalizão de defesa.

Quadro 1: Agentes e empreendedores da produção de carnes sintéticas e seus campos de atuação

Agentes/Empreendedores	Linha de ação	Principais produtos
Empresas de elaboração de produtos semelhantes aos processados convencionais.	Confeccionar produtos de rápido preparo.	Hambúrgueres, nuggets, bolinhos diversos, empanados, almôndegas.
Empresas de elaboração de produtos semelhantes à carne abatida.	Desenvolver produtos semelhantes aos cortes comerciais.	Cortes de carne bovina, ovina, caprina, suína e de aves.
Empresas de elaboração de bens de luxo.	Produzir produtos de origem animal apreciados pela alta gastronomia.	Foi gras, carnes exóticas e frutos do mar.
Empresas de produção e fornecimento de insumos.	Fornecer materiais para as empresas que elaboram os alimentos cárneos.	Meios de cultura celular, materiais laboratoriais, tecnologia 3D, biorreatores, andaimes biológicos, aditivos.
Pecuaristas	Desenvolver sistemas de criação para fornecer matérias-primas base.	Célula animal e materiais para a produção de soro.
Incubadoras de empresas	Estimular a formação de <i>startups</i> especializadas em diferentes linhas de ação.	Modelagem de negócios, apoio jurídico, gestão financeira, canais de comercialização.
Academia e centros de pesquisa	Desenvolver o debate acadêmico em torno da questão, bem como elaborar pesquisas.	Formação de profissionais interdisciplinares e especializados, bem como criação de inovações que fortaleçam a produção.

Agências governamentais de financiamento e investidores individuais.	Prover recursos financeiros para o desenvolvimento de pesquisas e para os empreendedores. Desenvolver sistemas regulatórios para garantir produtos seguros e facilitar o acesso aos mercados.	Investimentos em pesquisa e consolidação de empresas. Regras e normativas.
Mercado financeiro	Promover um ambiente de negociação para operações de compra e venda de títulos de empresas com capital aberto.	Ações, títulos e outros ativos inerentes às empresas do ramo.

Fonte: Elaborado pelos autores

Assim, percebe-se que muitas empresas estão se especializando na elaboração de produtos que se assemelham aos processados consumidos em várias partes do mundo. Essas iniciativas ocorrem pelo fato de que produzir carne *in natura* ainda é um procedimento oneroso, embora este problema seja um campo aberto para a agência de empresas e *startups* que busquem desenvolver produtos os mais próximos possíveis de cortes apreciados.

O mercado de luxo também é contemplado, tendo em vista a atuação de empresas produtoras de ingredientes caros e apreciados por classes sociais abastadas. Desse modo, tem-se uma gama de possibilidades de experimentação de produtos já conhecidos, ou não, pela alta gastronomia.

Porém, as empresas que elaboram os produtos precisam de fornecedores de insumos necessários para amplificar as células-tronco (o que irá diferenciá-las em tecidos cárneos) e garantir o meio de cultura ideal para prover os nutrientes-padrão para o desenvolvimento celular. Além disso, esses empreendimentos asseguram a comercialização de andaimes biológicos, os quais simulam a formação de vasos sanguíneos ou canais em células musculares para transporte de oxigênio e nutrientes, como explicam Moritz *et al.* (2015).

O apoio aos pecuaristas é primordial para o fornecimento de duas matérias-primas fundamentais: a célula animal e o soro para meio de cultura. Este último é necessário em grande quantidade, mas ainda é inacessível em muitos países, tendo em vista a quantidade limitada de empresas, bem como entraves tecnológicos para a produção do mesmo (Moritz *et al.*, 2015).

No tocante às incubadoras de empresas, estas têm a função de orientar, incentivar e encorajar os empreendedores que se interessem pelos variados modelos de negócios que permeiam as carnes sintéticas. Nessa perspectiva, a academia e os centros de pesquisa têm o

papel de trazer o debate e incentivar projetos que viabilizem técnicas mais eficientes e de baixo custo.

Contudo, pesquisas e implantação de negócios exigem investimento. Assim, é dever das agências governamentais de financiamento dispender recursos financeiros para essas finalidades. Além disso, o poder público é capaz de assumir atitudes regulatórias através de regras e normativas específicas para os produtos de carne sintética, facilitando o acesso aos mercados e assegurando a qualidade dos produtos. É importante ressaltar o reforço de investidores individuais, como dos empresários Bill Gates e Richard Branson, que apostam alto nessa iniciativa (Fernandes *et al.*, 2022).

Por se tratar de um mercado composto por empresas privadas, muitos empreendimentos poderão ter o capital aberto, permitindo a compra de ações, títulos, debêntures e outros ativos ofertados no mercado financeiro.

3. Metodologia

3.1. Por que é necessária a construção de narrativas para formar uma coalizão de defesa?

Diante do que foi exposto, percebe-se quão polêmica é esta inovação. Dessa maneira, qualquer investimento é em vão se não houver aceitação dos consumidores e, conseqüentemente, se não existirem normativas que regulamentem a comercialização da gama de produtos que podem ser lançados.

Nesse sentido, um dos maiores desafios é afetar os gostos dos consumidores. Isso deve ocorrer sem imposições e com cautela, pois é natural que sociedades que já tenham padrões de consumo estabelecidos sintam repulsa por um alimento feito em laboratório, até porque, como discutem Siegrist e Hartmann (2020), durante muitos anos concebeu-se a ideia de que alimentos sintéticos são maléficos e sem nenhum valor biológico.

No entanto, para além dos seus sistemas de crenças, consumidores são sensíveis a preço e, por vezes, fazem escolhas visando encontrar substitutos na alimentação que satisfaçam suas necessidades. Por isso, torna-se mais fácil convencer um consumidor a substituir um alimento convencional por um sintético, se este for mais barato e tiver sabor e aparência próximos ao comumente encontrado.

Não se trata apenas de afetar as decisões de compra dos consumidores, pois existem indivíduos e organizações que desenvolvem argumentos que põem em dúvida e desqualificam as carnes sintéticas. Por isso, a coalizão de defesa precisa potencializar argumentos que as

consolidem como caminho para diminuir falhas de mercado, ao mesmo tempo em que torna os sistemas alimentares mais eficientes, promovendo saúde e sustentabilidade.

3.2. Visita aos sites de agentes e empreendedores e escolha dos temas que ajudam a fundamentar possíveis narrativas para formação de uma coalizão de defesa

Antes de escolher os temas centrais para elaboração deste estudo, foi realizada uma visita minuciosa às páginas da web de diferentes empresas investidoras das carnes sintéticas, bem como de agentes defensores da iniciativa. O levantamento dessas entidades ocorreu mediante leitura de artigos que as citam, bem como por meio da busca ativa através do Google.

Dessa maneira, o levantamento das narrativas que os empreendimentos usam para esclarecer suas práticas e intenções inerentes à produção de carnes sintéticas foi feito nos dias 09 e 13 de janeiro de 2024. A Tabela 1 traz, de forma resumida, informações inerentes aos empreendimentos:

Tabela 1: Empreendimentos e seus produtos e serviços.

Agentes/Empreendimentos	Nacionalidade	Produto(s)/Serviços de destaque
Aleph Farms	Israel	Bifes finos
Good Food Institut	Abrangência internacional	Apoio político, científico e empresarial
Mosa Meat	Países Baixos	Hambúrguer
Upside Foods	EUA	Almôndega e aves
Good Meat	EUA/Singapura	Bovinos e aves
Meat Able	Países Baixos	Pesquisas na área de biotecnologia de células-tronco
Nissin Foods	Japão	Pesquisas
PETA	EUA	Ativismo pela causa animal
Tyson Food	EUA	Bovinos, aves e suínos

Fonte: Elaborado pelos autores

Percebe-se que as entidades investem esforços para a oferta dos mais variados produtos e serviços. Todavia, nos sites há um forte apelo a quatro temas, quais sejam: bem-estar animal, continuidade dos sistemas pecuários, segurança dos consumidores e sustentabilidade ambiental.

Desse modo, a partir da defesa das carnes cultivadas explanadas nos sites dos empreendimentos listados, foram elaborados argumentos fundamentados na literatura científica para contestar quatro crenças contrárias às carnes cultivadas e os produtos derivados. São elas:

1) As carnes sintéticas não prezam pelo bem-estar animal; 2) As carnes sintéticas ameaçam a

existência dos produtores rurais e dos profissionais vinculados à pecuária; 3) As carnes sintéticas não são seguras; e 4) As carnes sintéticas não visam à sustentabilidade ambiental.

4. Discussão dos Resultados

Os agentes e empreendedores utilizam fortes narrativas para mostrar aos consumidores o quão seguras e saborosas são as carnes cultivadas. Ademais, o respeito pelos animais, bem como a conservação dos recursos naturais são assuntos centrais, tendo em vista que os sites trazem forte apelo emocional a essas duas causas específicas.

Porém, de modo transversal, as entidades falam da continuidade dos sistemas pecuários, admitindo que, pelo menos no curto prazo, não haverá nenhuma substituição brusca. Ademais, deve-se considerar a conexão da produção animal com aspectos que permeiam a cultura e as tradições de diversos povos, haja vista que muitos modos de vida estão atrelados às dinâmicas das criações. Essas dinâmicas estão perpassadas por diferentes contextos históricos e construções sociais.

A seguir, serão levantados alguns argumentos para contrapor crenças contrárias às carnes cultivadas, mostrando que se trata de uma tecnologia factível e uma alternativa ética às questões que envolvem segurança alimentar e meio ambiente.

Crença 1: As carnes sintéticas não prezam pelo bem-estar animal.

Essa crença é bastante difundida entre profissionais desconhecedores da causa e de grupos de proteção animal, pois imagina-se que os animais serão submetidos a práticas laboratoriais dolorosas e degradantes.

Como já comentado anteriormente, a formação de um banco de células é fundamental, mas requer a coleta de material biológico mediante técnicas pouco invasivas e não rotineiras, considerando a possibilidade de multiplicar as células em laboratório. Esse aspecto é bastante ressaltado pelas empresas, conforme pode ser visto a seguir:

Começamos pegando uma amostra de células do tamanho de sementes de gergelim e nutrindo-as para crescer naturalmente em carne bovina. Podemos fazer até 80.000 hambúrgueres, apenas com essa amostra e nenhum animal é prejudicado (Fonte: mosameat.com).

Nos sistemas convencionais, é muito comum identificar superlotação em suinoculturas e bovinoculturas, bem como galpões de sistemas avícolas, com até cinco animais por gaiola.

Desse modo, o animal precisa dispendir muita energia para conseguir se adaptar a um ambiente com vários elementos estressores, como mostram Van Wagenberg *et al.* (2017). Nessa perspectiva, o apelo à causa das aves pode ser visto na narrativa da *People for the Ethical Treatment of Animals* (PETA), uma entidade que apoia as carnes sintéticas:

Na verdade, mais galinhas são criadas e mortas para alimentação do que todos os outros animais terrestres combinados. A grande maioria desses animais passa a vida em confinamento total – desde o momento em que eclodem até o dia em que são mortos (Fonte: peta.org).

Assim sendo, as carnes cultivadas preveem a obtenção de matéria-prima de plantéis diminutos, o que possibilita a reorientação das instalações, reduzindo desconfortos, dores, estresse e medo. Narrativas fortalecem a livre expressão do comportamento natural dos animais, como pode ser visto a seguir:

Em vez de irem para o congelador, as vacas são livres para vagar pelos campos depois de coletar uma amostra de células, do tamanho de uma pimenta (Fonte: mosameat.com).

Várias pesquisas mostram que os sistemas zootécnicos intensivos trazem uma série de efeitos negativos, em decorrência do estresse e do sofrimento causados pelas fortes intervenções no manejo, o que acarreta graves dificuldades de adaptação dos animais, problemas físicos e mentais, baixa imunidade, enfermidades, disfunções reprodutivas e comportamentos anormais.

Com as carnes sintéticas, suinoculturas poderiam abolir as celas parideiras, nas quais fêmeas passam dias presas em um espaço bastante limitado. Ademais, áreas com disponibilidade de terra para o comportamento exploratório de fuçar e para o “banho de lama” para a troca de calor poderiam ser viabilizadas. Isso sem contar com a abolição de manejos dolorosos, como corte de dente, caudectomia e castração na fase inicial (Barnett *et al.*, 2001).

Em se tratando das aves, a menor densidade populacional permitirá a expressão do comportamento natural de ciscar e empoleirar em áreas livres de gaiolas. Os animais não precisarão ser submetidos à debicagem, tampouco a muitas horas de luz para induzir o consumo de ração. Avalia-se, ainda, que o uso de fármacos e antibióticos seria reduzido, conforme a seguinte defesa:

Por produzir apenas a carne que comemos, o frango cultivado tem impacto menor em nosso planeta e por não requerer o confinamento de grandes grupos de animais, reduz-se os riscos de doenças, evitando uso de antibióticos (Fonte: goodmeat.com)

No que se refere à criação de ruminantes (ovinos, caprinos e bovinos), os rebanhos teriam mais espaço para percorrer e fortalecer seus comportamentos exploratórios. Além disso, mais recursos forrageiros estariam disponíveis, evitando competições por pastagens e por alimentos no cocho.

O fato é que, aparentemente, as carnes sintéticas irão trazer mais transparência aos sistemas produtivos, com forte monitoramento dos indicadores fisiológicos, ambientais e comportamentais.

Crença 2: As carnes sintéticas ameaçam a existência dos produtores rurais e dos profissionais vinculados à pecuária.

São inegáveis as mudanças que serão geradas nas dinâmicas das propriedades rurais, mas afirmar que os produtores tornar-se-ão desnecessários é uma previsão precipitada. Isso porque é preciso ter animais para prover os bancos de células e o soro utilizado como meio de cultura. Consequentemente, sistemas pecuários serão redirecionados, como defendido a seguir:

[...] a diferença é que, embora uma vaca leve cerca de três anos para desenvolver carne suficiente para ser abatida, podemos fazer tudo em apenas algumas semanas (Fonte: meatable.com).

Esforços adicionais são necessários para gerar e caracterizar linhagens celulares de mais espécies e diferentes tipos celulares, criar protocolos para isolamento celular e condições de cultivo e descobrir formulações de meios de cultura celular de baixo custo. Parcerias com produtores convencionais de carne e grupos de aquicultura podem acelerar a pesquisa e o desenvolvimento nessas áreas (Fonte: gfi.org).

Tem-se, então, uma readequação dos aspectos inerentes à crença anterior, bem como dos processos de gestão das unidades de produção, exigindo dos criadores a adoção de tecnologias e protocolos de manejo adaptados. Desse modo, diferentes caminhos para as tomadas de decisões precisarão ser percorridos, levando em conta tudo o que se refere à organização e ao planejamento das atividades com base nas diversas possibilidades de modelos de negócios, o que, para Wilkinson (2019), remete a investimentos em tecnologia e inovação, desde a produção até o consumo.

Como já discutido, a elaboração de carnes sintéticas favorecerá estabelecimentos com pequenos rebanhos. Isso é uma boa oportunidade para o fortalecimento da pecuária familiar,

que poderá desenvolver mecanismos de fornecimento sistemático da matéria-prima base, elevando a renda das famílias e dinamizando economias locais.

Todavia, é natural que zootecnistas e médicos veterinários sintam-se, por vezes, ameaçados por essa perspectiva, pois a identidade laboral de muitos desses profissionais é voltada para a adoção de estratégias que visam a uma elevada resposta produtiva dos animais em menor espaço de tempo. Isso porque profissionais deste campo do saber se dedicam ao melhoramento genético, nutrição e sanidade de espécies domésticas em sistemas convencionais e acreditam que é necessário aumentar a produtividade por área para atender à crescente procura por proteína.

Entretanto, não se trata do fim do melhoramento genético de espécies zootécnicas, pois os animais precisarão ser selecionados para a produção de células-tronco mais estáveis, bem como de linhagens celulares específicas para melhor diferenciação em tecidos-alvo, como pode ser visto na narrativa a seguir:

Assim como um fazendeiro escolhe os melhores novilhos para o açougue, selecionamos as vacas mais saudáveis para a produção das melhores células para nos ajudar a cultivar nossa carne. Os melhores animais começam sua jornada em uma fazenda ao ar livre. Alimentos naturais e um ambiente favorável os ajudam a crescer fortes. Então, é exatamente isso que fornecemos para nossas células: muitos nutrientes, vitaminas, um clima confortável e ar fresco (Fonte: mosameat.com).

Desse modo, pesquisadores da nutrição animal precisarão desenvolver pesquisas para constituir tabelas de atendimento às exigências nutricionais de diferentes espécies e grupos genéticos, visando ao alcance dos objetivos citados. Para isso, mudanças curriculares precisam ser discutidas, introduzindo e fortalecendo disciplinas das áreas de biologia celular e molecular, embriologia, histologia e biotecnologias, ainda ausentes em muitos cursos de Zootecnia. Ademais, disciplinas de economia, administração e empreendedorismo rural poderão ser ressignificadas.

O fato é que os projetos pedagógicos dos cursos precisam dar ênfase ao atendimento à legislação de bem-estar animal, tornando obrigatórias disciplinas de etologia e bioclimatologia zootécnica para pesquisas que vislumbrem a construção de biomarcadores de estresse, programas sanitários adequados e enriquecimento ambiental das instalações.

Porém, trabalhadores e profissionais da indústria frigorífica também se sentem apreensivos. Seria o fim das linhas de abate? A resposta é que, pelo menos no curto e médio prazo, as linhas de abate serão mantidas, porque a produção dos diferentes cortes comerciais de carne *in natura* é um desafio, uma vez que requer técnicas pouco conhecidas e onerosas. Assim,

empreendedores sugerem, de início, misturar os dois tipos de carne para constituir diferentes produtos, como pode ser visto:

Uma maneira de compensar os custos é criando um produto híbrido, onde células animais cultivadas são combinadas com produtos convencionais. Muitas empresas pretendem produzir produtos híbridos, usando gorduras animais e outros tipos de células como ingredientes (Fonte: goodmeat.org).

Mas as pesquisas para viabilizar, tanto os cortes comerciais, quanto produtos derivados, não param. Isso abre caminhos para atuação dos engenheiros de alimentos, que terão que se debruçar no tocante às características sensoriais, como cor, textura e sabor. Aspectos referentes à maciez e ao marmoreio das carnes sintéticas deverão ser considerados, tendo em vista a ausência de substâncias bioativas encontradas na carne abatida. Assim, o uso de aditivos para melhorar o formato dos tecidos, bem como elevar a palatabilidade dos produtos deve constar nas agendas de pesquisa desses profissionais.

Crença 3: As carnes sintéticas não são seguras.

Primeiramente, deve-se desconstruir a crença de que as carnes de laboratório são produtos geneticamente modificados, como é possível perceber a seguir:

[...] é preciso entender que a carne cultivada é carne de verdade, assim como a convencional. Ela é composta pelos mesmos tipos de células dispostas na estrutura tridimensional do tecido muscular animal e, por isso, ela é capaz de replicar o perfil sensorial e nutricional da carne que o consumidor já conhece (Fonte: gfi.org.br).

Da mesma forma que nos produtos convencionais, o controle de qualidade deve existir para elevar o tempo de conservação, proteger da decomposição e presença de micro-organismos patogênicos.

A carne cultivada é produzida sob uma condição asséptica em um ambiente sanitário rigorosamente controlado. Assim, a carne cultivada tem um baixo risco de contaminação bacteriana ou viral e, portanto, seu risco de intoxicação alimentar é significativamente menor do que o da carne de gado (Fonte: nissinfoods.com).

Desse modo, regulamentações deverão ser criadas para transportar os produtos, sem comprometer a qualidade e prolongando a vida útil dos mesmos. Além disso, a confiabilidade por parte dos consumidores será construída quando houver normativas para controle efetivo das matérias-primas; observação das condições operacionais; determinação de pontos críticos de

controle no processamento e na manipulação; avaliação de riscos de contaminação; verificação da higiene dos manipuladores, bem como de equipamentos laboratoriais e instrumentos para a realização da coleta do material biológico base. Essa preocupação é compartilhada por todos os empreendimentos analisados e pode ser destacada a seguir por um deles:

À medida que nos aproximamos da entrada no mercado, asseguramos às agências reguladoras, em todo o mundo, que atendemos aos rígidos padrões de segurança alimentar em nossos processos de produção e que nossos produtos finais são seguros para consumo (Fonte: aleph-farms.com).

- **Crença 4: As carnes sintéticas não visam à sustentabilidade ambiental.**

A alimentação aliada à sustentabilidade ambiental perpassa a maioria dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS's). Contudo, quando se fala em erradicar a fome, é necessário pensar sistemas que sustentem as constantes necessidades humanas (Oteros-Rozas, 2019; Willett *et al.*, 2019; Rockström *et al.*, 2020).

Todavia, Thornton e Herrero (2010) e Garcia *et al.* (2017) discutem que a pecuária extensiva tem sido responsável por impulsionar o desmatamento. Isso ocorre devido à necessidade de expandir a implantação de pastagens para alimentar 990,5 milhões de bovinos, 1,2 bilhão de ovinos e 1 bilhão de caprinos, como podem ser vistos nos dados da Embrapa (2016) e UDSA (2023).

Além disso, apenas no Brasil, a produção de grãos para a composição da suplementação da alimentação dos ruminantes, bem como para a fabricação de ração para aves e suínos atingiu 322,8 milhões de toneladas nos ciclos de 2022/2023, abrangendo 154,6 milhões e 131,9 milhões de toneladas de soja e milho, respectivamente. Toda essa produção se deu em decorrência do aumento da área plantada, que alcançou a marca de 78,5 milhões de hectares, segundo dados da CONAB (2023).

Entretanto, muitos ecossistemas naturais são sensíveis às alterações antrópicas que consolidam os sistemas alimentares. Esses tanto contribuem, quanto sofrem com as mudanças ambientais globais, conforme Otero-Rozas (2019) e Willett *et al.* (2019). Com isso, a expansão da exploração pecuária com a substituição da vegetação nativa por pastos herbáceos tem causado a degradação e a perda da fertilidade do solo, além de impactos nos recursos hídricos e na biodiversidade (DeFries *et al.*, 2007; Kumaraswamy; Kunte, 2013).

Ademais, Ricci *et al.* (2013) e Artaxo (2020) explicam que a elevação dos gases de efeito estufa por conta das queimadas e da liberação de metano em decorrência dos processos

fisiológicos da ruminação tem provocado mudanças consideráveis na pluviosidade em várias partes do mundo.

A questão é que o consumo de carne convencional promove uma demanda constante por recursos naturais, o que altera a estrutura espacial dos habitats de espécies nativas. Com as carnes sintéticas, a realidade pode ser diferente, pois o uso da terra para a pecuária não provocaria uma pressão crescente sobre as áreas protegidas, já que os rebanhos seriam reduzidos, o que mantém a estabilidade dos serviços ecossistêmicos preconizado por Zhang *et al.* (2007).

Sabe-se que um dos maiores fatores limitantes é a água. Assim, a pressão provocada pelo antropoceno faz com que 40% da população mundial já sofra com a falta d'água, e cerca de 1,7 bilhão de pessoas vivem em alguma região escassa desse recurso. Nesse sentido, a previsão para o próximo século é de que haja uma redução na precipitação de 20% ou mais nas regiões áridas. Estima-se, ainda, que dois terços da população mundial, até o ano de 2050, poderão ser afetados por essa problemática, devido ao aumento populacional, à industrialização e às mudanças climáticas globais (Da Silva, 2013; Akinmoladun, 2019).

Contudo, a água precisa estar disponível aos animais nas quantidades necessárias para que haja produção. No entanto, por ser o insumo mais fácil de ser fornecido, seu uso é negligenciado em diversas regiões com alta disponibilidade hídrica, o que causa um impacto a longo prazo, como bem explicam Oliveira *et al.* (2016).

Para a carne de frango, Hoekstra (2010) mostra que, em uma média global para todo o ciclo de produção, são necessários 2 kg de grãos e 20 l de água para produzir 1 kg de carne, sendo que todo o produto final inclui 3.900 l de água.

O mesmo autor discute que, para a carne bovina, em um sistema industrial de produção, levam-se três anos para o abate, resultando em 200 kg de carne desossada. Para esse resultado, um animal, em todo seu ciclo, requer 1.300 kg de ração, 7.200 kg de forragem, 24 m³ de água para consumo e 7 m³ de água para higiene das instalações, totalizando, no produto final, cerca de 15.500 l de água.

No entanto, a ingestão de água por bovinos varia em função de diversos fatores inerentes, incluindo tamanho corporal, nível de produção e consumo de ração, os quais, associados ao ambiente, podem elevar a demanda hídrica dos mesmos, de acordo com Wagner *et al.* (2021). Dentre os fatores ambientais, a temperatura é o que mais aumenta o consumo de água em sistemas de produção, o que resultará em alta demanda devido à elevação da temperatura global. A Tabela 2 mostra essa relação.

Tabela 2. Ingestão diária (em litros) de água por bovinos de corte em diferentes categorias.

	Temperatura °C			
Peso vivo (kg)	14,4	21,1	26,6	32,2
Novilhos em crescimento e touros				
162	18,9	22,0	25,4	36,0
273	25,0	29,5	33,7	48,1
299	23,0	34,8	40,1	56,8
Bovinos em terminação				
273	28,0	32,9	37,9	54,1
364	34,4	40,5	46,6	65,9
454	40,9	47,7	54,9	78,0
Touros adultos em reprodução				
454	37,5	44,30	50,7	71,9
636	40,9	47,7	54,9	78,0

Fonte: NRC, 2016

No que se refere à pegada hídrica suína, em média global, utiliza-se 4.800 l de água para cada 1 kg de carne. Então, um suíno consome em torno de 385 kg de grãos e utiliza 11 m³ de água para dessedentação e manutenção das instalações. Já para o processo de abate e limpeza, são necessários mais 10 m³ de água, sendo 435 m³ o volume total de água utilizada (Hoekstra, 2010).

É importante ressaltar que, em sistemas de produção animal convencionais, o consumo de água não está relacionado somente ao animal em si, mas também à limpeza das instalações,

irrigação para cultivo de grãos que compõem a ração, dentre outros. Mas essa realidade pode ser diferente, como preconizado pela seguinte narrativa:

A mudança da carne convencional para a carne cultivada reduz o uso de água em até 72% para frango, 87% para carne bovina e 81% para carne suína. Além disso, a produção de carne cultivada pode reduzir o uso de água azul em 51% comparado à produção de carne bovina convencional (Fonte: upsidefoods.com).

Vale frisar que a referida inovação trará, ainda, impactos positivos no tocante à redução das contaminações por agrotóxicos, bem como pelo excesso de esterco, elementos esses que prejudicam a biologia do solo, contaminam águas e mananciais e, consequentemente, prejudicam a reprodução das mais variadas espécies aquáticas e terrestres.

5. Considerações finais

A importância da consolidação de coalizões de defesa das carnes cultivadas abre caminhos para a discussão de estratégias capazes de mitigar os impactos dos modelos convencionais de produção animal. Assim, construir narrativas pautadas em evidências une diferentes defensores das inovações biotecnológicas que permeiam o mercado de carnes, fazendo a sociedade refletir sobre seus padrões de consumo e desconstruir crenças no que diz respeito à idoneidade desses alimentos.

Por isso, muitas questões não abordadas neste estudo ainda carecem de discussões profundas. Desse modo, pesquisadores precisam se debruçar sobre o papel das carnes sintéticas na segurança alimentar e nutricional, bem como para a garantia de justiça social. Ademais, as pesquisas referentes aos impactos socioeconômicos dessa inovação devem considerar a possibilidade de interconexões com outras abordagens, tais como a abordagem agroecológica, agricultura sensível à nutrição e transições alimentares transformativas.

É natural que inovações gerem estranhamentos, considerando a força que os costumes exercem sobre o cotidiano das pessoas e instituições. Por isso, as mudanças para um novo paradigma não devem ocorrer repentinamente e exigem constância nos discursos para que, a cada dia, novos valores sejam construídos.

O público-alvo deve compreender que não se trata de fazer uma reviravolta em suas escolhas, tampouco renunciar à sua cultura alimentar, mas sim complementar a dieta, agregando novos alimentos compatíveis com variados níveis de renda e gostos. Na mesma linha de raciocínio, o poder público não pode ignorar a existência desses alimentos, tampouco pode

negar os avanços nas pesquisas, que já tornam realidade a venda de produtos cárneos sintéticos em várias partes do mundo, indicando elevada tendência de popularidade.

Referências

AKINMOLADUN, O.F. et al. Small Ruminants: Farmers' Hope in a World Threatened by Water Scarcity. **Animals**, v.9. n.456, 2019.

ALEPH FARMS. Disponível em: <https://aleph-farms.com/aleph-cuts/>. Acesso em: 09/01/2024.

ARTAXO, P. As três emergências que nossa sociedade enfrenta: saúde, biodiversidade e mudanças climáticas. SP. **Estudos Avançados**, 34, nº100, 2020

BALASUBRAMANIAN, Balamuralikrishnan et al. The epic of in vitro meat production—a fiction into reality. **Foods**, v. 10, n. 6, p. 1395, 2021.

BARNETT, John L., et al. A review of the welfare issues for sows and piglets in relation to housing. **Australian journal of agricultural research** 52.1 (2001): 1-28.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **12º Levantamento da Safra de Grãos de 2022/2023**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em 09/01/2024.

DA SILVA, Vicente de PR et al. Uma medida de sustentabilidade ambiental: Pegada hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 100-105, 2013.

DeFries, R.; Hansen, B.L.; Turner, A.; Reid, R.; Liu, J. 2007. Land use change around protect areas: management to balance human needs and ecological function. **Ecological Applications**, 17:1031-1038.

EMBRAPA CAPRINOS E OVINOS. **Centro de Inteligência e Mercado de Caprinos e Ovinos. Produção Mundial**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/cim-inteligencia-e-mercado-de-caprinos-e-ovinos/producao-mundial>. Acesso em: 09/01/2024

FERNANDES, Alice Munz et al. Technological prospecting: The case of cultured meat. **Future Foods**, v. 6, p. 100156, 2022.

GARCIA, Edenise et al. Costs, benefits and challenges of sustainable livestock intensification in a major deforestation frontier in the Brazilian Amazon. **Sustainability**, v. 9, n. 1, p. 158, 2017.

GOOD FOOD INSTITUT. Disponível em: <https://gfi.org/initiatives/climate/environmental-benefits-of-alt-proteins/>. Acesso em: 09/01/2024.

GOOD MEAT. Disponível em: <https://www.goodmeat.co/>. Acesso em: 13/01/2024.

HELLIWELL, Richard; BURTON, Rob JF. The promised land? Exploring the future visions and narrative silences of cellular agriculture in news and industry media. **Journal of Rural Studies**, v. 84, p. 180-191, 2021.

HOEKSTRA, Arjen Y. The water footprint of animal products. **The meat crisis: Developing more sustainable production and consumption**, p. 22-33, 2010.

JONES, M.D.; MCBETH, M.K.; SHANAHAN, E. Introducing the Narrative Policy Framework. In: JONES, M.D.; SHANAHAN, E.; MCBETH, M.K. **The science of stories**. Londres: Palgrave, 2014.

KAMALAPURAM, Sishir K.; HANDRAL, Harish; CHOUDHURY, Deepak. Cultured Meat Prospects for a Billion!. **Foods**, v. 10, n. 12, p. 2922, 2021.

KUMARASWAMY, S.; KUNTE, K. Integrating biodiversity and conservation with modern agricultural landscapes. **Biodiversity and conservation**, v. 22, n. 12, p. 2735-2750, 2013

MEATABLE. Disponível em: <https://meatable.com/>. Acesso em: 13/01/2024.

MOSA MEAT. Disponível em: <https://mosameat.com/>. Acesso em: 09/01/2024.

MORITZ, Matilda SM; VERBRUGGEN, Sanne EL; POST, Mark J. Alternatives for large-scale production of cultured beef: A review. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 14, n. 2, p. 208-216, 2015.

NATIONAL RESERACH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of beef cattle**. 8.ed. Washingyon, D. C.:234p. 2016.

NISSIN FOODS. Disponível em: https://www.nissin.com/en_jp/sustainability/feature/cultured-meat/ Acesso em: 13/01/2024.

OLIVEIRA, J.P.C.A. et al. Consideração sobre o consumo de água por bovinos. **Revista Eletrônica NUTRITIME**, v.13, n.1, 2016.

OTEROS-ROZAS, E. *et.al.* A social–ecological analysis of the global agrifood system. **PNAS**, December 26, 2019, vol. 116, Nº 52.

PEOPLE FOR THE ETHICAL TREATMENTS OF ANIMALS (PETA). Disponível em: <https://www.peta.org/living/food/memphis-meats-debuts-lab-grown-chicken-clean-meat/> Acesso em: 13/01/2024.

REIS, Germano Glufke et al. Livestock value chain in transition: Cultivated (cell-based) meat and the need for breakthrough capabilities. **Technology in Society**, v. 62, p. 101286, 2020.

ROCKSTR.M, J.; EDENHOFER, O.; GAERTNER, J.; DECLERCK, F. Planet-proofing the global food system. **Nature Food**, v. 1, n. 1, p. 3-5, 2020.

RICCI, P. et al. Methane emissions from beef and dairy cattle: Quantifying the effect of physiological stage and diet characteristics. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 11, p. 5379-5389, 2013.

SCHMIDT, V. Discursive institutionalism: understanding policy in context. In: FISCHER, F.; TORGESON, D.; DURNOVÁ, A.; ORSINI, M. **Hanbook of critical policy studies**. Edward Elgar, 2017, Cap. 2017.

SCHMIDT, V. Discursive institutionalism: The explanatory power of ideas and discourse. **Annu. Rev. Polit. Sci.**, v. 11, p. 303-326, 2008.

SIEGRIST, Michael; HARTMANN, Christina. Consumer acceptance of novel food technologies. **Nature Food**, v. 1, n. 6, p. 343-350, 2020.

THORNTON, Philip; HERRERO, Mario. The inter-linkages between rapid growth in livestock production, climate change, and the impacts on water resources, land use, and deforestation. **World Bank Policy Research Working Paper**, n. 5178, 2010.

TYSON FOOD. Disponível em: <https://www.tysonfoods.com/news/news-releases/2018/1/tyson-foods-invests-cultured-meat-stake-memphis-meats> Acesso em: 13/01/2024.

UPSIDE FOODS. Disponível em: <https://upsidefoods.com/>. Acesso em: 09/01/2024.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE FOREIGN AGRICULTURAL SERVICE, 2020. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloadsadvQuery..> Acesso: 09/01/2024

VAN WAGENBERG, Coen PA et al. Animal Board Invited Review: Comparing conventional and organic livestock production systems on different aspects of sustainability. **Animal**, v. 11, n. 10, p. 1839-1851, 2017.

WAGNER, J.J.; ENGLE, P.E. Invited Review: Water consumption, and drinking behavior of beef cattle, and effects of water quality. **Applied Animal Science**, n.37, p.418-435, 2021.

WEIBLE, C.M.; INGOLD, K. Why advocacy coalitions matter and practical insights about them. **Policy & Politics**, v. 46, n.2, p; 325-43, 2018.

WILDER, M.; HOWLETT, M. Paradigm construction and politics of policy anomalies. In: HOGAN, J.; HOWLETT, M. Policy paradigms in theory and practice. Palgrave/Macmillan, 2015, p. 101-116.

WILKINSON, J. O setor privado lidera inovação radical no sistema agroalimentar desde a produção até o consumo. In: Goulet, F.; Le Coq, J-F, Sotomayor, O. Sistemas y políticas de innovación para el sector agropecuario en América Latina,. RJ, 2019.

WILLETT, Walter et al. Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. **The lancet**, v. 393, n. 10170, p. 447-492, 2019.

YE, Yongli et al. Commercialization of cultured meat products: Current status, challenges, and strategic prospects. **Future Foods**, p. 100177, 2022.

ZHANG, Wei et al. Ecosystem services and dis-services to agriculture. **Ecological economics**, v. 64, n. 2, p. 253-260, 2007