

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM AGRONEGÓCIOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS**

ALICE MUNZ FERNANDES

**TRANSIÇÕES SOCIOTÉCNICAS: ASPECTOS TECNOLÓGICOS E
MERCADOLÓGICOS DA CARNE CULTIVADA**

PORTO ALEGRE

2021

ALICE MUNZ FERNANDES

**TRANSIÇÕES SOCIOTÉCNICAS: ASPECTOS TECNOLÓGICOS E
MERCADOLÓGICOS DA CARNE CULTIVADA**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócios do Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito para a obtenção do título de Doutora em Agronegócios.

Orientadora: Profa. Dra. Ângela Rozane Leal de Souza.

Coorientador: Prof. Dr. Jean Philippe Palma Révillion.

PORTO ALEGRE

2021

CIP - Catalogação na Publicação

Fernandes, Alice Munz
Transições sociotécnicas: aspectos tecnológicos e
mercadológicos da carne cultivada / Alice Munz
Fernandes. -- 2021.
286 f.
Orientadora: Ângela Rozane Leal de Souza.

Coorientador: Jean Philippe Palma Révillion.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Centro de Estudos e Pesquisas em
Agronegócios, Programa de Pós-Graduação em
Agronegócios, Porto Alegre, BR-RS, 2021.

1. Biotecnologia alimentar. 2. Carne celular. 3.
Carne sintética. 4. Indústria da carne. 5. Inovação.
I. de Souza, Ângela Rozane Leal, orient. II.
Révillion, Jean Philippe Palma, coorient. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios

Programa de Pós-Graduação em Agronegócios

Alice Munz Fernandes

**TRANSIÇÕES SOCIOTÉCNICAS: ASPECTOS TECNOLÓGICOS E
MERCADOLÓGICOS DA CARNE CULTIVADA**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócios do Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito para a obtenção do título de Doutora em Agronegócios.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Carla Forte Maiolino Molento – UFPR

Prof. Dr. Guilherme Cunha Malafaia – EMBRAPA

Prof. Dr. Homero Dewes – UFRGS

Prof. Dr. Edson Talamini – UFRGS

Orientadora: Profa. Dra. Ângela Rozane Leal de Souza – UFRGS

Coorientador: Prof. Dr. Jean Philippe Palma Révillion – UFRGS

Março de 2021

Aos meus pais, Tânia e Guido.

AGRADECIMENTOS

Penso que gratidão é um dos sentimentos mais importantes do mundo, pois contém em si próprio o poder de lembrar de nossa simplória condição enquanto seres humanos e de aproximar corações generosos. Assim, primeiramente agradeço a Deus, o Patrão do Céu, que em Sua infinita bondade traçou o meu caminho e me permitiu findar mais esta etapa. Cada passo meu nessa caminhada foi acompanhado por Ele.

Agradeço a meus pais, Guido e Tânia, que mesmo não tendo frequentado um banco de universidade são meus primeiros e mais sábios mestres. Mesmo a vida tendo lhes negado conforto, nunca mediram esforços para que as coisas acontecessem como gostariam, sendo que dentre os muitos ensinamentos que embargaram a minha infância e norteiam os meus passos até hoje, o respeito pela palavra empenhada, o orgulho das raízes, o valor da vergonha e a confiança em si mesmo configuram um legado imortal. Pessoas de “poucos abraços” e corações gigantes, cujas mãos calejadas estão sempre dispostas a me reerguer. Enfim, heróis que são minha fonte de orgulho e inspiração.

Agradeço a meus irmãos, Ricardo e Guido Henrique, eternos melhores amigos “de sempre para sempre”, por manterem viva nossa convicção de infância, de que “três é sempre maior do que um” e por acreditarem em mim nas vezes em que até eu duvidava. Agradeço as minhas avós, Leopoldina e Zilda (*in memoriam*), pelos valorosos conselhos e pelo carinho imensurável. Sou grata a minha tia Ironi, por literalmente abrir-me as portas de sua casa em Porto Alegre/RS e por ter permitido que eu fizesse do seu, o meu lar ao longo desta etapa. Agradeço ao Maicon, por querer caminhar ao meu lado, cuja parceria nas horas boas e nem tão boas assim colore a minha estrada.

Sou grata aos meus orientadores Profa. Ângela e Prof. Jean, por aceitarem se aventurar comigo nessa jornada acadêmica, permanecendo “de mãos dadas” mesmo nos momentos em que parecia que andávamos no escuro. Agradeço pela paciência que sempre despenderam e pela autonomia que me concederam, permitindo que eu obtivesse aprendizados ímpares. Também agradeço de modo especial ao Prof. Homero, por me ensinar sobre “ciência de verdade” e por me mostrar que são os nossos esforços que definem os nossos próprios limites. A genialidade desse mestre foi responsável pela idealização dessa pesquisa de tese e, conseqüentemente, pelo singelo processo de (des)construção do conhecimento que dela resulta.

Agradeço a todo o Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios (CEPAN), em especial aos docentes e colegas de mestrado e doutorado da turma de 2017, cuja convivência,

troca de experiências e aprendizados tornaram essa jornada mais festiva e enriquecedora. De forma especial, sou grata a Débora, técnica-administrativa que atua na “linha de frente” para o “funcionamento” dessa “família”, pela sua paciência inabalável e vontade em auxiliar.

Sou grata a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e ao seu Programa de Pós-Graduação em Agronegócios por me concederem a oportunidade de trilhar junto a instituições tão renomadas esse capítulo de minha trajetória. Agradeço também a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pela bolsa de estudos. Espero conseguir retribuir à sociedade brasileira a oportunidade e a confiança em mim depositadas. Por fim, muitas são as pessoas que merecem ser nominadas nesta página, mas reconhecendo a impossibilidade de fazê-lo, sou grata a todos aqueles que torceram por mim e que, direta ou indiretamente, contribuíram para que eu chegasse até aqui.

*Têm coisas que tem seu valor
Avaliado em quilates, em cifras e fins
E outras não têm o apreço
Nem pagam o preço que valem pra mim.*

Gujo Teixeira

RESUMO

O sistema sociotécnico que desempenha a função social de provimento de carne, especialmente bovina, à alimentação humana tem sido caracterizado por pressões crescentes advindas de modificações nos hábitos de consumo, crescimento populacional, preocupações ambientais e de bem-estar animal, dentre outros fatores exógenos. Desta forma, inovações disruptivas em nível de nicho tecnológico têm adquirido representatividade, com destaque a carne cultivada. Essa nova biotecnologia alimentar proveniente da biomedicina integra o campo científico emergente da agricultura celular e ainda carece de consenso em múltiplos aspectos. Logo, se trata de uma temática recorrente nos debates contemporâneos, permeando questões interdisciplinares e fomentando especulações. Mesmo não estando disponível em escala comercial, a carne cultivada movimentou uma gama cada vez maior de *stakeholders*, estimulando o surgimento de novas organizações e impactando na estruturação de um novo setor econômico e industrial. Ante essa circunscrição, a pesquisa realizada teve como objetivo propor cenários tecnológicos e mercadológicos, sob a perspectiva das transições sociotécnicas, para a carne bovina cultivada, considerando um horizonte temporal de dez anos. Tal premissa justifica-se pelas projeções de inserção da biotecnologia no mercado, estimada para ocorrer ainda nessa década. Para tanto, inicialmente analisou-se a trajetória e as abordagens a partir das quais a carne cultivada é tratada no âmbito científico. Por meio de uma revisão sistemática da literatura, constatou-se a predominância de três perspectivas analíticas: ambiental e de saúde; viabilidade técnica e econômica do processo de produção, e; sociomercadológica. Posteriormente, identificaram-se os aspectos favoráveis, desfavoráveis e os desafios relacionados à produção e a comercialização do produto, o que oportunizou a proposição de um modelo analítico composto por cinco dimensões: ciência, tecnologia, mercado, ambiente institucional, impactos sociais e impactos ambientais. Dentre esse delineamento, etapas subsequentes da pesquisa enfatizaram aspectos tecnológicos e mercadológicos, cujo escopo tangencia as demais dimensões e possibilita a análise sistêmica do fenômeno, considerando suas múltiplas interfaces. Em consonância, procedeu-se com uma exploração de prospecção tecnológica da carne cultivada, por meio do mapeamento de patentes de invenção, *startups* e seus investidores. Os resultados apontaram significativos avanços no processo produtivo e a redução substancial dos custos de produção, bem como a identificação de similaridades com outras trajetórias biotecnológicas, atualmente consolidadas. Em seguida, se abordou a perspectiva mercadológica da carne cultivada, uma vez que aspectos tecnológicos não demonstraram representar entraves para sua comercialização em grande escala. Assim, contribuindo com a literatura sobre comportamento de consumo e intenção de compra, realizou-se uma *survey* com consumidores de carne que residem em Porto Alegre/RS, capital do Estado brasileiro tipicamente reconhecido pela histórica relevância sociocultural e simbolismos associados ao consumo da carne convencional. Os principais resultados obtidos nessa etapa da investigação evidenciaram que apesar de haver maior disposição em experimentar a biotecnologia, essa não se estende à substituição do produto convencional. Observou-se também que a rejeição do consumo tende a se intensificar após os 40 anos de idade e que o conhecimento prévio ou familiaridade com a temática não necessariamente é um preditor da intenção de compra. Contudo, reconhecendo a relevância do contexto cultural sobre o comportamento de consumo, procedeu-se com a comparação das atitudes dos consumidores de carne bovina frente à carne bovina cultivada, a partir de sua área de residência, intensidade de consumo de churrasco e participação em atividades tradicionalistas/folclóricas. Para tanto, empregou-se uma *survey* incluindo novas variáveis de pesquisa e expandindo a população analisada para todos os consumidores de carne bovina do Estado do Rio Grande do Sul. Os resultados sugerem que indivíduos que residem em áreas rurais, que consomem churrasco com maior frequência e que participam de

atividades tradicionalistas são menos propensos a aceitar o produto. Também evidenciaram que a frequência de consumo de churrasco está associada com mais preditores de aceitação da carne bovina cultivada do que a participação em atividades tradicionalistas/folclóricas, denotando o caráter hedônico e de representação social do alimento. Após essas cinco etapas iniciais, realizou-se um ensaio teórico-metodológico com o intuito de comparar as características das principais Escolas de construção de cenários e descrever como a abordagem teórica das transições sociotécnicas qualifica sua operacionalização para o estudo da carne cultivada enquanto inovação disruptiva. Essa sequência de investigações forneceu subsídios para o delineamento das variáveis-chave e a identificação de seus respectivos eventos-chave, empregados para a proposição dos cenários. Também oportunizou a seleção de procedimentos metodológicos advindos da Escola *La Prospective*, alinhados à exploração do fenômeno em questão. Os resultados discutem os potenciais caminhos para a transição sociotécnica do sistema de provimento de carne bovina à alimentação humana. Dentre as dinâmicas dessa modificação, constatou-se que o caminho pela transformação e reconfiguração tende a ser considerado como dotado de maior aderência frente às características do sistema vigente e do sistema que está sendo desenvolvido em torno da carne cultivada enquanto artefato tecnológico. Logo, o estudo contribui com proposições orientadas a potenciais modificações no agronegócio, de forma específica, à indústria da carne, cuja análise integrativa desenvolvida sob a perspectiva das transições sociotécnicas é dotada de ineditismo. Os *insights* proporcionados fomentam novas investigações, tanto contemplando aspectos competitivos do sistema atual de produção e comercialização de proteína animal, quanto elucidando questões ainda incertas acerca dessa biotecnologia alimentar emergente. Portanto, as contribuições e a relevância da pesquisa realizada pautam-se na adoção de um tripé interdisciplinar, com multifaces heterogêneas: fenômeno emergente, método multicritério e abordagem analítica consolidada.

Palavras-Chave: Biotecnologia alimentar. Carne celular. Carne sintética. Indústria da carne. Inovação.

ABSTRACT

The socio-technical system that performs the social function of supplying meat, especially beef, to human food has been characterized by increasing pressures arising from changes in consumption habits, population growth, environmental and animal welfare concerns, among other factors exogenous. In this way, disruptive innovations at the technological niche level have acquired representativeness, with emphasis on cultured meat. This new food biotechnology from biomedicine is part of the emerging scientific field of cell agriculture and still lacks consensus on multiple aspects. Therefore, it is a recurring theme in contemporary debates, permeating interdisciplinary issues and fomenting speculation. Even though it is not available on a commercial scale, the cultured meat moves an increasing range of stakeholders, stimulating the emergence of new organizations and impacting on the structuring of a new economic and industrial sector. In view of this circumscription, the research carried out had the objective of proposing technological and market scenarios, from the perspective of sociotechnical transitions, for cultured beef, considering a ten-year time horizon. Such a limitation is justified by the projections for the insertion of biotechnology in the market, estimated to occur within this decade. To this end, the trajectory and approaches from which the cultured meat is treated in the scientific scope were initially analyzed. Through a systematic review of the literature, the predominance of three analytical perspectives was found: environmental and health; technical and economic feasibility of the production process, and; social and market. Subsequently, favorable, unfavorable aspects and challenges related to the production and commercialization of the product were identified, which made it possible to propose an analytical model composed of five dimensions: science, technology, market, institutional environment, social impacts and environmental impacts. Among this design, subsequent stages of the research emphasized technological and market aspects, whose scope touches the other dimensions and enables the systemic analysis of the phenomenon, considering its multiple interfaces. Accordingly, an exploration of technological prospection of cultured meat was carried out, through the mapping of invention patents, startups and their investors. The results showed significant advances in the production process and a substantial reduction in production costs, as well as the identification of similarities with other biotechnological trajectories, currently consolidated. Then, the market perspective of cultured meat was approached, since technological aspects have not been shown to represent obstacles to its commercialization on a large scale. Thus, contributing to the literature on consumption behavior and purchase intention, a survey was carried out with meat consumers residing in Porto Alegre/RS, capital of the Brazilian State, typically recognized for its historical sociocultural relevance and symbolism associated with the consumption of conventional meat. The main results obtained at this stage of the investigation showed that although there is a greater willingness to experiment with biotechnology, it does not extend to the replacement of the conventional product. It was also observed that the rejection of consumption tends to intensify after the age of 40 years and that previous knowledge or familiarity with the subject is not necessarily a predictor of purchase intent. However, recognizing the relevance of the cultural context on consumption behavior, we proceeded with the comparison of the attitudes of beef consumers towards cultured beef, based on their area of residence, intensity of barbecue consumption and participation in traditionalist/folkloric activities. To this end, a survey was used including new research variables and expanding the population analyzed for all beef consumers in the State of Rio Grande do Sul. The results suggest that individuals who live in rural areas, who consume barbecue more frequently and who participate in traditionalist activities are less likely to accept the product. They also showed that the frequency of barbecue consumption is associated with more predictors of acceptance of cultured beef than participation in traditional/folkloric activities, denoting the

hedonic and social representation of the food. After these five initial stages, a theoretical-methodological essay was carried out in order to compare the characteristics of the main Schools of scenario construction and describe how the theoretical approach of socio-technical transitions qualifies its operation for the study of cultured meat as a disruptive innovation. This sequence of investigations provided subsidies for the design of the key-variables and the identification of their respective key-events, used for proposing the scenarios. It also provided the opportunity to select methodological procedures from the *La Prospective* School, in line with the exploration of the phenomenon in question. The results discuss the potential paths for the socio-technical transition of the system of supplying beef to human consumption. Among the dynamics of this modification, it was found that the path through transformation and reconfiguration tends to be considered as having greater adherence to the characteristics of the current system and the system that is being developed around the cultured meat as a technological artifact. Therefore, the study contributes with proposals aimed at potential changes in agribusiness, in a specific way, to the meat industry, whose integrative analysis developed under the perspective of socio-technical transitions is endowed with novelty. The insights provided foster new research, both contemplating competitive aspects of the current system of production and commercialization of animal protein, and elucidating questions that are still uncertain about this emerging food biotechnology. So, the contributions and relevance of the research carried out are based on the adoption of an interdisciplinary tripod, with heterogeneous multifaces: emerging phenomenon, multicriteria method and consolidated analytical approach.

Keywords: Food biotechnology. Cell-based meat. Synthetic meat. Meat industry. Innovation.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2 – REFERENCIAL TEÓRICO

Figura 1. Elementos básicos e recursos dos sistemas sociotécnicos	38
Figura 2. Fases da trajetória tecnológica.....	42
Figura 3. Caminhos das transições sociotécnicas.....	44

CAPÍTULO 3 – CONCEPTUAL EVOLUTION AND SCIENTIFIC APPROACHES ABOUT SYNTHETIC MEAT

Figure 1. Portfolio composition process and guiding review questions	58
Figure 2. Temporal distribution of publications on synthetic meat in the analyzed portfolio.	59
Figure 3. Timeline containing the central focus of the publications on synthetic meat	61
Figure 4. Co-citation network of prevailing terms on synthetic meat	62

CAPÍTULO 4 – PANORAMA AND AMBIGUITIES OF CULTURED MEAT: AN INTEGRATIVE APPROACH

Figure 1. Portfolio composition process and guiding review questions	74
Figure 2. Strengths, weaknesses, threats and opportunities of cultured meat.....	75
Figure 3. Analytical model.....	77

CAPÍTULO 5 – TECHNOLOGICAL PROSPECTING: THE CULTURED MEAT’S CASE

Figure 1. Diagram of the generic meat production process	99
Figure 2. Countries where patents on cultured meat have been protected.....	105

CAPÍTULO 6 – MEAT EATERS’ ATTITUDES TOWARDS CULTURED MEAT IN THE CAPITAL OF THE “STATE OF BARBECUE”, BRAZIL

Figure 1. Purchase intention against the price of cultured meat.....	129
Figure 2. Plotting the willingness to try cultured meat and to replace conventional meat with this one in relation to the age group.....	132
Figure 3. Plotting the price difference limit that consumers would be willing to pay for cultured meat to the detriment of conventional meat in relation to education level, monthly family income and age group	133
Figure 4. Plotting the main motivation for replacing conventional meat by cultured meat in relation to age group and weekly frequency of meat consumption.....	134

CAPÍTULO 7 – BEEF AS A SOCIOCULTURAL IDENTITY: CONSUMER ATTITUDES FACING CULTURED MEAT

Figure 1. Factors taken into account regarding the conventional beef consumption	156
--	-----

CAPÍTULO 8 – CONTRIBUTIONS TO SCENARIO METHODOLOGY FROM THE APPROACH TO SOCIO-TECHNICAL TRANSITIONS: A THEORETICAL-METHODOLOGICAL ASSAY

Figure 1. Dimensions of scenario thinking	182
Figure 2. Generic steps of the scenario methodology in each of the three Schools	186

CAPÍTULO 9 – CENÁRIOS TECNOLÓGICOS E MERCADOLÓGICOS PARA A CARNE BOVINA CULTIVADA: UMA ABORDAGEM A PARTIR DAS TRANSIÇÕES SOCIOTÉCNICAS

Figura 1. Representação do SST de provimento de carne bovina à alimentação humana.....	205
Figura 2. Percentual de narrativas positivas e negativas sobre carne cultivada publicadas nos periódicos de mídia tradicional.....	234
Figura 3. Representação esquemática do encadeamento entre regimes, variáveis e eventos-chave do SST de carne bovina cultivada.....	243
Figura 4. Representação do SST da carne bovina cultivada desenvolvido em nível de nicho tecnológico	246
Figura 5. Transição pelo caminho de transformação e reestruturação	250
Figura 6. Transição pelo caminho de desalinhamento e realinhamento	253
Figura 7. Transição pelo caminho de substituição tecnológica.....	256

LISTA DE TABELAS E QUADROS

CAPÍTULO 5 – TECHNOLOGICAL PROSPECTING: THE CULTURED MEAT’S CASE

Table 1. Design requirements and parallels within the cell-based therapeutics industry for cultured meat critical technology elements.....	100
Table 2. Cultured meat startups in February 2019, including country of origin, animal protein created, possible start of production and total amount of funding raised	107

CAPÍTULO 6 – MEAT EATERS’ ATTITUDES TOWARDS CULTURED MEAT IN THE CAPITAL OF THE “STATE OF BARBECUE”, BRAZIL

Table 1. Questionnaire sections and survey variables	125
Table 2. Sociodemographic data of the analyzed sample	127
Table 3. Favorite meat versus most consumed meat	128
Table 4. Willingness to try and to replace of the conventional meat by cultured meat.....	129
Table 5. Summary of Pearson χ^2 results between each pair of variables	130

CAPÍTULO 7 – BEEF AS A SOCIOCULTURAL IDENTITY: CONSUMER ATTITUDES FACING CULTURED MEAT

Table 1. Cross-tab of absolute frequency and percentage of sociodemographic variables by groups analyzed	154
Table 2. Mann-Whitney test result for each group analyzed	158
Table 3. Result of Pearson's Chi-square test for each pair of variables (concerns and benefits)	158

CAPÍTULO 8 – CONTRIBUTIONS TO SCENARIO METHODOLOGY FROM THE APPROACH TO SOCIO-TECHNICAL TRANSITIONS: A THEORETICAL-METHODOLOGICAL ASSAY

Table 1. Comparison of the features of the three Schools of scenario techniques.....	183
--	-----

CAPÍTULO 9 – CENÁRIOS TECNOLÓGICOS E MERCADOLÓGICOS PARA A CARNE BOVINA CULTIVADA: UMA ABORDAGEM A PARTIR DAS TRANSIÇÕES SOCIOTÉCNICAS

Quadro 1. Variáveis-chave orientadas para a aceitação do consumidor em relação à carne bovina cultivada.....	218
Quadro 2. Comparação entre indicadores de publicação científica da carne cultivada e da carne bovina convencional	227

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO.....	17
1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA E DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	17
2 OBJETIVOS.....	22
2.1 OBJETIVO GERAL	22
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
3 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA	22
4 ESTRUTURA DA TESE	25
REFERÊNCIAS.....	27
CAPÍTULO 2 – REFERENCIAL TEÓRICO	34
1 TRAJETÓRIA DO PROVIMENTO DE CARNE À ALIMENTAÇÃO HUMANA E DESENVOLVIMENTO BIOTECNOLÓGICO	34
2 DIFUSÃO DA INOVAÇÃO E TRANSIÇÕES SOCIOTÉCNICAS.....	37
2.1 PERSPECTIVA MULTINÍVEL DAS TRANSIÇÕES SOCIOTÉCNICAS	39
2.2 DINÂMICA DAS TRANSIÇÕES SOCIOTÉCNICAS.....	41
2.3 TRANSIÇÕES SOCIOTÉCNICAS ORIENTADAS PELA SUSTENTABILIDADE.....	47
REFERÊNCIAS.....	48
CAPÍTULO 3 – CONCEPTUAL EVOLUTION AND SCIENTIFIC APPROACHES ABOUT SYNTHETIC MEAT	55
ABSTRACT	55
1 INTRODUCTION.....	55
2 SYSTEMATIC REVIEW	56
2.1 PLANNING PHASE	57
2.2 EXECUTION AND REPORTING PHASE	57
3 CONCEPTUAL EVOLUTION OF SYNTHETIC MEAT.....	58
4 PREDOMINANT APPROACHES ABOUT SYNTHETIC MEAT.....	60
5 CONCLUSION	65
REFERENCES.....	65
CAPÍTULO 4 – PANORAMA AND AMBIGUITIES OF CULTURED MEAT: AN INTEGRATIVE APPROACH	70
ABSTRACT	70
1 INTRODUCTION.....	70
2 SYSTEMATIC REVIEW	72
2.1 PLANNING PHASE	73
2.2 EXECUTION AND REPORTING PHASE	73
3 ENVIRONMENTAL ANALYSIS OF CULTURED MEAT.....	74
4 CHALLENGES FOR THE DEVELOPMENT OF THE CULTURED MEAT PRODUCTION AND MARKET.....	77
4.1 SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL DIMENSION	78
4.2 MARKET AND INSTITUTIONAL ENVIRONMENT DIMENSION.....	80
4.3 ENVIRONMENTAL AND SOCIAL IMPACTS DIMENSION	82
5 CONCLUSION	84

REFERENCES	85
CAPÍTULO 5 – TECHNOLOGICAL PROSPECTING: THE CULTURED MEAT’S CASE	95
ABSTRACT	95
1 INTRODUCTION.....	95
2 TECHNICAL AND ECONOMIC ASPECTS	97
3 TECHNOLOGICAL PROSPECTING THROUGH PATENTS.....	102
4 ANALYSIS OF STARTUPS AND THEIR INVESTORS.....	106
5 PANORAMA AND PERSPECTIVES	109
6 CONCLUSIONS	111
REFERENCES	112
CAPÍTULO 6 – MEAT EATERS’ ATTITUDES TOWARDS CULTURED MEAT IN THE CAPITAL OF THE “STATE OF BARBECUE”, BRAZIL.....	121
ABSTRACT	121
1 INTRODUCTION.....	121
2 METHODOLOGICAL PROCEDURES	123
2.1 STATISTICAL ANALYSIS.....	126
3 RESULTS.....	126
3.1 SOCIODEMOGRAPHIC CHARACTERIZATION.....	126
3.2 CONSUMPTION BEHAVIOR AND INTENT TO BUY CULTURED MEAT	128
3.3 QUI-SQUARE STATISTICS AND CORRESPONDENCE ANALYSIS.....	130
4 DISCUSSION.....	135
5 CONCLUSIONS	141
REFERENCES	142
CAPÍTULO 7 – BEEF AS A SOCIOCULTURAL IDENTITY: CONSUMER ATTITUDES FACING CULTURED MEAT	148
ABSTRACT	148
1 INTRODUCTION.....	148
2 METHODOLOGICAL PROCEDURES	151
3 RESULTS.....	152
3.1 SOCIODEMOGRAPHIC CHARACTERIZATION.....	152
3.2 CONSUMPTION OF CONVENTIONAL BEEF	155
3.3 ATTITUDES CONCERNING CULTURED BEEF	157
3.3.1 Effect of Rural or Urban Residence Area	159
3.3.2 Effect of Barbecue Consumption Frequency	160
3.3.3 Effect of Participation in Traditionalist Activities.....	162
4 DISCUSSION.....	164
5 CONCLUSION	169
REFERENCES.....	171
APPENDIX A – VARIABLES	178
CAPÍTULO 8 – CONTRIBUTIONS TO SCENARIO METHODOLOGY FROM THE APPROACH TO SOCIO-TECHNICAL TRANSITIONS: A THEORETICAL-METHODOLOGICAL ASSAY	179

ABSTRACT	179
1 INTRODUCTION.....	179
2 SCENARIO CONSTRUCTION METHODOLOGY	181
3 THREE MAIN SCHOOLS OF SCENARIO TECHNIQUE.....	183
4 CONTRIBUTION OF THE SOCIO-TECHNICAL SYSTEMS APPROACH TO THE SCENARIO METHODOLOGY	188
5 CONCLUSIONS	193
REFERENCES.....	194
CAPÍTULO 9 – CENÁRIOS TECNOLÓGICOS E MERCADOLÓGICOS PARA A CARNE BOVINA CULTIVADA: UMA ABORDAGEM A PARTIR DAS TRANSIÇÕES SOCIOTÉCNICAS	201
RESUMO.....	201
1 INTRODUÇÃO.....	201
2 REFERENCIAL TEÓRICO	204
2.1 SISTEMAS SOCIOTÉCNICOS (SSTs).....	204
2.2 REGIMES SOCIOTÉCNICOS	206
2.2.1 Regime Tecnológico	207
2.2.2 Regime Científico	208
2.2.3 Regime Político.....	209
2.2.4 Regime Sociocultural	212
2.2.5 Regime de Usuários e Mercado	214
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	215
3.1 DELINEAMENTO.....	215
3.2 ETAPAS DE PESQUISA	216
3.2.1 Análise Estrutural	217
3.2.2 Plausibilidade e Sistematização dos Eventos-Chave	218
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	219
4.1 PROPOSIÇÃO DOS EVENTOS-CHAVE.....	219
4.1.1 Eventos-Chave do Regime Tecnológico.....	219
4.1.2 Eventos-Chave do Regime Científico	226
4.1.3 Eventos-Chave do Regime Político.....	228
4.1.4 Eventos-Chave do Regime Sociocultural.....	233
4.1.5 Eventos-Chave do Regime de Usuários e Mercado.....	238
4.2 CENÁRIOS E CAMINHOS DA TRANSIÇÃO SOCIOTÉCNICA	242
4.2.1 Transformação e Reestruturação	248
4.2.2 Desalinhamento e Realinhamento	251
4.2.3 Substituição Tecnológica.....	254
5 CONCLUSÃO.....	257
REFERÊNCIAS.....	259
CAPÍTULO 10 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	280
ANEXO A – PRIMEIRA PÁGINA DO PRIMEIRO ARTIGO PUBLICADO	285
ANEXO B – PRIMEIRA PÁGINA DO SEGUNDO ARTIGO PUBLICADO.....	286

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

Esse capítulo apresenta as diretrizes que nortearam a investigação realizada. Desse modo, expõe-se a temática, a problemática do estudo e seus respectivos objetivos. Posteriormente, se descreve a justificativa e a relevância que contemplam as implicações acadêmicas e gerenciais da pesquisa, bem como sua pertinência para a área interdisciplinar do conhecimento.

1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA E DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

O desenvolvimento da população humana é marcado por desafios concernentes à alimentação, cuja forma de enfrentá-los e seus elementos psicossociais delinearam diferentes culturas alimentares ao redor do mundo. No entanto, devido ao relacionamento dinâmico entre ambiente, consumo e cultura, evidenciam-se modificações e evoluções distintas considerando aspectos temporais e de localização (PHILIPPON, 2018). Desse modo, a cultura alimentar nunca é completamente idêntica entre as gerações (BEKKER; TOBI; FISCHER, 2017) ou ainda entre segmentos de uma mesma população geográfica (ALKON *et al.*, 2013), pois sofre influência de aspectos externos, o que a torna constantemente mutável. Logo, o desenvolvimento da sociedade pode ser verificado através de mudanças em sua cultura alimentar (KAPAR, 2019).

Determinados fatores que transformam culturas alimentares são recorrentes em diferentes momentos da história alimentar humana. Entretanto, “um dos paradoxos mais desconcertantes das sociedades hipermodernas afluentes corresponde ao fato de que a comida se tornou um ponto de discórdia, uma fonte endêmica de descontentamento” (ZWART, 2015, p. 256, tradução própria). Uma das formas de expressão desse fenômeno consiste no desenvolvimento de novos produtos (BEKKER; TOBI; FISCHER, 2017), que pode representar tanto causa como consequência dessas modificações alimentares.

Outrossim, a forma como os consumidores percebem e respondem aos novos produtos torna-se fundamental para o seu sucesso (O’KEEFE *et al.*, 2016), sobretudo quando o desenvolvimento destes pauta-se em questões relacionadas à segurança alimentar e circunscrevem debates morais e éticos (DATAR; BETTI, 2010; HARTMANN; SIEGRIST, 2017; BRYANT; BARNETT, 2018). Tal fenômeno é evidenciado na cultura alimentar contemporânea, sendo que o desenvolvimento concomitante de mercados globais, a celebração do consumo, entre outros fatores, tornaram o alimento tão relevante para a comunicação de ideias e identidades (ASP, 1999; BISOGNI *et al.*, 2002), quanto é para a

nutrição humana (BARTHES, 2008). Portanto, os *stakeholders* desempenham um papel fundamental na construção cultural e ideológica do mercado na tentativa de fornecer orientação aos consumidores e delinear questões culturais e científicas dotadas de ambiguidades (CHILES, 2013; MAJIMA, 2014).

No tocante a segurança alimentar, tem-se a estimativa de crescimento populacional até 2050 na ordem de nove bilhões de indivíduos (FAO, 2017), sendo que a produção de alimentos projetada a partir dos sistemas agrícolas contemporâneos e a estratégia atual da indústria de “*business as usual*” mostra-se suficiente para atender somente 80% dessa população (GILLAND, 2002; BONNY *et al.*, 2017). Além desse aumento exponencial, as estimativas indicam que a maximização das áreas urbanas e a elevação da renda *per capita* em países em desenvolvimento tendem a provocar transformações nos hábitos de consumo alimentar (FAO, 2017). Desse modo, seria necessário a maximização na expectativa de demanda por fontes proteicas de cerca de 73% nas próximas décadas (FAO, 2006). Essa situação possivelmente será ainda mais complexa no final do século, cujas projeções apontam uma população mundial composta por onze bilhões de pessoas (FAO, 2017).

No entanto, a produção convencional de carne pode permanecer estagnada (POST, 2014a), haja vista a incerteza quanto ao desenvolvimento de inovações incrementais para maximizar a produtividade (POST, 2014b). Assim, “a carne ficará escassa, portanto, mais cara e eventualmente uma comida de luxo, o que pode servir para agravar a já desigual distribuição global de alimentos” (POST, 2012, p. 298, tradução própria). Deste modo, a sustentabilidade da industrialização da produção – considerada como uma das únicas formas de suportar a maximização do consumo de carne – é contestada (BITTMAN, 2009; PLUHAR, 2010).

Ainda sob a perspectiva da produção de carne convencional, sobretudo carne bovina, evidenciam-se debates sobre a geração de impactos ambientais (BHAT; FAYAZ, 2011; AUSTGULEN, 2014; POST, 2014b), tais como emissão de gases de efeito estufa (STEINFELD; WASSENAAR; JUTZI, 2006; LYNCH; PIERREHUMBERT, 2019) e exigência de terras que poderiam ser destinadas à agricultura (MATTICK *et al.*, 2015). Têm-se também elementos concernentes ao fato de que o sistema biológico do ser humano não exige o processamento ou a circulação de proteínas vegetais por meio de organismos animais antes do consumo (SUN; YU; HAN, 2015), o que circunscreve debates sobre a eficiência dos sistemas produtivos de carne.

A intensificação destas discussões abrange também a contribuição da pecuária convencional para as projeções de aumento da temperatura global (PELLETIER;

TYEDMERS, 2010; IPCC, 2019) e a ocorrência de fenômenos climáticos e meteorológicos que influenciarão na segurança alimentar nos próximos anos. Logo, a necessidade de otimização na conversão entre a alimentação ruminante e a produção de carne (WINIWARTER *et al.*, 2014) polemiza as discussões em torno da produção e do consumo desse alimento. Tem-se ainda que “a consciência do papel dos sistemas alimentares sustentáveis no contexto da mudança climática antropogênica está crescendo “(O’KEEFE *et al.*, 2016, p. 412, tradução própria).

Além disso, as recorrentes crises relacionadas à segurança e à inocuidade da carne, ocorridas desde a década de 1990 (VERBEKE *et al.*, 2010; MARUCHECK *et al.*, 2011), a transmissão de patógenos através de produtos alimentares (CAPUTO, 2020) e a demanda por alimentos dotados de maior palatabilidade (SODHI, 2017) intensificaram o desejo dos consumidores por fontes alternativas de proteínas (VERBEKE *et al.*, 2015). Assim, acrescidas a problemática que associa o aquecimento global à produção agrícola, emergem também preocupações relacionadas ao “terrorismo biológico” por meio dos setores de produção de carne (PARRY, 2009, p. 243, tradução própria), uma vez que o produto e seus derivados se destacam como fontes de transmissão de doenças por alimentos (FEGAN; JENSON, 2018).

Em paralelo, questões concernentes ao bem-estar animal pautam debates e discussões acerca dos aspectos éticos e morais da produção e do consumo de carne (ROBERTS *et al.*, 2015; WILKS *et al.*, 2019), o que tornou a proteína uma *commodity* com debilitada reputação (PARRY, 2009). Portanto, apesar de consumidores em todo o mundo já terem alterado seus hábitos de consumo de carne nos últimos anos (VANHONACKER *et al.*, 2013), a provável tensão entre oferta e demanda dificilmente ocasionará uma transição global ao vegetarianismo (POST, 2014b).

Outra mudança alimentar praticada por uma pequena parcela da população contemporânea, o veganismo, improvavelmente adquirirá adeptos em quantidade significativa, mesmo nas mais progressistas nações (MILBURN, 2016), considerado como um estilo de vida liberal e não apetecível à grande massa populacional (HOPKINS; DACEY, 2008). Nesse contexto, o desenvolvimento de fontes alternativas de proteína tornou-se um fenômeno emergente (PLUHAR, 2010), que caracteriza a popularidade ascendente de padrões alimentares alternativos (LAESTADIUS, 2015).

Esse fenômeno é corroborado pela maximização do desconforto psicológico ou da dissonância cognitiva do consumidor (mesmo do indivíduo propenso ao consumo), frente à produção convencional de carne (VAN DER WEELE, 2013). Entretanto, apesar da melhoria na textura das proteínas de origem vegetal e do aprimoramento gradual dos processos

produtivos de farinha de insetos, estas fontes proteicas ainda ocupam uma parcela restrita do mercado (POST, 2014b), haja vista que não são percebidas como similares à carne convencional ou ainda capazes de proporcionar a mesma experiência sensorial (HOEK *et al.*, 2011). Logo, se expressa a necessidade de desenvolvimento de novas fontes de proteínas que possam ser consideradas como substitutas à carne convencional, contendo características organolépticas e nutricionais similares (POST, 2012; VERBEKE *et al.*, 2015; LEE *et al.*, 2020).

Sob essa perspectiva, surge a carne cultivada, que consiste na biomassa comestível proveniente do cultivo *in vitro* de células-tronco ou células estaminais retiradas do músculo do animal vivo (POST, 2014a, b; MATTICK *et al.*, 2015). Também é conhecida como carne artificial (HOCQUETTE *et al.*, 2015; BONNY *et al.*, 2017; SODHI, 2017), carne de laboratório (GALUSKY, 2014; ALVARO, 2019), carne *in vitro* (CARRUTH, 2013; DILWORTH; MCGREGOR, 2015; HOCQUETTE, 2016; BÖHM; FERRARI; WOLL, 2017; BHAT *et al.*, 2019), carne sintética (MARCUS *et al.*, 2015; JONES, 2017; FERNANDES *et al.*, 2020), carne celular (VALENTE *et al.*, 2019; HEIDEMANN *et al.*, 2020) ou carne limpa (BRYANT *et al.*, 2019a; 2019b), sendo que ainda não há um consenso quanto à sua nomenclatura (MOUAT; PRINCE, 2018; BRYANT; BARNETT, 2019).

Esse produto é proveniente da engenharia de tecidos regenerativos e integra o campo científico emergente da agricultura celular, que apesar de não possuir uma definição exata, “engloba um conjunto de tecnologias para fabricar produtos tipicamente obtidos da pecuária, usando técnicas de cultura para fabricar o produto individual” (STEPHENS *et al.*, 2018, p. 157, tradução própria). Assim, mesmo em estágio inicial, busca desenvolver produtos de origem animal com envolvimento reduzido ou nulo do animal propriamente dito (STEPHENS *et al.*, 2018), de modo que “a tecnologia de carne cultivada atravessa o contexto industrial da biomedicina e o agroalimentar” (STEPHENS; KING; LYALL, 2018, p. 368, tradução própria), correspondendo, portanto, a um novo conceito de biotecnologia de alimentos (ENRIONE *et al.*, 2017).

Sob um enfoque técnico, a maleabilidade dos componentes e a controlabilidade do processo produtivo possibilitam simplificar a produção de proteína animal e eliminar os problemas apresentados nos sistemas convencionais de produção pecuária, bem como aspectos indesejados inerentes aos sistemas produtivos (GALUSKY, 2014). Logo, apesar de estar em estágio inicial (POST, 2014a), a carne cultivada configura-se como um alimento dotado de deontologias (SHRIVER; MCCONNACHIE, 2018) e ambiguidades ontológicas (STEPHENS, 2013; DILWORTH; MCGREGOR, 2015; MOUAT; PRINCE, 2018), cujas

discussões permeiam distintas áreas do conhecimento (STEPHENS *et al.*, 2018), circunscrevendo questões éticas e morais (DRIESSEN; KORTHALS, 2012; TOMIYAMA *et al.*, 2020), aspectos mercadológicos (VERBEKE *et al.*, 2015; WILKS; PHILLIPS, 2017; BRYANT; BARNETT, 2019), regulamentação (LEE, 2018; SERVICK, 2018), impactos sócio-ecológicos (JÖNSSON, 2016), entre outras interfaces.

Não obstante, verifica-se que mesmo que não haja unanimidade na literatura quanto à previsão para a produção em escala comercial de carne cultivada, as projeções indicam que o produto será inserido no mercado ao longo desta década (WINIWARTER *et al.*, 2014; BURTON, 2019). Estima-se que inicialmente será comercializado no formato de produtos não-estruturados (como hambúrgueres, *nuggets* e salsichas, por exemplo) (DATAR; BETTI, 2010; STEPHENS *et al.*, 2018; O'NEIL *et al.*, 2020) – potencialmente para um nicho de mercado (REIS *et al.*, 2020), competindo com produtos cárneos mais sofisticados (COLE; MORGAN, 2013; WELIN, 2013; VAN DER WEELE; TRAMPER, 2014).

No entanto, a falta de consenso do conhecimento científico em relação a essa nova biotecnologia (VERBEKE *et al.*, 2015; HOCQUETE, 2016), intensifica os debates e a torna ainda mais polêmica (LAESTADIUS, 2015). Nesse sentido, se evidencia a necessidade de estudos que possibilitem entender o potencial de desenvolvimento e adoção dessa fonte de proteína animal (WINIWARTER *et al.*, 2014; MOUAT; PRINCE 2018), bem como suas possíveis implicações a partir das tendências observadas (STEPHENS *et al.*, 2018). Ante ao exposto, a pesquisa realizada foi norteada pelo seguinte conjunto de questões que compõe sua problemática:

- a) Quais são os principais obstáculos para o desenvolvimento da carne proveniente da agricultura celular?
- b) Quais são os paradoxos e as ambiguidades da carne cultivada?
- c) Quais são as características do mercado em potencial para a carne bovina cultivada?
- d) A carne cultivada possui idiosincrasias em relação a outras trajetórias biotecnológicas alimentares?
- e) Como o ambiente institucional está direcionando a normatização e a regulamentação da produção e comercialização de carne cultivada?
- f) Quais são os reflexos da carne bovina cultivada, enquanto inovação de nicho, no sistema sociotécnico vigente que exerce a função social de provimento de carne bovina à alimentação humana?

Esse conjunto de questões culmina na seguinte interrogativa que delinea o problema

de pesquisa: quais são os possíveis cenários tecnológicos e mercadológicos para a carne bovina cultivada ao longo dos próximos dez anos, a partir da perspectiva das transições sociotécnicas?

2 OBJETIVOS

Os objetivos que nortearam a investigação realizada estão divididos conforme seu nível de abrangência e especificidade. Deste modo, definiu-se o objetivo geral e seus respectivos objetivos específicos.

2.1 OBJETIVO GERAL

Para responder o conjunto de questões que correspondem à problemática investigada, definiu-se como objetivo geral a seguinte afirmativa: propor cenários tecnológicos e mercadológicos, sob a perspectiva das transições sociotécnicas, para a carne bovina cultivada, considerando um horizonte temporal de dez anos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para atingir o objetivo geral, definiram-se os seguintes objetivos específicos:

- a) Analisar como a carne cultivada é tratada em âmbito científico, considerando sua trajetória e suas abordagens;
- b) Identificar os aspectos favoráveis, desfavoráveis e os desafios relacionados à produção e a comercialização da carne cultivada;
- c) Mapear o desenvolvimento tecnológico da carne cultivada;
- d) Analisar as atitudes dos consumidores de carne em relação à carne cultivada;
- e) Comparar as atitudes dos consumidores de carne bovina frente à carne bovina cultivada, a partir de sua área de residência, intensidade de consumo de churrasco e participação em atividades tradicionalistas/folclóricas, e;
- f) Comparar as características das principais Escolas de construção de cenários e descrever como a abordagem teórica das transições sociotécnicas qualifica sua operacionalização quanto ao fenômeno da carne cultivada.

3 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

A carne configura-se como um alimento cuja natureza e processo produtivo a tornam detentora de simbolismo, sendo que o entendimento ao seu respeito está condicionado às culturas alimentares (CHILES, 2013; BEKKER; TOBI; FISCHER, 2017), relacionando-se

diretamente com significados emocionais e *status* social (BEARDSWORTH; KEIL, 2002; MATTICK; ALLENBY, 2012; SELESHE; JO; LEE, 2014; O'KEEFE *et al.*, 2016). Nesse sentido, o produto exerce um papel não apenas biológico, mas também social (GRAÇA; CALHEIROS; OLIVEIRA, 2015; LEROY; PRAET, 2015).

Concomitantemente, caracteriza-se como o alimento central das refeições e o dotado de maiores controvérsias, multifaces e ambiguidades (DOUGLAS; NICOD, 1974; TWIGG, 1984; FONT-I-FURNOLS; GUERRERO, 2014), em distintas culturas alimentares (ROZIN, 2003), sobretudo ocidentais (HOLM; MØHL, 2000). Como consequência, o significado da carne na pós-modernidade torna-se difícil de determinar (PARRY, 2009).

Isto posto, a promessa da carne cultivada representa uma ruptura no sistema alimentar contemporâneo (O'KEEFE *et al.*, 2016), o que acarretaria a criação de novos contextos sociais (CARRUTH, 2013). Inicialmente, esse novo produto biotecnológico impulsiona reflexões sobre a carne convencional, permeando questões éticas, ambientais e de percepção de valor (VAN DER WEELE; DRIESSEN, 2013). Dessa maneira, a carne convencional poderia ser considerada como “um símbolo de prestígio e *status* social, uma mercadoria imbuída de uma profunda nostalgia por um tempo mais simples e melhor que passou” (PARRY, 2009, p. 254, tradução própria).

Apesar do processo de fabricação de carne cultivada estar em estágio inicial, emergem especulações sobre a viabilidade técnica e econômica da produção em escala comercial (STEPHENS *et al.*, 2018), bem como aspectos concernentes à aceitação do consumidor e potencial de mercado (VERBEKE; SANS; VAN LOO, 2015; HOCQUETTE, 2016; BRYANT; BARNETT, 2018; SIEGRIST; SÜTTERLIN; HARTMANN, 2018; BRYANT; BARNETT, 2020; REIS *et al.*, 2020). Ante esse panorama, destaca-se que o processo de desenvolvimento e de aceitação da carne cultivada é dotado de dinamismo, cujas ramificações culturais sobrepõem a mera mudança de atitude do consumidor (VAN DER WEELE; DRIESSEN, 2013).

Ademais, têm-se também indagações relacionadas à seguridade e ceticismo da minimização dos impactos ambientais provenientes da produção de carne cultivada em detrimento à carne convencional (TUOMISTO; TEIXEIRA DE MATTOS, 2011; ALEXANDER *et al.*, 2017; LYNCH; PIERREHUMBERT, 2019; TUOMISTO, 2019), além dos prováveis reflexos sócio-espaciais (WELIN, 2013; VERBEKE *et al.*, 2015; JÖNSSON, 2016) e culturais (BRYANT, 2020), os impactos aos produtores convencionais, as mudanças no uso da terra (WILKS; PHILLIPS, 2017) e as transformações nas economias baseadas na exploração da pecuária de corte (WELIN, 2013; BHAT; KUMAR; BHAT, 2017), por

exemplo.

Não obstante, dada à possibilidade de reflexos globais não intencionais (positivos e/ou negativos) advindos da produção e comercialização de novas biotecnologias, sobretudo alimentares, torna-se relevante investigar as prováveis consequências antes destes produtos atingirem o mercado em proporção escalar (MATTICK, 2018). Esse fenômeno é corroborado pela incipiência e dubiedade das decisões relacionadas ao consumo (VERBEKE *et al.*, 2015; FERRARI; LÖSCH, 2017) e regulamentação da carne cultivada (LEE, 2018; SERVICK, 2018). No entanto, “independentemente disso, devido a impactos potenciais, agora é hora de começar a desenvolver uma estrutura para monitorar e gerenciar de forma adaptativa o seu desenvolvimento, comercialização e difusão” (MATTICK; ALLENBY, 2012, p. 06, tradução própria).

Assim, apesar de ser impossível assegurar a superioridade da carne cultivada, haja vista seu surgimento recente enquanto campo de estudo, “ainda há muitas questões em aberto sobre a implementação e os impactos da carne cultivada no futuro” (WELIN; VAN DER WEELE, 2012, p. 349, tradução própria). Desta maneira, “concordamos com a conclusão de que os esforços de pesquisa devem ser encorajados do ponto de vista moral” (p. 349, tradução própria), o que exige uma investigação abrangente acerca das possíveis direções dessa biotecnologia, cujo processo comporta que “não só perspectivas sobre as práticas de proteínas futuras podem mudar, mas também perspectivas sobre nós mesmos” (VAN DER WEELE; DRIESSEN, 2013, p. 659, tradução própria).

Por conseguinte, a carne cultivada é considerada especulativa e incomum, “cruzando ficção científica, mídia popular, discursos políticos e científicos” (O’RIORDAN; FOTOPOULOU; STEPHENS, 2017, p. 150, tradução própria), porque requer “uma ampla compreensão aceita do que é e do que pode fazer” (STEPHENS, 2013, p. 161, tradução própria). Tal situação é corroborada pelo entendimento de que a potencialidade da carne cultivada surgiu como uma solução tecnológica plausível a um problema advindo da própria tecnologia, a intensificação industrial da produção de carne bovina convencional (LEE, 2018). Esse escopo maximiza suas características pragmáticas, problemáticas e paradoxais.

Sendo assim, a análise de tecnologias emergentes é fundamental não somente para a identificação de seus atributos e potencialidades, mas também para a definição de “que tipo de mundo, que tipo de humano, que tipo de natureza nós antecipamos em nossos projetos tecnológicos?” (GALUSKY, 2014, p. 946, tradução própria). Destarte, “a produção, manipulação e exploração de visões futuras são elementos cada vez mais importantes em práticas de processos sociogênicos de inovação e transformação” (FERRARI; LÖSCH, 2017,

p. 75, tradução própria).

Ante ao exposto, verifica-se a contribuição científica da investigação realizada, principalmente devido a sua inserção em uma temática relativamente recente, que permeia distintas áreas do conhecimento (STEPHENS *et al.*, 2018; FERNANDES *et al.*, 2020) e sobre a qual ainda não existem resultados ou panoramas consensuais (VERBEKE *et al.*, 2015; FERNANDES *et al.*, 2020). Além disso, o estudo das transformações que causaram e que serão causadas pela carne cultivada na cultura alimentar contemporânea pode possibilitar compreender elementos comuns nas trajetórias de biotecnologias alimentares (BEKKER; TOBI; FISCHER, 2017).

Portanto, apesar das incertezas, a carne cultivada promete impactar os sistemas agroalimentares convencionais (O'KEEFE *et al.*, 2016) e provocar mudanças em todos os contextos socioeconômicos (CARRUTH, 2013). Logo, entender os determinantes e a dinâmica dessa transição do sistema sociotécnico de provimento de carne bovina à alimentação humana corresponde a uma contribuição acadêmica pertinente. No que concerne às implicações gerenciais da pesquisa, tem-se justamente a possibilidade de identificação dos reflexos da carne cultivada no agronegócio contemporâneo, haja vista sua perspectiva sistêmica, totalitária e integrativa.

De forma específica, prognosticam-se interferências diretas nos sistemas de produção de grãos destinados à alimentação animal, principalmente ruminante, e a produção pecuária de corte propriamente dita (WELIN, 2013; BHAT; KUMAR; BHAT, 2017). Consequentemente, tem-se modificações no uso da terra e reflexos na estrutura social (WILKS; PHILLIPS, 2017), entre outros impactos gerados por encadeamento lógico. Por fim, a investigação oportuniza *insights* sobre o futuro da indústria de carne, especialmente bovina. Sendo assim, torna-se possível desenvolver estratégias proativas às mudanças e não somente reativas, como geralmente ocorre no contexto agrícola (GRAVES, 2005).

Para tanto, a comunicação e o fluxo eficiente de informações entre todas as esferas da sociedade (diretamente ou indiretamente envolvidas nesse processo de mudança) mostra-se fundamental, sobretudo considerando a própria natureza polêmica da temática (DRIESSEN; KORTHALS, 2012; DILWORTH; MCGREGOR, 2015), a complexidade dos debates públicos realizados até o momento (LAESTADIUS, 2015) e a discrepância entre informações científicas e mídias locais (NISBET; SCHEUFELE, 2009).

4 ESTRUTURA DA TESE

Esta tese é composta por dez capítulos. O primeiro capítulo consiste na introdução,

que apresenta a contextualização e as diretrizes a partir das quais a pesquisa foi realizada e a qual este subcapítulo integra. O segundo capítulo abrange o referencial teórico que fornece subsídios para o desenvolvimento do estudo e que embasa as análises e discussões realizadas, abrangendo aspectos conceituais concernentes a trajetória do provimento de carne à alimentação humana e os avanços biotecnológicos relacionados à carne cultivada. Também descreve a perspectiva teórica dos sistemas sociotécnicos e de suas transições.

No terceiro capítulo apresenta-se a evolução conceitual e as abordagens científicas a partir das quais a carne cultivada, sob a ótica da agricultura celular, é analisada. Em seguida, no quarto capítulo, expõe-se uma análise integrativa concernente ao panorama e as ambiguidades da carne cultivada. No capítulo seguinte, evidencia-se o desenvolvimento tecnológico desta biotecnologia, por meio do mapeamento de patentes e da identificação de *startups* e de seus investidores.

O sexto capítulo contempla aspectos mercadológicos da carne cultivada, apresentando a análise das atitudes dos consumidores de carne frente esta nova biotecnologia alimentar. Nesta mesma lógica e de forma específica, o capítulo sete compara as atitudes dos consumidores de carne bovina em relação à carne bovina cultivada, tendo em vista a área de residência, a intensidade de consumo de churrasco e a participação em atividades tradicionalistas/folclóricas, denotando uma perspectiva analítica cultural.

Por sua vez, o capítulo oito caracteriza-se por uma concepção teórico-metodológica a partir da qual são comparadas as principais Escolas de construção de cenários com vistas a contrapô-las à abordagem das transições sociotécnicas. Isto é, descreve-se a aderência de cada Escola frente às diferentes dinâmicas e fenômenos inovativos que promovem as referidas transformações tecnológicas e sociais. Assim, oportuniza selecionar a abordagem e os procedimentos metodológicos aderentes às características do fenômeno estudado.

A partir desse encadeamento, por conseguinte, o capítulo nove apresenta a construção de cenários mercadológicos e tecnológicos para a carne bovina cultivada em um horizonte temporal de dez anos sob a perspectiva das transições sociotécnicas, conforme postula o objetivo geral desta tese. Ou seja, este capítulo foi desenvolvido com base nos resultados obtidos nas etapas de pesquisa que dizem respeito aos capítulos anteriores.

Portanto, os dois primeiros capítulos desta tese expõem a proposta de pesquisa, suas diretrizes e embasamentos teóricos. Os seis capítulos que seguem, ordenadamente, atendem aos objetivos específicos do estudo e tratam sobre o fenômeno investigado (sistema sociotécnico da carne cultivada), proporcionando *inputs* para a construção de cenários. Por fim, o capítulo dez expõe as considerações finais da pesquisa, bem como suas limitações e

sugestões para futuras investigações.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, P. *et al.* Could consumption of insects, cultured meat or imitation meat reduce global agriculture land use? **Global Food Security**, Amsterdam, v. 15, p. 22-32, 2017.
- ALKON, A. H. *et al.* Foodways of the urban poor. **Geoforum**, Oxford, v. 48, p. 126-135, 2013.
- ALVARO, C. Lab-grown meat and veganism: a virtue-oriented perspective. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, Dordrecht, v. 32, n. 1, p. 127-141, 2019.
- ASP, E. H. Factors affecting food decisions made by individual consumers. **Food Policy**, Guildford, v. 24, n. 2-3, p. 287-294, 1999.
- AUSTGULEN, M. H. Environmentally sustainable meat consumption: an analysis of the Norwegian public debate. **Journal of Consumer Policy**, New York, v. 37, n. 1, p. 45-66, 2014.
- BARTHES, R. Toward a psychosociology of contemporary food consumption. *In*: COUNIHAN, C.; VAN ESTERIK, P. (ed.) **Food and culture: a reader**. Londres: Routledge, 2008. p. 23-30.
- BEARDSWORTH, A.; KEIL, T. **Sociology on the menu: an invitation to the study of food and society**. London: Routledge, 2002.
- BEKKER, G. A.; TOBI, H.; FISCHER, A. R. H. Meet meat: an explorative study on meat and cultured met as seen by Chinese, Ethiopians and Dutch. **Appetite**, London, v. 114, p. 82-92, 2017.
- BHAT, Z. F.; FAYAZ, H. Prospectus of cultured meat: advancing meat alternatives. **Journal of Food Science and Technology**, New Delhi, v. 48, n. 2, p. 125-140, 2011.
- BHAT, Z. F.; KUMAR, S.; BHAT, H. F. In vitro meat: a future animal-free harvest. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Philadelphia, PA, v. 57, n. 4, p. 782-789, 2017.
- BHAT, Z. F. *et al.* Technological, regulatory, and ethical aspects of in vitro meat: a future slaughter-free harvest. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, London, v. 18, n. 4, p. 1192-1208, 2019.
- BISOONI, C. A. *et al.* Who we are and how we eat: a qualitative study of identities in food choice. **Journal of Nutrition Education and Behavior**, Hamilton, ON, v. 34, p. 128-139, 2002.
- BITTMAN, M. **Food matters: a guide to conscious eating**. New York: Simon & Shuster, 2009.
- BÖHM, I.; FERRARI, A.; WOLL, S. In-vitro-fleisch: eine technische vision zur lösung der probleme der heutigen fleischproduktion und des fleischkonsums? **Karlsruher Institut für Technologie**, Karlsruhe, p. 1-24, 2017.
- BONNY, S. P. F. *et al.* Artificial meat and the future of the meat industry. **Animal Production Science**, Melbourne, v. 57, n. 11, p. 2216-2223, 2017.

- BRYANT, C. Culture, meat, and cultured meat. **Journal of Animal Science**, Champaign, IL, v. 98, n. 8, p. 01-07, 2020.
- BRYANT, C.; BARNETT, J. Consumer acceptance of cultured meat: a systematic review. **Meat Science**, Oxford, v. 143, p. 8-17, 2018.
- BRYANT, C.; BARNETT, J. What's in a name? Consumer perceptions of in vitro meat under different names. **Appetite**, London, v. 137, p. 104-113, 2019.
- BRYANT, C.; BARNETT, J. Consumer acceptance of cultured meat: an updated review (2018–2020). **Applied Sciences**, Cham, v. 10, n. 15, p. 5201, 2020.
- BRYANT, C. *et al.* Strategies for overcoming aversion to unnaturals: the case of clean meat. **Meat Science**, Oxford, v. 154, p. 37-45, 2019a.
- BRYANT, C. *et al.* A survey of consumer perceptions of plant-based and clean meat in the USA, India, and China. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, Lausanne, v. 3, p. 11, 2019b.
- BURTON, R. J. F. The potential impact of synthetic animal protein on livestock production: the new “war against agriculture”? **Journal of Rural Studies**, Oxford, v. 68, p. 33-45, 2019.
- CAPUTO, V. Does information on food safety affect consumers' acceptance of new food technologies? The case of irradiated beef in South Korea under a new labelling system and across different information regimes. **Australian Journal of Agricultural and Resource Economics**, Oxford, v. 64, p. 1003-1033, 2020.
- CARRUTH, A. Culturing food: bioart and in vitro meat. **Parallax**, Berkeley, CA, v. 19, n. 1, p. 88-100, 2013.
- CHILES, R. M. Interwined ambiguities: meat, in vitro meat, and the ideological construction of the marketplace. **Journal of Consumer Behavior**, India, v. 12, p. 472-482, 2013.
- COLE, M.; MORGAN, K. Engineering freedom? A critique of biotechnological routes to animal liberation. **Configurations**, Baltimore, MD, v. 21, n. 2, p. 201-229, 2013.
- DATAR, I.; BETTI, M. Possibilities for an in vitro meat production system. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, Amsterdam, v. 11, n. 1, p. 13-22, 2010.
- DILWORTH, T.; MCGREGOR, A. Moral steaks? Ethical discourses of in vitro meat in academia and Australia. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, Dordrecht, v. 28, n. 1, p. 85-107, 2015.
- DOUGLAS, M.; NICOD, M. Taking the biscuit: the structure of British meals. **New Society**, Cambridge, v. 30, n. 637, p. 744-747, 1974.
- DRIESSEN, C.; KORTHALS, M. Pig towers and in vitro meat: disclosing moral worlds by design. **Social Studies of Science**, Beverly Hills CA, v. 42, n. 6, p. 797-820, 2012.
- ENRIONE, J. *et al.* Edible scaffolds based on non-mammalian biopolymers for myoblast growth. **Materials**, Basel, v. 10, n. 1404, p. 1-15, 2017.
- FAO- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Livestock's long shadow**: environmental issues and options. Rome: FAO/Lead, 2006.
- FAO- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The future of food and agriculture**: trends and challenges. Rome: FAO, 2017.

- FEGAN, N.; JENSON, I. The role of meat in foodborne disease: is there a coming revolution in risk assessment and management?. **Meat Science**, Oxford, v. 144, p. 22-29, 2018.
- FERNANDES, A. M. *et al.* Conceptual evolution and scientific approaches about synthetic meat. **Journal of Food Science and Technology**, New Delhi, v. 57, n. 6, p. 1991-1999, 2020.
- FERRARI, A.; LÖSCH, A. How smart grid meets in vitro meat: on visions as socio-epistemic practices. **Nanoethics**, Dordrecht, v. 11, p. 75-91, 2017.
- FONT-I-FURNOLS, M.; GUERRERO, L. Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: an overview. **Meat Science**, Oxford, v. 98, n. 3, p. 361-371, 2014.
- GALUSKY, W. Technology as responsibility: feilure, food animals, and lab-grown meat. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, Dordrecht, v. 27, p. 931-948, 2014.
- GILLAND B. World population and food supply: can food production keep pace with population growth in the next half-century? **Food Policy**, Guildford, v. 27, p. 47-63, 2002.
- GRAÇA, J.; CALHEIROS, M. M.; OLIVEIRA, A. Attached to meat? (Un)Willingness and intentions to adopt a more plant-based diet. **Appetite**, London, v. 95, p. 113-125, 2015.
- GRAVES, R. A. **Communicating in the agricultural industry**. New York: Clifton Park Delmar Learning, 2005.
- HARTMANN, C.; SIEGRIST, M. Consumer perception and behavior regarding sustainable protein consumption: a systematic review. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, UK, v. 61, p. 11-25, 2017.
- HEIDEMANN, M. S. *et al.* Critical perspective of animal production specialists on cell-based meat in Brazil: from bottleneck to best scenarios. **Animals**, Basel, v. 10, n. 9, p. 1678, 2020.
- HOCQUETTE, A. *et al.* Educated consumers don't believe artificial meat is the solution to the problems with the meat industry. **Journal of Integrative Agriculture**, Beijing, v. 14, n. 2, p. 273-284, 2015.
- HOCQUETTE, J. F. Is in vitro meat the solution for the future? **Meat Science**, Oxford, v. 120, p. 167-176, 2016.
- HOEK, A. C. *et al.* Replacement of meat by meat substitutes: a survey on person- and product-related factors in consumer acceptance. **Appetite**, London, v. 56, n. 3, p. 662-673, 2011.
- HOLM, L.; MØHL, M. The role of meat in everyday food culture: an analysis of an interview study in Copenhagen. **Appetite**, London, v. 34, n. 3, p. 277-283, 2000.
- HOPKINS, P. D.; DACEY, A. Vegetarian meat: could technology save animals and satisfy meat eaters? **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, Dordrecht, v. 21, p. 579-596, 2008.
- IPCC- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate change and land, summary for policy makers**. IPCC: Geneva, Switzerland, 2019.
- JONES, S. Synthetic meat offers surprising possibilities. **New Scientist**, London, v. 233, n. 3112, p. 54-54, 2017.

JÖNSSON, E. Benevolent technotopias and hitherto unimaginable meats: tracing the promises of in vitro meat. **Social Studies of Science**, Beverly Hills, CA, v. 46, n. 5, p. 725-748, 2016.

KAPAR, M. A. Two travellers, one culture: food culture in Turks according to the Travels of Broquiere and Ibn Battuta. **Selçuk University Journal of Faculty of Letters**, Konya, v. 41, p. 427-444, 2019.

LAESTADIUS, L. I. Public perceptions of the ethics of in-vitro meat: determining na appropriate course of action. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, Dordrecht, v. 28, n. 5, p. 991-1009, 2015.

LEE, A. Meat-ing demand: is in vitro meat a pragmatic, problematic, or paradoxical solution? **Canadian Journal of Women and the Law**, Ottawa, v. 30, n. 1, p. 1-41, 2018.

LEE, H. J. *et al.* Status of meat alternatives and their potential role in the future meat market: A review. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Seoul, v. 33, n. 10, p. 1533, 2020.

LEROY, F.; PRAET, I. Meat traditions: the co-evolution of humans and meat. **Appetite**, London, v. 90, p. 200–211, 2015.

LYNCH, J; PIERREHUMBERT, R. Climate impacts of cultured meat and beef cattle. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, Lausanne, v. 3, p. 01-11, 2019.

MAJIMA, S. A brief thought on the future of global ethics: military robots and new food technologies. **Journal of Global Ethics**, London, v. 10, n. 1, p. 53-55, 2014.

MARCU, A. *et al.* Analogies, metaphors, and wondering about the future: lay sense-making around synthetic meat. **Public Understanding of Science**, London, v. 24, n. 5, p. 547-562, 2015.

MARUCHECK, A. *et al.* Product safety and security in the global supply chain: issues, challenges and research opportunities. **Journal of Operations Management**, Hoboken, NJ, v. 29, n. 7-8, p. 707-720, 2011.

MATTICK, C. S. Cellular agriculture: the coming revolution in food production. **Bulletin of the Atomic Scientists**, Abingdon, UK, v. 74, n. 1, p. 32-35, 2018.

MATTICK, C. S.; ALLENBY, B. R. Cultured meat: the systemic implications of an emerging technology. *In: IEEE International Symposium on Sustainable Systems and Technology (ISSST)*, 2012, Boston, MA, USA. **Proceeding** [...]. [New Jersey]: IEEE, 2012. p. 1-6. DOI: 10.1109/ISSST20100.2012.

MATTICK, C. S. *et al.* Anticipatory life cycle analysis of in vitro biomass cultivation for cultured meat production in the United States. **Environmental Science & Technology**, Washington, DC, v. 49, n. 19, p. 11941-11949, 2015.

MILBURN, J. Chewing over in vitro meat: animal ethics, cannibalism and social progress. **Res Publica**, Barcelona, v. 22, p. 249-265, 2016.

MOUAT, M. J.; PRINCE, R. Cultured meat and cowless milk: on making markets for animal-free food. **Journal of Cultural Economy**, Abingdon, UK, p. 1-15, 2018.

NISBET, M. C.; SCHEUFELE, D. A. What's next for science communication? Promising directions and lingering distractions. **American Journal of Botany**, Philadelphia, PA, v. 96, n. 10, p. 1767-1778, 2009.

- O'KEEFE, L. *et al.* Consumer's responses to a future UK food system. **British Food Journal**, Bradford, v. 118, n. 2, p. 412-428, 2016.
- O'NEIL, E. N. *et al.* Considerations for the development of cost-effective cell culture media for cultivated meat production. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, London, p. 1-24, 2020.
- O'RIORDAN, K.; FOTOPOULOU, A.; STEPHENS, N. The first bite: imaginaries, promotional publics and the laboratory grown burger. **Public Understanding of Science**, London, v. 26, n. 2, p. 148-163, 2017.
- PARRY, J. Oryx and Crake and the new nostalgia for meat. **Society and Animals**, Leiden, v. 17, p. 241-256, 2009.
- PELLETIER, N.; TYEDMERS, P. Forecasting potential global environmental costs of livestock production 2000–2050. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, DC, v. 107, n. 43, p. 18371-18374, 2010.
- PHILIPPON, D. J. Changing food cultures, changing global environments. **Global Environmental**, Oxford, v. 11, n. 1, p. 4-11, 2018.
- PLUHAR, E. B. Meat and morality: alternatives to factory farming. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, Dordrecht, v. 23, p. 455-468, 2010.
- POST, M. An alternative animal protein source: cultured beef. **Annals of the New York Academy of Science**, Hoboken, NJ, v. 1328, p. 29-33, 2014a.
- POST, M. Cultured beef: medical technology to produce food. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Chichester, West Sussex, v. 94, p. 1039-1041, 2014b.
- POST, M. Cultured meat from stem cells: challenges and prospects. **Meat Science**, Oxford, v. 92, p. 297-301, 2012.
- REIS, G. G. *et al.* Livestock value chain in transition: cultivated (cell-based) meat and the need for breakthrough capabilities. **Technology in Society**, New York, NY, v. 62. p. 101286, 2020.
- ROBERTS, R. M. *et al.* Livestock models for exploiting the promise of pluripotent stem cells. **ILAR Journal**, Oxford, v. 56, n. 1, p. 74-82, 2015.
- ROZIN, P. Meat. *In*: KATZ, S. H.; WEAVER, W. W. (ed.). **Encyclopedia of food and culture**. Scribner: New York, 2013.
- SELESHE, S.; JO, C.; LEE, M. Meat consumption culture in Ethiopia. **Korean Journal for Food Science of Animal Resources**, Seoul, v. 34, n. 1, p. 7, 2014.
- SERVICK, K. U.S lawmakers float plan to regulate cultured meat: should agency that regulates meat from farms also oversee tissues grown from cells in bioreactors? **Science**, Washington, DC, v. 360, n. 6390, p. 695, 2018.
- SHRIVER, A.; MCCONNACHIE, E. Genetically modifying livestock for improved welfare: a path forward. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, Dordrecht, v. 31, p. 161-180, 2018.
- SIEGRIST, M.; SÜTTERLIN, B.; HARTMANN, C. Perceived naturalness and evoked disgust influence acceptance of cultured meat. **Meat Science**, Oxford, v. 139, p. 213-219, 2018.

SODHI, N. Artificial meat: A new taste sensation? **Australian Veterinary Journal**, Oxford, v. 95, n. 10, p. 19-21, 2017.

STEINFELD, H.; WASSENAAR, T.; JUTZI, S. Livestock production systems in developing countries: status, drivers, trends. **Revue Scientifique et Technique de l'Office International des Epizooties**, Paris, v. 25, n. 2, p. 505-516, 2006.

STEPHENS, N. Growing meat in laboratories: the promise, ontology, and ethical boundary-work of using muscle cells to make food. **Configurations**, Baltimore, MD, v. 21, n. 2, p. 159-181, 2013.

STEPHENS, N.; KING, E.; LYALL, C. Blood, meat, and upscaling tissue engineering: promises, anticipated markets, and performativity in the biomedical and agri-food sectors. **BioSocieties**, Cambridge, UK, v. 13, n. 2, p. 368-388, 2018.

STEPHENS, N. *et al.* Bringing cultured meat to market: technical, socio-political, and regulatory challenges in cellular agriculture. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, UK, v. 78, p. 155-166, 2018.

SUN, Z. C.; YU, Q. L.; HAN, L. The environmental prospects of cultured meat in China. **Journal of Integrative Agriculture**, Beijing, v. 14, n. 2, p. 234-240, 2015.

TOMIYAMA, A. J. *et al.* Bridging the gap between the science of cultured meat and public perceptions. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, UK, v. 104, p. 144-152, 2020.

TUOMISTO, H. L. The eco-friendly burger: could cultured meat improve the environmental sustainability of meat products?. **EMBO Reports**, London, v. 20, n. 1, p. e47395, 2019.

TUOMISTO, H. L.; TEIXEIRA DE MATTOS, J. Environmental impacts of cultured meat production. **Environmental Science & Technology**, Washington, DC, v. 45, p. 6117-6123, 2011.

TWIGG, J. Vegetarianism and the meanings of meat. *In*: MURCOTT, A. (ed.). **The sociology of food and eating**. Aldershot: Gower Publishing, 1984. p. 18-30.

VALENTE, J. P. S. *et al.* First glimpse on attitudes of highly educated consumers towards cell-based meat and related issues in Brazil. **Plos One**, San Francisco, CA, v. 14, n. 8, p. e0221129, 2019.

VAN DER WEELE, C. N. Meat and the benefits of ambivalence. *In*: RÖCKLINSBERG, H.; SANDIN, P. (ed.). **The ethics of consumption**. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2013. p. 290-295.

VAN DER WEELE, C. N.; DRIESSEN, C. Emerging profiles for cultured meat: ethics through and as design. **Animals**, Basel, v. 3, p. 647-662, 2013.

VAN DER WEELE, C. N.; TRAMPER, J. Cultured meat: every village its own factory? **Science & Society**, New York, NY, v. 32, n. 6, p. 294-296, 2014.

VANHONACKER, F. *et al.* Flemish consumer attitudes towards more sustainable food choices. **Appetite**, London, v. 62, p. 7-16, 2013.

VERBEKE, W. *et al.* European citizen and consumer attitudes and preferences regarding beef and pork. **Meat Science**, Oxford, v. 84, n. 2, p. 284-292, 2010.

VERBEKE, W. *et al.* 'Would you eat cultured meat?': consumers' reactions and attitude

formation in Belgium, Portugal and the United Kingdom. **Meat Science**, Oxford, v. 102, p. 49-58, 2015.

VERBEKE, W.; SANS, P.; VAN LOO, E. J. Challenges and prospects for consumer acceptance of cultured meat. **Journal of Integrative Agriculture**, Beijing, v. 14, n. 2, p. 285-294, 2015.

WELIN, S. Introducing the new meat: problems and prospects. **Etikk i Praksis-Nordic Journal of Applied Ethics**, Oslo, n. 1, p. 24-37, 2013.

WELIN, S.; VAN DER WEELE, C. Cultured meat: will it separate us from nature? *In*: POTTHAST, T.; MEISCH, S. (ed.). **Climate change and sustainable development**. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2012. p. 348-351.

WILKS, M.; PHILLIPS, C. J. C. Attitudes to in vitro meat: a survey of potential consumers in the United States. **Plos One**, San Francisco, CA, v. 12, n. 2, p. e0171904, 2017.

WILKS, M. *et al.* Testing potential psychological predictors of attitudes towards cultured meat. **Appetite**, London, v. 136, p. 137-145, 2019.

WINIWARTER, W. *et al.* A European perspective of innovations towards mitigation of nitrogen-related greenhouse gases. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, Maryland Heights, MO, v. 9, n. 10, p. 37-45, 2014.

ZWART, H. Tailed food and the Icarus Complex: psychoanalysing consumer discontent from Oyster Middens to Oryx and Crake. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, Dordrecht, v. 28, p. 255-274, 2015.

CAPÍTULO 2 – REFERENCIAL TEÓRICO

Esse capítulo contempla a abordagem teórica que embasa a investigação realizada. Para tanto, discorre sobre a trajetória do sistema sociotécnico de provimento de carne à alimentação humana e seu desenvolvimento biotecnológico, bem como o potencial da carne cultivada, proveniente da agricultura celular, para provocar uma transição global. Deste modo, enfatiza preponderantemente aspectos conceituais dessa circunscrição teórica, explicitando a perspectiva multinível das transições sociotécnicas e suas dinâmicas, com destaque àquelas orientadas à sustentabilidade.

1 TRAJETÓRIA DO PROVIMENTO DE CARNE À ALIMENTAÇÃO HUMANA E DESENVOLVIMENTO BIOTECNOLÓGICO

Nos primórdios da civilização humana, a carne era proveniente da caça de animais selvagens, o que representou o primeiro estágio da produção de tal alimento (WELIN; GOLD; BERLIN, 2012). Apesar dessa prática ainda perdurar, sobretudo através da pesca de animais marinhos, seguiram-se outros estágios de desenvolvimento na obtenção de proteína animal. Logo, a domesticação de determinadas espécies selvagens possibilitou o pastoreio e, conseqüentemente, o abate (WELIN, 2013). Estes novos mecanismos impulsionaram o desenvolvimento socioeconômico de distintas regiões, contribuindo para o surgimento de sistemas locais de produção de carne, principalmente bovina (FLORIT; SBARDELATI, 2016).

Contudo, a crescente demanda por carne, seja devido ao aumento populacional ou a maximização no nível de renda *per capita*, estimulou o desenvolvimento de tecnologias que melhorassem a produtividade dos sistemas de produção, tornando-os mais eficientes e competitivos. Desse modo, deu-se a intensificação na produção animal, que ocasionou a “alta densidade de lotação, muitas vezes referida como agricultura industrial” (VAN BUEREN; VAN BUEREN; VAN DER ZIJPP, 2014, p. 01, tradução própria). Esses sistemas de pecuária intensiva são caracterizados pelo seu ambiente produtivo rigorosamente controlado, otimização nutricional de alimentos e técnicas de reprodução e engorda que aceleram ao máximo possível o processo produtivo (SWAIN *et al.*, 2018).

No entanto, concomitantemente a essa expansão de produtividade, advinda da evolução de procedimentos de especialização, mecanização e industrialização geralmente desacompanhados das diretrizes do desenvolvimento sustentável (FLORIT; SBARDELATI,

2016), foram avançando também os impactos ambientais (SWAIN *et al.*, 2018). Nesse sentido, tem-se, por exemplo, a maximização do uso de energias não renováveis (RYDBERG; HADEN, 2006), a degradação dos recursos naturais (KIERS *et al.*, 2008), a perda da biodiversidade e o comprometimento de serviços ecossistêmicos (HENLE *et al.*, 2008). Logo, “os *trade-offs* entre intensidade e sustentabilidade e entre eficiência e sustentabilidade em diferentes escalas podem comprometer a continuidade dos sistemas agrícolas de baixo insumo e os serviços ecossistêmicos que eles fornecem” (RODRÍGUEZ-ORTEGA *et al.*, 2017, p. 178, tradução própria).

Um exemplo típico da tecnologia como solução para os problemas ocasionados por ela própria (GALUSKY, 2014) consiste na utilização excessiva de antibióticos, devido a incidência de doenças causadas pela maximização da densidade animal para o aumento da produção. Desse modo, tem-se o surgimento de bactérias patogênicas resistentes, o que induz a população a desenvolver e utilizar outros antibióticos ou mecanismos de prevenção (KIM *et al.*, 2005). Assim, “chegamos ao estágio em que a sociedade tem que colocar os usuários de tais antibióticos, em particular produtores que aplicam antibióticos em seus animais, em quarentena quando entram nos hospitais” (VAN BUEREN; VAN BUEREN; VAN DER ZIJPP, 2014, p. 01, tradução própria).

Logo, verificou-se que “a carne tem problemas e muitos desses problemas estão intimamente ligados à tecnologia. A industrialização da produção de carne levou a um aumento do estresse nos animais, pessoas e em ambientes” (GALUSKY, 2014, p. 931, tradução própria). Diante dessa problemática corroborada por aspectos relativos ao bem-estar animal (CRONEY *et al.*, 2018; SHRIVER; MCCONNACHIE, 2018), mudanças nos hábitos de consumo (SLADE, 2018) e o próprio descontentamento alimentar (ZWART, 2015), verifica-se que o “terceiro estágio da produção de carne está prestes a acontecer” (WELIN, 2013, p. 24, tradução própria). Assim, “as escolhas sobre o que comer se expandem além do gosto e tornam-se expressões de valor e demandas por soluções” (GALUSKY, 2014, p. 933, tradução própria).

Essa nova fase da história alimentar humana é caracterizada pela obtenção de carne sem que haja a necessidade de abate (WELIN, 2013). Trata-se do desenvolvimento da “carnicultura” – análoga à produção de alimentos vegetais por meio da agricultura (HOPKINS; DACEY, 2008) – para resolver questões concernentes à “carnivoracidade” – crescente apetite por carne (DILWORTH; MCGREGOR, 2015; LEROY; PRAET, 2017). Ou seja, consiste numa forma de remover esse impasse mediante inovação tecnológica (UR SIN, 2013).

Conquanto, para sua viabilização, tem-se o contributo da agricultura celular, uma tecnologia emergente que possibilita o cultivo em biorreatores de produtos agrícolas, inclusive carne, através da “substituição de sistemas biológicos por químicos e mecânicos” (MATTICK, 2018, p. 32, tradução própria). Assim, o marco dessa etapa alimentar pode ser considerado a capacidade técnica de separar conceitualmente a produção de carne do animal vivo, pois “enquanto a carne *in vitro* é carne, em certo sentido um produto animal, não precisa ser uma parte do animal” (HOPKINS; DACEY, 2008, p. 594, tradução própria). Desse modo, há a promoção do distanciamento entre a imagem do animal e a da carne propriamente dita, principalmente no processo de produção (BUSCEMI, 2014).

Trata-se de um novo conceito de biotecnologia de alimentos (ENRIONE *et al.*, 2017), considerado como “um avanço tecnológico revolucionário” (PETETIN, 2014, p. 169, tradução própria) que em um primeiro momento parece fictício (O’RIORDAN; FOTOPOULOU; STEPHENS, 2017). Mas, “se você tivesse dito aos seus avós que ‘chegará o tempo em que receberás uma bandeja de alimentos que foi processada de uma maneira estranha e maravilhosa e colocarás no micro-ondas e, um minuto mais tarde, terás uma refeição’, eles teriam dito, ‘de jeito nenhum que vai acontecer’” (O’KEEFE *et al.*, 2016, p. 419).

Mesmo pertencendo ao campo científico da agricultura celular, os esforços para a produção de carne cultivada são advindos da biomedicina, especificamente da engenharia de tecidos regenerativos (ENRIONE *et al.*, 2017; POST, 2017). Logo, tal tecnologia perpassa por distintos contextos (STEPHENS; KING; LYALL, 2018), cujos debates possuem múltiplas interfaces e permeiam diferentes áreas do conhecimento (STEPHENS *et al.*, 2018).

A projeção é de que os primeiros produtos viabilizados não sejam estruturados (carne moída, hambúrgueres e *nuggets*, por exemplo) (DATAR; BETTI, 2010; STEPHENS *et al.*, 2018; O’NEIL *et al.*, 2020), seguidos por vascularizações, como o filé (WELIN, 2013) e, finalmente pela produção tridimensional de cortes de carne semelhantes aos convencionais (DATAR; BETTI, 2010). Assim, “embora pareça um sonho distante ou um pesadelo futurista, há um punhado de empresas que se concentram na produção em larga escala (SODHI, 2017, p. 19, tradução própria).

Entretanto, dentre as questões que polemizam o debate sobre esse novo estágio da produção de carne (WELIN, 2013), existem elementos ambíguos recorrentes de outras trajetórias biotecnológicas, como os Organismos Geneticamente Modificados (OGM’s), por exemplo (MARCU *et al.*, 2015; MOHORCICH; REESE, 2019). Portanto, “a natureza humana parece mostrar que a esperança de um consenso moral sobre algumas questões pode

ser ainda mais utópica do que a esperança de uma solução tecnológica” (HOPKINS; DACEY, 2008, p. 589, tradução própria). Isto porque a biotecnologia da carne cultivada é “posicionada como uma potencial salvadora” (GALUSKY, 2014, p. 933, tradução própria), ou ainda como um “triunfo para a ciência e a ética” (PETETIN, 2014, p. 169, tradução própria), mesmo que não haja consenso quanto sua capacidade em resolver os problemas da indústria de carne (HOCQUETTE *et al.*, 2015).

Mas “que tipo de riscos podemos esperar da nova tecnologia? Afinal, é uma característica típica dos nossos países industrializados modernos que alguns dos perigos, e perigos realmente grandes, sejam criados pelo homem” (WELIN, 2013, p. 35, tradução própria), o que torna esse fenômeno dotado de certa ironia. Apesar de interrogativas como esta ainda carecerem de investigações (VERBEKE *et al.*, 2015), a carne cultivada pode ser encarada como uma fase do processo histórico da civilização humana, onde o que importa “são todos os efeitos que essa evolução pode ter no futuro”, de modo que “o ponto de partida da próxima pesquisa sobre este tópico deve ser investigar quando e como os seres humanos experimentarão esse processo” (BUSCEMI, 2014, p. 952, tradução própria).

2 DIFUSÃO DA INOVAÇÃO E TRANSIÇÕES SOCIOTÉCNICAS

Os novos problemas ambientais e o crescente esgotamento de recursos naturais têm sido enfrentados mediante o desenvolvimento e a adoção de tecnologias incrementais. No entanto, tais elementos não demonstram ser suficientes para responder aos desafios contemporâneos que estão surgindo, o que reflete na necessidade de transições primaciais (GEELS, 2004a). Isto é, transformações substanciais nos sistemas que desempenham funções sociais, como a provisão de alimentos, energia e transporte (FREEMAN, 1992; VAN DEN BERGH; BRUINSMA, 2008; GEELS, 2010).

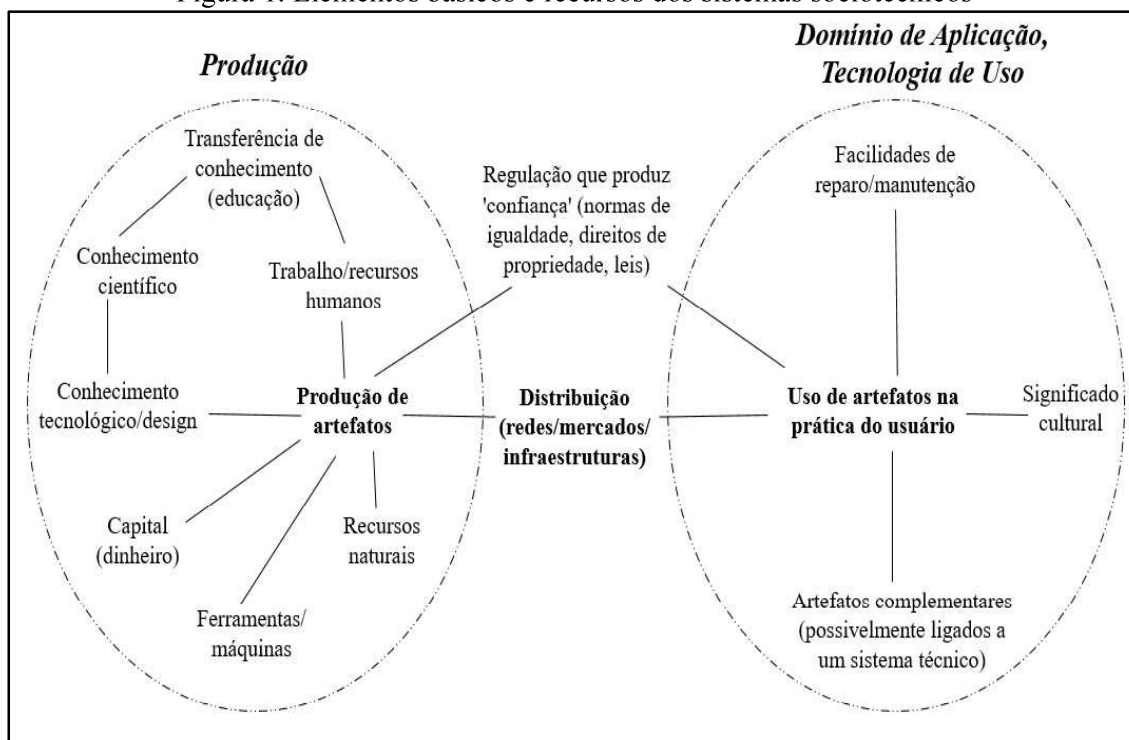
Essas transformações não se referem somente à criação e a proposição de novas tecnologias – o que caracteriza sistemas de inovação – mas envolvem também aspectos concernentes a sua aceitação, difusão e utilização (GEELS, 2004a; 2006a). Logo, abrangem sistemas sociotécnicos, definidos como sendo “as ligações entre os elementos necessários para cumprir as funções da sociedade” (GEELS, 2004a, p. 902, tradução própria), o que envolve distintos atores/agentes, instituições, regras e grupos sociais, que carregam e reproduzem tais sistemas. Ou seja, as transições sociotécnicas salientam “as interações multidimensionais entre indústria, tecnologia, mercados, política, cultura e sociedade civil” (GEELS, 2012, p. 472, tradução própria).

Desse modo, configuram-se como fenômenos multidimensionais e

multidisciplinares, cujo estudo é possível por meio de diferentes disciplinas e áreas do conhecimento. Também, se trata de uma abordagem analítica associada ao conceito neoschumpeteriano de inovação evolucionária, pois considera que as novas tecnologias possuem uma trajetória própria (GEELS; KEMP, 2007), sofrendo influência (direta ou indireta) de atores e mecanismos do sistema (GEELS, 2010).

Para tanto, não se restringe ao envolvimento da tecnologia propriamente dita, mas engloba novos regulamentos, práticas de utilização, significados culturais (GEELS; ELZEN; GREEN, 2004) e mudanças nas práticas dos usuários e estruturas institucionais (MARKARD; RAVEN; TRUFFER, 2012). Ante ao exposto, a Figura 1 expõe a representação esquemática dos elementos básicos e dos recursos que compõem os sistemas sociotécnicos, de forma genérica.

Figura 1. Elementos básicos e recursos dos sistemas sociotécnicos



Fonte: adaptado de Geels (2004a)

Sob essa perspectiva, a definição de sistema evidencia “a interdependência e a coevolução de estruturas materiais e sociais, que ao longo do tempo, evoluem para uma configuração estável que permite o cumprimento de uma função social” (FUENFSCHILLING; TRUFFER, 2014, p. 772, tradução própria). Isto porque as funções sociais correspondem “a espinha dorsal material da civilização moderna” (SCHOT; KANGER, 2018, p. 1046, tradução própria).

Conquanto, após a introdução de uma tecnologia disruptiva no sistema sociotécnico vigente, este logo passa a competir com o sistema sociotécnico que está se formando, podendo, eventualmente, ocasionar a sua substituição (GEELS, 2004a). Esse fenômeno caracteriza-se como um “vendaval de destruição criativa”, conforme proposto por Schumpeter (1943, p. 395, tradução própria). As transições sociotécnicas também podem ser entendidas como a combinação de ideias advindas da economia evolucionária (DOSI, 1982; GEELS; KEMP, 2007) com conceitos-chave da história e da sociologia da tecnologia (BIJKER, 1995).

Sob a égide dos paradigmas tecnoeconômicos, que correspondem aos sistemas sociotécnicos estáveis por longos períodos de tempo, tem-se que novas tecnologias disruptivas inicialmente enfrentam “um descompasso entre o subsistema tecnoeconômico e o antigo marco sócio-institucional” (FREEMAN; PEREZ, 1988, p. 59, tradução própria). Contudo, como essa abordagem é criticada por considerar o aspecto sócio-institucional como um agente reativo ao elemento tecnoeconômico, sua versão refinada aponta a existência de cinco subsistemas que apesar de interagirem entre si, possuem dinâmicas e oscilações próprias, quais sejam: ciência, tecnologia, economia, política e cultura (FREEMAN; LOUÇÃ, 2001).

Todavia, os estudos pioneiros sobre as transições sociotécnicas destacam a relevância de alinhamentos entre distintos níveis, entendidos como configurações heterogêneas de estabilidade crescente (GEELS, 2012). Ou seja, enfatizam que os sistemas sociotécnicos possuem uma abordagem multinível caracterizada por nichos de inovação, regimes existentes e paisagem exógena (GEELS, 2002). Logo, a “chave para as explicações da mudança é a interação entre esses níveis alinhados que constituem sistemas sociotécnicos ao longo do tempo” (RAVEN; SCHOT; BERKHOUT, 2012, p. 63, tradução própria).

2.1 PERSPECTIVA MULTINÍVEL DAS TRANSIÇÕES SOCIOTÉCNICAS

Os pressupostos que embasam as transições sociotécnicas apontam que estas ocorrem mediante as seguintes configurações heterogêneas de estabilidade crescente e que são coestruturadas (GEELS; KEMP, 2007): nicho tecnológico, regime sociotécnico e paisagem exógena (GEELS, 2012). Enquanto a primeira se refere ao nível ou *lócus* no qual as inovações radicais são criadas, a segunda responde pela estabilidade do desenvolvimento tecnológico e sua trajetória (regras e práticas), ao passo que a terceira concerne a fatores exógenos que sofrem modificações lentas, mas que subsidiam as trajetórias (GEELS, 2002). A interação entre esses níveis tende a resultar em um sistema sociotécnico estável ao longo do tempo (RAVEN; SCHOT; BERKHOUT, 2012).

Esse conjunto de razões é conhecido como dependência de caminho e desestimula o surgimento de inovações radicais em um sistema sociotécnico, em primazia às inovações incrementais (GEELS, 2012). Contudo, para que as inovações radicais não sejam “atacadas” pela dinâmica do sistema vigente por comprometer a sua estabilidade, geralmente estas surgem em ambientes protegidos e que oportunizam processos de aprendizagem, nos quais as regras existentes são “desviadas”: os nichos tecnológicos (GEELS, 2004a). Ou seja, esses nichos de inovação referem-se ao micronível de onde as inovações radiais emergem, geralmente sendo desenvolvidas por uma rede reduzida de atores marginais (GEELS; SCHOT, 2007) e que lutam contra as incompatibilidades do sistema (GEELS, 2012).

Os nichos de inovação possuem as mesmas três dimensões analíticas de um sistema sociotécnico em funcionamento, cuja diferença consiste justamente no seu grau de estabilidade. As regras no nicho não estão consolidadas, assim como as preferências do usuário e a estrutura de sua rede social, pois a configuração sociotécnica ainda está em formação. Por meio da aprendizagem, as redes sociais podem se estabilizar e os regimes se tornarem estruturantes (GEELS, 2004a). Também ocorre a sondagem inicial acerca de questões mercadológicas com o intuito de se obter uma versão melhorada do artefato tecnológico em desenvolvimento (LYNN; MORONE; PAULSON, 1996; GEELS, 2006a).

Nesse contexto, existe outro aspecto a ser incluído: as paisagens exógenas. Estas se configuram como elementos macroanalíticos e que, mesmo sendo alheias a vontade dos atores do sistema, orientam a ação dos seus usuários (GEELS, 2004a). Ou seja, concerne ao contexto mais amplo que interfere na dinâmica do nicho e do regime (GEELS, 2012), por meio de fatores que se transformam com o tempo, tais como condições materiais e ambientais, agentes externos e contexto sociocultural (BURNS; FLAM, 1987). Desse modo, impactam no sistema de regras e reestruturam o sistema sociotécnico vigente (GEELS; SCHOT, 2007).

Sob essa perspectiva, as transições sociotécnicas fundamentam-se nas interações multidimensionais entre os elementos de tal sistema (GEELS, 2012). Esse conjunto de elementos interdependentes coevoluem para a obtenção de uma configuração estável, capaz de possibilitar o desempenho da função social à qual se destina (FUENFSCHILLING; TRUFFER, 2014), podendo inclusive alterar a paisagem exógena (GEELS, 2002). Trata-se da reconfiguração do sistema, cujas implicações são mais intensas quando dizem respeito a sistemas que operam por meio de um conjunto de tecnologias (GEELS, 2006b).

Apesar de ajustes, reconsiderações e críticas, essa perspectiva multinível ainda representa a abordagem proeminente nos estudos de transições sociotécnicas até hoje. Sua recorrência como quadro analítico deve-se pela flexibilidade e facilidade na identificação de

padrões de transição e determinantes da inércia dos sistemas vigentes (SVENSSON; NIKOLERIS, 2018). Entretanto, as transições sociotécnicas não devem ser confundidas com modificações puramente de tecnologia, pois, apesar de igualmente incluírem a dimensão tecnológica, consideram também as mudanças nas práticas dos usuários e nas estruturas institucionais (MARKARD; RAVEN; TRUFFER, 2012).

Assim, mesmo havendo peculiaridades geográficas acerca de pré-condições materiais e contextos sócio-institucionais, as transições sociotécnicas seguem trajetórias similares ao redor do mundo (FUENFSCHILLING; BINZ, 2018). No entanto, reconhece-se que estas são influenciadas por especificidades locais e regionais, entendidas como geografia das transições, porém ainda não está claro o nível de determinância que tais elementos expressam sobre as mudanças (HANSEN; COENEN, 2015). Essa abordagem conceitua a trajetória tecnológica como sendo um conjunto de fatores dotados de heterogeneidade que transforma lentamente as normas, culturas e valores, promovendo a passagem de um estágio para outro (GEELS, 2004b; LOORBACH, 2007).

2.2 DINÂMICA DAS TRANSIÇÕES SOCIOTÉCNICAS

Inicialmente, o processo de transição sociotécnica é dotado de flexibilidade interpretativa e incerteza acerca das inovações disruptivas. Em outras palavras, existe uma diversidade de significados atribuídos a estas pelos distintos grupos sociais (BIJKER, 1995). Assim, emergem debates polêmicos, divergências de crenças e conflitos de opiniões e poder, sendo que a transição começa a ser percebida a partir da convergência dos processos sociocognitivos em visões compartilhadas (GEELS, 2010).

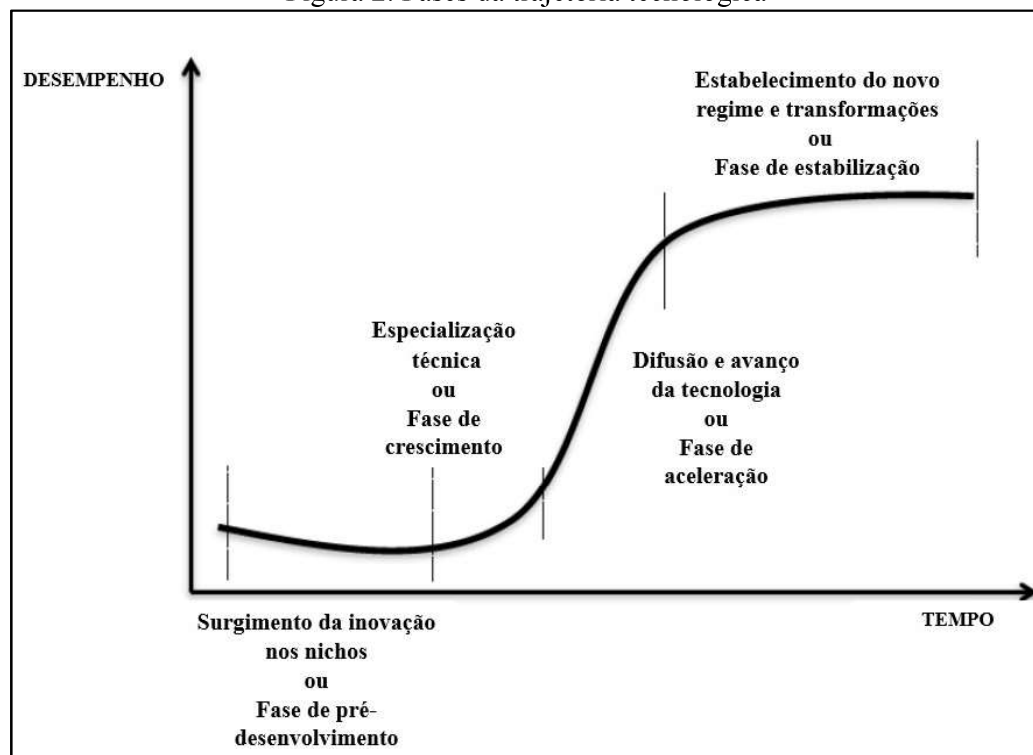
Os distintos regimes que compõem um sistema sociotécnico apresentam dinâmicas internas próprias, o que por vezes, pode ocasionar desalinhamentos e tensões. Como a estabilidade que caracteriza um sistema sociotécnico é advinda das ações dos atores e das interações dos grupos sociais, é possível que haja instabilidade, o que fomenta as transições. Existem inúmeros fatores capazes de reduzir a estabilidade do sistema, tais como transformações na paisagem exógena, problemas técnicos acerca da tecnologia vigente, externalidades em outros sistemas, modificações nos hábitos e percepções do usuário e competitividade entre as empresas, por exemplo (GEELS, 2004a).

Essas tensões oportunizam que uma inovação radical ultrapasse os limites do nicho tecnológico progressivamente e seja introduzida no sistema vigente, com o qual passa a competir e se torna influente frente às mudanças (SMITH; VOB; GRIN, 2010). Nesse momento, ocorrem modificações e rupturas inerentes à inovação, que podem proporcionar

tanto o surgimento de novos grupos sociais quanto a extinção de outros, a articulação de atores (GEELS; KEMP, 2007), o desenvolvimento de regimes e consequentemente, a criação de um novo sistema sociotécnico que passa a vigorar (GEELS, 2004a). Isto é, há a quebra de um paradigma tecnoeconômico (FREEMAN; PEREZ, 1988) que caracteriza um “vendaval de destruição criativa” (SCHUMPETER, 1943, p. 395) e que não necessariamente promove o declínio econômico imediato (TURNHEIM *et al.*, 2015).

A abordagem sociotécnica conceitua a trajetória tecnológica como sendo um conjunto de fatores dotados de heterogeneidade que transforma lentamente as normas, culturas e valores, promovendo a passagem de um estágio para outro. Para tanto, tem-se quatro fases ou multifases distintas, que apesar da diversidade de nomenclaturas, assumem uma representação gráfica no formato de curva “S” (GEELS, 2004b; LOORBACH, 2007), conforme demonstra a Figura 2.

Figura 2. Fases da trajetória tecnológica



Fonte: adaptado de Geels (2004b) e Loorbach (2007)

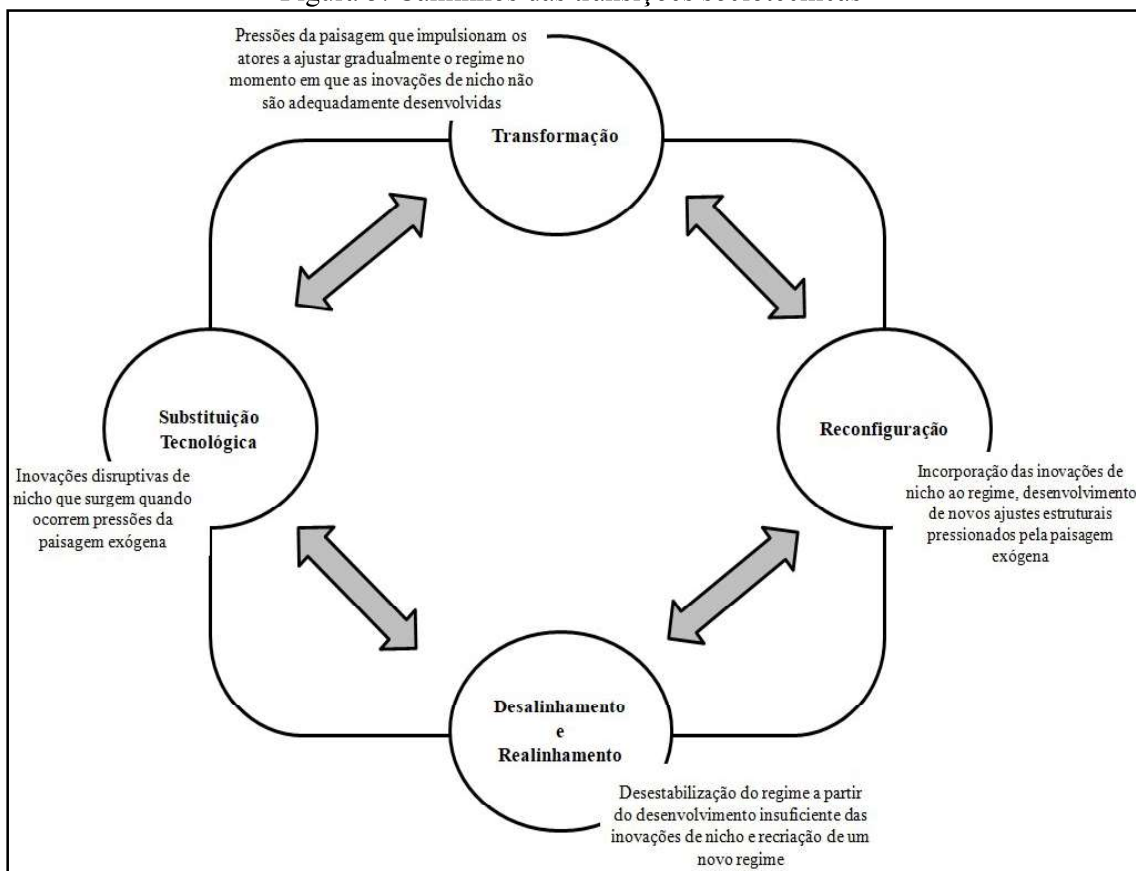
A fase inicial refere-se ao pré-desenvolvimento da inovação nos nichos, caracterizada pelas incertezas relacionadas ao *design* e a funcionalidade, a realização de experimentos e a criação de mecanismos tecnológicos. Por sua vez, a fase posterior diz respeito a institucionalização entre os atores do nicho a partir da troca de experiências, regras

e cognição. Na terceira fase inicia-se a difusão e o avanço da tecnologia, promovendo a competição em um mercado crescente, de modo que elementos como preços, oportunidades e competitividade tendem a romper os obstáculos do regime existente. A última fase contempla o estabelecimento do novo regime e as transformações graduais que requerem adequação ao novo sistema – modificações culturais, obtenção de novos mercados, entre outros (GEELS, 2004b).

Essa trajetória também pode ser composta por outras quatro fases distintas, seguindo a mesma representação gráfica. A fase preliminar de pré-desenvolvimento inicia-se mediante a identificação do problema e a demanda por soluções alternativas. Já a fase posterior contempla o crescimento, haja vista a identificação da oportunidade. Consequente, a terceira fase é conhecida como aceleração, cuja caracterização se dá por meio do desenvolvimento de instituições e estruturas. Por fim, a última fase corresponde à otimização dos sistemas recém-formados (LOORBACH, 2007).

Assim, as inovações de nicho podem ser simbióticas quando são empregadas como uma forma de melhorar o regime sociotécnico vigente (GEELS; SCHOT, 2007), ao passo que as transições deliberadas ocorrem quando os líderes políticos e os especialistas propõem novos objetivos, utilizando a ciência e a tecnologia para adequar o subsistema econômico e induzir o processo de transição (GEELS, 2010). A perspectiva multinível identifica que por meio da combinação das dimensões tempo e natureza das interações, as transições sociotécnicas percorrem basicamente quatro caminhos, conforme ilustra a Figura 3.

Figura 3. Caminhos das transições sociotécnicas



Fonte: adaptado de Geels e Schot (2007)

Entretanto, é possível haver alteração entre os caminhos, de modo que uma inovação disruptiva pode permear por todos estes, em momentos distintos (GEELS; SCHOT, 2007). Outra lógica das transições sociotécnicas corresponde à possibilidade de que inovações disruptivas surjam e sejam implantadas por atores externos (ativistas, movimentos sociais, etc.) (SEYFANG; SMITH, 2007) ou ainda por empresas que originalmente pertencem a outros sistemas sociotécnicos (GEELS *et al.*, 2016). A transição em potencial analisada nesse estudo pode ser entendida como propositiva, pois emerge externamente ao regime sociotécnico existente, sendo considerada como pretendida intencionalmente, a fim de expor um conjunto explícito de expectativas e interesses da sociedade (BERKHOUT; SMITH; STIRLING, 2004).

Em contrapartida, tem-se que um ciclo adaptativo de sistemas complexos inicia-se por meio da exploração de novas oportunidades pelos empreendedores, sendo que conforme as conexões são intensificadas e os recursos acumulados, os sistemas adquirem uma semiestabilidade, passando somente a conservação. O colapso do sistema ocorre na medida em que as dinâmicas internas minimizam o seu potencial adaptativo, alterando o foco de

atração. Consequentemente, os recursos e elementos são reorganizados e a configuração emergente fomenta o desenvolvimento de novas oportunidades aos empreendedores (HOLLING, 2001).

Não obstante, outro aprimoramento dessa lógica de caminhos de transição consiste na análise comparativa das transições nos sistemas elétricos de baixo carbono na Alemanha e no Reino Unido (GEELS, 2018). Assim, a noção neoschumpeteriana de que novas empresas (que desenvolveram novas tecnologias) competem com empresas estabelecidas no sistema vigente é substituída pela possibilidade de que as inovações disruptivas podem surgir e ser implementadas por atores externos (SEYFANG; SMITH, 2007) ou ainda por empresas que originalmente pertencem a outros setores (GEELS *et al.*, 2016).

Outra complementação refere-se à substituição mediante dois padrões, quais sejam: (i) transformação institucional limitada – fundamentada no melhor desempenho e preço das inovações, o que “atrapalha” as tecnologias estabelecidas, e; (ii) flexibilização institucional – a partir do ajustamento das regras e instituições para se adequarem as inovações que estão sendo inseridas no sistema (GEELS *et al.*, 2016). Logo, têm-se conflitos relacionados ao controle do sistema e poder, bem como mobilização sociopolítica e cultural, que podem ser favoráveis ou não à nova tecnologia (GEELS, 2014a).

Sob a perspectiva do consumo e da produção sustentável, existem basicamente três posições de pesquisa. A primeira delas é considerada reformista e consiste em mudanças incrementais na organização da produção, práticas cotidianas e estruturas institucionais (GEELS *et al.*, 2015), incluindo produção ecoeficientes e cadeias de suprimentos ecológicas, por exemplo (LEBEL; LOREK, 2008). Por sua vez, a posição revolucionária pauta-se na necessidade de transformações socioculturais e político-econômicas profundas, sendo o consumo excessivo o problema basilar (GEELS *et al.*, 2015), de tal forma que a auto-provisão e consumo colaborativo configuram-se como alternativas sustentáveis (VERGRAGT, 2013).

Conquanto, a última posição, denominada reconfiguração, enfatiza a necessidade de mudança nas práticas econômicas, tecnológicas e sociais em sistemas completos e não somente no comportamento dos indivíduos de forma isolada (URRY, 2010). Em outras palavras, corrobora com a ideia de transformação de políticas sociotécnicas. Assim, as transições são “processos multiatores que vão além dos consumidores individuais e empresas para incluir também os movimentos sociais, mídia, opinião pública, órgãos consultivos, pesquisadores e grupos de interesse” (GEELS *et al.*, 2015, p. 06, tradução própria).

Considerando o aspecto multiator no processo de transição, destacam-se proposições acerca da alteração nos papéis dos atores e suas relações/interações com os demais atores

dentro de um mesmo sistema (WITTMAYER *et al.*, 2017), a partir de uma lógica de governança das transições (FRANTZESKAKI; LOORBACH; MEADOWCROFT, 2012). Logo, as transições sociotécnicas podem ser entendidas também sob uma vertente unicamente social, como um contributo à definição de tipologia ideal de papéis e suas implicações sociopolíticas (WITTMAYER *et al.*, 2017).

Além disso, emerge outra distinção acerca da amplitude do modelo de inovação, que pode ser local ou global. O primeiro possui uma abordagem microanalítica e pauta-se no desenvolvimento em curto prazo, com influência de padrões imediatistas e de episódios isolados. Por sua vez, o modelo global é caracterizado por “descrever o curso geral do desenvolvimento de uma inovação e suas influências [...] tomando como unidade de análise as trajetórias, caminhos, fases ou estágios gerais do desenvolvimento de uma inovação” (POOLE; VAN DE VEM, 1989, p. 643, tradução própria).

Outro panorama que pode ser observado diz respeito às políticas de transições sociotécnicas orientadas para a sustentabilidade, que abrangem elementos que visam tanto à criação de novas tecnologias disruptivas quanto à desestabilização das antigas, como é o caso da combinação de políticas de baixa energia no Reino Unido e na Finlândia (KIVIMAA; KERN, 2016). Há também a possibilidade de estudos considerando uma análise a partir da dependência de trajetórias do contexto nacional ou ainda da racionalidade predominante no regime sociotécnico global, como foi o caso da transição da infraestrutura de águas residuais na China (FUENFSCHILLING; BINZ, 2018).

As transições sociotécnicas podem também ser estudadas não somente como descontinuidades tecnológicas, mas como processos coevolutivos de longo prazo, como ocorreu com a transição dos sistemas de aviação baseados em aeronaves a hélice para turbojatos, entre as décadas de 1930 e 1970 (GEELS, 2006a). Em contrapartida, tem-se a possibilidade de transição gradual, onde inicialmente as novidades são adotadas como inovação modular nos sistemas, como foi o caso da horticultura de estufa na Holanda, no período de 1930 a 1980. Este processo de transição, em particular, foi impulsionado pelos fornecedores a partir de uma rede de fluxos de informações e conhecimento (BERKERS; GEELS, 2011).

Ademais, quando os setores não estão organizados em torno de uma tecnologia dominante, as transformações ocorrem mediante reconfigurações gradativas, configurando-se como um caminho alternativo de transição sociotécnica, similar a transição das fábricas tradicionais à produção massificada na América (GEELS, 2006b). Nesse caso específico, a produção em massa consistiu no “último passo em um processo de reconfiguração muito

longo, envolvendo mudanças cumulativas em máquinas e ferramentas, materiais de construção, tecnologias de manuseio de materiais, tecnologias de geração e de distribuição de energia” (GEELS, 2006b, p. 445, tradução própria).

As transições orientadas pela sustentabilidade estão especialmente vulneráveis a modificações, inclusive de cunho ideológico, pois tal conceito, por si só, já é dotado de ambiguidades e controvérsias (TURNHEIM *et al.*, 2015). Por conseguinte, divergências acerca das (des)vantagens de soluções específicas, adequabilidade de mecanismos e eficiência de políticas caracterizam a dinâmica dessas transições (STIRLING, 2009). Tais considerações “implicam que as transições de sustentabilidade são necessariamente sobre interações entre tecnologia, política, poder, governo, economia, negócios, mercados, cultura, discurso, opinião pública (GEELS, 2011, p. 25, tradução própria).

2.3 TRANSIÇÕES SOCIOTÉCNICAS ORIENTADAS PELA SUSTENTABILIDADE

Originalmente, as transições sociotécnicas eram direcionadas a entender as mudanças tecnológicas na forma como as funções da sociedade eram satisfeitas (GEELS, 2004a). Consequente, os estudos sobre a abordagem foram aprimorados e esta passou a ser considerada um mecanismo heurístico para explorar as transições de sustentabilidade (SVENSSON; NIKOLERIS, 2018). Assim, as investigações acerca das “transições de sustentabilidade de sistemas sociotécnicos tem crescido extensivamente durante a última década e estão sendo utilizadas para apoiar a formulação de políticas e o planejamento de longo prazo para futuros de baixo carbono” (p. 462, tradução própria).

Outra vertente teórica salienta que a literatura acerca das transições sociotécnicas se originou preponderantemente da escola holandesa de estudos de transição, e, portanto, pauta-se em um modo de governança direcionado ao desenvolvimento sustentável (LOORBACH; ROTMANS, 2010). Este modelo, por sua vez, destaca “o interesse explícito na direção normativa da inovação [...] sendo que os significados e *trade-offs* para a sociedade [...] estão abertos à interpretação e negociação” (SMITH; VOB; GRIN, 2010, p. 437, tradução própria).

Não obstante, transições orientadas pela sustentabilidade estão especialmente suscetíveis a mudanças de ideologias, bem como de valores éticos e morais, o que fomenta o surgimento de debates públicos dotados de polêmicas e ambiguidades e de coalizões de resistência a nova tecnologia (TURNHEIM *et al.*, 2015). Em adição, o desenvolvimento de “promessas abrangentes para avaliações mais práticas é inerente à evolução tecnológica, porque as expectativas e os cenários difusos também desempenham um papel performativo

nos desenvolvimentos tecnológicos” (GEELS; SMIT, p. 2000, p. 867, tradução própria).

Nos processos de transições orientadas pela sustentabilidade, tem-se a relevância de análises sob a perspectiva das intersecções geográficas, de modo que regimes, nichos de inovação e paisagens exógenas são entendidos como contextos socioespaciais (MURPHY, 2015). No entanto, como sustentabilidade é um conceito essencialmente ambíguo e controverso, discordâncias e conflitos sobre a direção das transições sustentáveis são latentes (STIRLING, 2009).

Assim, a dinâmica das transições além de ser resultado das interações e desenvolvimentos do sistema ao longo do tempo, também sofre influência de distintos níveis de escala espacial (RAVEN; SCHOT; BERKHOUT, 2012), haja vista a existência de territórios específicos, heterogeneidade dos atores e relações multiescalares (MURPHY, 2015). Portanto, esse enfoque analítico possibilita explicar o “desnível espacial da dinâmica de transição, a imersão e a durabilidade dos regimes/sistemas estabelecidos e as constelações multiescalares de atores, materiais, estruturas, assimetrias de poder, fluxos e racionalidades que moldam as perspectivas e a direção da mudança sociotécnica” (MURPHY, 2015, p. 75, tradução própria).

Entretanto, apesar do conceito de desenvolvimento sustentável figurar em diferentes planos de transições sociotécnicas globais (HOPWOOD; MELLOR; O’BRIEN, 2005), aspectos concernentes à equidade e justiça ambiental, entendidas como a distribuição de riscos ambientais e o acesso a recursos naturais, ainda são precariamente exploradas (JENKINS; SOVACOO; MCCAULEY, 2018). Outro aspecto peculiar às transições orientadas pela sustentabilidade refere-se ao fato de que as forças de mercado, de modo isolado, são insuficientes para a promoção de um regime sociotécnico sustentável. Assim, existe a contribuição da convergência de expectativas dos elementos que integram os sistemas sociotécnicos para a legitimação e a mobilização de recursos em prol das novas tecnologias (ALKEMADE; SUURS, 2012).

REFERÊNCIAS

ALKEMADE, F.; SUURS, R. A. A. Patterns of expectations for emerging sustainable technologies. **Technological Forecasting & Social Change**, New York, NY, v. 79, p. 448-456, 2012.

BERKERS, E.; GEELS, F. W. System innovation through stepwise reconfiguration: The case of technological transitions in Dutch greenhouse horticulture (1930–1980). **Technology Analysis & Strategic Management**, London, v. 23, n. 3, p. 227-247, 2011.

BERKHOUT, F.; SMITH, A.; STIRLING, A. Socio-technological regimes and transition

contexts. In: B. ELZEN, B.; GEELS, F. W.; GREEN, K. (ed.). **System innovation and the transition to Sustainability: theory, evidence and policy**. Cheltenham: Edward Elgar, 2004. p. 69-98.

BIJKER, W. E. **Of bicycles, bakelites, and bulbs: towards a theory of sociotechnical change**. London: The MIT Press, 1995.

BURNS, T. R.; FLAM, H. **The shaping of social organization: social rule system theory with applications**. London: Sage Publications, 1987.

BUSCEMI, F. From killing cows to culturing meat. **British Food Journal**, Bradford, v. 116, n. 6, p. 952-964, 2014.

CRONEY, C. *et al.* An overview of engineering approaches to improving agricultural animal welfare. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, Dordrecht, v. 31, n. 2, p. 143-159, 2018.

DATAR, I.; BETTI, M. Possibilities for an in vitro meat production system. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, Amsterdam, v. 11, n. 1, p. 13-22, 2010.

DILWORTH, T.; MCGREGOR, A. Moral steaks? Ethical discourses of in vitro meat in academia and Australia. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, Dordrecht, v. 28, n. 1, p. 85-107, 2015.

DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories. **Research Policy**, Amsterdam, v. 11, p. 147-162, 1982.

ENRIONE, J. *et al.* Edible scaffolds based on non-mammalian biopolymers for myoblast growth. **Materials**, Basel, v. 10, n. 1404, p. 1-15, 2017.

FLORIT, L.; SBARDELATI, C. Intensive speciesism regions in Brazil: ethical and social stains in territories supplying global meat Markets. In: RAPHAELY, T.; MARINOVA, D. (org.). **Impact of meat consumption on health and environmental sustainability**. Bentley: IGI Global, 2016. p. 277-294.

FRANTZESKAKI, N.; LOORBACH, D.; MEADOWCROFT, J. Governing societal transitions to sustainability. **International Journal of Sustainable Development**, London, v. 15, n. 1-2, p. 19-36, 2012.

FREEMAN, C. A green techno-economic paradigm for the world economy. In: FREEMAN, C. (ed.). **The economics of hope**. London: Pinter Publishers, 1992. p. 190-211.

FREEMAN, C.; LOUÇÃ, G. **As time goes by: from the industrial revolutions to the information revolution**. Oxford: Oxford University Press, 2001.

FREEMAN, C.; PEREZ, C. Structural crisis of adjustment, business cycles and investment behavior. In: DOSI, G. *et al.* (ed.). **Technical change and economic theory**. London: Pinter, 1988. p. 38-66.

FUENFSCHILLING, L.; BINZ, C. Global socio-technical regimes. **Research Policy**, Amsterdam, v. 47, n. 4, p. 735-749, 2018.

FUENFSCHILLING, L.; TRUFFER, B. The structuration of socio-technical regimes: conceptual foundations from institutional theory. **Research Policy**, Amsterdam, v. 43, p. 772-791, 2014.

GALUSKY, W. Technology as responsibility: feilure, food animals, and lab-grown meat.

Journal of Agricultural and Environmental Ethics, Dordrecht, v. 27, p. 931-948, 2014.

GEELS, F. W. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. **Research Policy**, Amsterdam, v. 31, n. 8-9, p. 1257-1274, 2002.

GEELS, F. W. From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. **Research Policy**, Amsterdam, v. 33, p. 897-920, 2004a.

GEELS, F. W. Understanding system innovations: a critical literature review and a conceptual synthesis. *In*: ELSEN, B.; GEELS, F. W.; GREEN, K. (ed.). **System innovation and transition to sustainability: theory, evidence and policy**. Massachusetts: Publishing Ltda, 2004b. p. 19-47.

GEELS, F. W. Co-evolutionary and multi-level dynamics in transitions: the transformation of aviation systems and the shift from propeller to turbojet (1930–1970). **Technovation**, Amsterdam, v. 26, n. 9, p. 999-1016, 2006a.

GEELS, F. W. Major system change through stepwise reconfiguration: a multi-level analysis of the transformation of American factory production (1850-1930). **Technology in Society**, New York, NY, v. 28, p. 445-476, 2006b.

GEELS, F. W. Ontologies, socio-technical transitions (to sustainability), and the multi-level perspective. **Research Policy**, Amsterdam, v. 39, n. 4, p. 495-510, 2010.

GEELS, F. W. The multi-level perspective on sustainability transitions: responses to seven criticisms. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, Amsterdam, v. 1, n. 1, p. 24-40, 2011.

GEELS, F. W. A socio-technical analysis of low-carbon transitions: introducing the multi-level perspective into transport studies. **Journal of Transport Geography**, Oxford, v. 24, p. 471-482, 2012.

GEELS, F. W. Disruption and low-carbon system transformation: progress and new challenges in socio-technical transitions research and the Multi-Level Perspective. **Energy Research & Social Science**, Amsterdam, v. 37, p. 224-231, 2018.

GEELS, F. W.; ELZEN, B.; GREEN, K. General introduction. *In*: ELZEN, B.; GEELS, F. W.; GREEN, K. (ed.). **System innovation and the transition to sustainability**. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited, 2004. p. 01-16.

GEELS, F.; KEMP, R. Dynamics in socio-technical systems: typology of change processes and contrasting case studies. **Technology in Society**, New York, NY, v. 29, n. 4, p. 441-455, 2007.

GEELS, F. W. *et al.* The enactment of socio-technical transition pathways: a reformulated typology and a comparative multi-level analysis of the German and UK low-carbon electricity transitions (1990-2014). **Research Policy**, Amsterdam, v. 45, n. 4, p. 896-913, 2016.

GEELS, F. W. *et al.* A critical appraisal of sustainable consumption and production research: the reformist, revolutionary and reconfiguration positions. **Global Environmental Change**, Oxford, v. 35, p. 1-12, 2015.

GEELS, F. W.; SCHOT, J. Typology of sociotechnical transition pathways. **Research Policy**, Amsterdam, v. 36, p. 399-417, 2007.

- GEELS, F. W.; SMIT, W. A. Failed technology futures: pitfalls and lessons from a historical survey. **Futures**, Oxford, v. 32, n. 9-10, p. 867-885, 2000.
- HANSEN, T.; COENEN, L. The geography of sustainability transitions: review, synthesis and reflections on an emergente research field. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, Amsterdam, v. 17, p. 92-109, 2015.
- HENLE, K. *et al.* Identifying and managing the conflicts between agriculture and biodiversity conservation in Europe: a review. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 124, p. 60-71, 2008.
- HOCQUETTE, A. *et al.* Educated consumers don't believe artificial meat is the solution to the problems with the meat industry. **Journal of Integrative Agriculture**, Beijing, v. 14, n. 2, p. 273-284, 2015.
- HOLLING, C. S. Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems. **Ecosystems**, New York, NY, v. 4, n. 5, p. 390-405, 2001.
- HOPKINS, P. D.; DACEY, A. Vegetarian meat: could technology save animals and satisfy meat eaters? **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, Dordrecht, v. 21, p. 579-596, 2008.
- HOPWOOD, B.; MELLOR, M.; O'BRIEN, G. Sustainable development: mapping different approaches. **Sustainable Development**, Hoboken, NJ, v. 13, n. 1, p. 38-52, 2005.
- JENKINS, K.; SOVACOO, B. K.; MCCAULEY, D. Humanizing sociotechnical transitions through energy justice: an ethical framework for global transformative change. **Energy Policy**, Oxford, v. 117, p. 66-74, 2018.
- KIERS, E. T. *et al.* Agriculture at crossroads. **Science**, Washington, DC, v. 320, p. 320-321, 2008.
- KIM, S. H. *et al.* Multidrug-resistant *Klebsiella pneumoniae* isolated from farm environments and retail products in Oklahoma. **Journal Food Protection**, Ames, v. 68, p. 2022-2029, 2005.
- KIVIMAA, P.; KERN, F. Creative destruction or mere niche support? Innovation policy mixes for sustainability transitions. **Research Policy**, Amsterdam, v. 45, v. 1, p. 205-217, 2016.
- LEBEL, L.; LOREK, S. Enabling sustainable production-consumption systems. **Annual Review of Environment and Resources**, Palo Alto, CA, v. 33, p. 241-275, 2008.
- LEROY, F.; PRAET, I. Animal killing and postdomestic meat production. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, Dordrecht, v. 30, p. 67-86, 2017.
- LOOBARCH, D. **Transition management: new mode of governance for sustainable development**. International Books: Dublin, 2007.
- LOORBACH, D.; ROTMANS, J. The practice of transition management: examples and lessons from four distinct cases. **Futures**, Oxford, v. 42, n. 3, p. 237-24, 2010.
- LYNN, G. S.; MORONE, J. G.; PAULSON, A. S. Marketing and discontinuous innovation: the probe and learn process. **California Management Review**, Berkeley, CA, v. 38, n. 3, p. 8-16, 1996.
- MARCU, A. *et al.* Analogies, metaphors, and wondering about the future: lay sense-making around synthetic meat. **Public Understanding of Science**, London, v. 24, n. 5, p. 547-562,

2015.

MARKARD, J.; RAVES, R.; TRUFFER, B. Sustainability transitions: an emerging field of research and its prospects. **Research Policy**, Amsterdam, v. 41, n. 6, p. 955-967, 2012.

MATTICK, C. S. Cellular agriculture: the coming revolution in food production. **Bulletin of the Atomic Scientists**, Abingdon, UK, v. 74, n. 1, p. 32-35, 2018.

MOHORCICH, J.; REESE, J. Cell-cultured meat: lessons from GMO adoption and resistance. **Appetite**, London, v. 143, p. 104408, 2019.

MURPHY, J. T. Human geography and socio-technical transition studies: promising intersections. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, Amsterdam, v. 17, p. 73-91, 2015.

O'KEEFE, L. *et al.* Consumer's responses to a future UK food system. **British Food Journal**, Bradford, v. 118, n. 2, p. 412-428, 2016.

O'NEIL, E. N. *et al.* Considerations for the development of cost-effective cell culture media for cultivated meat production. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, London, p. 1-24, 2020.

O'RIORDAN, K.; FOTOPOULOU, A.; STEPHENS, N. The first bite: imaginaries, promotional publics and the laboratory grown burger. **Public Understanding of Science**, London, v. 26, n. 2, p. 148-163, 2017.

PETETIN, L. Frankenburgers, risks and approval. **European Journal of Risk Regulation**, Berlin, v. 5, n. 2, p. 168-186, 2014.

POOLE, M. S.; VAN DE VEM, A. H. Towards a general theory of innovation processes. *In*: VAN DE VEM, A. H.; ANGLE, H. L.; POOLE, M. S. (ed.). **Research on the management of innovation: the Minnesota Studies**. New York: Harper & Row Publishers, 1989. p. 637-662.

POST, M. Proteins in cultured beef. *In*: YADA, R. Y. (ed.). **Proteins in food processing**. Cambridge: Elsevier, 2017. p. 289-299.

RAVEN, R.; SCHOT, J.; BERKHOUT, F. Space and scale in socio-technical transitions. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, Amsterdam, v. 4, p. 63-78, 2012.

RODRÍGUEZ-ORTEGA, T. *et al.* Does intensification result in higher efficiency and sustainability? An emergy analysis of Mediterranean sheep-crop farming systems. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 144, p. 171-179, 2017.

RYDBERG, T.; HADEN, A. C. Emergy evaluations of Denmark and Danish agriculture: assessing the influence of changing resource availability on the organization of agriculture and society. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 117, p. 145-158, 2006.

SCHOT, J.; KANGER, L. Deep transitions: emergence, acceleration, stabilization and directionality. **Research Policy**, Amsterdam, v. 47, n. 6, p. 1045-1059, 2018.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalism, socialismo and democracy**. New York: Routledge, 1943.

SEYFANG, G.; SMITH, A. Grassroots innovations for sustainable development: towards a new research and policy agenda. **Environmental Politics**, London, v. 16, n. 4, p. 584-603, 2007.

- SHRIVER, A.; MCCONNACHIE, E. Genetically modifying livestock for improved welfare: a path forward. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, Dordrecht, v. 31, p. 161-180, 2018.
- SLADE, P. If you build it, will they eat it? Consumer preferences for plant-based and cultured meat burgers. **Appetite**, London, v. 125, p. 428-437, 2018.
- SMITH, A.; VOB, J. P.; GRIN, J. Innovation studies and sustainability transitions: the allure of the multi-level perspective and its challenges. **Research Policy**, Amsterdam, v. 39, n. 4, p. 435-448, 2010.
- SODHI, N. Artificial meat: a new taste sensation? **Australian Veterinary Journal**, Oxford, v. 95, n. 10, p. 19-21, 2017.
- STEPHENS, N.; KING, E.; LYALL, C. Blood, meat, and upscaling tissue engineering: promises, anticipated markets, and performativity in the biomedical and agri-food sectors. **BioSocieties**, Cambridge, UK, v. 13, n. 2, p. 368-388, 2018.
- STEPHENS, N. *et al.* Bringing cultured meat to market: technical, socio-political, and regulatory challenges in cellular agriculture. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, UK, v. 78, p. 155-166, 2018.
- STIRLING, A. **Direction, distribution and diversity!** Pluralising progress in innovation, sustainability and development. STEPS Working Paper 32. Brighton: University of Sussex, 2009.
- SVENSSON, O.; NIKOLERIS, A. A. Structure reconsidered: towards new foundations of explanatory transitions theory. **Research Policy**, Amsterdam, v. 47, n. 2, p. 462-473, 2018.
- SWAIN, M. *et al.* Reducing the environmental impact of global diets. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 610-611, p. 1207-1209, 2018.
- TURNHEIM, B. *et al.* Evaluating sustainability transitions pathways: bridging analytical approaches to address governance challenges. **Global Environmental Change**, Oxford, v. 35, p. 239-253, 2015.
- URRY, J. Sociology facing climate change. **Sociological Research Online**, London, v. 15, n. 3, p. 1-3, 2010.
- URSIN, L. Gnawing doubt: eating animals and the promise of cultured meat. *In*: RÖCKLINSBERG, H.; SANDIN, P. (ed.). **The ethics of consumption**. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2013. p. 225-229.
- VAN BUEREN, E. M.; VAN BUEREN, E. T. L.; VAN DER ZIJPP, A. L. Understanding wicked problems and organized irresponsibility: challenges for governing the sustainable intensification of chicken meat production. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, Maryland Heights, MO, v. 8, p. 1-14, 2014.
- VAN DEN BERGH, J. C. J. M.; BRUINSMA, F. R. **Theory and practice from local, regional and macro perspectives**. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited, 2008.
- VERBEKE, W. *et al.* 'Would you eat cultured meat?': consumers' reactions and attitude formation in Belgium, Portugal and the United Kingdom. **Meat Science**, Oxford, v. 102, p. 49-58, 2015.
- VERGRAGT, P. J. A possible way out of the combined economic-sustainability crisis. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, Amsterdam, v. 6, p. 123-125,

2013.

WELIN, S. Introducing the new meat: problems and prospects. **Etikk i Praksis-Nordic Journal of Applied Ethics**, Oslo, n. 1, p. 24-37, 2013.

WELIN, S.; GOLD, J.; BERLIN, J. In vitro meat: what are the moral issues? *In*: KAPLAN, D. (org.). **The philosophy of food**. Berkeley, LA: University of California Press, 2012. p. 292-304.

WITTMAYER, J. M. *et al.* Actor roles in transition: insights from sociological perspectives. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, Amsterdam, v. 24, p. 45-56, 2017.

ZWART, H. Tailed food and the Icarus Complex: psychoanalysing consumer discontent from Oyster Middens to Oryx and Crake. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, Dordrecht, v. 28, p. 255-274, 2015.

CAPÍTULO 10 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Distintos desafios caracterizam a sociedade contemporânea, sendo que inovações são criadas e difundidas com o intuito de manter os sistemas sociotécnicos exercendo as funções sociais às quais se destinam. Contudo, por mais que inovações incrementais predominem em todos os contextos da sociedade, modificações exógenas e pressões tendem a impulsionar o surgimento de inovações disruptivas, oportunizando novas dinâmicas no sistema e conduzindo-o à nova estruturação, que se tornará estável ao longo do tempo. Sob essa perspectiva, emerge a carne cultivada, cujo potencial tecnológico e mercadológico denota um viés de transformação no sistema sociotécnico de provimento de carne, sobretudo bovina, à alimentação humana.

Mesmo não havendo um consenso quanto à inserção do produto no mercado, estimativas apontam a disponibilidade comercial ainda nesta década. Ante a esse panorama e a complexidade desta biotecnologia enquanto fenômeno emergente e multifacetado, a pesquisa realizada inicialmente analisou aspectos conceituais, contemplando a trajetória da carne cultivada e as diferentes abordagens sob as quais esta vem sendo tratada na literatura científica. Os resultados obtidos nessa etapa demonstram a maximização do interesse dos pesquisadores em relação à temática ao longo dos últimos anos, bem como os seus enfoques predominantes em âmbito acadêmico, quais sejam: (i) ambiental e saúde; (ii) viabilidade técnica e econômica do processo produtivo, e; (iii) social e mercadológico.

Posteriormente, identificaram-se os aspectos favoráveis, desfavoráveis e os desafios concernentes à produção e a comercialização de carne cultivada. Os *inputs* dessa etapa investigativa corresponderam a estudos científicos que atendiam a critérios previamente estabelecidos e que integraram a revisão sistemática de literatura. Considerando os enfoques anteriormente identificados, observaram-se avanços na forma como a academia vem desenvolvendo a referida temática.

Esta análise ambiental oportunizou a proposição de um modelo analítico capaz de contemplar as dimensões a partir dos quais a complexidade do fenômeno pôde ser minimizada, oportunizando melhor compreendê-lo. Tal modelo é dividido nas seguintes dimensões ou subcenários: ciência, tecnologia, mercado, impactos sociais, ambiente institucional e impactos ambientais. Dentre essas circunscrições, as demais etapas do estudo enfatizaram questões tecnológicas e mercadológicas, cujo escopo demonstra representativos avanços ao longo dos anos, ao mesmo tempo em que tangencia os demais subcenários. Ou seja, de certa forma, há um delineamento analítico sem comprometer a perspectiva sistêmica e

integrativa que caracteriza a exploração de fenômenos interdisciplinares.

Logo, a existência de viabilidade técnica e econômica não se configura como o único fator responsável pelo sucesso (ou não) de uma biotecnologia. Neste contexto, há o papel fundamental de questões mercadológicas, que por sua vez também estão sob a égide do ambiente institucional. Portanto, análises concernentes ao potencial da carne cultivada, impreterivelmente, perpassam por distintos aspectos que devem ser verificados sistemicamente.

Por conseguinte, procedeu-se com um estudo de prospecção tecnológica da carne cultivada, mediante o mapeamento e análise de patentes, *startups* e seus investidores. Os resultados obtidos apresentaram melhorias no processo produtivo e minimização do custo de produção. Também traçaram um panorama do sistema sociotécnico que vem se desenvolvendo em torno desta biotecnologia, cujos principais *stakeholders* e seus potenciais interesses foram identificados. Coincidentemente ou não, foram observadas similaridades entre trajetórias tecnológicas atualmente consolidadas, inclusive alimentares, frente à carne cultivada. Como consequência, propuseram-se *insights* e pontos dotados de criticidade.

Tendo em vista o encadeamento lógico dessa pesquisa de tese, posteriormente observou-se o fenômeno sob uma perspectiva mercadológica. Para tanto, contribuindo com a literatura acerca do comportamento do consumidor e da intenção de compra de carne cultivada, realizou-se uma *survey* com consumidores de carne residentes em Porto Alegre/RS, capital do Estado brasileiro tipicamente reconhecido pela histórica relevância sociocultural e simbolismos associados ao consumo da proteína.

Por empregar procedimentos de coleta de dados presencialmente, assegurou-se a heterogeneidade da população investigada. Dentre os resultados verificados, constatou-se que, apesar dos consumidores mostrarem-se propensos a experimentar carne cultivada, essa mesma aceitação não se expande a substituição da proteína convencional pela produzida *in vitro*. Observou-se também que a rejeição em relação à biotecnologia tende a se intensificar após os 40 anos de idade e que o conhecimento prévio ou familiaridade com a temática não se configura, necessariamente, como um preditor da intenção em experimentá-la.

Contudo, reconhecendo a relevância do contexto cultural sobre o comportamento de consumo, realizou-se uma investigação com o objetivo de comparar as atitudes dos consumidores de carne bovina frente à carne bovina cultivada, a partir de sua área de residência, intensidade de consumo de churrasco e participação em atividades tradicionalistas/folclóricas. Para tanto, novamente empregou-se uma *survey*, incluindo novas variáveis de pesquisa e expandindo a população analisada para todos os habitantes do Rio

Grande do Sul, com no mínimo 18 anos de idade e que consomem carne bovina.

Mesmo abordando aspectos mercadológicos, esta etapa do estudo caracteriza-se pelo seu delineamento cultural, com foco nas representações e práticas sociais, da carne enquanto elemento hedônico e com simbolismos e significados históricos atrelados ao seu consumo. Os resultados sugerem que indivíduos que residem em áreas rurais, que consomem churrasco com maior frequência e que participam de atividades tradicionalistas são menos propensos a aceitar o produto. E, ao contrário do que preliminarmente se supunha, a frequência de consumo de churrasco está associada com mais preditores de aceitação da carne bovina cultivada do que a participação em atividades tradicionalistas/folclóricas do Estado.

Após essas cinco etapas iniciais, empregou-se uma investigação a fim de comparar as características das principais Escolas de construção de cenários e descrever como a abordagem teórica das transições sociotécnicas qualifica sua operacionalização para o estudo da carne cultivada. Ou seja, considerando a complexidade do fenômeno analisado e as múltiplas abordagens metodológicas e ferramentas operacionais que integram o metamétodo de construção de cenários, buscou-se identificar os procedimentos que melhor se alinham ao estudo da carne cultivada enquanto inovação disruptiva.

Por meio de um ensaio teórico-metodológico discutiram-se as características das três Escolas predominantes de construção de cenários, quais sejam: Lógico-Intuitiva, Tendências Modificadas Probabilísticas e *La Prospective*. Em seguida, realizaram-se ponderações sobre a aplicabilidade das abordagens provenientes de cada Escola para investigar fenômenos teoricamente fundamentados nos sistemas sociotécnicos, como se propôs efetivar acerca da carne bovina cultivada.

Finalmente, o encadeamento entre as seis etapas de pesquisa oportunizou a proposição de cenários exploratórios para a carne bovina cultivada sob a perspectiva das transições sociotécnicas. Isto é, ao longo do processo de construção deste estudo obtiveram-se subsídios que delinearam as variáveis-chave que integram os diferentes regimes de regras do sistema sociotécnico da carne bovina cultivada. Destas originaram-se eventos-chave, cuja plausibilidade possibilitou dar sequência à investigação.

Como causa deste avanço, destaca-se a primazia do desenvolvimento tecnológico, expresso por meio de registros de patentes e melhorias nos processos e práticas de produção. Por sua vez, tal panorama tecnológico que vem sendo construído encontra respaldo na eclosão, cada vez mais acentuada, de *startups* e na intensificação de investimentos, inclusive provenientes de empresas multinacionais tradicionais no setor de alimentos, com destaque especial à indústria de carne.

Ademais, a abordagem integrativa é fundamental para a compreensão de fenômenos complexos, ambíguos e dotados de dubiedades, sobretudo àqueles cujas implicações são discutidas sob o enfoque da ética e da moralidade. Por outro lado, a polemicidade e as multífaces de determinado fenômeno ocasionam contribuições científicas e gerenciais essenciais para os avanços multidisciplinares. Além disso, o ineditismo do estudo realizado reside não somente em seu escopo, mas também em seu encadeamento lógico, metodológico e analítico.

Assim, evidencia-se a relevância da análise futura destes fenômenos, proveniente da identificação de eventos plausíveis. Estes, por sua vez, subsidiam-se no estado da arte e nas fronteiras do conhecimento, o que implica na utilização de procedimentos analíticos e operacionais igualmente complexos. Ademais, mesmo buscando a minimização do risco e da incerteza – inerentes à construção de cenários – por meio de dinâmicas e caminhos das transições propostos pelo aporte teórico dos sistemas sociotécnicos, tais elementos não são excluídos dos resultados obtidos.

Para acrescentar simulações probabilísticas à construção de cenários realizada e, portanto, incluir outros módulos que caracterizam os procedimentos metodológicos da Escola *La Prospective*, buscou-se a atribuição de probabilidade (simples e condicional) de ocorrência dos eventos identificados. No entanto, dada a complexidade do fenômeno investigado e seu caráter polêmico, os especialistas e *stakeholders* contatados não se sentiram suficientemente confortáveis e em condições de participar desta etapa da investigação. Logo, tem-se uma limitação quanto ao emprego de métodos matemáticos aos cenários construídos.

Contudo, reverbera-se que os eventos-chave foram propostos com base nos resultados provenientes das etapas iniciais dessa pesquisa, cuja plausibilidade e consistência interna foram verificadas por especialistas e agentes que operam no nicho tecnológico no qual a carne cultivada está se formando. Ou seja, a dificuldade encontrada condicionou à pesquisa a seguir outros rumos que não comprometessem suas contribuições gerenciais nem tampouco sua cientificidade. Por conseguinte, os cenários exploratórios foram propostos a partir dos aportes teóricos que fundamentam as dinâmicas das transições sociotécnicas, referindo-se aos potenciais caminhos de modificações apontados pelos eventos plausíveis.

Portanto, como estudo futuro, pretende-se dividir os eventos propostos em subeventos, com o intuito de reduzir sua complexidade e minimizar sua incerteza, para posteriormente, buscar-se a atribuição da probabilidade junto aos especialistas. Esta prática oportunizaria a prospecção de cenários descritivos para a carne cultivada, por meio de simulações e modelagens matemáticas e computacionais.

Ademais, reitera-se que a carne cultivada, enquanto temática de estudo, ainda carece de explorações concernentes a todas as áreas do conhecimento. Trata-se de um fenômeno tecnológico e sociocultural, cujas implicações ainda são desconhecidas e/ou consideradas não-consensuais pela comunidade científica. Isto é, configura-se como um campo fértil para pesquisas, sendo que a investigação realizada contribui somente com alguns *insights* e propostas críticas de reflexão, sem a pretensão de esgotar as suas possibilidades investigativas.

As contribuições do estudo à ciência do agronegócio estão implícitas ao longo deste trabalho de tese, uma vez que o caráter interdisciplinar da referida área do conhecimento permite a análise da totalidade dos fenômenos complexos. Não obstante, destaca-se que a análise de uma inovação tecnológica disruptiva (como é o caso da carne cultivada), a partir de uma abordagem metodológica orientada para o futuro (como é o caso da construção de cenários) e com subsídios advindos de uma teoria consolidada (como é o caso dos sistemas sociotécnicos) empregada comumente para verificar transições tecnológicas que já ocorreram, tende a fornecer indícios das mudanças que potencialmente serão ocasionadas no sistema de provimento de carne bovina à alimentação humana, ainda nesta década.

Portanto, por mais que este estudo perpassasse por diferentes áreas do conhecimento e proponha uma perspectiva analítica sistêmica, os desafios enfrentados ao longo do seu desenvolvimento possibilitam uma prévia dos reveses e incitamentos que caracterizarão o agronegócio do futuro, especialmente as cadeias e sistemas produtivos da pecuária e, indiretamente, de grãos destinados à alimentação animal. Logo, mesmo assumindo que os resultados obtidos são dotados de incertezas (característica inerente aos estudos futuros), como postulado pelo pensamento reflexivo de Heráclito de Éfeso, a única constante é a mudança. E esta premissa não tem se mostrado refutável no agronegócio.

ANEXO A – PRIMEIRA PÁGINA DO PRIMEIRO ARTIGO PUBLICADO

J Food Sci Technol (June 2020) 57(6):1991–1999
<https://doi.org/10.1007/s13197-019-04155-0>



REVIEW ARTICLE

Conceptual evolution and scientific approaches about synthetic meat

Alice Munz Fernandes¹ · Odilene de Souza Teixeira² · Jean Philippe Palma Revillion¹ ·
 Ângela Rozane Leal de Souza¹

Revised: 3 October 2019 / Accepted: 8 November 2019 / Published online: 14 November 2019
 © Association of Food Scientists & Technologists (India) 2019

Abstract Cellular agriculture has been considered a mechanism to enable the generation of animal protein in the laboratory. Notwithstanding, this emerging technology, still on an experimental scale, is imbued with speculations, paradoxes, and ambiguities. So, the objective of this research was to analyze how synthetic meat is considered in the scientific context from the perspective of cellular agriculture considering its trajectory and its approaches. For this, we used a systematic review of the literature with detailed analysis of 109 manuscripts and application of network analysis of co-citations and predominance. This paper has constructed a historical overview of the conceptual evolution of science concerning synthetic meat from its emergence to the present day. We also verified and categorized the research about synthetic meat into three distinct approaches: (1) environmental and health; (2) technical and economic feasibility of the production process; and (3) social and market. This research maximizes the understanding of synthetic meat and its stage of technological and economic development to make commercial production feasible. Aside from that, it has brought insights about synthetic meat and this knowledge can be used by the conventional meat industries.

Keywords Alternative protein · Artificial meat · Cultured meat · In vitro meat · Clean meat · Synthetic beef

Introduction

Throughout history, society has faced challenges related to food, so that beliefs, moral values, new lifestyles, and other elements, have delineated distinct food cultures. The relationship among environment, consumption, and culture is dynamic, evolving at different points in time and place (Philippon 2018).

Thus, even though food culture is passed down through the generations, it is continually changing in light of the introduction of new food products on the market, changes in consumer habits, and individual preferences (Bekker et al. 2017a, b). So, although food cultures are mutable, they continue to present identities and ideologies of specific populations over time (Carruth 2013).

However, certain aspects that promote the development of new food products occur at different times in the history of human civilization. In the 1970s, demand for palatable proteins as an alternative source of animal protein, based on both the desire not to consume meat and food safety concerns, promoted soy protein production, for example (Miller and Morrow 1975). Notwithstanding, estimates related to population growth and food shortage of current production systems (FAO 2011), changes in consumer behavior (Slade 2018), growing food discontent (Zwart 2015), and a projected 60% increase in slaughter over the next 3 decades (Donaldson 2016) prompt research about the production of synthetic meat.

This new food product originated from biomedicine, specifically regenerative tissue engineering, and integrates the scientific field of cellular agriculture as a new concept

Electronic supplementary material The online version of this article (<https://doi.org/10.1007/s13197-019-04155-0>) contains supplementary material, which is available to authorized users.

✉ Odilene de Souza Teixeira
 odilene_rs@hotmail.com

¹ Center of Agribusiness Studies, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil

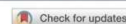
² Department of Science Animal, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil

ANEXO B – PRIMEIRA PÁGINA DO SEGUNDO ARTIGO PUBLICADO

CRITICAL REVIEWS IN FOOD SCIENCE AND NUTRITION
<https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1885006>



REVIEW



Panorama and ambiguities of cultured meat: an integrative approach

Alice Munz Fernandes^a , Odilene de Souza Teixeira^b , Jean Philippe Revillion^a , and
 Ângela Rozane Leal de Souza^a

^aCenter for Studies and Research in Agribusiness, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil; ^bDepartment of Animal Science, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil

ABSTRACT

The purpose of this research was to identify, through a systematic review of the literature, the strengths, weaknesses, threats and opportunities of the production and commercialization of cultured meat, as well as to analyze the challenges to be faced by this new food biotechnology. For this, we analyzed 194 manuscripts published in the Scopus and Web of Science databases that dealt with cultured meat under the perspective of cellular agriculture, employing several nomenclatures. The results indicate that there is still no consensus in the literature about the strengths, weaknesses, threats and opportunities of cultured meat, which constitutes an emerging, multifaceted, and encouraging field of study, and a series of inferences have been made that provide insights into the knowledge analyzed. Finally, we propose an analytical model that combines sub-scenarios from which it becomes possible to understand and anticipate the direction of this new food biotechnology.

KEYWORDS

Biotechnology; cell-based meat; clean meat; in vitro meat

Introduction

The development of humanity is closely related to the way it deals with the challenges about to the search for food (Philippon 2018). In this sense, one has meat as the primary food historically possessing symbolism and meanings (Chiles 2013a; Bekker, Tobi, and Fischer 2017), the relevance of which is conditioned to social and emotional *status* in different food cultures (Mattick and Allenby 2012; Seleshe, Jo, and Lee 2014; O'Keefe et al. 2016) and identity development (Asp 1999; Bisogni et al. 2002).

However, the gradual challenges of food security stemming from population growth demonstrate the challenges to food production in contemporary farming systems (FAO 2011) and changes in global food supply patterns (D'Oodorico et al. 2014). In addition to this exponential increase in population, estimates indicate that the maximization of urban areas and the increase in per capita income in developing countries tend to cause changes in food consumption habits (FAO 2017). Thus, it would be necessary to maximize the expectation of demand for protein sources on the order of 73% in the next decades (FAO 2011). This situation tends to be even more complex until the end of the century, because the projections point to a world population of 11 billion people (FAO 2017).

Recurrent crises related to meat safety occurring since the 1990s (Verbeke et al. 2010; Marucheck et al. 2011; Panea and Ripoll 2020), concerns about the transmission of diseases through food (Bhat and Bhat 2011; Zwart 2015), and even the search for foods with greater palatability (Sodhi

2017) increased the consumers' desire for alternative sources of protein (Verbeke, Marcu, et al. 2015). In addition, new processing and cooling technologies (Zhang et al. 2019), increased health surveillance and the establishment of sanitary and phytosanitary measures are mechanisms to maximize food confidence in the product (Wilson and Anton 2006; Shang and Tonsor 2019). This situation denotes that the conventional meat industry has been making efforts to adapt and act quickly in case of possible crisis (Brashears and Chaves 2017; Fegan and Jensen 2018; Caputo 2020).

Nevertheless, the development of alternative sources of protein has become an emerging phenomenon (Pluhar 2010), which characterizes the upward popularity of alternative eating patterns (Laestadius 2015). So, although there are vegetable protein production processes for insect flours, for example, these protein sources cannot yet be considered as *de facto* substitutes for conventional meat (Post 2014a). Among the possible justifications, one has that they are not able to provide the same sensory experience and do not have the same organoleptic and nutritional characteristics (Hoek et al. 2011; Post 2012; Verbeke, Marcu, et al. 2015; Lee et al. 2020).

So, new protein sources emerge that can be considered as very similar for conventional meat (Post 2012; Verbeke, Marcu, et al. 2015). From this perspective, the cultured meat consists of the edible biomass arising from *in vitro* culture of stem cells taken from the muscle of the live animal (Post 2014b; Mattick, Landis, and Allenby 2015). This product comes from regenerative tissue engineering and integrates

CONTACT Alice Munz Fernandes alicemunz@gmail.com Center for Studies and Research in Agribusiness, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.

© 2021 Taylor & Francis Group, LLC