

BIOCARNES: UMA SOLUÇÃO DE FUTURO?

Por Vivian Feddern¹, Paulo Augusto Esteves¹, Ari Jarbas Sandi², Nádia Solange Schmidt²

INTRODUÇÃO

Os substitutos de proteínas animais, seja mediante crescimento celular em laboratório ou uso de proteínas vegetais conhecidas, estão ganhando cada vez mais atenção nos últimos anos. Na primeira situação, as proteínas são extraídas de células-tronco musculares de bovinos e suínos ou de penas de frangos, com o objetivo de realizar a multiplicação das células e o crescimento do tecido muscular em laboratório, sem a necessidade de sacrificar o animal para tal finalidade. Na segunda opção, proteínas vegetais (grão de bico e ervilha, por exemplo) são utilizadas na formulação de hambúrgueres vegetais, para substituir o hambúrguer de proteína animal.

Essas novidades causam, muitas vezes, confusão na cabeça dos consumidores. Seria possível (e economicamente viável) a produção em massa desta “carne artificial”? Que impactos sociais e ambientais essa inovação causaria? Haveria alguma contraindicação com relação ao consumo deste tipo de alimento? Novas regulamentações de produção deste tipo de alimento deverão ser desenvolvidas? Haveria consumo?

A produção de proteína sem a necessidade do abate de animais parece oferecer uma série de vantagens em termos de bem-estar dos animais e em termos ambientais, mas essas tendências, assim como as consequências da produção e consumo desses ali-

mentos devem, obviamente, ser extensiva e cuidadosamente avaliadas. O que fazer com os animais existentes se não for mais possível, dentro de alguns anos, abate-los para consumo, devido a pressão da sociedade sobre a questão do bem-estar animal e preservação ambiental? Como ficará o emprego de milhares de trabalhadores que dependem destas indústrias para garantir o sustento da família? Quais seriam as alternativas fornecidas para auxiliar estas pessoas, reintegrando-as na sociedade produtiva e na redistribuição de renda? Em algumas regiões do Brasil, como nos grandes centros, longe da produção, talvez haja maior interesse e poder aquisitivo da sociedade para substituir a carne como a conhecemos por vegetais na sua totalidade. Muitos adolescentes e jovens, que desconhecem a produção tradicional e seus cuidados, podem seguir rumo aos padrões vegetariano e vegano. Mas, e a população das periferias dos grandes centros urbanos e cidades menos populosas, abandonariam seus hábitos e as suas tradições para adotar esse novo estilo de consumo, aparentemente estranho? É difícil de imaginar as atuais gerações mudando completamente os seus hábitos. Porém, há de se

considerar as novas gerações: em aproximadamente duas décadas, estas estarão submetidas a um cenário sócio-político-econômico e ambiental, em que, se novos alimentos tiverem sua saudabilidade, gosto e preço acessíveis, virão a substituir os alimentos tradicionais (principalmente a carne), como uma das formas de garantir proteínas para uma população em crescente expansão.

Apesar de todas essas incertezas, grandes indústrias já estão antenadas nesse mercado, não substituindo, mas sim incluindo esses novos produtos, como uma alternativa para atender a diferentes públicos.

CARNE A BASE DE PLANTAS (PLANT-BASED MEAT) E CARNE A BASE DE CÉLULAS ANIMAIS (CELL-BASED MEAT)

Na busca por produtos alternativos à carne (principalmente bovina), mas com as mesmas características sensoriais dela, há duas rotas: produção de carne em laboratório a partir de células-tronco (cell-based meat), também conhecida como in vitro, e produtos à base de proteínas vegetais que simulam a carne vermelha conhecidos como plant-based meat. O Quadro 1 mostra definição e constituição de ambos os tipos de substitutos da carne tradicional como se conhece hoje.

Quadro 1. Comparativo entre as carnes vegetais e as cultivadas em laboratório.

TIPOS DE “CARNE”	“Carne” a base de plantas ou plant-based meat	Carne a base de células animais ou cell-based meat Sinônimos: clean meat = carne limpa cultured meat = carne cultivada em laboratório
O QUE É?	Combinação de proteínas, gorduras, minerais, água (todos componentes da carne animal, porém de fontes exclusivamente vegetais)	Carne produzida a partir de uma pequena amostra de células animais, replicadas fora do organismo animal
DO QUE É FEITO?	Plantas que substituem a proteína da carne convencional	Carne animal feita sem antibióticos, contaminação fecal e sem abate

Fonte: ELLEN (2018), da The Good Food Institute (GFI).

¹ Pesquisadores da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC. E-mail: vivian.feddern@embrapa.br; paulo.esteves@embrapa.br

² Analistas da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC. E-mail: ari-jarbas.sandi@embrapa.br; nadia.schmidt@embrapa.br

“Carne” à base de plantas

O mercado voltado para produção de “carne” vegetariana e vegana, não é novidade nos Estados Unidos. Em 2016, a *Beyond Meat* (que tem como um dos investidores o Bill Gates) criou e disponibilizou no mercado um hambúrguer feito com proteínas de ervilha, arroz e feijão, óleo de canola, óleo de coco, manteiga de cacau, amido de batata, suco de limão e beterraba, entre outros ingredientes. A *Beyond Burger* foi a primeira empresa a ter seu hambúrguer à base de plantas vendido em redes de supermercados naquele país. Em 2019, tornou-se a primeira fabricante de carne vegetal com ações na bolsa norte-americana (Nasdaq). Além de hambúrguer, ela vende carne moída e salsicha preparadas mediante uma combinação de fontes proteicas vegetais (TUNES, 2019).

Estudos da Embrapa

A Embrapa Agroindústria Tropical, situada em Fortaleza (CE), desenvolveu hambúrgueres vegetais à base de fibra de caju e proteína texturizada de soja, que podem ser mantidos congelados por até 6 meses sem perder suas propriedades sensoriais e físico-químicas (LIMA et al., 2017). Mais recentemente, os mesmos pesquisadores, em conjunto com a Embrapa Agroindústria de Alimentos, do Rio de Janeiro (RJ), desenvolveram um hambúrguer vegetal utilizando o resíduo da extração do suco de caju (fibra) e de feijão caupi, abundantes na região Nordeste do Brasil (LIMA et al., 2018). A composição da formulação foi 29,3% de fibra de caju, 29,3% de pasta de caupi, 25,1% de tomate, 6,8% de cebola, 5,3% de pimentão, 1,3% de alho, 0,1% de pimenta do reino, 0,2% de salsinha desidratada, 1,2% de sal e 1,4% de óleo de milho. O período de armazenamento congelado também é até 6 meses e a aceitação geral do produto foi de 86% pelos avaliadores na análise sensorial.

A Embrapa Arroz e Feijão, de Santo Antônio do Goiás (GO) criou um hambúrguer elaborado com *tempeh* de feijão comum, comparada de *tempeh* tradicional de soja (COLOMBO et al., 2017). Os *tempehs* foram fabricados a partir de grãos descascados de feijão carioca cv. Pérola, armazenado e escurecido. O hambúrguer de soja recebeu maior nota 6,40 e 5,28 respectivamente, apresentando melhor desempenho em todos os atributos, sendo que 40,24% comprariam o de soja e 30,48% comprariam o de feijão. Apesar da aparência e aroma terem sido atributos bem aceitos em ambas amostras, o sabor foi o fator que mais afetou negativamente a impressão global. Os autores concluem que o aprimoramento da técnica de produção de *tempeh* ou da formulação dos hambúrgueres podem contribuir para uma maior aceitabilidade deste novo produto.

Outras Empresas

A **Fazenda Futuro**, a primeira foodtech do Brasil, lançou o hambúrguer feito de proteína isolada de soja e de grão-de-bico, denominada **Futuro Burger** a partir de inteligência artificial para chegar a um produto que lembra carne bovina. A cor vermelha advém da beterraba e o “douradinho de grelha” vêm da reação de *Maillard* (reação química entre um aminoácido ou proteína com um carboidrato redutor). De acordo com a Fazenda Futuro, o alimento tem o mesmo nível proteico do que as carnes tradicionais, porém com menor teor de gordura (GALILEU, 2019).



A **JBS-Friboi** também lançou um hambúrguer diferenciado, **Incrível Burger Seara Gourmet**, para atrair o gosto dos vegetarianos, constituído de soja, beterraba, trigo, alho e cebola (CHAVES, 2019).

A **Marfrig** e **ADM** anunciaram em agosto de 2019 parceria para a produção de hambúrguer vegetal com sabor animal. O Diretor de Relações com Investidores da Marfrig, Marco Spada, disse que a produção dos primeiros hambúrgueres vegetais iniciará em Várzea Grande/MT, enquanto que a base vegetal sairá da ADM no mesmo Estado, diretamente para a planta da Marfrig (SPADA, 2019).

Carne a base de células animais

Outra alternativa para a substituição da carne bovina, são as técnicas de cultura de células-tronco oriundas do tecido muscular, para produção de carne de laboratório. O processo consiste, basicamente, em coletar células-tronco animais e fazê-las transformarem-se em fibras musculares, que são matéria-prima para criar tecido muscular e, efetivamente, um hambúrguer.

Existem várias startups que iniciaram a produção de carne de laboratório, por considerarem uma oportunidade de mercado, como a *Impossible Foods* e a *Beyond Meat*,

entre outras, as quais investiram milhões de dólares para desenvolver uma técnica eficiente para a carne de laboratório se tornar similar à carne tradicional, ou *nuggets* de laboratório se parecerem com *nuggets* tradicionais, inclusive no sabor.

Uma das dificuldades é reproduzir o marmoreio (carne com gordura entremeada) da carne em laboratório, uma vez que a proteína e gordura teriam que ser produzidas separadas e depois unidas de alguma forma.

A startup californiana *Impossible Foods* deu um passo além, produzindo a cor vermelha de seu hambúrguer por engenharia genética, a partir de uma proteína similar à hemoglobina (grupo heme), que confere a cor vermelha de carne crua e o aroma cárneo característico exalado no cozimento. O grupo heme é obtido das raízes de plantas leguminosas, que possuem esse grupo em uma proteína de estrutura e função muito semelhantes à hemoglobina, a leg-hemoglobina (TUNES, 2019).

No final de 2018, na Faculdade de Engenharia Biomédica do Instituto de Tecnologia de Israel (Technion), a *Aleph Farms* anunciou o primeiro bife cultivado em laboratório (TUNES, 2019). A tira era muito fina (4 mm de espessura), mas foi um avanço em relação ao primeiro hambúrguer de Maastricht, na Holanda. Para criar bife em laboratório, o processo é ainda mais complexo, pois requer que as células se organizem de forma tridimensional (3D), ganhando volume e, consequentemente, espessura. A novidade deve chegar ao mercado em até cinco anos.

Algumas *foodtechs*, como as norte-americanas *Just* e *Memphis Meats*, investem para produzir carne em laboratório sem a necessidade de uma simples biópsia no animal. Elas usam células-tronco coletadas de penas para produzir carne de frango. A *Just* já comercializa alimentos vegetais alternativos aos de origem animal, como maionese. A *Memphis Meats*, por sua vez, dedica-se à pesquisa de diversos tipos de carne de laboratório, incluindo frango e pato.

A carne *in vitro* ainda apresenta o desafio de provar que é segura ao consumo humano. Os fabricantes precisam identificar claramente quais as substâncias usadas no processo de diferenciação celular, comprovando a segurança e a qualidade nutricional”, pondera a bioquímica Viviane Abreu Nunes Cerqueira Dantas, da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da USP (TUNES, 2019).

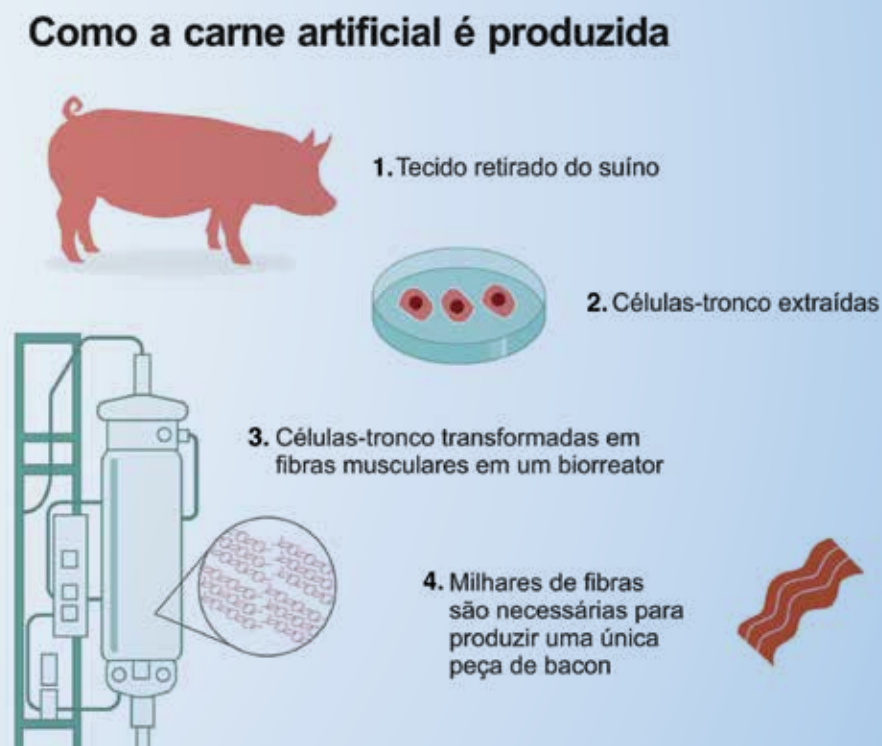
Felipe Krelling, da GFI, informa que antibióticos podem ser utilizados por um período curto para minimizar riscos de contaminação ao separar uma linha celular de uma biópsia, caso ela esteja contaminada por alguma bactéria. “Não há nenhuma necessidade de se utilizar antibióticos em qualquer outro

processo de produção. Já existe tecnologia na indústria de bioprocessos que pode ser adotada por empresas *cell-based* para se obter um ambiente livre de antibiótico para a proliferação de células”, declara Krelling.

Os conhecedores do processo de produção de carne em laboratório alegam ser impossível no presente momento, a produção celular sem antibiótico, uma vez que para o cultivo celular é usado soro bovino fetal (FBS), ingrediente básico e caro.

Recentemente, a Universidade de Bath, no Reino Unido, desenvolveu bacon a partir de tecido suíno (Figura 1), sem necessidade de abater o animal (BRIGGS, 2019), conforme publicado pela BBC News.

Figura 1. Esquema de produção de bacon em laboratório.



A produção de carnes à base de plantas ou carne à base de células tronco, é um processo relativamente recente e ainda há muitos aspectos a serem testados e considerados, incluindo a aceitação do consumidor, o custo-benefício ambiental, a prospecção de mercado e a escalabilidade

A aceitação do consumidor

Pesquisadores da Bélgica e França publicaram um estudo exploratório realizado com 180 pessoas que discute as possíveis razões para os consumidores pararem de comer carne: 1) são contra as práticas tradicionais de produção de carne; 2) são a favor de consumir alimentos ecologicamente corretos; 3) consideram mais saudável não comer ou reduzir o consumo de carne para mudar o estilo de vida (VERBEKE; SANS; VAN LOO, 2015).

Neste estudo, o conceito de carne cultivada em laboratório era conhecido por apenas 13% do público. Inicialmente, 9% dos entrevistados rejeitaram a ideia de provar "carne", 67% hesitaram e 24% gostariam de provar. Após explicações sobre os possíveis benefícios ambientais e bem-estar animal de se consumir carne de laboratório, o percentual alterou para 7% de rejeição, 51% hesitaram em provar e 42% gostariam de provar (VERBEKE; SANS; VAN LOO, 2015).

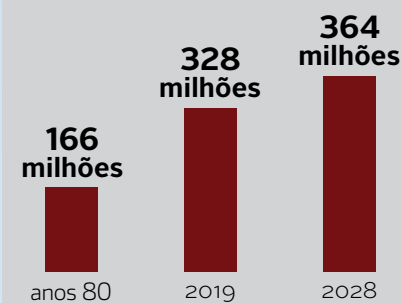
O artigo mostra que ainda existe muita desinformação por parte do público em geral, porém é um nicho a ser explorado pelas indústrias que tem intenção de investir neste segmento. O poder aquisitivo pode ser um fator determinante em algumas regiões, porém há de se pensar, será que os consumidores que concordam em provar para apenas experimentar, seguiriam comprando carne de laboratório? Ou seriam eles apenas motivados pela curiosidade e ao longo do tempo perderiam o interesse em consumi-la em detrimento do preço de aquisição?

Custos e benefícios ambientais

Estima-se no ano de 2050 um incremento populacional na ordem de 2 bilhões de pessoas. Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, a pecuária teria que aumentar em 70% a área de terras para suprir a demanda por fibras e alimentos. O volume total de carne produzida mundialmente é da ordem de 328 milhões de toneladas/ano, com uma perspectiva de atingir 364 milhões de toneladas/ano em 2028, segundo a Organização Mundial da Saúde. Comparativamente aos valores do final dos anos 80, de 166 milhões de toneladas/ano, o volume de carne consumida mundialmente praticamente dobrou nas últimas três décadas (OECD/FAO, 2019).

Os favoráveis à produção de carne em laboratório alegam que a produção tradicional demanda muita água (1/3 do total de água consumida) e terra (80% do total de terra agricultável do planeta), além de emitir

VOLUME TOTAL DE CARNE PRODUZIDA MUNDIALMENTE (toneladas/ano)



mais gases de efeito estufa (GEE) do que a soma dos gases emitidos por trens, aviões e carros. Além disso são feitas projeções até 2035, onde se vislumbra a possibilidade da substituição total da carne por proteínas vegetais, além da redução em 60% das terras agricultáveis, redução de 70% do uso de água na produção, redução de 80% dos GEE, além da possibilidade de produzir sem colesterol, sem conservantes e sem antibióticos (BERNARDES, 2019).

Os pesquisadores que são contra a produção de carne em laboratório alegam que não adianta repor proteína, pois há outros nutrientes importantes como minerais, vitaminas, entre outros. Além disso, os laboratórios precisarão de eletricidade de qualquer forma para produção da carne em laboratório, o que, dependendo da matriz energética, também emitirá GEE. Ainda, os bovinos também produzem leite, couro e outros derivados. Como seria impactada toda esta cadeia produtiva e como ficaria os empregos das pessoas que estão diretamente ligadas a este sistema?

É difícil chegar a uma conclusão de como alimentar 9,8 bilhões de pessoas, de forma segura, em conformidade com o bem-estar animal (e dos seres humanos), sem danificar o planeta nem esgotar os recursos naturais. É estimado que a demanda por proteína animal aumentará 20% até 2030. Segundo a FAO, o consumo mundial aumentará 1,4% ao ano até 2024 e isso demandará um incremento de produção de 3,8% no período, para atender a essa demanda.

Embora progressos consideráveis estão acontecendo, ainda há questões importantes a serem resolvidas como: restrições sociais e éticas, ajuste das condições de cultura, produção eficaz em grande escala e o desenvolvimento de meios de cultura econômicos e livres de produtos de origem animal (SANTOS, 2019).

A produção de carne em laboratório tem como o principal apelo, reduzir o impacto ambiental da pecuária. Criando menos animais, haveria redução de GEE (CH₄ e CO₂). Estima-se que manter os atuais 1,5 bilhão de bovinos significa uma emissão comparada a todos os carros em circulação no mundo. Ainda, a quantidade de metano poupada pela produção de carne em laboratório, pode ser superada a longo prazo pelas emissões de CO₂ que resultam do processo. Contudo, há de se considerar o efeito renda sobre o consumo total de alimentos e os aspectos culturais em cada nação.

As vantagens da produção de carne em laboratório versus carne tradicional são estudadas por muitos pesquisadores. De acordo com cientistas da Universidade de Oxford, ainda que a pecuária convencional pareça mais prejudicial de imediato, suprir a demanda mundial por carne de laboratório poderia fazer com que a emissão de CO₂ não compensasse o esforço (LYNCH; PIERREHUMBERT, 2019). Segundo os pesquisadores, a carne cultivada não é climaticamente menos impactante que o gado; seu impacto relativo, ao contrário, depende da disponibilidade de geração de energia descarbonizada e dos sistemas de produção específicos que são realizados.

Um recente estudo veiculado pela CB Insights, uma plataforma de inteligência de mercado com sede em Nova York, EUA, mostrou que para a produção de 1 kg de carne por métodos tradicionais de produção, são gastos 6.809,95 litros de água, 7,26 kg de emissão de GEE e 24,15 m² de terra, com um custo de produção de \$ 1,05. No entanto, para a produção do mesmo 1 kg de carne via laboratório, são estimados 1.226,47 litros de água, 1,6 kg de GEE, 0,24 m² de terra e o custo \$ 12, ou seja, cerca de 11,5 vezes mais cara, porém com menos impacto ambiental (<https://www.cbinsights.com/research/future-of-meat-industrial-farming/>).

Nesse estudo da CB Insights, não foi especificado o tipo de carne produzida, nem mesmo a metodologia de análise dos impactos ambientais e econômicos. Porém, segundo estatísticas brasileiras da Central de Inteligência de Aves e Suínos, CIAS/Embrapa (<https://www.embra.br/en/suinos-e-aves/cias/custos>), o custo médio de produção de frangos de corte e de suínos, de janeiro a julho de 2019, convertido para a taxa média de câmbio, foi de \$ 0,70/kg e \$ 1,00/kg de peso vivo, respectivamente. Em relação ao uso da terra, essa foi de 1,2 m² e 1,98 m² de área de cultivo com cereais (milho e soja) para a produção de, respectivamente, 1 kg de peso vivo de frangos de corte e 1 kg de peso vivo de suínos. Esses resultados foram gerados a partir de índices de competitividade como a conversão alimentar e a composição das rações dessas espécies de animais, e a produtividade média das lavouras de milho e soja em uma safra na região Sul do Brasil.

Todavia, há de se considerar a área de terra ocupada por ocasião do alojamento dos animais. Para a produção de frangos de corte e de suínos, foi considerado 35 kg e 110 kg de peso vivo/m² de área, respectivamente. Assim, a terra (em m² de área/kg de peso vivo) necessária à produção de frangos de corte e suínos, incluindo o consumo de milho, farelo de soja e o adensamento populacional, foi de 1,54 m² para frangos de corte e 3,08 m² para suínos. Nessa análise não foi computado o período que se estende desde a creche dos leitões até a fase de crescimento, ou seja, foi considerado apenas terminação. Também não foi levada em consideração a área de terra necessária a retenção e ao tratamento dos dejetos gerados durante a fase produtiva, nem tão pouco aos rejeitos oriundos do processo de abate e agro industrialização de ambas as proteínas.

Escalabilidade

As considerações de custo mencionadas no presente artigo são cruciais para escalar



esses produtos para o consumo convencional. O custo e a escala são considerações imediatas ao mover esses produtos para itens básicos de cozinha. Nos próximos anos, provavelmente podemos esperar que o custo da carne cultivada em laboratório diminua consideravelmente.

Segundo Santos (2019), para gerar um volume de carne suficiente para atender a demanda de consumo mundial, é preciso ajustar as condições para produção em grande escala. Para isso, há necessidade do uso de grandes biorreatores, seleção e aumento da produção de biomateriais específicos para meios de cultivo e um excelente controle de qualidade.

CONCLUSÃO

Independentemente dos obstáculos para um futuro sem carne de origem animal, já foi demonstrado que dispomos de tecnologia para a produção deste tipo de alimento, e o que atualmente é simplesmente uma ten-

dência, pode se tornar uma realidade em nossas vidas, à medida em que tais produtos apresentarem características sensoriais palatáveis aos gostos do consumidor, a preços competitivos, capturando a atenção de investidores e consumidores.

Apesar das alegações de que restrições no consumo de carne poderia minimizar e até mesmo reduzir o impacto ambiental, as inovações tecnológicas baseadas na produção de biocarnes a partir de células vegetais e animais, ainda tem muitas fronteiras de ordem ética-social, política e econômica a serem desmistificadas.

Ressalta-se, contudo, que se trata de uma inovação radical e bastante complexa, com múltiplos interesses de ordem difusa e por vezes extremamente antagônicos. Por evidenciar um campo novo de aplicações, sugere-se pesquisas no âmbito da bioeconomia, abordando aspectos relativos à emergência, para avaliar a real sustentabilidade destes novos meios produtivos de proteínas animais e vegetais.

