

Viabilidade da produção de carne *in vitro*

Érica Ramos Gonçalves¹, Cláudia Josefina Dorigan¹

¹Centro Universitário Barão de Mauá

rgerica@gmail.com¹, claudia.dorigan@baraodemaua.br¹

Resumo

Este trabalho surgiu da inquietação e anseio de buscar caminhos para contribuir ainda mais com o bem-estar dos animais de produção, devido à insistência da questão de que esses animais recebem o direito de viver apenas para serem explorados e mortos. Com o crescimento do número de pessoas preocupadas e sensibilizadas com o abate animal e com segurança alimentar viu-se a possibilidade de melhoria no bem-estar humano através do consumo da carne *in vitro*.

Introdução

Atualmente, a sociedade mundial se apresenta de maneira mutante em relação ao seu comportamento frente às causas animais, ambientais e de sustentabilidade. Sentimentos como a angústia e a preocupação, surgem com frequência quando o assunto é o abate dos animais, o desmatamento e o desperdício dos recursos naturais e de alimentos.

O ser humano vive uma espécie de nível de consciência abrupta, que o sensibilizou diante do sofrimento animal e da destruição da natureza.

Muitos trabalhos estão sendo desenvolvidos por profissionais da área, justamente para minimizar os impactos negativos em diversos aspectos, inclusive emocionais.

A americana, *Temple Grandin*, é um exemplo. Graduada em Psicologia, diagnosticada como autista aos quatro anos fez mestrado sobre os mugidos dos bovinos, onde observou que a vocalização é um dado importante sobre o bem-estar dos rebanhos e revolucionou a pecuária ao criar o manejo racional, humanitário do rebanho, que na prática faz com que o gado se sinta mais tranquilo por poder reproduzir seu comportamento natural nos confinamentos. *Temple* percebeu que o gado ficava tranquilo quando preso ao tronco de contenção para tomar vacina. A partir dessa observação, *Grandin* desenvolveu a “máquina do abraço”, que ela própria usava para se acalmar e pensar melhor em suas crises de ansiedade (NASCIMENTO; GALERA, 2018).

Assim sendo, este estudo tem enquanto relevância acadêmica e social, demonstrar os benefícios da carne *in vitro* ao bem-estar animal e humano, além de despertar para o surgimento dos cortes cárneos cultivados em laboratório

como uma nova opção de alimento de proteína animal.

Objetivo

O objetivo é sugerir que a carne *in vitro* possa coexistir com outros produtos alimentícios no mercado, oferecendo maior segurança alimentar, sustentabilidade e harmonia emocional a sociedade.

Metodologia

Diante dos objetivos propostos para esse trabalho, a metodologia utilizada foi do tipo qualitativo por meio de um levantamento bibliográfico exploratório sobre o tema estudado.

A pesquisa qualitativa, de acordo com Gerhardt e Silveira (2009), preocupa-se com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica do que se deseja entender.

O levantamento bibliográfico busca a resolução de um problema por meio de referenciais teóricos publicados, analisando e discutindo as várias contribuições científicas. Esse tipo de pesquisa fornece os subsídios para o conhecimento sobre o que foi pesquisado, como e sob que enfoque e/ou perspectivas foi tratado o assunto apresentado na literatura científica (BOCCATO, 2006).

No presente trabalho, foram realizadas buscas em livros, periódicos e *sites* confiáveis. Após serem encontrados, os conteúdos foram lidos, discutidos e organizados conforme apresentado no item resultados e discussão desse artigo.

Resultados e Discussão

Conceito e composição da carne *in vitro*

Atualmente o termo “carne *in vitro*” e suas sinônimas, “carne cultivada”, “carne artificial”, “carne sintética”, “carne limpa” se refere a um produto de origem animal que surge no cenário do mercado mundial como mais uma opção de carne para ser oferecida a população em seu consumo alimentício.

O jornalista científico Ireland (2019) explica que a ciência por trás do cultivo de carne sem animais é bastante simples. Cultivar as células que formam carne cultivada não é muito diferente de outros métodos de “cultura de células” que os biólogos

têm usado para estudar células desde o início de 1900.

A carne cultivada faz parte da ciência emergente “agricultura celular”, que é um campo ainda em estágio inicial e que tem por objetivo produzir o que de modo tradicional é totalmente obtido pela criação animal, com um menor envolvimento do animal. Além da carne cultivada, por esse processo também pode ser produzido o leite, a clara de ovo e o couro (STEPHENS *et al.*, 2018). Para Mattick *et al.* (2015), a carne cultivada, ou *in vitro*, consiste em biomassa comestível cultivada a partir de células estaminais dos animais numa fábrica ou carnes. Nas próximas décadas, o cultivo *in vitro* de biomassa poderia permitir a produção de carne sem a necessidade de criação de gado.

Neste contexto, conhecer a composição da carne *in vitro* é de suma importância por se tratar de uma carne de origem animal, porém, fabricada em laboratório. No entanto, os pesquisadores ainda não revelaram os componentes da carne cultivada. O que se encontra disponível é o passo a passo da produção.

O site da empresa *Mosa Meat* que tem como cofundador o pesquisador *Mark Post*, criador do primeiro hambúrguer de carne cultivada em 2013, cita como foi possível desenvolver a carne *in vitro* (GONZÁLEZ; KOLTROWITZ, 2019).

É descrito por Meat (2019) que através de uma biópsia sob anestesia do músculo do animal, por exemplo, uma vaca, são extraídas algumas células miosatélites (células tronco do músculo). As miosatélites são responsáveis por criar um tecido muscular novo para um músculo lesionado. Logo são colocadas em um meio contendo nutrientes e fatores de crescimento para que se multipliquem e isso ocorre em um biorreator semelhante aos de fermentação de cerveja e iogurte.

Quando crescem as células se fundem e formam miotubos (fibras musculares primitivas de até 0,3 mm de comprimento), que ao serem estimuladas eletricamente formam milhares de fibras musculares. Para hambúrguer de 142g de *Mark Post* foram necessárias 20.000 fibras musculares. A duração da fabricação foi de três meses e custou cerca de 250.000 euros (TERRA, 2013).

Históricos da produção de carne *in vitro*

A ideia de carne *in vitro* para consumo humano foi escrita muito tempo atrás por *Winston Churchill* no ensaio "Fifty Years Thus" mais tarde publicado no livro *Thoughts and Adventures in 1932* (BHAT; KUMAR; FAYAZ, 2014).

Os responsáveis pela Equipe Beefpoint (2019), comentam que a carne *in vitro* vem sendo pesquisada há anos, desde que a NASA começou a estudar o cultivo de frutos do mar e carnes no início dos anos 2000.

E de acordo com Benjaminson, Gilchrist e Lorenz (2002), a eficiência de trabalho e o estado de espírito de uma equipe de veículos espaciais em missões de longo prazo dependem da adequação das condições de vida, incluindo alimentos. Sendo assim, objetivou-se estabelecer um sistema de produção de proteínas musculares *in vitro* (MPPS) para construções de proteínas musculares substituindo outros produtos alimentares para viajantes espaciais. Nos experimentos, foi cultivada a massa muscular esquelética abdominal dorsal adulta de *Carassius auratus* (peixinho dourado).

O pesquisador e empresário, *Willem Van Eelen*, de 86 anos que era fascinado por carne cultivada por décadas, iniciou um programa de pesquisa e registrou uma patente sobre a ideia em 1997. No entanto, a primeira pesquisa financiada pelo governo sobre carne cultivada ocorreu na Holanda. A agência governamental holandesa *SenterNovem* financiou a pesquisa de carne cultivada de 2005 a 2009, em parte por causa de conversas entre o fundador da *New Harvest*, *Jason Matheny* e o ministro da Agricultura holandês em outubro de 2004 (HARVEST, 2015). Em 2013, o primeiro hambúrguer de carne *in vitro* do mundo foi cozido e provado por um painel sensorial na *Riverside Studios* em Londres (BHAT; KUMAR; FAYAZ, 2014).

O professor de fisiologia na Universidade de *Maastricht*, na Holanda, *Mark Post*, levou cinco anos para criar o hambúrguer de laboratório, desenvolvido a partir de células-tronco retiradas da região do pescoço da vaca. Desde maio de 2010, a pesquisa contou com o apoio financeiro de *Sergey Brin*, o bilionário fundador do *Google*. Nos últimos anos, *Brin* fundou também a empresa de testes genéticos *23andMe*, estudou a viabilidade de fazer mineração em asteroides, investiu na empresa de voo espacial privado *Space Adventures* e desenvolve, por meio do *Google*, carros que dirigem sozinhos. Num vídeo, *Brin* disse que apoiou a pesquisa, principalmente por uma preocupação com o bem-estar animal (PONTES, 2013).

A revista *Exame*, publicou por Bomfim e Filipe (2019), uma matéria destacando a ascensão das *startups* em 2018, onde chegaram a movimentar 7 bilhões de dólares e que no caso das carnes com células de animais produzidas em laboratório, há uma série de questionamentos. Um deles é a aceitação das pessoas ao que já recebeu o apelido nada apetitoso de *frankenfood*.

Objetivos da produção da carne *in vitro*

A produção *in vitro* de carne tem muitos benefícios para a saúde e o meio ambiente e espera-se que seja uma fonte sustentável de recursos humanos, químicos e de carne microbiologicamente segura. Como o conhecimento crucial ainda é carente de biologia

e tecnologia, mais pesquisas e impulso financeiro na área são necessários para estabelecer um sistema comercialmente viável em termos de custos no processo de criação de um produto qualitativamente competitivo com outros produtos de carne existentes (BHAT; KUMAR; FAYAZ, 2014).

Imagine morder um hambúrguer de carne suculenta que foi produzido sem matar animais. A carne cultivada em laboratório a partir de células está transformando essa visão em realidade. Várias empresas iniciantes estão desenvolvendo carne bovina, suína, aves e frutos do mar cultivados em laboratório, entre elas, a *Mosa Meat*, a *Memphis Meats*, a *SuperMeat* e a *Finless Foods*. E o campo está atraindo milhões em financiamento. Em 2017, por exemplo, *Memphis Meats* recebeu US \$ 17 milhões de fontes que incluíam *Bill Gates* e a empresa agrícola *Cargill* (SCHAEFER, 2018).

Se amplamente adotada, a carne cultivada em laboratório, também chamada de carne limpa, poderia eliminar grande parte do tratamento cruel e antiético dos animais, que são criados para a alimentação. Também poderia reduzir os custos ambientais consideráveis da produção de carne; direcionando os recursos apenas para gerar e sustentar células cultivadas ao invés de um organismo inteiro desde o nascimento (SCHAEFER, 2018).

Surgem cada vez mais pesquisas que demonstram fatores positivos para a implementação da produção da carne *in vitro* sugerindo sucesso no alcance de todos os objetivos abordados. Para os pesquisadores, Zhi-chang, Qun-li e Lin (2014), a carne cultivada tem o menor uso da terra por unidade de proteína e unidade de energia digestível humana. As culturas da China têm o menor consumo de energia e emissões de gases de efeito estufa (GEE) por unidade de energia e proteína. O uso de energia na produção de carne cultivada é ligeiramente superior à produção atual de suínos na China, enquanto as emissões de GEE são menores. Está concluído que o impacto geral da substituição de produtos pecuários por carne cultivada seria benéfico para o meio ambiente e melhoraria potencialmente a segurança alimentar porque menos terra é necessária para produzir a mesma quantidade de proteína e energia.

De acordo com Filipe e Bomfim (2019), o mercado global dos substitutos de carne vem ganhando projeções impressionantes, o equivalente a 10% da fatia do mercado de carnes convencionais. Este fenômeno retrata a velocidade com que os novos hábitos começam a remodelar a indústria de alimentos no mundo. No centro das mudanças, um consumidor cada vez mais sensível aos apelos de saudabilidade e sustentabilidade.

Sistemas de produção da carne *in vitro*

Os sistemas de produção da carne *in vitro* são minimamente detalhados na literatura atual. Os autores pesquisados não divergem em suas dissertações quanto ao processo de confecção da carne cultivada. Destacamos neste trabalho a descrição de um fluxograma onde os pesquisadores, Kadim et al. (2014) comentam o passo a passo do mecanismo de produção, que se inicia com a retirada de maneira adequada de uma amostra de músculo de um animal específico, geralmente sob anestesia local por biópsia.

As células troncos são separadas dos componentes musculares, obtendo as miosatélites (células dos músculos esqueléticos). As miosatélites por sua vez, são induzidas a se diferenciarem em mioblastos, que se multiplicam e se mesclam formando os miotubos. Essa fase é considerada crítica em função da escolha das condições adequadas para que isso aconteça, como, temperatura, oxigênio, composição do meio de cultura com nutrientes e fatores de crescimento. O crescimento adicional é por continuação, fusão de novos mioblastos e diferenciação de miotubos para formar as fibras musculares. O crescimento e a diferenciação são aprimorados pelo andaime e por estimulação nervosa e de resistência. Componente como colágeno e gordura são adicionados, atribuindo palatabilidade a carne durante o seu processamento. Kadim et al. (2014) finalizam explicando que o processamento da carne *in vitro* é o que a faz imitar a carne natural.

Nos últimos anos, os cientistas têm trabalhado com dedicação para cultivar carne bovina na forma de hambúrgueres ou almôndegas no laboratório. *“Normalmente, fazer um hambúrguer cultivado começa com a colheita de células musculares de uma vaca viva e, em seguida, cultiva-se essas células em laboratório, alimentando-as com um soro rico em nutrientes para que possam crescer como o tecido muscular. As células musculares crescem em pequenos fios, onde 20.000 desses fios fazem um hambúrguer de tamanho normal. Biologicamente, a carne é idêntica à de uma vaca, embora um hambúrguer comum também contenha pequenas quantidades de osso, cartilagem e tecido conjuntivo”.* (HEFFERNAN, 2017).

Formas de utilização da carne *in vitro*

Diante da realidade da carne *in vitro*, é muito provável que a indústria proveniente da “agricultura celular” desenvolva todo e qualquer tipo de carne oriunda de amostra de tecido biológico de qualquer espécie animal em vida por meio da biotecnologia.

Em dezembro de 2018, a empresa *Aleph Farms*, sediada em Israel, apresentou ao mundo o primeiro bife criado em laboratório. Ao produzir o

fino pedaço de carne, a empresa conseguiu superar um dos maiores desafios enfrentados por essa jovem indústria, o cultivo em laboratório de um produto cárneo que integre os tecidos muscular e adiposo (EQUIPE BEEFPOINT, 2019).

A primeira produção bem sucedida, porém, foi um hambúrguer feito num laboratório da Universidade de *Maastricht* a partir de células-tronco extraídas do pescoço de uma vaca (EQUIPE BEEFPOINT, 2019).

Na *Just*, empresa de alimentos em São Francisco, nos EUA, *nuggets* de frango foram fabricados a partir das células de uma pena de galinha. Os *nuggets* experimentados tinham gosto de frango, porém sem que o animal tivesse sido abatido. Essa carne não deve ser confundida com os hambúrgueres vegetarianos à base de verduras e legumes e outros produtos substitutos de carne que estão ganhando popularidade nos supermercados. Trata-se de carne real fabricada a partir de células animais. Elas são chamadas de diversas formas, carne sintética, *in vitro*, cultivada em laboratório ou até mesmo "limpa" (MORRIS; COOK, 2018).

Já a americana *Finless Food*, com apoio da *IndieBio*, aceleradora em biotecnologia, e também da *NewHarvest*, ONG que pesquisa novas soluções para a segurança alimentar, sintetizará carne de peixe em laboratório, através das células de peixe raro, como o atum-rabilho, que poderão ser transformadas em filés ou postas. O plano da *Finless* é começar com sashimi e sushi (CAPELAS, 2019).

Desafios futuros da produção da carne *in vitro*

Durante o processo de pesquisa deste trabalho, observamos, principalmente, as vantagens do cultivo da carne *in vitro* como mais uma opção de proteína animal na alimentação.

Questões como sustentabilidade, bem estar animal e humano e ainda, segurança alimentar, ficaram bem alicerçadas por tudo que envolve a produção da carne *in vitro*. Isso ocorre pelo fenômeno da humanidade que vem mudando seus hábitos alimentares, buscando cada vez mais por alimentos mais saudáveis e seguros além da avassaladora preocupação com o abate dos animais de produção e o impacto dessa produção para o meio ambiente.

Os desafios da produção de carne *in vitro* como um produto alimentício estão impulsionados pela desconfiança dos consumidores sobre se a carne cultivada atenderá seus sentidos, como o paladar, além do pouco trabalho de informação a sociedade.

Já no âmbito da pesquisa de produção e econômica, as maiores dificuldades são com a produção em grande escala dos cortes cárneos e também o alto custo durante o processo e do produto final nas prateleiras.

Outros fatores como cultura, religião e a possível resistência dos produtores de animais podem ser considerados entraves nesta inovação de carnes produzidas em laboratórios. Não menos importante de se considerar é que a carne "limpa" ainda está vinculada a termos "químicos", laboratoriais, como carne sintética e/ou como carne artificial. Uma adaptação na nomenclatura pode ser bem vinda, como por exemplo, carne bovina *biotec*.

Portanto, pode-se sugerir que as desvantagens da carne cultivada estão estritamente relacionadas com fatores limitantes oriundos da descrença do consumidor, do pouco trabalho de informação a sociedade e da dependência de altos investimentos em pesquisas e biotecnologias.

Uma vez estabelecidas estratégias a caminho da validação do produto "carne *in vitro*", é necessário também uma gestão eficiente e integrada que aborde regras para a criação dos animais "exemplares" de coleta de células, assim como critérios para a contratação de manejadores e leis regulamentares para o setor da carne cultivada.

Pensando em contribuir com ideias na estruturação do produto validado, neste trabalho sugerimos algumas diretrizes, tais como:

1. Que a produção animal seja minimalista, com menor quantidade de animais exemplares de coleta de células em comparação a quantidade de animais produzidos para o abate.
2. Por compreender que a qualidade dos cortes cultivados dependerá da maneira e estrutura em que esses animais serão criados e alimentados, o estudo recomenda que os manejadores tenham um perfil tranquilo, amantes da rotina de trato e da natureza e também a aplicação de uma melhor nutrição animal, já que com menor número de animais, o custo com alimentação dos mesmos diminui, podendo assim, se investir em alimentos de melhor qualidade. Ambas as recomendações se aplicadas poderão ser um diferencial importante na saúde física e mental dos exemplares, pois o bem estar proporciona a liberação de hormônios benéficos a todos os organismos vivos, o que resulta em um bom desenvolvimento tecidual.

Portanto, diferenciais pessoais como sensibilidade, amor e felicidade poderão servir de critério básico no momento da contratação dos trabalhadores manejadores de animais. E com a administração de uma melhor nutrição há uma forte expectativa que ocorra o aumento da eficiência animal gerando qualidade celular superior à dos animais que são abatidos, pois esses animais de abate estão mais sujeitos a situações de estresse, como, transporte até os frigoríficos, mudança de manejador, alteração abrupta de rotina, odores como o de sangue e possíveis maus tratos. O estresse estimula a

liberação excessiva de cortisol e este excesso provoca alterações na carne como diminuição da maciez.

3. Sistemas de produção pecuária similares ao Sistema Integração Pecuária, Lavoura e Floresta na bovinocultura também poderão ser criados para o cultivo de outras espécies de animais destinados a produção de carne *in vitro*, com o intuito de maximizar a sustentabilidade, a preservação ambiental e a diminuição de gases nocivos à saúde pública.

4. No processo de produção da carne cultivada, será necessária a criação de leis que visem regulamentar a estrutura das propriedades rurais e frigoríficas, além de nomear o médico veterinário responsável também por este setor, já que é sua a responsabilidade técnica sobre a saúde única e os produtos de origem animal. A adoção de leis garantiria maior segurança alimentar.

5. Outros itens podem constar na legislação da carne *in vitro* visando às instalações rurais e frigoríficas, como, ser exigida a construção de laboratório de coleta de células nas fazendas e laboratório de produção dos cortes de carne cultivados nos frigoríficos, respeitando sempre a sanidade e a segurança prediais e ambientais.

6. Composto as estratégias de mercado, seria interessante fazer adaptações de terminologias para estes laboratórios. Por exemplo: O laboratório de coleta na fazenda, ser denominado de “Curral *Biotec*” e o de produção da carne *in vitro* no frigorífico de “Sessão de carne *Biotec*”. Com a evolução da espécie humana, a carne *in vitro* muito provavelmente superará o desconforto de se alimentar da carne de animais abatidos.

Conclusão

É iniludível para a nossa sociedade que num futuro próximo enfrentaremos dificuldades em atender a demanda por alimentos. A população mundial vem crescendo significativamente, mas em contrapartida ocorre uma ineficiência nos sistemas de produção e uma improdutividade, o que poderá gerar um colapso no setor mundial de alimentação.

Inovações biotecnológicas surgem em bom momento para tentar equilibrar a oferta de alimentos, disponibilizando produtos mais sustentáveis e que irão atender aos novos hábitos alimentares das pessoas. A carne *in vitro* será mais uma opção saudável de proteína animal nas prateleiras de supermercados e em pratos elaborados por cozinheiros de restaurantes.

Referências

BENJAMINSON, M., GILCHRIEST, J., LORENZ, M. In vitro edible muscle protein production system (mpps): stage 1, fish. **Sciencedirect: Acta Astronautica**. [s. L.], p. 879-889. 2002.

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0094576502000334> Acesso em: 14 Out. 2019.

BHAT, Z. F., KUMAR, S., FAYAZ, H. In vitro meat production: Challenges and benefits over conventional meat production. **Sciencedirect: Journal of Integrative Agriculture**. Jamu - Índia, p. 241-248. 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/272424526_In_vitro_meat_production_Challenges_and_benefits_over_conventional_meat_production Acesso em: 11 Abr. 2019.

BOCCATO, V.R.C. Metodologia da pesquisa bibliográfica na área odontológica e o artigo científico como forma de comunicação. *Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo*. v. 18. n. 0. 2006. p. 265-274. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/9dab/f96e1fe32c7d498cfabbb5387795f29992e2.pdf> Acesso em: 21 de Out. 2019.

BOMFIM, M.; FILIPE, M. A reinvenção da comida: Comida de laboratório. **Exame**: Inovação, São Paulo, v. 17, n. 1, p.26-29, 2019. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/edicoes/1193/> Acesso em: 18 Set. 2019.

CAPELAS, B. 'No laboratório, podemos fazer qualquer tipo de peixe', diz fundador de startup: Startup Finless Foods usa célula de peixes para criar 'sashimi mais saudável'; escala ainda é desafio para empresa. **Estadão**. São Paulo, p. 1-1. 2019. Disponível em: <https://link.estadao.com.br/noticias/geral,podemos-fazer-qualquer-tipo-de-peixe,70002953976> Acesso em: 12 Out. 2019.

EQUIPE BEEFPOINT (Ed.). **Carne de laboratório em breve nos supermercados?** 2019. Disponível em: <https://www.beefpoint.com.br/carne-de-laboratorio-em-breve-nos-supermercados/> Acesso em: 08 Jan. 2019.

FILIPE, M.; BOMFIM, M. A reinvenção da comida. **Exame**: Inovação, São Paulo, v. 1, n. 1, p.16-29, 2019. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/edicoes/1193/> Acesso em: 18 Set. 2019.

GERHARDT, T.E., SILVEIRA, D.T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS. 2009. 120 p. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf> Acesso em: 21 de Out. 2019.

GONZÁLEZ, A.; KOLTROWITZ, S. **Hambúrguer de laboratório pode ir de 280 mil a 10 dólares:** Carne cultivada em laboratório, apresentada ao mundo pela primeira vez em 2013, pode sofrer queda de preço em dois anos. Elaborada pela homepage TERRA. Disponível em: <https://www.terra.com.br/economia/hamburguer-de-us280-mil-produzido-em-laboratorio-pode-custar-us10-em-dois-anos,a64d2cd3a612735b99bf7e12900e93205arnyrne.html> Acesso em: 10 Jul. 2019.

HARVEST, New. **MARK POST'S CULTURED BEEF.** 2015. Disponível em: https://www.new-harvest.org/mark_post_cultured_beef Acesso em: 14 Maio 2019.

HEFFERNAN, O. Sustainability: A meaty issue. **Nature**, Reino Unido, v. 1, n. 1, p.1-3, 2017. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/544S18a> Acesso em: 12 Ago. 2019.

IRELAND, T. The artificial meat factory – the science of your synthetic supper. **Science Focus**. Bristol, v. 1, n. 1, p.1-1. 2019. Disponível em: <https://www.sciencefocus.com/future-technology/the-artificial-meat-factory-the-science-of-your-synthetic-supper/>> Acesso em: 23 Mai 2019.

KADIM, I.T, MAHGOUB, O., BAQIR, S., FAYE, B., PURCHAS, R. Cultured meat from muscle stem cells: A review of challenges and prospects. **Sciencedirect**. Sultanate Of Oman, p. 222-233. 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com> Acesso em: 18 Jul. 2019.

MATTICK, C.S., LANDIS, A.E., ALLENBY, B.R., GENOVESE, N.J. Anticipatory Life Cycle Analysis of In Vitro Biomass Cultivation for Cultured Meat Production in the United States. **Environ. Sci. Technol.** Texas, p. 1-44. 2015. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acs.est.5b01614> Acesso em: 18 Jun. 2019.

MEAT, M. **HOW IT'S MADE.** Disponível em: <https://www.mosameat.com/technology> Acesso em: 08 Ago. 2019.

MORRIS, R.; COOK, J. O frigorífico que produz carne de frango sem matar uma ave. **Bbc News**. São Francisco, p. 1-1. 2018. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-45887742> Acesso em: 12 Out. 2019.

NASCIMENTO, S., GALERA, V. Temple Grandin, a americana que desenvolveu o manejo racional do gado: Com uma trajetória de preocupação com o bem-estar animal, ela criou um método que é

referência no trato do rebanho. **Globo Rural:** Boi, [s. L.], v. 1, n. 1, p.1-1, 27 ago. 2018. Disponível em: <https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Criacao/Boi/noticia/2018/08/temple-grandin-americana-que-desenvolveu-o-manejo-racional-do-gado.html> Acesso em: 15 out. 2019.

PONTES, F. A carne feita em laboratório: O primeiro hambúrguer feito a partir de células-tronco de vaca projeta um futuro em que a carne será produzida em pequenas fazendas urbanas. **Época:** Vida, Londres, v. 1, n. 1, p.1-1, 2013. Disponível em: <https://epoca.globo.com/vida/noticia/2013/08/carne-feita-bem-laboratoriob.html> Acesso em: 14 Out. 2019.

SCHAEFER, G. O. Lab-Grown Meat: Beef for dinner—without killing animals or the environment. **Scientific American**, Boston - Eua, v. 1, n. 1, p.1-1, 2018. Disponível em: <https://www.scientificamerican.com/article/lab-grown-meat/> Acesso em: 11 Jun. 2019.

STEPHENS, N., SILVIOC, L.D., DUNSFORDDB, I., ELLISD, M., GLENCROSSE, A., SEXTON, A. Bringing cultured meat to market: Technical, socio-political, and regulatory challenges in cellular agriculture. **Trends In Food Science & Technology**. Reino Unido, p. 1-12. 2018. Disponível em: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0924224417303400?token=9D6864159A25424A3741F48C7FC7DEDADE1E10E4DED39BA1AD3CB74EB9D36D939FB9F72956DF2F789DFEDF8B1A98584A> Acesso em: 27 Abr. 2019.

TERRA. **Hambúrguer artificial pode chegar aos supermercados em 20 anos:** o sabor e a aparência são parecidos aos do hambúrguer de verdade. A carne desenvolvida em laboratório a partir de células-tronco de gado pode virar opção de consumo em duas décadas, defende criador. Elaborada pela homepage TERRA. Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/ciencia/pesquisa/hamburguer-artificial-pode-chegar-aos-supermercados-em-20-anos,4349c9246f350410VgnCLD2000000ec6eb0aRCRD.html> Acesso em: 06 Jul. 2019.

ZHI-CHANG, S., QUN-LI, Y., LIN, H. The environmental prospects of cultured meat in China. **Sciencedirect**. Lanzhou - China, p. 234-240. 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com> Acesso em: 11 Abr. 2019.