gfi/Brasil

Saúde e Segurança de Carne Cultivada

Respostas para perguntas frequentes e atualizações técnicas





Somos uma Think Tank filantrópica e sem fins lucrativos dedicada a desenvolver o setor de proteínas alternativas. Atuamos por meio de uma rede global de organizações para acelerar as inovações no mercado de análogos vegetais, carne cultivada e alimentos obtidos por fermentação. Conheça o nosso trabalho:

Indústria

- Apoiamos empresas de todos os tamanhos no desenvolvimento, lançamento e marketing de produtos à base proteína alternativa;
- Conectamos startups com investidores e parceiros;
- Oferecemos inteligência de mercado para ajudar empresas a tomar decisões informadas;
- Conduzimos pesquisas para identificar e superar desafios da indústria.

Ciência

- Financiamos pesquisas de ponta sobre proteínas alternativas;
- Promovemos colaborações entre cientistas, empresas e governos;
- Publicamos dados e descobertas para impulsionar o progresso científico;
- Oferecemos cursos e ajudamos a projetar programas educacionais para formar a proxima geração de profissionais e pesquisadores.
- Política

- Defendemos políticas públicas que apoiam o mercado de proteínas alternativas;
- Trabalhamos com governos para criar um ambiente regulatório favorável;
- Educamos o público sobre os benefícios das proteínas alternativas;
- Monitoramos o cenário político e defendemos os interesses do setor.

Com esse trabalho, esperamos contribuir para:



Alimentar de forma segura, justa e sustentável quase dez bilhões de pessoas até 2050;



Conter as mudanças climáticas provocadas pelo atual sistema de produção de alimentos;



Criar uma cadeia de produção de alimentos que não dependa de animais;



Reduzir a contribuição do setor alimentício para o desenvolvimento de novas doenças infecciosas, algumas com potencial pandêmico.

Neste documento, te convidamos a conhecer um pouco mais sobre a carne cultivada, uma das tecnologias mais promissoras e revolucionárias do setor de alimentos.



Ficha de créditos

Autores

Amanda Leitolis Victoria Gadelha Alexandre Cabral Cristiana Ambiel

Revisão

Elliot Swartz Dean Powell Laura Braden

Projeto Gráfico

Fabio Cardoso

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP

L533

Leitolis, Amanda e Outros

Saúde e segurança de carne cultivada: respostas para perguntas frequentes e atualizações técnicas / Amanda Leitolis, Victoria Gadelha, Alexandre Cabral e Cristiana Ambiel. – São Paulo: Tiki Books: The Good Food Institute Brasil, 2024. E-Book: PDF, 23 p.; IL.

ISBN 978-65-87080-92-5

1. Alimentos. 2. Cadeia Produtiva Alimentar. 3. Tecnologia de Alimentos. 4. Saúde Alimentar. 5. Segurança dos Alimentos. 6. Proteína Animal. 7. Carne. 8. Carne Cultivada. I. Título. II. Respostas para perguntas frequentes e atualizações técnicas. III. Leitolis, Amanda. IV. Gadelha, Victoria. V. Cabral, Alexandre. VI. Ambiel, Cristiana. VII. IFC/Brasil.

CDU 664 CDD 664

Catalogação elaborada por Regina Simão Paulino - CRB 6/1154



3

Índice

1. O que é carne cultivada?	5
2. A carne cultivada é produzida em laboratório?	5
3. Carne cultivada é segura para o consumo? Detalhes técnicos e regulatórios sobre segurança	
4. A carne cultivada é saudável? Pesquisas adicionais sobre saudabilidade são necessárias	
5. Já é possível comprar carne cultivada?	8
6. O processo para obter carne cultivada é seguro?	8
7. Hormônios ou antibióticos serão usados no cultivo destes produtos? Se sim, haverá resíduos no produto final?	
8. Produtos derivados de animais, como o soro fetal bovino, serão usados ao longo da produção? O problema do uso de produtos derivados de animais na carne cultivada	
9. Carne cultivada é um tipo de alimento ultraprocessado?	
10. Carne cultivada é um tipo de alimento geneticamente modificado? Detalhes técnicos e regulatórios sobre modificações genéticas	
11. Quais são as principais oportunidades em produzir alimentos derivados do cultivo de células como a carne cultivada do ponto de vista nutricional?	15
Glossário	16
Referências	18



1. O que é carne cultivada?

Carne cultivada é a carne animal produzida pelo cultivo celular. Idealmente, ela é composta pelos mesmos tipos de células e estrutura tridimensional existentes no tecido muscular dos animais e pode replicar os perfis sensorial e nutricional da carne obtida pelo abate (Porto and Berti, 2022). Desde o primeiro evento de degustação de um hambúrguer cultivado em 2013 (The Washington Post, 2013), a pesquisa na área da agricultura celular, que busca produzir produtos semelhantes aos de origem animal obtidos pelos métodos tradicionais usando cultivo de células e outras ferramentas de biotecnologia, avançou a ponto de pesquisadores e empresas demonstrarem a viabilidade de produzir muitos outros produtos na sua versão cultivada, incluindo peixe, frango, leite, couro e provavelmente qualquer outro tipo de produto pecuário que se possa imaginar (Rischer et al. 2020).

2. A carne cultivada é produzida em laboratório?

A resposta simples é: não! O início do desenvolvimento dos alimentos guase sempre se dá dentro de um laboratório de pesquisa, no entanto, após terminadas as fases de P&D, os alimentos precisam ser produzidos em fábricas adequadamente preparadas para cumprir com todas as regulamentações locais para produção de alimentos — o que não será diferente para carne cultivada. No Brasil. espera-se Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA) do Ministério da Agricultura (MAPA) seja responsável por inspecionar as instalações de produção desses produtos. Em relatório recente, a FAO ressalta que, apesar de parecer algo futurista, a realidade é que a produção de alimentos cultivados hoje ocorre em instalações usuais de produção de alimentos (FAO 2023). Em 2023, cerca de 10 novas fábricas de carne cultivada foram inauguradas, sendo a maior parte delas de escala piloto operando com *biorreatores* entre 25L e 1000L (Bushnell et al. 2023; The Good Food Institute 2024; GFI facilities database). Detalhes sobre o interior de algumas dessas instalações podem ser vistos em vídeos e matérias jornalísticas feitas com empresas do setor (Freethink 2024).

3. Carne cultivada é segura para o consumo?

Sim! Todos os alimentos, incluindo a carne cultivada, precisam passar por diversos testes de segurança antes de serem liberados para comercialização, atendendo aos regulamentos vigentes em cada país onde serão produzidos ou vendidos. Isso quer dizer que os produtos de cultivo celular que já chegaram aos consumidores são seguros para consumo porque passaram por extensas avaliações de segurança, e o mesmo será exigido para os produtos futuros.

No Brasil, a Anvisa é a responsável por garantir a segurança dos produtos de carne cultivada e seus ingredientes, seguindo a Resolução RDC Nº 839, de dezembro de 2023. Até o momento (Setembro de 2024) nenhuma empresa submeteu um pedido de avaliação à Anvisa, a aprovação desse órgão será o primeiro passo para garantir que o produto seja seguro. No entanto, a aprovação da Anvisa por si só não permite a comercialização imediata. Ainda são necessários outros regulamentos, como os padrões de qualidade, rotulagem, registro de produtos e inspeção das fábricas. O GFI Brasil está trabalhando que todas para essas regulamentações adicionais, editadas pelo MAPA e



pela Anvisa, estejam completas até o final de 2025, permitindo que a carne cultivada seja devidamente produzida e vendida no país.

Detalhes técnicos e regulatórios sobre segurança

De acordo com o Codex Alimentarius¹, a segurança de alimentos é a garantia de que os alimentos não causem danos ao consumidor. quando preparados e/ou consumidos de acordo com o uso pretendido. Para garanti-la, as empresas dos setores de alimentos e ingredientes têm atender que regulamentos vigentes em cada país onde pretendem produzir ou comercializar seus produtos. Isto implica na realização de análises cuidadosas dos perigos envolvidos em todas as etapas de produção, além da manutenção de um sistema de gestão de segurança e correção de possíveis falhas. Estas análises costumam ser condensadas em um documento de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) que é submetido aos órgãos reguladores locais. O GFI Brasil publicou um estudo de caso de como pode ser feita a gestão de segurança de um produto cárneo cultivado (Sant'Ana et al. 2023).

Cada país tem suas regras próprias para essa avaliação de segurança. Veja, por exemplo, o que <u>foi avaliado durante a primeira consulta</u> feita pelo órgão regulador norte-americano (FDA). No Brasil, o primeiro agente regulador é a Anvisa, responsável pela avaliação da segurança do produto cultivado e de seus ingredientes. O tema é regulado pela <u>Resolução 839 de 14 de dezembro de 2023</u>

¹ Programa conjunto da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e da Organização Mundial da Saúde (OMS), criado em 1963, com o objetivo de estabelecer normas internacionais na área de alimentos, incluindo padrões, diretrizes e guias sobre Boas Práticas e de Avaliação de Segurança e Eficácia.

(RDC Nº 839), que rege a comprovação de segurança e a autorização de uso de novos alimentos e novos ingredientes em geral. O formato para apresentação do relatório técnico-científico (RTC) para análise é tratado na Resolução, mas o GFI Brasil recomenda que os pleiteantes sigam o roteiro sugerido no Capítulo 4 do Estudo Regulatório sobre proteínas alternativas no Brasil. contempla todos os elementos demandados na Resolução e inclui outros detalhes que alinham o RTC com as demandas de outros reguladores internacionais (Garcia et al. 2022). Até a redação deste texto (Setembro de 2024), nenhum pleito havia sido apresentado para a análise da Anvisa.

A aprovação da Anvisa significa que o produto é seguro, mas ainda não é suficiente para sua comercialização. São necessários regulamentos adicionais sobre padrões de identidade e qualidade dos produtos (níveis mínimos e máximos permitidos), questões de nomenclatura e rotulagem, regras para registros de produtos e regulamento de inspeção de unidades produtivas.

Ainda do ponto de vista da segurança, a carne cultivada pode apresentar algumas vantagens em comparação à carne convencional. Em virtude da sua produção ocorrer em ambientes altamente controlados, as chances de contaminação por microorganismos como considerada bactérias extremamente reduzida em comparação carne convencional. Contaminações podem ocorrer ao longo do processo, mas na maioria dos casos, a proliferação das bactérias impediria o crescimento células. levando das interrupção do processo de produção. Este fator também contribui para a redução do de contaminação por bactérias patogênicas que pode ocorrer na carne convencional durante o abate. Um documento elaborado para o pedido de aprovação do frango cultivado da UPSIDE Foods junto ao mostra uma redução drástica no FDA



bactérias crescimento de no produto cultivado em relação ao mesmo parâmetro investigado em amostras de frango moído convencional (Schulze 2021- ver Tabela 5.51, página 34). Por fim. com base no conhecimento sobre o processo e nos dados relatados em análises de segurança de empresas, é provável que a carne cultivada apresente níveis muito inferiores microplásticos e outros contaminantes ambientais, como o mercúrio, comumente encontrado em alguns tipos de frutos do mar.

4. A carne cultivada é saudável?

Atualmente, existem poucos produtos de carne cultivada registrados e poucas pesquisas científicas que forneçam dados detalhados sobre seus aspectos de saudabilidade. Como a carne convencional é rica em nutrientes importantes, espera-se que a carne cultivada ofereça um perfil nutricional semelhante. Dados da UPSIDE Foods apresentados ao FDA mostram que sua carne cultivada tem uma composição nutricional parecida com a convencional (Schulze 2021 - ver pg. 78-82). No entanto, mais pesquisas são necessárias para avaliar fatores como a digestibilidade, biodisponibilidade de nutrientes, e as características sensoriais da carne cultivada.

Pesquisas adicionais sobre saudabilidade são necessárias

A carne convencional contém proteínas de alto valor biológico, vitamina B12, ferro, zinco e outros nutrientes que tornam a carne um alimento considerado nutritivo (Watanabe and Bito 2018; FAO 2023), por isso há uma expectativa de que os produtos cárneos cultivados ofereçam aos consumidores um perfil nutricional semelhante aos produtos

convencionais, incluindo composição de proteínas, gorduras, minerais e vitaminas. As investigações científicas já publicadas sobre aspectos de qualidade da carne cultivada sugerem que otimizações no processo são necessárias para que os produtos apresentem propriedades nutricionais Р sensoriais equivalentes excedam ou que propriedades da carne convencional (Broucke et al. 2023). Os caminhos possíveis indicam, por exemplo, que ajustes nas formulações de meio de cultivo e na diferenciação das células são fatores que podem influenciar as características sensoriais e nutricionais do produto final (Joo et al. 2022). Portanto, há uma necessidade evidente de se fomentar pesquisas deste tipo no setor. Entre as lacunas de pesquisa mais urgentes estão as investigações para avaliar o conteúdo de proteínas. а biodisponibilidade digestibilidade desses е de outros componentes, assim como investigações mais aprofundadas sobre os aspectos sensoriais e tecnofuncionais (Broucke et al. 2023; Fraeye et al. 2020).

5. Já é possível comprar carne cultivada?

Sim! Mas ainda de maneira muito limitada em virtude dos baixos volumes de produção. Até agora (Setembro de 2024) 5 produtos foram totalmente aprovados para comercialização sendo 2 deles nos EUA e outros 3 em Singapura (Crownhart 2023; Bushnell et al. 2023). Países como Austrália, Suíça e Israel também já receberam pedidos de aprovação de produtos cultivados, mas as consultas de aprovação para comercialização ainda estão em andamento. Desse modo, pode-se provar carne cultivada em alguns restaurantes após aguardar em uma fila de espera. Para possibilitar a comercialização para



um número maior de pessoas, a empresa GOOD Meat, de Singapura, passou a vender no varejo desde Maio de 2024 um produto híbrido feito da combinação de ingredientes plant-based com cerca de 3% de carne cultivada (Ellenberg 2024). Comercializar produtos cultivados em escala industrial depende essencialmente de superar os desafios tecnológicos que envolvem produções de muitas toneladas de carne cultivada biorreatores que poderão ser maiores que 50000 L. A viabilidade do processo nesses grandes volumes de produção (scale up) ainda precisa ser No demonstrada. momento os maiores biorreatores em operação são de 2000L. produzindo algumas centenas de quilos de produto (The Good Food Institute 2024).

6. O processo para obter carne cultivada é seguro?

Sim, o processo é seguro! Assim como qualquer outro alimento, é necessário ter controles e critérios bem estabelecidos capazes de garantir a segurança. O exame detalhado de todas as etapas da cadeia produtiva, desde a obtenção das células iniciais até a chegada do produto no consumidor final, faz parte da ampla análise de segurança a que os alimentos, seus ingredientes, os processos produtivos e as instalações de produção devem ser submetidos, conforme mencionamos acima. Para produzir carne cultivada, o processo pode ser genericamente dividido em quatro fases: (1) seleção de células, (2) produção, (3) coleta e (4) processamento e formulação. Entretanto, na prática das indústrias, as etapas que compõem cada uma dessas fases podem ser numerosas e variáveis a depender do tipo de produto final que se pretende obter (ex: corte inteiro, carne moída, hambúrguer) e das características do bioprocesso estabelecido. Para melhorar a compreensão do que poderia ser um processo completo de

produção de um alimento cultivado e para apoiar regulações baseadas em evidências, o GFI Brasil publicou o estudo no qual 24 etapas da produção hambúrguer cultivado detalhadamente descritas e submetidas a uma ampla análise de perigos (Sant'Ana et al. 2023). Como resultado verificou-se que os perigos identificados já são conhecidos na indústria de alimentos convencionais e podem também alimentos derivados ocorrer biotecnologia. como por exemplo aqueles produzidos por fermentação ou derivados do melhoramento convencional. Os resultados do estudo corroboram achados de outros estudos semelhantes e são importantes para ajudar a evidenciar que algumas supostas preocupações de (como associação com células seguranca tumorais, transferência de DNA, etc) não são consistentes com a compreensão atual da ciência sobre esse assunto (FAO and WHO 2023; Ovissipour et al. 2024).

7. Hormônios ou antibióticos serão usados no cultivo destes produtos? Se sim, haverá resíduos no produto final?

O uso de hormônios e antibióticos não é obrigatório na produção de carne cultivada! Os hormônios são naturalmente produzidos por organismos, como humanos e animais, e já estão presentes na carne dos animais abatidos. Em alguns países, como os EUA, o uso de hormônios para aumentar a produção de leite ou o ganho de peso é permitido, com limites de resíduos definidos para garantir a segurança do consumidor. No Brasil, o uso de hormônios para engorda de animais é proibido, mas permitido para tratamentos reprodutivos e terapêuticos. Para a carne cultivada, alguns produtores podem usar hormônios para simular o ambiente natural das



células. Nesse caso, os limites de resíduos seguirão os mesmos padrões da carne tradicional.

Ouanto aos antibióticos, o cenário é diferente. Na usados criação de animais. eles são principalmente para tratar doenças ou como promotores de crescimento, mas isso gera preocupação devido à resistência antimicrobiana (AMR), um problema global de saúde pública. A carne cultivada pode ajudar a reduzir o uso de antibióticos, já que o processo de cultivo depende ambientes altamente controlados. contaminação. Atualmente, as empresas de carne cultivada afirmam que não precisam antibióticos na produção em larga escala.

Atualizações sobre o uso de antibióticos e hormônios

Antibióticos e hormônios não são obrigatórios para a produção de carne cultivada e a indústria ainda não chegou a um consenso sobre usá-los ou não durante a produção. Hormônios são moléculas naturalmente produzidas por organismos multicelulares (por exemplo: humanos, animais, plantas, etc) regulam respostas fisiológicas comportamentais desses indivíduos. Desse modo, concentrações naturais de hormônios devem estar presentes na carne obtida pelo abate dos animais mesmo sem qualquer (adicionais aplicação exógena naturalmente produzidas) durante а produção. Em alguns países, como nos EUA, aplicações exógenas de hormônios como progesterona, estrogênio, testosterona, etc, são permitidas e têm finalidades diversas como melhorar o manejo reprodutivo das fêmeas, aumentar a produção de leite e melhorar o ganho de peso (Jaborek 2023). Nestes casos, o regulador do país e as autoridades internacionais, como o Codex Alimentarius, estabelecem os <u>níveis máximos</u>

de resíduos de hormônios que podem permanecer na carne e outros tecidos de animais abatidos, garantindo que os níveis de ingestão do consumidor final sejam seguros (CODEX 2023). No Brasil, a importação e uso dessas substâncias para fins de crescimento e engorda de animais de corte é proibida, mas permitida no caso do uso de hormônios para finalidade terapêutica e reprodutiva pela Instrução Normativa nº 55, de 1º de dezembro de 2011 (MAPA 2011). No caso da carne cultivada, alguns produtores poderão optar pela adição de hormônios no meio de cultivo para reproduzir o ambiente fisiológico que as células teriam se estivessem crescendo dentro do corpo dos animais sob a sinalização hormonal de glândulas diferentes (Ahmad et al. 2023). Nestes casos, é provável que os produtores que optem pela utilização de hormônios tenham que respeitar os mesmos níveis máximos de resíduos já permitidos regulados na carne convencional.

Por outro lado, o uso de medicamentos antimicrobianos na produção de carne tradicional e cultivada deverá ser bastante diferente (Bomkamp and McNamara 2022). Antimicrobianos são usados na produção de carne convencional principalmente para tratar ou previnir doenças infecciosas, porém, em alguns casos, esses antimicrobianos também são usados como promotores de crescimento. uma estratégia para melhorar as taxas de crescimento e o desempenho zootécnico dos animais (Aroeira and Feddern 2021). O uso de antimicrobianos na produção animal é objeto de um regulamento robusto, porém permanece foco de atenção permanente em virtude da AMR ter se tornado uma questão global de saúde pública. De acordo com OMS², a AMR desenvolve-se quando um microorganismo (bactéria, fungo, vírus ou



9

² Agência das Nações Unidas que trabalha para promover a saúde, manter o mundo seguro e servir os vulneráveis.

parasita) não pode ser destruído ou ter o seu crescimento limitado por um fármaco ao qual, anteriormente, era sensível, levando a dificuldades no tratamento e controle de infecções. A produção animal convencional é um dos setores com potencial para atuar como reservatório de bactérias resistentes, e a Assembleia Geral das Nações Unidas (ONU) reconheceu o uso inadequado de antimicrobianos em animais como uma das principais causas do aumento da AMR (Lentz 2022; Van Boeckel et al. 2017).

Neste cenário, a produção de carne por meio do cultivo de células opera positivamente na redução de antimicrobianos na cadeia de alimentos e ajuda na questão da AMR. O cultivo de células é bem sucedido somente na ausência de contaminação bacteriana e, por isso, um processo em escala industrial deverá ser altamente controlado para impedir qualquer contaminação e a consequente perda de lotes de produção. A prevenção de contaminações em cultura pode ser realizada utilizando-se técnicas assépticas e sem o uso de antibióticos, assim como iá ocorre na indústria farmacêutica. Por hora, empresas de carne cultivada reportam não precisar utilizar antimicrobianos nas fases de produção em larga escala, apenas na fase de isolamento celular, como confirmado na documentação submetida pela **UPSIDE Foods ao FDA** (pg. 40). Nas fases de processamento inicial, como de isolamento de células, os volumes de antimicrobianos usados são extremamente baixos, tornando improvável a permanência de qualquer resíduo no produto final.

8. Produtos derivados de animais, como o soro fetal bovino, serão usados ao longo da produção?

Atualmente, produtos derivados de animais ainda são usados na pesquisa de carne cultivada, mas estão sendo gradualmente substituídos à medida que a tecnologia avança. O soro fetal bovino (SFB), um dos exemplos mais comuns, é obtido de fetos animais (geralmente bovinos) e contém uma mistura de proteínas, hormônios e outros nutrientes que ajudam as células a crescer. No entanto, seu uso pode gerar problemas, como variação na qualidade do produto final, risco de contaminação por microorganismos e altos custos. Além disso, o uso de SFB em carne cultivada vai contra os princípios éticos desse tipo de produção.

Por isso, a substituição do SFB por alternativas sem origem animal é uma prioridade para a indústria. Muitas empresas já estão desenvolvendo suas próprias fórmulas de meios de cultivo sem SFB, como a GOOD Meat, que conseguiu aprovação para usar um meio sem SFB em seus produtos. Embora já existam alternativas viáveis, ainda é necessário reduzir os custos, aumentar a escala de produção e garantir uma cadeia de suprimentos que atenda a essa demanda.

O problema do uso de produtos derivados de animais na carne cultivada

Produtos de cultivo celular derivados de animais, como enzimas, suplementos de meio de cultivo e outros, têm uma longa história de uso na ciência e são aplicados em momentos diferentes do cultivo para desempenhar variadas funções. No entanto, o uso destes produtos em processos que se destinam a produções comerciais, como a carne cultivada, podem resultar em uma série de problemas. Por isso, o desenvolvimento de versões alternativas aos produtos de origem animal é uma das prioridades atuais da indústria.



O SFB é provavelmente o exemplo mais comum de derivado animal usado no cultivo de células. Trata-se do soro obtido de fetos de animais, geralmente bovinos, que contém mistura complexa de proteínas. hormônios. lipídios е diversos outros Seu componentes. uso se dá como suplemento de meio de cultura com a função primordial de estimular a proliferação das células. Uma vez que a obtenção de SFB ocorre de animais diferentes, a composição desse elemento varia de acordo com a dieta. sazonalidade da coleta e características dos animais como idade gestacional e histórico de uso de antibióticos e hormônios recebidos pela matriz reprodutora. Esta variabilidade pode comprometer a reprodutibilidade dos lotes de produto final e, além disso, o SFB uma fonte potencial pode ser microorganismos (como o micoplasma) que comprometem o crescimento das células e afetam a segurança do produto. Por fim, os altos custos, a oferta global limitada e o desalinhamento ético da sua utilização em um produto como a carne cultivada tornam improvável a utilização do SFB produções de carne cultivada em escala (Swartz 2021).

A necessidade de se desenvolver substitutos de SFB, reagentes de cultura celular e meios de cultivo sem elementos de origem animal é prioritária e tem movimentado a pesquisa e inovação na academia e nas indústrias. Em uma pesquisa recente do GFI, 74% das empresas de carne cultivada consultadas disseram estar trabalhando em fórmulas próprias (in-house formula) de substitutos de SFB para atendimento das suas produções (Harsini and Swartz 2024). A empresa GOOD Meat, pioneira na aprovação de um produto de carne cultivada no mundo, anunciou em 2023 que obteve aprovação regulatória para o uso de meio de cultivo sem SFB em seus produtos que anteriormente eram produzidos em meio contendo o derivado animal (Good Meat, 2023). Além delas, grandes empresas do setor de Life Sciences, como a Merk e a Kerry têm trabalhado em linhas de produtos livres de SFB adequados para a produção de carne cultivada. Por fim, o desenvolvimento de alternativas não animais para insumos de cultura de células é foco de publicações científicas recentes (Stout et al. 2022). Apesar da viabilidade da geração de insumos animal-free já ter sido demonstrada, persiste a necessidade de focar esforços de pesquisa para reduzir os custos, melhorar a escala dessas produções e criar uma cadeia de suprimentos que seja capaz de atender a essa indústria.

9. Carne cultivada é um tipo de alimento ultraprocessado?

A carne cultivada deverá classificada como ultraprocessada segundo o Guia Alimentar para a População Brasileira, mas essa classificação pode não refletir totalmente sua realidade. O Guia classifica alimentos em quatro categorias, sendo os ultraprocessados aqueles que passam por várias etapas industriais e usam muitos ingredientes refinados.

No entanto, a carne cultivada tem características que a diferenciam de outros ultraprocessados, principalmente em relação à sustentabilidade e ao impacto climático. O Guia Alimentar reconhece a importância de considerar o contexto atual, como as mudanças climáticas e a necessidade de inovação nos sistemas alimentares. A pecuária é uma das maiores emissoras de gases de efeito estufa, e a carne cultivada pode ser uma solução sustentável, usando menos recursos naturais como água e terra.

Embora a carne convencional seja classificada como in natura, a carne cultivada e a carne convencional têm processos semelhantes de



crescimento celular, seja no organismo de um animal ou em um biorreator. Por isso, apesar de enquadrar-se como ultraprocessada, a carne cultivada pode ser vista como uma inovação que responde às demandas de sustentabilidade e saúde pública, mostrando que essa classificação pode não ser a mais adequada para refletir todos os seus benefícios.

Os princípios que orientam o Guia Alimentar e a carne cultivada

De acordo com o Guia Alimentar para a População Brasileira a carne cultivada deverá ser classificada como ultraprocessada. No entanto, é preciso salientar que esses produtos, assim como outras inovações em alimentos, não se encaixam adequadamente definicões do Guia nas Alimentar. especialmente quando levamos em conta as estratégias para enfrentar as mudanças climáticas e as diferenças no uso dos ingredientes industriais durante o processo de produção.

O Guia Alimentar fala em quatro categorias de alimentos, definidas de acordo com o tipo de processamento empregado na sua produção. A primeira categoria reúne alimentos in natura ou minimamente processados. Alimentos in natura são aqueles obtidos diretamente de plantas ou de animais (como folhas e frutos ou ovos e leite) e adquiridos para consumo sem que tenham sofrido qualquer alteração após deixarem a natureza. Alimentos minimamente processados são alimentos in natura que, antes de sua aguisição, foram submetidos a alterações mínimas, por exemplo: grãos secos, polidos e empacotados ou moídos na forma de farinhas, raízes e tubérculos lavados, cortes de carne resfriados ou congelados e leite pasteurizado. segunda categoria Α corresponde produtos extraídos а alimentos in natura ou diretamente da

natureza e usados pelas pessoas temperar e cozinhar alimentos e criar preparações culinárias. Exemplos desses produtos são: óleos, gorduras, açúcar e sal. A terceira categoria corresponde a produtos fabricados essencialmente com a adição de sal ou açúcar a um alimento in natura ou minimamente processado, como legumes em conserva, frutas em calda, queijos e pães. A quarta categoria corresponde a produtos cuja fabricação envolve diversas etapas e técnicas de processamento e vários ingredientes refinados. muitos deles de uso exclusivamente industrial. Neste conceito, a carne cultivada está inclusa na quarta categoria e por isso deveria ser considerada como um alimento ultraprocessado.

Entretanto, os cinco princípios que orientam a elaboração do Guia podem relativizar os conceitos de cada categoria quando os sistemas alimentares são necessários para enfrentar os desafios trazidos pelas mudanças climáticas. O primeiro princípio defende que alimentação é mais que ingestão de nutrientes, pois diz respeito também aos alimentos que contêm e fornecem nutrientes. a forma como eles são combinados entre si. preparados. consumidos. ressaltando as dimensões culturais e sociais das práticas alimentares. O segundo princípio diz que as recomendações sobre alimentação devem estar em sintonia com seu tempo, ao levarem em conta o cenário da evolução dos alimentos e das condições de saúde da população. O terceiro princípio defende que alimentação adequada e saudável deriva de um sistema alimentar ambientalmente social sustentável. apontando que as recomendações sobre alimentação devem levar em conta o impacto das formas de produção e distribuição dos alimentos sobre a justiça social e a integridade no ambiente. O quarto princípio sinaliza que diferentes saberes (nutricionistas, engenheiros de alimentos,



ambientalistas, internacionalistas, cientistas sociais dentre outros) geram o conhecimento para a formulação de guias alimentares. dadas as várias dimensões da alimentação e da complexa relação entre essas dimensões e a saúde e o bem-estar das pessoas. Por fim, o quinto princípio afirma que guias alimentares ampliam а autonomia nas escolhas alimentares porque, ao fornecer informações confiáveis sobre o que é uma alimentação adequada e saudável, eles ajudam pessoas, famílias e comunidades a tomar decisões mais informadas e a exigir que seu direito a uma alimentação adequada e saudável seja respeitado

Segundo um dos relatórios mais recentes do Programa Ambiental das Nações Unidas, os sistemas alimentares (agricultura, pecuária e transporte) estão entre os setores que mais emitem gases de efeito estufa (UNEP 2023). Dentre estes, a pecuária tem papel preponderante, seja pelo uso extensivo de recursos naturais finitos (água e terra), seja pelo gás metano produzido naturalmente pelos rebanhos de produção. Portanto. enfrentar esse desafio por meio de sistemas de produção pecuária mais sustentáveis, adotando inovações e melhorias alimentação e no manejo de resíduos dos animais, além de utilizar estratégias de integração lavoura-pecuária-floresta, é um caminho necessário

Ao mesmo tempo, inovações radicais na forma de obtenção de proteínas de origem animal para consumo humano, como é o caso da carne cultivada, também merecem lugar de destaque nas estratégias de enfrentamento às mudanças climáticas, na medida em que demandam quantidades muito menores dos recursos naturais finitos.

Por isso, a carne animal classificada como in natura na primeira categoria é fortemente afetada em sua sustentabilidade pelo terceiro princípio. Por outro lado, a carne cultivada classificada

como ultraprocessada na quarta categoria, responde de forma bastante adequada como uma solução inovadora (quarto princípio) e sustentável (terceiro princípio).

Por fim. é necessário ressaltar que a finalidade da utilização de ingredientes industriais na produção de carne cultivada que implicarão na sua classificação como ultraprocessada - difere muito da finalidade do uso de ingredientes industriais em outros produtos processados. Assim como os animais digerem alimentados, são absorvem os nutrientes para nutrir as células do seu corpo e crescer a sua carne, as células dentro dos biorretores também serão alimentadas com ingredientes que serão "digeridos" para nutrição e crescimento das células da carne cultivada. Então, sob um determinado ponto de vista, pode ser incoerente que a carne convencional seja classificada como in natura e a carne cultivada como ultraprocessada, pois são produzidas por processos semelhantes que ocorrem em "sistemas diferentes", seja dentro de um organismo vivo ou dentro de um biorreator.

10. Carne cultivada é um tipo de alimento geneticamente modificado?

A carne cultivada não é geneticamente modificada por definição. No entanto, assim como na criação de animais, a modificação genética pode ser usada para facilitar o processo e as características do produto final. No Brasil, a Lei de Biossegurança define organismos geneticamente modificados (OGMs) como aqueles que tiveram seu DNA ou RNA alterado por engenharia genética.



Para a produção de carne cultivada, a modificação genética não é necessária. Dependendo da espécie, algumas características, como a rápida multiplicação das células, podem surgir naturalmente e ser selecionadas sem a necessidade de intervenção genética.

No entanto, algumas empresas podem optar por usar engenharia genética para melhorar a resistência das células ou o valor nutricional da carne, por exemplo. Ferramentas modernas de engenharia genética permitem ajustes específicos nas células sem adicionar genes de outros organismos, evitando os problemas associados à transgenia. No Brasil, produtos resultantes dessas técnicas são avaliados caso a caso para determinar se são classificados como OGMs.

Detalhes técnicos e regulatórios sobre modificações genéticas

Fundamentalmente a carne cultivada não é intrinsecamente geneticamente modificada. mas assim como na produção animal convencional, a modificação genética é uma ferramenta pode aue aumentar produtividade do processo e os aspectos nutricionais do produto final. Adicionalmente, pode nos ajudar a reduzir a frequência com que será necessário coletar células dos animais para iniciar uma nova produção de carne cultivada. No Brasil, a Lei de Biossegurança (Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005) (CEDI 2005) determina que organismos geneticamente modificados (OGM) são àqueles organismos que tenham sido submetidos à manipulação de seu material genético, sendo DNA e/ou RNA, por meio de técnicas de engenharia genética. Embora as possibilidades de manipulação genética possam ser variadas, no contexto da agricultura, o termo OGM é entendido como

um sinônimo de transgênico, ou seja, um organismo que recebeu um gene de outro organismo a fim de passar a apresentar uma característica que não possuía antes como, por exemplo, a resistência a um determinado vírus ou a tolerância a certos herbicidas usados em cultivares (EMBRAPA). No caso dos alimentos produzidos por cultivo de células, as modificações genéticas, sejam elas transgenia ou quaisquer outras modificações, não são necessárias viabilizar a produção de carne cultivada. Portanto os produtos cárneos cultivados não serão necessariamente OGMs. Dependendo da espécie utilizada para produzir carne cultivada a seleção de características (como tempo de duplicação curto viabilidade após muitas multiplicações celulares) pode ser feita, por exemplo. meio de imortalização por espontânea (Soice and Johnston 2021).

Entretanto, assim como ocorre para outros alimentos derivados de biotecnologia, alguns desenvolvedores poderão optar pela utilização de ferramentas de engenharia genética em suas linhagens celulares para, por exemplo, obter células com maior resistência ao processo. Ferramentas de engenharia genética modernas, como as Técnicas Inovadoras de Melhoramento de Precisão (TIMPs), permitem adaptações direcionadas nos organismos e geralmente não envolvem transgenia, excluindo os problemas de segurança relacionados (FAO 2022; Giraldo et al. 2019). No Brasil, a classificação de produtos resultantes de TIMPs como OGM ou não-OGM ocorre caso a caso, como estabelecido pela Resolução Normativa Nº 16, de 15 de janeiro de 2018 (CTNBio 2018).



11. Quais são as principais oportunidades em produzir alimentos derivados do cultivo de células como a carne cultivada do ponto de vista nutricional?

Por se tratarem de alimentos obtidos a partir de um processo controlado, existem inúmeras possibilidades para que os produtores ajustem as propriedades do produto final por meio da da presença de determinados considerados nutricionalmente componentes menos interessantes e aumentar a presença considerados benéficos. Alguns daqueles exemplos seriam a produção de carne com menos gorduras saturadas e mais insaturadas, sendo possível enriquecer uma carne cultivada bovina, suína ou de frango com níveis elevados de ômega 3 (GFI 2023). Em uma publicação feita em 2023, por exemplo, cientistas conseguiram controlar a composição lipídica de um protótipo de Wagyu (carne bovina japonesa) cultivado ajustando a composição de ácidos graxos do meio de cultura durante a diferenciação das células (Louis et al. 2023).

Além disso, combinações de células de animais diferentes e abordagens de estruturação do produto como a impressão 3D podem gerar produtos com sabor, textura e perfil nutricional inéditos e que podem permitir uma nutrição personalizada para pessoas com condições específicas, como seletividade alimentar. dificuldades de mastigação, entre outros (Charelli 2023). Seguramente, o desenvolvimento desses produtos será desafiador, mas trata-se de uma oportunidade única de desenvolvimento de produtos adequados a diferentes públicos e finalidades, com combinações impossíveis ou inviáveis de serem obtidas através da pecuária tradicional, abrindo um vasto campo para projetos inovadores.



Glossário

Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC): Um sistema de controle sobre a segurança do alimento mediante a análise e controle dos perigos biológicos, quimicos e físicos em todas as etapas de produção.

Animal-free: Usado para indicar que uma substância é livre de ingredientes de origem animal.

Antimicrobiano: Compostos químicos que matam ou inibem o crescimento de microrganismos.

Bactérias patogênicas: Bactérias capazes de causar doença em seu hospedeiro.

Biodisponibilidade: Refere-se à extensão na qual uma proteína ingerida é absorvida e utilizada pelo corpo.

Biorreatores: Equipamento utilizado em processos biotecnológicos para cultivar células em condições controladas.

Características sensoriais: Refere-se à cor, textura, sabor, aroma e aparência dos alimentos.

Desempenho zootécnico: Refere-se a análise de um conjunto de indicadores em animais de produção como ganho de peso, rendimento de carcaça, produtividade por área, entre outros.

Diferenciação celular: Processo pelo qual as células se tornam especializadas para realizar uma determinada função. Por exemplo: células musculares são especializadas em contrair e relaxar.

Digestibilidade: Refere-se à facilidade com que uma proteína ingerida é quebrada em componentes menores (aminoácidos) durante a digestão.

Imortalização espontânea: Durante a cultura celular algumas células podem espontaneamente desligar seus mecanismos de envelhecimento e morte e adquirir a capacidade de se multiplicar por tempo indefinido.

Melhoramento convencional: Refere-se a seleção de determinadas características em animais e vegetais de maneira direcionada pelo homem. Por exemplo: o cruzamento entre duas plantas com perfil desejado para gerar descendentes mais resistentes a pragas ou mais nutritivos.

Micoplasma: Um tipo de microorganismo que podem infectar diversas células. A contaminação por micoplasma é um problema comum em culturas celulares.

Meio de cultura de células: Líquidos nutritivos usados para o crescimento e diferenciação celular.

Níveis máximos de resíduos: Concentração máxima permitida de um determinado resíduo em um produto alimentício.

Reagentes de cultura celular: Substâncias químicas utilizadas na realização de experimentos e análises de amostras. Exemplo: enzimas usadas para desprender as células do fundo de placas de cultura.

Técnicas assépticas: Procedimentos usados em cultivo de células para evitar contaminação por microrganismos e contaminação cruzada com outras linhagens celulares.

Técnicas Inovadoras de Melhoramento de Precisão (TIMPs): Conjunto de novas metodologias e abordagens que diferem da estratégia de engenharia genética por transgenia, por resultar na ausência de DNA/RNA recombinante no produto final.



Scale up: No contexto dos bioprocesos *scale up* refere-se a sistemas de escalonamento baseados no uso de biorreatores cada vez maiores para aumentar a capacidade de produção. Por outro lado, nos sistemas scale out, a capacidade de produção é aumentada usando-se vários biorreatores de mesmo tamanho em paralelo.

Tempo de duplicação: Tempo que uma cultura de células leva para duplicar.

Viabilidade celular: Termo utilizado para descrever a capacidade das células de permanecerem vivas e funcionais.



Referências

Ahmad, Syed Sayeed, Hee Jin Chun, Khurshid Ahmad, Sibhghatulla Shaikh, Jeong Ho Lim, Shahid Ali, Sung Soo Han, et al. 2023. "The Roles of Growth Factors and Hormones in the Regulation of Muscle Satellite Cells for Cultured Meat Production." Hanguk Tongmul Chawon Kwahakhoe Chi = Journal of Animal Science and Technology 65 (1): 16–31.

Aroeira, Carolina Naves, and Vivian Feddern. 2021. "PROMOTORES DE CRESCIMENTO NA NUTRIÇÃO ANIMAL: REGULAMENTAÇÃO E IMPLICAÇÕES." nutriNews.

Bomkamp, Claire, and Eileen McNamara. 2022. "Cultivating a Future Where Antibiotics Still Work." The Good Food Institute (blog). October 21, 2022.

https://gfi.org/blog/cultivating-a-future-where-antibiotics-still-work/.

Broucke, Keshia, Els Van Pamel, Els Van Coillie, Lieve Herman, and Geert Van Royen. 2023. "Cultured Meat and Challenges Ahead: A Review on Nutritional, Technofunctional and Sensorial Properties, Safety and Legislation." *Meat Science* 195 (January):109006.

https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.109006

Bushnell, Caroline, Liz Specht, and Jessica Almy. 2023. "2023 State of the Industry Report-Cultivated Meat and Seafood." The Good Food Institute.

CEDI. 2005. "LEI Nº 11.105, DE 24 DE MARÇO DE 2005."

Charelli, Letícia. 2023. "A Impressão de alimentos para indivíduos com Autismo, Síndrome de Down e Disfagia." *BioEdTech* (blog). June 30, 2023.

https://www.bioedtech.com.br/post/a-impress%C3%A3o-de-alimentos-para-indiv%C3%ADduos-com-autismo-s%C3%ADndrome-de-down-e-disfagia.

CODEX. 2023. "MAXIMUM RESIDUE LIMITS (MRLs) AND RISK MANAGEMENT RECOMMENDATIONS (RMRs) FOR RESIDUES OF VETERINARY DRUGS IN FOODS CXM 2-2023." CXM 2-2023.

Crownhart, Casey. 2023. "I Tried Lab-Grown Chicken at a Michelin-Starred Restaurant." MIT Technology Review, November 9, 2023.

https://www.technologyreview.com/2023/11/09/1083139/lab-grown-chicken/.

CTNBio. 2018. "Resolução Normativa Nº 16, de 15 de Janeiro de 2018."

Ellenberg, Carlota. 2024. "GOOD Meat Announces the World's First Retail Sales of Cultivated Meat." Cultivated X. May 15, 2024.

https://cultivated-x.com/meat/good-meat-worlds-first-retail-sales-cultivated-meat/.

EMBRAPA. n.d. "GMOs - Questions and Answers." EMBRAPA. Accessed July 2, 2024. https://www.embrapa.br/en/tema-transgenicos/perguntas-e-respostas.

FAO. 2022. "**Gene Editing and Agrifood Systems**." Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://doi.org/10.4060/cc3579en.

FAO. 2023a. "Contribution of Terrestrial Animal Source Food to Healthy Diets for Improved Nutrition and Health Outcomes." Food and Agriculture Organization of the United Nations.



FAO. 2023b. "Nine Things to Know about Cell-Based Food." Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO, and WHO. 2023. "**Food Safety Aspects of Cell-Based Food**." Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://doi.org/10.4060/cc4855en.

Fraeye, Ilse, Marie Kratka, Herman Vandenburgh, and Lieven Thorrez. 2020. "Sensorial and Nutritional Aspects of Cultured Meat in Comparison to Traditional Meat: Much to Be Inferred." Frontiers in Nutrition 7 (March):35. https://doi.org/10.3389/fnut.2020.00035

Freethink. 2024. "Large-Scale, Lab-Grown Meat: Step inside a Cultivated Meat Factory | Hard Reset." Youtube. March 7, 2024. https://www.youtube.com/watch?v=soWlpFZYOhM.

Garcia, Eloísa Elena Corrêa, Fabiana Andrea Barrera Galland, Danielle Ito, Rita de Cássia S. C. Ormenese, Neusely da Silva, and Maria Teresa Bertoldo Pacheco. 2022. "Estudo Regulatório Sobre Proteínas Alternativas No Brasil - Carne Cultivada." The Good Food Institute Brazil.

GFI. 2023. "Deep Dive: Cultivated Meat End Products." The Good Food Institute. February 28, 2023. https://gfi.org/science/the-science-of-cultivated-meat/deep-dive-cultivated-meat-end-products/.

"**GFI Facilities Database.**" n.d. Airtable. Accessed August 20, 2024. https://airtable.com/app73roDrpzKhsn5p/shrDkUh0JgASQNEpx/tbl8OHZtjZjrLElqk.

Giraldo, Paula A., Hiroshi Shinozuka, German C. Spangenberg, Noel O. I. Cogan, and Kevin F. Smith. 2019. "Safety Assessment of Genetically Modified Feed: Is There Any Difference From Food?" Frontiers in Plant Science 10 (December):1592.

Harsini, Faraz, and Elliot Swartz. 2024. "Trends in Cultivated Meat Scale up and Bioprocessing." The Good Food Institute.

Jaborek, Jerad. 2023. "There's Hormones in Beef? MSU Extension Addresses Common Misconceptions." Beef. October 13, 2023.

https://www.canr.msu.edu/news/there-s-hormones-in-beef-msu-extension-addresses-common-misconceptions.

Joo, Seon-Tea, Jung-Suk Choi, Sun-Jin Hur, Gap-Don Kim, Chan-Jin Kim, Eun-Yeong Lee, Allah Bakhsh, and Young-Hwa Hwang. 2022. "A Comparative Study on the Taste Characteristics of Satellite Cell Cultured Meat Derived from Chicken and Cattle Muscles." Food Science of Animal Resources 42 (1): 175–85. https://doi.org/10.5851/kosfa.2021.e72

Lentz, Silvia Adriana Mayer. 2022. "Atualização Sobre Uso Racional de Antimicrobianos E Boas Práticas de Produção." Pan American Health Organization.

Louis, Fiona, Mai Furuhashi, Haruka Yoshinuma, Shoji Takeuchi, and Michiya Matsusaki. 2023. "Mimicking Wagyu Beef Fat in Cultured Meat: Progress in Edible Bovine Adipose Tissue Production with Controllable Fatty Acid Composition." *Materials Today. Bio* 21 (August):100720.

MAPA. 2011. "NI N° 55."

https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/legislacao/instrucao-normativa-no-55-de-1o-de-dezembro-de-201 1.pdf/view: Brazilian Ministry of Agriculture and Livestock.



https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/legislacao.

Meat, Good. 2023. "GOOD Meat Receives Approval to Commercialize Serum-Free Media." Eat Just. January 18, 2023.

https://www.goodmeat.co/all-news/good-meat-receives-approval-to-commercialize-serum-free-media.

Ministry of Health of Brazil. 2014. "Guia Aimentar Para a População Brasileira." Ministry of Health of Brazil.

Ovissipour, Reza, Xu Yang, Yadira Tejeda Saldana, David L. Kaplan, Nitin Nitin, Alex Shirazi, Bill Chirdon, Wendy White, and Barbara Rasco. 2024. "Cell-Based Fish Production Case Study for Developing a Food Safety Plan." *Heliyon* 10 (13). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33509.

Porto, Luismar Marques, and Fernanda Vieira Berti. 2022. *Cultivated Meat Glossary*. TikiBooks. https://doi.org/10.22491/cultivated meat glossary

"RDC N° 839." n.d. Accessed July 1, 2024.

 $\frac{\text{https://www.google.com/url?q=https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-839-de-14-de-dezembro-de-2023-531394967\&sa=D\&source=docs\&ust=1719841576943219\&usg=AOvVaw1iRx2ARVjDc3Gp3kcJuPTP.}$

Rischer, Heiko, Géza R. Szilvay, and Kirsi-Marja Oksman-Caldentey. 2020. "Cellular Agriculture - Industrial Biotechnology for Food and Materials." Current Opinion in Biotechnology 61 (February):128–34. https://doi.org/10.1016/j.copbio.2019.12.003

Sant'Ana, Anderson S., Amanda Leitolis, Cristiana Ambiel, Kamila Habowski, Aline Bruna da Silva, Bibiana Franzen Matte, Denise Rosane Perdomo Azeredo, Maristela S. Nascimento, Raíssa Canova, and Kamilla Swiech Antonietto. 2023. "Assuring the Safety of Cultivated-Meat: HACCP Plan Development and Application to a Cultivated Meat Target Product." The Good Food Institute Brazil.

Schulze, Eric. 2021. "PREMARKET NOTICE FOR INTEGRAL TISSUE CULTURED - POULTRY MEAT." UPSIDE Foods.

Soice, Emily, and Jeremiah Johnston. 2021. "Immortalizing Cells for Human Consumption." *International Journal of Molecular Sciences* 22 (21). https://doi.org/10.3390/ijms222111660.

Stout, Andrew J., Addison B. Mirliani, Miriam L. Rittenberg, Michelle Shub, Eugene C. White, John S. K. Yuen Jr, and David L. Kaplan. 2022. "Simple and Effective Serum-Free Medium for Sustained Expansion of Bovine Satellite Cells for Cell Cultured Meat." *Communications Biology* 5 (1): 466.

Swartz, Elliot. 2021. "Deep Dive: Cultivated Meat Cell Culture Media." The Good Food Institute. January 29, 2021.

https://gfi.org/science/the-science-of-cultivated-meat/deep-dive-cultivated-meat-cell-culture-media/.

The Good Food Institute. 2024. "Cost Drivers of Cultivated Meat Production." Youtube. March 13, 2024. https://www.youtube.com/watch?v=qBntwqsLb2U.

The Washington Post. 2013. "Lab-Grown Beef Taste Test: 'Almost' like a Burger," August 5, 2013. https://www.washingtonpost.com/national/health-science/lab-grown-beef-taste-test-almost-like-a-burger/2013/08/05/921a5996-fdf4-11e2-96a8-d3b921c0924a storv.html.



UNEP. 2023. "Keeping the Promisse - Annual Report 2023." United Nations Environment Programme.

Van Boeckel, Thomas P., Emma E. Glennon, Dora Chen, Marius Gilbert, Timothy P. Robinson, Bryan T. Grenfell, Simon A. Levin, Sebastian Bonhoeffer, and Ramanan Laxminarayan. 2017. "**Reducing Antimicrobial Use in Food Animals**." *Science* 357 (6358): 1350–52.

Watanabe, Fumio, and Tomohiro Bito. 2018. "Vitamin B12 Sources and Microbial Interaction." Experimental Biology and Medicine 243 (2): 148–58.



Equipe do GFI Brasil

Alexandre Cabral

Vice-presidente Executivo

Alysson Soares

Especialista de Políticas Públicas

Ana Carolina Rossettini

Gerente de Desenvolvimento e Estratégia

Amanda Leitolis, Ph.D.

Especialista em Ciência e Tecnologia

Ana Paula Rossettini

Analista de Recursos Humanos

Bruno Filgueira

Analista de Engajamento Corporativo

Camila Nascimento

Analista de Operações e Finanças

Camila Lupetti

Especialista em Inteligência de Mercado de Engajamento Corporativo

Cristiana Ambiel, MS.

Diretora de Ciência e Tecnologia

Fabio Cardoso

Analista de Comunicação

Gabriela Garcia, MS.

Analista de Políticas Públicas

Gabriel Mesquita

Analista em ESG de Engajamento Corporativo

Graziele Karatay, Ph.D.

Especialista em Ciência e Tecnologia

Guilherme de Oliveira

Especialista em Inovação de Engajamento Corporativo Gustavo Guadagnini

Presidente

Isabela Pereira

Analista de Ciência e Tecnologia

Julia Cadete

Analista de Operações

Karine Seibel

Gerente de Operações

Lorena Pinho, Ph.D.

Analista de Ciência e Tecnologia

Luciana Fontinelle, Ph.D.

Especialista em Ciência e Tecnologia

Lívia Brito, MS.

Analista de Comunicação

Manuel Netto

Analista de Políticas Públicas

Mariana Bernal, MS.

Analista de Políticas Públicas

Mariana Demarco, Ph.D.

Analista de Ciência e Tecnologia

Patrícia Santos

Assistente Executiva

Raquel Casselli

Diretora de Engajamento Corporativo

Victoria Gadelha, MBE.

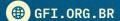
Analista de Comunicação

Vinícius Gallon

Gerente de Comunicação



Sfi/Brasil





TIKTOK

YOUTUBE

in LINKEDIN

Todo o trabalho desenvolvido pelo GFI é oferecido gratuitamente à sociedade e só conseguimos realizá-lo pois contamos com o suporte de nossa família de doadores. Atuamos de maneira a maximizar as doações de nossa comunidade de apoiadores, buscando sempre a maior eficiência na utilização dos recursos.

Ajude a construir uma cadeia de alimentos mais justa, segura e sustentável.

Doe para o GFI Brasil

