



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Instituto de Geociências

MARTHA DELPHINO BAMBINI

TRANSFORMAÇÃO DIGITAL DO CAMPO: CONTRIBUIÇÃO DOS ECOSISTEMAS
DE INOVAÇÃO AGRÍCOLA E DAS AGTECHS NO ESTADO DE SÃO PAULO

CAMPINAS

2021

MARTHA DELPHINO BAMBINI

TRANSFORMAÇÃO DIGITAL DO CAMPO: CONTRIBUIÇÃO DOS ECOSISTEMAS
DE INOVAÇÃO AGRÍCOLA E DAS AGTECHS NO ESTADO DE SÃO PAULO

TESE APRESENTADA AO INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS PARA
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE DOUTORA EM POLÍTICA
CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA.

ORIENTADORA: PROFA. DRA. MARIA BEATRIZ MACHADO BONACELLI

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA
TESE DEFENDIDA PELA ALUNA MARTHA DELPHINO
BAMBINI E ORIENTADA PELA PROFA. DRA. MARIA
BEATRIZ MACHADO BONACELLI

CAMPINAS

2021

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Geociências
Cássia Raquel da Silva - CRB 8/5752

B219t Bambini, Martha Delphino, 1971-
Transformação digital do campo : contribuição dos ecossistemas de
inovação agrícola e das agtechs no estado de São Paulo. / Martha Delphino
Bambini. – Campinas, SP : [s.n.], 2021.

Orientador: Maria Beatriz Machado Bonacelli.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de
Geociências.

1. inovação. 2. Agronegócio. 3. Tecnologia da informação. 4. Tecnologia
agrícola. 5. Empreendedorismo. I. Bonacelli, Maria Beatriz Machado, 1962-. II.
Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Geociências. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Digital transformation of agriculture: : contribution of the
agricultural innovation ecosystems and agtechs of the state of São Paulo.

Palavras-chave em inglês:

innovation

Agrobusiness

Information technology

Agricultural technology

Entrepreneurship

Área de concentração: Política Científica e Tecnológica

Titulação: Doutora em Política Científica e Tecnológica

Banca examinadora:

Maria Beatriz Machado Bonacelli [Orientador]

Antonio Marcio Buainain

Bruno Brandão Fischer

Ana Cristina de Almeida Fernandes

Silvio Crestana

Data de defesa: 17-12-2021

Programa de Pós-Graduação: Política Científica e Tecnológica

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0002-3246-531>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/0630058625710755>

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

AUTORA: MARTHA DELPHINO BAMBINI

**TRANSFORMAÇÃO DIGITAL DO CAMPO: CONTRIBUIÇÃO DOS
ECOSSISTEMAS DE INOVAÇÃO AGRÍCOLA E DAS AGTECHS NO ESTADO DE
SÃO PAULO**

**DIGITAL TRANSFORMATION OF AGRICULTURE: CONTRIBUTION OF THE
AGRICULTURAL INNOVATION ECOSYSTEMS AND AGTECHS OF THE STATE
OF SÃO PAULO**

ORIENTADORA: PROFA. DRA. MARIA BEATRIZ MACHADO BONACELLI

Aprovada em: 17/12/2021

EXAMINADORES:

Profa. Dra. Maria Beatriz Machado Bonacelli

Prof. Dr. Antônio Márcio Buainain

Prof. Dr. Bruno Brandão Fischer

Profa. Dra. Ana Cristina de Almeida Fernandes

Prof. Dr. Silvio Crestana

A Ata de Defesa assinada pelos membros da Comissão Examinadora consta no processo de vida acadêmica do aluno.

Campinas, 17 de dezembro de 2021.

DEDICATÓRIA

À minha família: fonte de força, união, refúgio.

AGRADECIMENTO

Foi uma longa jornada de doutoramento, quase cinco anos de estudos, com alguns eventos inesperados, inclusive uma pandemia com proporções mundiais. Os percalços enfrentados tornaram o caminho árduo e desafiador, levando a um aprendizado sólido, com experiências mais intensas, que aumentaram minha capacidade de adaptação e promoveram meu desenvolvimento profissional e pessoal.

A trajetória do doutorado envolve uma trilha muitas vezes solitária, imersiva e, também, difícil. Mas, ao mesmo tempo, é permeada por interações, trocas e compartilhamentos seja nas atividades com o orientador, em discussões com colegas, docentes, amigos, e, claro, com os entrevistados, na busca pelo entendimento de um problema de pesquisa e por formas de análise, tratamento e representação de informações.

Agradeço à professora Maria Beatriz Bonacelli, minha incansável orientadora, que trilhou este caminho comigo, com paciência, compartilhando seu tempo e seus conhecimentos para que esta tese se concretizasse. Neste sentido, agradeço também a contribuição dos docentes do Departamento de Política Científica e Tecnológica (DPCT) para a minha formação acadêmica, assim como o apoio dos funcionários do Instituto de Geociências para a condução de diversas atividades associadas ao curso de doutorado.

Meus agradecimentos também à Embrapa Informática Agropecuária, agora Embrapa Agricultura Digital, nas pessoas da Chefe-Geral Silvia Massruhá, do Chefe-Adjunto de Transferência de Tecnologia, Carlos Meira, e da pesquisadora Luciana Romani, minha supervisora no Setor de Implementação da Programação de Transferência (SIPT). Sou grata pela incorporação ao programa de pós-graduação da Embrapa e pelo apoio recebido nestes anos, com a ajuda da Alessandra Martini, da equipe do Setor de Gestão de Pessoas, e do meu conselheiro acadêmico, o pesquisador João Camargo Neto. Às minhas colegas do SIPT - Joice Bariani, Alessandra Telles, Debora Drucker e Adriana Farah – agradeço pela amizade, generosidade e pelas conversas neste período de afastamento. Ao Vitor Mondo, agradeço o apoio para acessar entrevistados potenciais. Aos colegas da Embrapa Instrumentação, Sandra Protter e Carlos Pusinhol, e da Embrapa Pecuária Sudeste, Cristiane Fragalle, agradeço a ajuda em contatar potenciais entrevistados e pesquisadores em São Carlos.

À equipe do Radar Agtech Brasil, em especial Luiz Sakuda (*Homo Ludens*), Cleidson Dias e Shalon Figueiredo (Embrapa/SIN) e Murilo Gonçalves (SPVentures), agradeço

a disponibilização de dados para a condução da minha pesquisa, as trocas de conhecimentos e informações e todo o apoio oferecido. Foi muito bom trabalhar com vocês.

Agradeço aos profissionais que entrevistei para o estudo empírico. Todos muito motivados com as atividades que desenvolvem para fortalecer o empreendedorismo Agtech, foram generosos ao compartilhar seu tempo e sua experiência comigo, enriquecendo meus achados levando a muitos insights.

À Banca de Defesa, agradeço pela disponibilidade em participar e pelas considerações efetuadas. Ao professor Bruno Fischer e ao Dr. Silvio Crestana, sou grata pela criteriosa análise promovida desde a banca de qualificação. Aos professores Ana Cristina Fernandes e Antônio Márcio Buainain, agradeço as indicações apontadas durante a Defesa.

E o que seria de mim se não fossem os amigos?

À Luiza Capanema e à Poliana Giachetto agradeço as leituras de textos, as conversas e as discussões sobre agricultura digital e empreendedorismo. Foram fundamentais para me manter no prumo e clarear as ideias.

Sou muito grata aos colegas do DPCT, especialmente à turma de 2017, sempre solícitos e contributivos nas interações e trocas de informações em vários grupos de *Whatsapp* criados durante a pandemia. A Fernanda Stringassi Oliveira, companheira de Embrapa e de pós-graduação, agradeço pelas leituras de textos, comentários, terapia, exemplos e discussões. A Rodrigo Ito, Ana Carolina Spatti, Victo José da Silva Neto, agradeço pelas parcerias em publicações e por revisões de textos, com comentários sempre pertinentes e relevantes. Ao Matheus Gasparoto agradeço pelas conversas sobre o programa e as orientações recebidas. E, claro, sou muito grata à Marina Fontolan, que se destaca, sempre ajudando, discutindo e contribuindo com todos e todas.

Aos amigos que acompanharam virtualmente esta jornada, em virtude da pandemia, eu agradeço pelas conversas, comentários e palavras de incentivo: Carlos Fredo, Luiza Capanema, Priscila Miguel, Ana Tereza Lopes, Thaisy Sluzz, Ana Maria Gimenez, Maria Cecilia Campos, Maria Paula Castro, Patrícia Mariuzzo, Martinha Neto, Carla Macário, Deise Oliveira, Débora Drucker, Joice Bariani, Maria Giulia Croce, Poliana Giachetto. Vocês tornaram meu caminho mais ameno e alegre.

Aos meus pais, Ivo e Therezinha, agradeço por todo suporte e toda força, desde sempre, pelos valores e exemplos. Ao meu marido, José Afonso, agradeço pelo apoio tranquilo e incondicional, tornando meu caminho mais seguro e amoroso.

EPÍGRAFE

The agricultural sector is not only key to economies worldwide, it is the entry point by which nature and most traditional societies open to modernity.

L. Dube (2020)

Ultimately, pursuing Agriculture 4.0 is a choice; a choice which makes specific futures more or less likely to occur.

Klerkx e Rose (2020)

RESUMO

Esta tese investiga a vertente agropecuária da digitalização, a Transformação Digital do Campo (TDC), fenômeno com grande potencial de disrupção tecnológica uma vez que pode ser aplicado a todos os elos das cadeias produtivas (insumos, produção, pós-produção). A adoção de tecnologias digitais no setor agropecuário (Big Data e Analytics, Internet das Coisas, Inteligência Artificial e Blockchain) oferece a promessa de aumentar a eficiência, a produtividade e a sustentabilidade e, ao mesmo tempo, reduzir o uso de insumos e os riscos da atividade. Esta tese investiga os direcionadores que contribuem para o fenômeno da TDC, com destaque para a contribuição dos mecanismos de incentivo e apoio ao empreendedorismo Agtech e agrodigital, no contexto de Ecossistemas de Inovação Agrícola Digital no estado de São Paulo. A pesquisa contou com uma etapa exploratória inicial, a partir de dados secundários, para mapear os direcionadores que influenciam a evolução da TDC em uma nação, identificando tanto as condições básicas deste fenômeno (infraestrutura digital; acesso financeiro aos dispositivos e serviços; ações públicas e privadas para prover a digitalização), quanto os fatores contribuintes (nível de adoção de tecnologias digitais no campo; habilidades digitais; ambiente de negócios; investimentos e a promoção de cultura de inovação e de empreendedorismo). Foram analisados o panorama do caso brasileiro em relação a rankings internacionais, assim como políticas públicas, iniciativas privadas e o desenvolvimento do empreendedorismo de base tecnológica agropecuária, chamado Agtech. No âmbito desta pesquisa, foi conduzido um estudo empírico para investigar a contribuição de iniciativas de incentivo e apoio às Agtechs, em especial as agrodigitais, no contexto do ecossistema de inovação agrícola paulista, considerando as seguintes localidades: Piracicaba, Campinas e São Carlos. Várias iniciativas de incentivo e apoio a Agtechs foram identificadas nestas localidades como: programas de aprimoramento, incubação e aceleração de empresas, hubs de inovação aberta e investimentos de Venture Capital. Os resultados destacam a centralidade destas iniciativas em aprimorar a estrutura organizacional e mercadológica das Agtechs, propiciando validação tecnológica e de mercado, de forma a que as startups solucionem demandas efetivas dos produtores agropecuários. Neste sentido, as principais contribuições das Agtechs para TDC envolvem geração e disseminação de novos produtos e serviços digitais aos elos das cadeias produtivas e a promoção de fluxos de novos conhecimentos e tecnologias digitais a partir da celebração de parcerias com empresas e institutos de pesquisa. Observou-se que os mecanismos de incentivo ao empreendedorismo Agtech são dependentes dos recursos e capacidades dos ecossistemas de inovação agrícola onde se inserem, especialmente o capital social disponível. Da mesma forma, o sucesso obtido pelas Agtechs contribui para aumentar a visibilidade e notoriedade do ecossistema. Um ciclo virtuoso de relacionamentos, colaborações e resultados se estabelece em em ecossistemas de inovação agrícola digital fortalecidos, respaldando o desenvolvimento de uma oferta de produtos e serviços aplicados aos diversos elos das cadeias produtivas da agropecuária, contribuindo, com isso, para a evolução da TDC.

Palavras-chave: Inovação; Agronegócio; Tecnologia da Informação; Tecnologia Agrícola; Empreendedorismo

ABSTRACT

This thesis investigates the agricultural aspect of digitalization, the Digital Transformation of Agriculture (TDC, in the acronym in Portuguese), a phenomenon with great potential for technological disruption since it can be applied to all links in the production chains (inputs, production, post-production). The adoption of digital technologies in the agricultural sector (Big Data and Analytics, Internet of Things, Artificial Intelligence and Blockchain) offers the promise of increasing efficiency, productivity and sustainability, while at the same time reducing input use and risks. of the activity. This thesis investigates the drivers that contribute to the TDC phenomenon, with emphasis on the contribution of mechanisms to encourage and support Agtech and agrodigital entrepreneurship, in the context of Digital Agricultural Innovation Ecosystems in the state of São Paulo. The research had an initial exploratory stage, based on secondary data, to map the drivers that influence the evolution of TDC in a nation, identifying both the basic conditions of this phenomenon (digital infrastructure; financial access to devices and services; public and private companies to provide digitization), and the contributing factors (level of adoption of digital technologies in the field; digital skills; business environment; investments and the promotion of a culture of innovation and entrepreneurship). The panorama of the Brazilian case was analyzed in relation to international rankings, as well as public policies, private initiatives and the development of agricultural technology-based entrepreneurship, called Agtech. Within the scope of this research, an empirical study was conducted to investigate the contribution of initiatives to encourage and support Agtechs, especially agrodigital ones, in the context of the agricultural innovation ecosystem of the state of São Paulo and the following locations: Piracicaba, Campinas and São Carlos. Several initiatives to encourage and support Agtechs were identified in these locations, such as: programs for improvement, incubation and acceleration of companies, open innovation hubs and Venture Capital investments. The results highlight the centrality of these initiatives in improving the organizational and marketing structure of Agtechs, providing technological and market validation, so that startups can solve the effective demands of agricultural producers. In this sense, the main contributions of Agtechs to TDC involve the generation and dissemination of new digital products and services to the links of the production chains and the promotion of flows of new knowledge and digital technologies from the celebration of partnerships with companies and research institutes. It was observed that the mechanisms to encourage Agtech entrepreneurship are dependent on the resources and capabilities of the agricultural innovation ecosystems where they are inserted, especially the available social capital. Likewise, the success achieved by Agtechs contributes to increasing the visibility and notoriety of the ecosystem. A virtuous cycle of relationships, collaborations and results is established in strengthened digital agricultural innovation ecosystems, supporting the development of an offer of products and services applied to the various links in the agricultural production chains, thus contributing to the evolution of TDC.

Keywords: Innovation; Agrobusiness; Information Technology; Agricultural Technology; Entrepreneurship

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Representação dos atores tradicionais e novos atores do ecossistema de inovação agrícola	23
Figura 2: Agtechs digitais considerando o segmento Farmtech	28
Figura 3: Blocos de desenvolvimento que estruturam a Era Digital	38
Figura 4: Tecnologias emergentes da Era Digital	39
Figura 5: Atividades e tecnologias aplicadas aos elos da cadeia produtiva agropecuária.....	54
Figura 6: Fases da Evolução Tecnológica na Agricultura	55
Figura 7: Aplicações da Agricultura 4.0 nos diferentes elos da cadeia produtiva agropecuária	58
Figura 8: Ambiente tecnológico da Agricultura 4.0.....	66
Figura 9: Representação dos sete Componentes do Digital Readiness Index	86
Figura 10: Fatores de influência para inovação agrícola digital	88
Figura 11: Indicadores mensurados pelo Índice de Digitalização Agrícola (IDA).....	101
Figura 12: Evolução do percentual de domicílios com acesso à internet (áreas urbanas e rurais).....	117
Figura 13: Percentuais de qualidade da conectividade 4G nos estados, considerando o uso de aplicações agropecuárias.....	120
Figura 14: Estimativa de cobertura de sinal 4G no território brasileiro e no estado de São Paulo.....	127
Figura 15: Simulação de conectividade (modelo ITM) com a instalação de 4.400 antenas ..	129
Figura 16: Segmentos do Agronegócio utilizados para classificar as Agtechs no.....	144
Figura 17: Escalas de análise da investigação	164
Figura 18: Concentração dos auxílios à pesquisa em Ciências Agrárias concedidos pela FAPESP	167
Figura 19: Mapeamento dos ecossistemas empreendedores paulistas intensivos em conhecimento	171
Figura 20: Corredor de inovação Agropecuária em São Paulo.....	172
Figura 21: Ecossistemas de inovação agrícolas selecionados para investigação empírica	176
Figura 22: Parque Tecnológico de Piracicaba e seus integrantes	180
Figura 23: Distribuição quantitativa das startups instaladas em São Carlos por segmento ...	187
Figura 24: Estágios do ciclo de vida da startup e séries de investimentos	197
Figura 25: Distribuição das iniciativas investigadas por ano de início	205

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Etapas metodológicas da Pesquisa.....	29
Quadro 2: Objetivos específicos abordados em cada capítulo da Tese.....	30
Quadro 3: Grupo de tecnologias digitais que caracterizam a Transformação Digital.....	34
Quadro 4: Iniciativas Internacionais de Digital Development.....	79
Quadro 5: Principais fontes consultadas para análise consolidada sobre direcionadores da TDC.....	85
Quadro 6: Componentes do modelo holístico do Cisco Global Digital Readiness Index 2019.....	86
Quadro 7: Análise consolidada das condições básicas para a evolução da TDC.....	91
Quadro 8: Análise consolidada dos fatores habilitadores da TDC.....	93
Quadro 9: Classificação do Brasil nos componentes do Digital Readiness Index 2019.....	96
Quadro 10: Países latino-americanos e os componentes do Cisco Digital Readiness Index 2019.....	103
Quadro 11: Políticas para Inovação e Digitalização promovidas pelo MCTI.....	122
Quadro 12: Políticas coordenadas pelo MCOM.....	123
Quadro 13: Ações de grupos de trabalho comandados pelo MAPA.....	126
Quadro 14: Prioridades da Câmara Agro 4.0 para 2021-2024.....	128
Quadro 15: Legislação sobre Proteção de Dados Pessoais e Marco Legal das Startups.....	131
Quadro 16: Linha do tempo do ecossistema de inovação agrícola de Piracicaba.....	178
Quadro 17: Linha do tempo do ecossistema de inovação agrícola de Campinas.....	182
Quadro 18: Linha do tempo do ecossistema de inovação agrícola de São Carlos.....	185
Quadro 19: Principais resultados de inovação apontados pelos respondentes.....	214
Quadro 20: Principais resultados organizacionais apontados pelos respondentes.....	215
Quadro 21: Aspectos positivos e negativos sobre as iniciativas com a pandemia da Covid-19.....	218

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Top quinze países classificados na pesquisa da Cisco Global Digital Index (CISCO, 2020).....	102
Tabela 2: Países do nível Aceleração–Alta na pesquisa <i>Digital Readiness Index</i> 2019 (CISCO, 2020).....	103
Tabela 3: Classificação Top 20 no Indicador de Digitalização da Agricultura (IDA).....	105
Tabela 4: Classificação dos países da América Latina e Caribe no Indicador de Digitalização Agrícola (DAI) Fonte: Schroeder et al. (2021).....	109
Tabela 5: Classificação dos países da América Latina e Caribe no Indicador de Conectividade Significativa, com dados de 2017	111
Tabela 6: Classificação dos países da América Latina e Caribe no Indicador de Conectividade Significativa Rural, com dados de 2017	111
Tabela 7: Percentual de propriedades com acesso à Internet em cada estado	122
Tabela 8: Cobertura de torres de telefonia móvel: tecnologia disponível (2G, 3G e 4G)	123
Tabela 9: Distribuição de frequência das categorias tecnológicas das Agtechs Digitais	149
Tabela 10: Categorias de plataformas Agtech digitais	150
Tabela 11: Distribuição regional das Agtech digitais.....	150
Tabela 12: Distribuição estadual das Agtech digitais.....	151
Tabela 13: Principais cidades de localização de Agtech digitais	152
Tabela 14: Distribuição de ambientes de inovação nas regiões brasileiras	154
Tabela 15: Investigação dos ecossistemas agtech ativos.....	169
Tabela 16: Concentração de Unidades Produtivas da Agropecuária nos municípios	170
Tabela 17: Percentual de área ocupada e Valor Adicionado da agropecuária no município..	170
Tabela 18: Avaliação da concentração de Agtechs e de Agtechs digitais	171
Tabela 19: Perfil dos entrevistados e seu vínculo organizacional.....	195

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Agrodigital	Segmento de startups Agtech de base tecnológica digital
Agtech	Segmento de startups atuando com soluções de base tecnológica agropecuária
DAAS	<i>Digital Agriculture Availability Subindex</i>
DAS	<i>Digital Affordability Subindex</i>
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FarmTech	Segmento de startups atuando em insumos, produção e logística agropecuária
FAO/UN	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>
GPS	Sigla em inglês para Sistema de Posicionamento Global, a partir de satélites
IA	Inteligência Artificial
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICS	Índice de Conectividade Significativa
ICSr	Índice de Conectividade Significativa Rural
ICSu	Índice de Conectividade Significativa Urbana
ICTE	Instituições de Ciência, Tecnologia e Ensino
IDA	Indicador de Digitalização da Agricultura
IoT	Acrônimo em inglês para Internet das Coisas
ITM	Sigla de <i>Irregular Terrain Model</i> , utilizado no estudo de propagação de ondas
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações
MCOM	Ministério das Comunicações
NDEES	<i>Nondigital Enabling Environment Subindex</i>
PIB	Produto Interno Bruto
SLI	Sistema Local de Inovação
SLIA	Sistemas Locais de Inovação Agrícola
SNI	Sistema Nacional de Inovação
SRI	Sistema Regional de Inovação
TD	Transformação Digital
TDC	Transformação Digital do Campo
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	17
CAPÍTULO 1: O FENÔMENO DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL E SUA VERTENTE NA AGROPECUÁRIA	33
1.1 UM OLHAR EVOLUCIONÁRIO SOBRE A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL.....	35
1.2 TRANSFORMAÇÕES SOCIOECONÔMICAS DA ERA DIGITAL.....	43
1.3 TRANSFORMAÇÃO DIGITAL DO CAMPO: CAMINHANDO PARA A AGRICULTURA 5.0	52
1.3.1 Especificidades da agropecuária e digitalização	53
1.3.2 Quatro grandes desafios para o setor agropecuário na atualidade.....	59
1.3.3 Agricultura 4.0: conceitos, origens e tendências.....	63
<i>CONSIDERAÇÕES</i>	71
CAPÍTULO 2 - DIRECIONADORES DA TDC: POSIÇÃO DO BRASIL NOS INDICADORES INTERNACIONAIS DE DIGITALIZAÇÃO DA AGROPECUÁRIA 73	
2.1 UM OLHAR CRÍTICO SOBRE A DIGITALIZAÇÃO DO CAMPO	74
2.2 DISPARIDADES NACIONAIS EM RELAÇÃO À DIGITALIZAÇÃO.....	76
2.3 DESIGUALDADE DIGITAL RURAL	80
2.4 DIRECIONADORES DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL DO CAMPO	83
2.4.1 Mapeamento dos fatores que influenciam a digitalização do campo.....	85
2.4.2 Fundações da TDC: condições necessárias, mas não suficientes	90
2.4.3 Fatores habilitadores para TDC: fortalecimento do ecossistema de inovação agrícola.....	92
2.5 POSIÇÃO DO BRASIL EM RELAÇÃO AOS INDICADORES DE DIGITALIZAÇÃO DA AGROPECUÁRIA: CONTEXTO GLOBAL E PANORAMA DA AMÉRICA LATINA.....	94
2.5.1 Desempenho do Brasil no contexto global.....	96
2.5.2 Panorama da Digitalização do Campo da América Latina	102
<i>CONSIDERAÇÕES</i>	107
CAPÍTULO 3: TRANSFORMAÇÃO DIGITAL DO CAMPO NO BRASIL: AMBIENTE INSTITUCIONAL, NOVA DINÂMICA INOVATIVA E O PAPEL DAS AGTECHS.....	109
3.1 AÇÕES EM CURSO PARA DIGITALIZAÇÃO AGRÍCOLA NA ESFERA PÚBLICA.....	110
3.2 ESTADO DA CONECTIVIDADE RURAL NO BRASIL	116
3.3 INICIATIVAS INSTITUCIONAIS PARA A DIGITALIZAÇÃO DO CAMPO NO BRASIL	120
3.4 AÇÕES DE FOMENTO AO ECOSISTEMA DE INOVAÇÃO AGRÍCOLA DIGITAL	129
3.5 DINÂMICA DA INICIATIVA PRIVADA NA TDC	134
3.5.1 Dados recentes sobre o perfil de adoção de tecnologias digitais pelo produtor rural.....	134

3.5.2 Papel das grandes corporações da agropecuária na digitalização.....	138
3.5.3 Arranjos e associações atuando para a digitalização do campo	141
3.6 MOVIMENTO AGTECH NO BRASIL: OPORTUNIDADES E OFERTA.....	142
<i>CONSIDERAÇÕES</i>	152
CAPÍTULO 4: CONTRIBUIÇÃO DOS ECOSISTEMAS DE INOVAÇÃO AGRÍCOLA PAULISTAS EM FOMENTAR O EMPREENDEDORISMO AGTECH E A DIGITALIZAÇÃO DO CAMPO.....	155
4.1 ARCABOUÇO CONCEITUAL SOBRE ECOSISTEMAS DE INOVAÇÃO	156
4.2 INOVAÇÃO NO CONTEXTO REGIONAL.....	161
4.3 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA REGIONAL DE INOVAÇÃO AGRÍCOLA PAULISTA	164
4.3.1 Densidade de ICTE e fomento à pesquisa agrícola	164
4.3.2 Ambiente institucional para inovação	168
4.3.3 Estado de São Paulo: Ecosistema de Ecosistemas de Inovação	170
4.4 ECOSISTEMAS DE INOVAÇÃO AGRÍCOLA EM SÃO PAULO	172
4.5 MAPEAMENTO DOS ATORES DOS ECOSISTEMAS DE PIRACICABA, CAMPINAS E SÃO CARLOS.....	176
4.6 ANÁLISE CONSOLIDADA SOBRE OS CASOS MAPEADOS.....	188
<i>CONSIDERAÇÕES</i>	193
CAPÍTULO 5: INCENTIVO E APOIO AO EMPREENDEDORISMO AGRÍCOLA DIGITAL EM SÃO PAULO: CONTRIBUIÇÕES PARA A EVOLUÇÃO DA TDC....	194
5.1 REVISÃO SOBRE OS MECANISMOS DE INCENTIVO E APOIO A STARTUPS	195
5.2 ESTUDO EMPÍRICO: METODOLOGIA DE COLETA DE DADOS	199
5.3 ANÁLISE DESCRITIVA DAS INICIATIVAS MAPEADAS DURANTE AS ENTREVISTAS	203
5.4 CONTRIBUIÇÃO DAS AGTECHS E DOS ECOSISTEMAS DE INOVAÇÃO AGRÍCOLA PARA A TDC	212
5.4.1 Sobre as iniciativas mapeadas.....	212
5.4.2 Percepção de resultados obtidos pelas Agtechs no âmbito destas iniciativas	214
5.4.3 Influência da Covid na condução das iniciativas investigadas.....	217
5.4.4 Proposições estabelecidas a partir do resultado da pesquisa empírica	220
CONCLUSÕES	223
REFERÊNCIAS	231
ANEXO 1.....	251

INTRODUÇÃO

A Transformação Digital (TD) e sua vertente agropecuária são temáticas novas, alvos de estudos acadêmicos recentes, sob diferentes conceituações e abordagens teóricas. Esta terminologia – “Transformação Digital”- passou a ser difundida a partir dos anos 2010, na mídia de negócios, em relatórios publicados por consultorias internacionais de gestão empresarial e na literatura acadêmica, despertando interesse em diferentes disciplinas. É consenso na literatura acadêmica de que não há uma definição clara e abrangente sobre a natureza e implicações da TD (MYRON, 2016; BOCKSCHECKER et al., 2018; OSMUNDSEN et al. 2018, REIS et al., 2018; VAN VELDHOVEN; VANTHIENE, 2019; VIAL, 2019).

Pode-se dizer, no entanto, que uma Era Digital, ultradinâmica (FRANCIS, 2018), se estabelece a partir do poder transformador das tecnologias digitais, envolvidas em mecanismos de convergência e inter-relacionamento, que fazem com que o conjunto das aplicações ofereça impactos muito mais significativos que seu uso isolado. Os principais grupos emergentes de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) que sustentam a TD são: uma elevada capacidade de processamento computacional; tecnologias aprimoradas de conectividade; Computação em Nuvem (*Cloud Computing*), Big Data e *Analytics*, Internet das Coisas (IoT, no acrônimo em inglês), Inteligência Artificial (IA) e *Blockchain* (OECD, 2019a; UNCTAD, 2019).

A TD se configura como um caminho de transição do sistema socioeconômico vigente para uma economia digital, marcada por uma significativa modernização das interações econômicas e sociais (ULEZ'KO et al.,2019). Ainda que as inovações e aplicações de tecnologias digitais estejam na base da TD, o fenômeno é influenciado também por dimensões não-tecnológicas, a partir de interações entre indivíduos, organizações e governos, afetando as estruturas socioeconômicas e influenciando vários aspectos da vida privada como consumo, comunicação e trabalho.

Praticamente todos os países do globo vêm sendo influenciados pela revolução digital, ainda que em diferentes ritmos tendo em vista características como: nível de renda, estágio de desenvolvimento e especificidades dos diferentes setores econômicos (OECD, 2019a; UNCTAD, 2019). O estudo da geografia dos processos de digitalização destaca a existência de grandes desigualdades entre as nações e evidencia processos de concentração na obtenção de benefícios derivados de processos de TD, com destaque para a dominância dos

Estados Unidos e da China em vários indicadores de resultados digitais (UNCTAD, 2019). Ainda que existam regiões hiper conectadas, obtendo muitos resultados positivos a partir da digitalização, globalmente, o impacto da digitalização ainda é reduzido e muito desigual.

O perfil dos “excluídos digitais” é formado, em geral, por pessoas mais pobres, com pouco letramento e poucas habilidades digitais, sem condições financeiras de acesso a dispositivos, a maioria residente em países menos desenvolvidos de baixa renda (WORLD BANK, 2019). Dois mecanismos caracterizam o processo de exclusão sociodigital: nas áreas urbanas mais pobres (nas quais os indivíduos não possuem condições financeiras de arcar com custos de dispositivos e serviços digitais); e no contexto rural, pela ausência de infraestruturas tecnológicas, especialmente de conectividade (OECD, 2018a). O principal fator que caracteriza a desigualdade digital rural é a existência de grandes distâncias a serem conectadas associada a uma baixa densidade de usuários, o que desencoraja o investimento privado em infraestrutura de telecomunicações (SALEMINK et al., 2015)¹. Vale mencionar que estes mesmos fatores são encontrados nas zonas rurais dos países desenvolvidos, levando a um fenômeno chamado “desigualdade digital rural”, conforme descrevem Philip et al. (2017) e OECD (2019b).

No contexto setorial, um estudo comparativo elaborado pela empresa de consultoria McKinsey (MANYKA et al., 2015), a partir de 27 indicadores, revelou que os setores com menor grau de digitalização são construção civil e agricultura.

Paunov e Satorra (2019) destacam que o entendimento da dinâmica setorial da digitalização é desafiador em função de três fatores principais. Em primeiro lugar, enquanto se verifica uma aceleração dos processos de inovação digital na economia como um todo, os contextos setoriais diferem entre si, uma vez que nem todos estão estruturados e capacitados para fazer face a este novo cenário e explorar as novas oportunidades advindas da digitalização. O contexto da inovação digital, segundo as autoras, torna as fronteiras setoriais mais difusas com a entrada de novos atores (especialmente empresas atuando com tecnologias digitais) na dinâmica inovativa de setores tradicionais, como é o caso da agropecuária. Em terceiro lugar, há que se considerar que as mudanças ocorrendo nos processos de inovação se manifestam de forma diferente entre os setores, seja na geração de produtos, processos e modelos de negócios,

¹ Como nas áreas urbanas há maior concentração de usuários, este mercado possui mais competidores interessados, aumentando a oferta de uma conectividade ubíqua, ainda que nem todos consigam ter acesso a ela.

ou nos diferentes estágios da inovação (pesquisa, desenvolvimento e comercialização), o que faz com que a investigação da inovação digital necessite considerar as especificidades setoriais.

No caso do setor agropecuário existem vários tipos de especificidades tradicionais ao setor que influenciam no processo de digitalização. Nas atividades produtivas, fatores biológicos e físicos se combinam, envolvendo muitas variáveis sobre as quais não se tem controle, levando a um contexto de incerteza e risco. A grande dispersão geográfica da atividade, localizada em grandes áreas, geralmente ermas e distantes da cidade, com menor oferta de infraestrutura - tanto eletricidade quanto transporte e logística e conectividade (OECD, 2019a). Do ponto de vista estrutural, a agropecuária envolve uma grande quantidade de produtos e cadeias produtivas, assim como muitos tipos diferentes de atores participando das atividades de inovação (institutos de pesquisa, universidades, extensionistas, produtores, empresas).

No campo da digitalização, Paunov e Satorra (2019) apontam outros fatores que levam a diferenças setoriais como: condições regulatórias necessárias a cada setor; a existência ou não de legislação relacionada à atuação digital no setor, especialmente relacionada a dados; as condições para adoção e difusão tecnológicas; as capacidades para a absorção da tecnologia digital; as oportunidades de inovação em produtos, processos e modelos de negócios; os tipos de dados necessários para promover a inovação digital são distintos; e a disponibilidade de ferramentas digitais prontas para uso para os desenvolvedores e clientes.

No que se refere ao processo de adoção e difusão de tecnologias, Souza-Filho et al. (2011) descrevem-no como “complexo e inerentemente social”, sendo que diversos fatores interagem entre si para inibir ou promover a adoção da tecnologia. Em relação à adoção de tecnologias de agricultura de precisão, Antolini e Scare (2014) evidenciam os seguintes fatores condicionantes: aspectos socioeconômicos dos produtores (idade, educação, competências); aspectos agroecológicos da propriedade; grau de organização dos produtores, particularmente relevante para os pequenos produtores; características da produção e dos sistemas produtivos; acesso ao mercado; acesso a informações; valor percebido pelo produtor em relação a tecnologia; grau de aversão ao risco; tipo de tecnologia e experiência requerida. Existem também aspectos sistêmicos, externos ao contexto da propriedade como: contexto macroeconômico, institucional e políticas públicas; infraestrutura e serviços disponíveis; evolução dos preços agropecuários, concorrência de produtos internacionais e aspectos ambientais como eventos climáticos favoráveis e adversos. Talvez em virtude de tantas

incertezas e particularidades relacionadas à atividade, produtores agropecuários são em geral, considerados avessos ao risco e mais resistentes à adoção de novas práticas do que outro tipo de consumidor.

Ainda que a agropecuária tenha sido considerada retardatária no movimento de digitalização, nos últimos anos, a revolução digital neste setor vem se intensificando. Connolly (2016) ressalta que as inovações digitais podem transformar toda a cadeia produtiva da agropecuária, desde o plantio até o consumo (*from seed to fork*). Existe também uma grande promessa de que as tecnologias digitais podem ser veículos para a enfrentar os desafios que se apresentam à agropecuária – como alimentar uma população mundial que cresce exponencialmente, garantir a segurança alimentar e reduzir a pobreza extrema, garantir a proteção dos recursos naturais e minimizar efeitos das mudanças climáticas.

A **Transformação Digital do Campo** (TDC) é também chamada de Agricultura Digital ou Agricultura 4.0². Estudos destacam que a digitalização do campo pode promover a condução de sistemas agropecuários com produtividade mais elevada utilizando-se de soluções antecipatórias adaptadas aos efeitos de mudanças climáticas, oferecendo níveis mais elevados de segurança alimentar, lucratividade e sustentabilidade (TRENDON et al., 2019). Além disso, apresenta o potencial de oferecer um incremento na resiliência, produtividade e sustentabilidade da agropecuária, oferecendo maior transparência e confiabilidade às atividades de toda a cadeia produtiva, desde a produção na fazenda até a mesa do consumidor (OECD, 2018).

Algumas aplicações de tecnologias digitais utilizadas no campo são: sensores e drones empregados para monitorar condições da produção; softwares de análise de imagem e sistemas de suporte a decisão que decodificam as informações coletadas nas imagens para apoiar decisões para melhorar as práticas produtivas; uso de tratores, colheitadeiras e pulverizadores conectados (algumas vezes até equipamentos autônomos), equipados com GPS (*Global Positioning Systems*) para utilizar taxas variadas de insumos, mais adequados a cada talhão da propriedade; sistema de gestão de propriedades baseado em conectividade, IoT e *Data Analytics*; serviços financeiros móveis; sistemas de seguro agrícola baseados em monitoramento digital; serviços de extensão agrícola à distância; plataformas de aluguel de

2 Fazendo referência ao contexto à terminologia da 4ª Revolução Industrial ou Indústria 4.0 (SCHWAB, 2016). Esta terminologia surgiu na Alemanha, em 2011, e faz referência a uma revolução tecnológica de escopo amplo, incluindo tanto a evolução tecnológica baseada em TIC, quanto os processos de inovação associados à genética, nanotecnologia, energias renováveis e computação quântica.

equipamentos, entre outros (CRESTANA; MORI, 2015; CONNOLY, 2016; XIN e ZAZUETA, 2016; DAUM, 2019).

Xin e Zazueta (2016) destacam, a partir de uma visão direcionada para dados, que os produtores podem se utilizar de várias tecnologias digitais e sensores para coletar uma grande quantidade de dados, com informação de campo, mapeamento de rendimento, informação sobre umidade e nutrição do solo, termo, índices de vegetação, existência de pragas e doenças. Uma administração online - altamente otimizada, individualizada, antecipatória, inteligente, hiper conectada e direcionada pelo uso de dados - refletirá no aprimoramento da gestão dos recursos produtivos (VAN ES; WOODARD, 2017).

Destaca-se que existem poucos estudos de referência sobre o fenômeno da TDC, todos eles recentes (BUAINAIN et al., 2021; SCHROEDER et al., 2021; ZIEGLER et al., 2020; TRENDONOV et al., 2019; VITON et al., 2019; YOUNG, 2019), que apontam a relevância de fazer avançar o conhecimento sobre a digitalização do campo, seus direcionadores e iniciativas públicas e privadas para sua evolução.

Desta forma, coloca-se uma primeira questão: ***quais fatores direcionam a evolução da Transformação Digital do Campo?***

A primeira etapa da investigação sobre a Transformação Digital do Campo conduzida nesta pesquisa levou à consolidação dos direcionadores da evolução da TDC e os indicadores para sua mensuração/avaliação, a partir da análise de estudos recentes promovidos por organismos internacionais (TRENDONOV et al., 2019; CISCO, 2020; ZIEGLER et al., 2020; SCHROEDER et al., 2021). A investigação apresenta também um panorama do desempenho do Brasil em relação à digitalização – em geral e no campo – na comparação com o contexto internacional e, em especial dos países na América Latina a partir de indicadores internacionais.

O mapeamento identificou dois grupos de direcionadores. O primeiro grupo refere-se às condições básicas e essenciais para a TDC, mas que, entretanto, não são suficientes para garantir a digitalização da agropecuária. O outro grupo de direcionadores refere-se a fatores que contribuem para a evolução da TDC, uma vez que suas fundações – as condições básicas – estejam instaladas. Estes fatores contribuintes, segundo Schroeder et al. (2021), referem-se a ações para fortalecer um ecossistema agrícola digital de forma a contribuir para a evolução da transformação digital da agropecuária.

Nesta pesquisa, utiliza-se o construto o Ecossistema de Inovação Agrícola a partir de uma visão co-evolucionária do processo inovativo permeando várias dimensões:

tecnológicas, sociais, econômicas e institucionais (KLERKX et al., 2012). Pigford et al. (2018) exploram esta perspectiva, existindo, no entanto, poucos estudos que analisam a nova dinâmica inovativa associada à transformação digital da agropecuária. O escopo deste estudo considera o contexto da mudança tecnológica associada à Agricultura 4.0 (dimensões setorial e tecnológica), a partir de um olhar regional, considerando as interações e os processos de inovação colaborativos que se desenvolvem em diferentes localidades, a fim de promover a TDC.

Ecossistema é um dos mais importantes e tradicionais conceitos do campo da ecologia (WILLIS, 1997). O termo, cunhado por Tansley (1935), envolve um sistema formado por vários componentes: plantas, animais e pelo ambiente físico que os cerca como solo e clima³, que interagem e se organizam a fim de promover um estado de equilíbrio dinâmico (TANSLEY, 1935). A metáfora do ecossistema torna-se mais rica e contextualizada quando aplicada ao estudo das inovações agropecuárias, ao incluir componentes biológicos (micro-organismos, insetos, plantas, culturas, animais e humanos), recursos naturais e o ambiente (como água, energia, biodiversidade, terra, solo, condições do tempo), elementos socialmente construídos (atores econômicos, interações e relacionamentos, cultura, tecnologias, instituições, leis e normas); e itens físicos, como prédios e instalações, recursos financeiros, equipamentos (JACKSON, 2011; CRESTANA, 2014; PIGFORD et al., 2018).

Uma especificidade histórica da inovação agrícola é a interação de um grande número de stakeholders com interesses distintos, levando a dificuldades de alinhamento e coordenação, que influenciam no desenvolvimento da TDC (BONACELLI et al., 2015; OECD, 2019a). A inovação digital associa ao grupo de atores tradicionais do setor, novos entrantes, abaixo descritos:

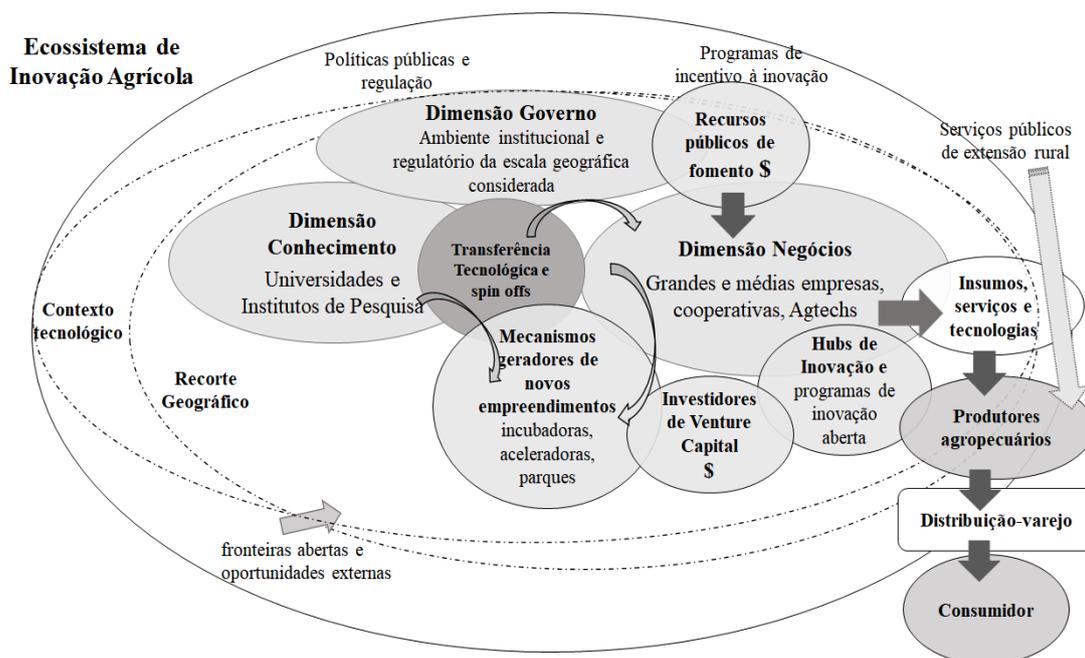
- **atores tradicionais** da agropecuária: produtores rurais, de diversos portes e segmentos; instituições de ensino e pesquisa; empresas de assistência técnica e extensão rural; fornecedores de insumos, equipamentos, serviços financeiros; empresas processadoras e distribuidoras; associações e cooperativas de produtores (RAJALAHTI, 2012; DUTTA et al., 2017; FAURE et al., 2018; WORLD BANK, 2019).

³ Tansley (1935) considerava que o elemento climático era um importante determinante do desenvolvimento dos ecossistemas, com o poder de afetar os elementos biológicos e o solo, levando, inclusive, à destruição de um ecossistema.

- **novos atores relacionados à inovação digital:** startups Agtech, os mecanismos específicos de estímulo às startups (como incubadoras, aceleradoras, espaços compartilhados de trabalho como coworkings e hubs de inovação e *Fab Labs*, laboratórios de fabricação digital, segundo Aranha (2016)), assim como grandes empresas do setor de TIC e as operadoras de telecomunicações.

Os atores – tradicionais e novos - estão imersos no ambiente institucional do setor agropecuário, caracterizado por legislação, práticas e regras específicas ao setor. Cada um dos atores tem atribuições e competências específicas, podendo estabelecer parcerias com outros atores. O desenvolvimento de iniciativas voltadas para a inovação digital na agropecuária, dependerá dos ativos e as competências existentes no ecossistema, assim como dos relacionamentos e combinações estabelecidas ao longo do tempo. A Figura 1 apresenta uma representação dos atores envolvidos em um ecossistema de inovação agrícola.

Figura 1: Representação dos atores tradicionais e novos atores do ecossistema de inovação agrícola



Autoria própria a partir de Jackson (2011) e Rajalahti (2012)

Os governos possuem um papel-chave na digitalização da agropecuária na promoção de políticas e programas para fortalecer o ecossistema de inovação, preenchendo lacunas, resolvendo falhas de direcionamento, estabelecendo regulações no contexto da economia digital e da cultura de inovação, de forma a estimular a atividade dos atores (DUTTA

et al., 2017; SCHROEDER, et al.,2021). Outra contribuição se dá na digitalização de produtos e serviços públicos destinados ao setor agropecuário, como a oferta de aplicativos para oferecer serviços de atendimento e informações de apoio a gestão, atividades de monitoramento geoespacializado de atividades produtivas, aumentando a disponibilidade de tecnologias digitais aplicadas ao campo no mercado.

Schroeder et al. (2021) consideram que a transformação digital da agropecuária se concretiza ao nível privado, no contexto das propriedades rurais que podem ou não adotar as tecnologias digitais oferecidas por grandes empresas, por startups ou serviços de governo.

Ressalta-se que a digitalização da agropecuária introduz novas regras econômicas e modelos de negócios ao setor, estabelecendo pressões para que as empresas estabelecidas – em geral, as grandes multinacionais fornecedoras de insumos e equipamentos - desenvolvam novas agendas estratégicas no sentido de renovar seus modelos de negócios; aproximar-se e colaborar com outros atores de um ecossistema de inovação; estabelecer uma cultura de abertura de informações, aprendizado e adaptação; adquirir novas competências para conseguir escalar seus novos produtos e atuar em novos papéis de mercados (ANNOSI; BRUNETTA, 2021).

Novas categorias de atores privados vêm sendo atraídas pelas promessas relacionadas à digitalização da agropecuária (KOSIOR, 2018). Os novos entrantes no contexto da TDC são: grandes empresas do setor de TIC como Bosch, Cisco, Facebook, IBM, Intel, Microsoft, Google (ROBERTSON et al., 2018; FACEBOOK, 2020; VON VELTHEIM; HEISE, 2020); operadoras do setor de telecomunicações, buscando o mercado de serviços de conectividade rural; startups Agtech digitais e mecanismos geradores de novos empreendimentos como aceleradoras, incubadoras de empresas, parques tecnológicos, hubs de inovação, investidores de risco, dentre os mais representativos.

Destaca-se o papel central das Agtechs nesta nova dinâmica da inovação digital do campo, estabelecendo interfaces com as instituições de ensino e pesquisa, os mecanismos?? geradores de novos empreendimentos ANPROTEC (2019) como incubadoras e aceleradoras de negócios, as grandes empresas (do agronegócio, dos setores de TIC e Telecomunicações) e com investidores de Venture Capital. No entanto, a qualidade da contribuição das Agtechs para a TDC depende das contribuições que recebem do ecossistema de inovação em que se inserem (SCHROEDER et al.,2021). Programas de aceleração, mentorias, parcerias em pesquisa,

investimentos, incentivos governamentais e regulação adequada são fatores que contribuem para promover o fortalecimento do empreendedorismo agrícola digital.

Coloca-se, assim, uma segunda questão: *como a promoção de mecanismos de incentivo e apoio ao empreendedorismo Agtech contribui para a TDC?*

No âmbito desta tese foi conduzido um estudo descritivo sobre o contexto brasileiro em relação à TDC, considerando: aspectos institucionais; estrutura de conectividade e aspectos privados da TDC, com destaque para a legislação associada à conectividade rural e a atuação das empresas privadas atuando neste segmento.

Foi também analisado o movimento Agtech, considerando o conjunto das 1.125 Agtechs mapeadas por Dias et al. (2019), que oferecem soluções tecnológicas para a cadeia produtiva agropecuária desde genética de plantas, tecnologias produtivas até plataformas de distribuição, comercialização e varejo. Investigou-se o segmento de Agtechs digitais atuando no contexto da produção agropecuária (segmento FarmTech) – tendo em vista o foco da pesquisa na Transformação Digital do Campo – sem considerar os segmentos de processamento e varejo, mais urbanos. O conjunto das startups agrodigitais atuando no segmento produtivo representa 40% do universo mapeado por Dias et al. (2019).

Tendo em vista a relevância da promoção do empreendedorismo Agtech para a digitalização do campo e a influência dos ecossistemas de inovação⁴ para seus resultados (SCHROEDER, et al., 2021), foi estabelecido um recorte regional de investigação das iniciativas de fomento ao segmento e sua contribuição para a TDC. O recorte regional, aliado ao setorial (Agricultura 4.0), permite uma investigação de um contexto mais homogêneo em relação a incentivos, recursos e legislação.

Optou-se por investigar o estado de São Paulo, que possui o maior Produto Interno Bruto (PIB) entre os estados brasileiros, sendo responsável por cerca de 32% do PIB nacional⁵ (IBGE, 2018). São Paulo é um importante polo de inovação e empreendedorismo tecnológico tanto no Brasil quanto em âmbito mundial. No estado existe uma grande confluência entre

4 Ainda que a literatura aponte que existam ambiguidades conceituais relacionadas à abordagem de ecossistemas, considerando: a inexistência de uma definição comum e o fato de envolver pesquisas promovidas a partir de vários contextos de aplicação e campos acadêmicos, nem sempre comparáveis (OH et al. 2016; KLIMAS; CZAKON, 2021), optou-se por esta linha de investigação tendo em vista seu amplo uso por organizações promotoras de inovação e empreendedorismo no contexto brasileiro (ANPROTEC, 2019; EMBRAPA, 2020; ENDEAVOR; ENAP, 2021; FINEP, 2021).

5 O PIB do segundo estado que mais contribuir para a economia nacional, o Rio de Janeiro, representa cerca de 11% do PIB nacional.

centros de pesquisa e inovação tanto em TIC quanto em Ciências Agrárias e a mais importante Fundação de Apoio a Pesquisa do país.

Em relação ao empreendedorismo, vários municípios paulistas obtiveram boas classificações na pesquisa Índice de Cidades Empreendedoras Brasil 2020 (ENDEAVOR/ENAP, 2020). A pesquisa avalia as cem cidades mais populosas do Brasil, analisando os seguintes indicadores: ambiente regulatório, infraestrutura, mercado, acesso a capital, inovação, capital humano e cultura empreendedora. Os municípios paulistas que se posicionaram nos melhores lugares do ranking foram: São Paulo (1º), São José dos Campos (6º), Jundiaí (8º), Campinas (12º), Ribeirão Preto (21º), Franca (27º) e Piracicaba (28º). Isto mostra que existem várias localidades com potencial para ser um categorizadas como ecossistema de inovação, o que faz com que o estado de São Paulo possa ser considerado um “ecossistema de ecossistemas”.

Quanto ao empreendedorismo agrícola, o estado concentra a maior quantidade de startups Agtech brasileiras – 52,4% do total nacional (DIAS et al., 2019) – que é um indicativo do potencial do estado em desenvolver e disseminar novas tecnologias digitais agropecuárias. Além disso, o PIB do Agronegócio paulista correspondeu, em 2020, a 14% do PIB do estado, maior participação da série histórica do CEPEA (2021), registrando avanços em ambos os ramos (agrícola e pecuário), com destaque para o segmento primário (produção agropecuária).

No que se refere ao setor empresarial, São Paulo concentra grandes empresas privadas nacionais e multinacionais do segmento de tecnologia assim como empresas processadoras de produtos da agropecuária. Neste contexto, considera-se que o estado é um importante gerador e disseminador de novas tecnologias digitais agropecuárias e, ao mesmo tempo um forte adotante tendo em vista possuir uma participação importante do agronegócio no PIB paulista.

Objetivos geral e específicos

O objetivo geral desta pesquisa é investigar os fatores que contribuem para o fenômeno da Transformação Digital do Campo, com destaque para a contribuição dos mecanismos de incentivo e apoio ao empreendedorismo Agtech digital e agrodigital, no contexto de Ecossistemas de Inovação Agrícola Digital no estado de São Paulo.

Foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

1. Analisar o fenômeno da Transformação Digital aplicado à agropecuária, considerando especificidades do setor e as tendências tecnológicas e de mercado;
2. Mapear as principais categorias de fatores direcionadores da TDC;
3. Analisar a performance brasileira em relação à digitalização e digitalização do campo globalmente e na América Latina;
4. Investigar o contexto brasileiro para a digitalização do campo considerando iniciativas públicas e privadas, com destaque para a atuação das Agtechs digitais situadas no país;
5. Caracterizar o ambiente de inovação paulista e identificar os principais ecossistemas de inovação agrícola digital no estado de São Paulo, a partir da concentração de Agtechs;
6. Promover um mapeamento não-exaustivo dos ecossistemas de inovação agrícola digital selecionados como estudos de caso – Piracicaba, Campinas e São Carlos – destacando principais atores e iniciativas de incentivo ao empreendedorismo Agtech;
7. Selecionar e investigar iniciativas de incentivo e apoio ao empreendedorismo Agtech digital e agrodigital promovidas em Piracicaba, Campinas e São Carlos, assim como suas principais contribuições para a digitalização do campo.

Metodologia e Etapas da Pesquisa

Tendo em vista a novidade do tema, a primeira etapa desta pesquisa se organiza a partir de uma abordagem **exploratória**, utilizando métodos qualitativos e elementos quantitativos para investigar o fenômeno da TDC, caracterizando-se assim pelo emprego de métodos mistos de pesquisa.

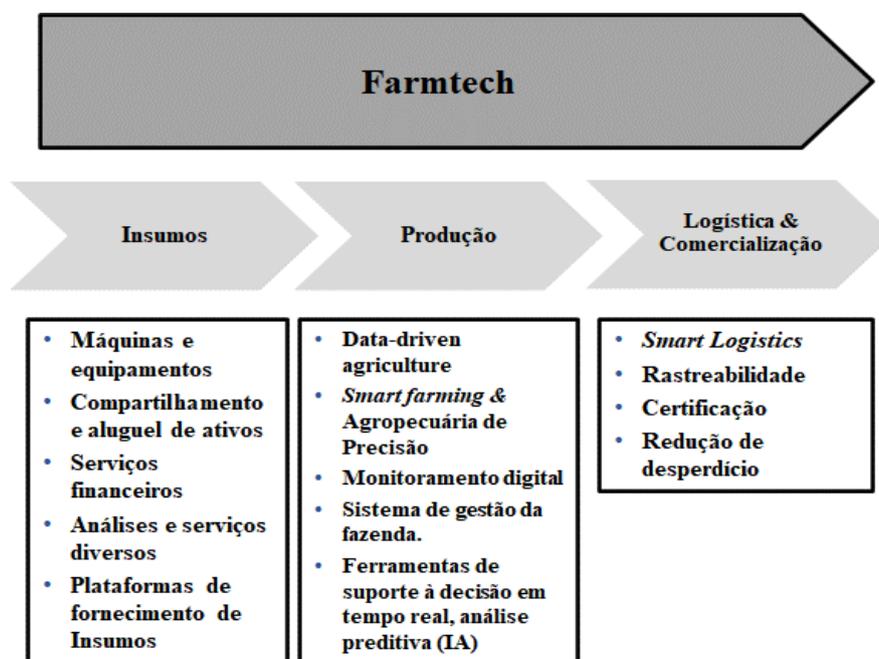
A premissa de base para os métodos mistos de pesquisa é que a combinação de métodos quantitativos e qualitativos, a partir de um processo de triangulação, permite um entendimento mais profundo do problema de pesquisa ou fenômeno social estudado na comparação com estudos empregando um único tipo de método (JOGULU e PANSIRI, 2011; CRESWELL, 2014).

A base de dados do estudo Radar Agtech Brasil desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), pela consultoria *Homo Ludens* e pela investidora SP Ventures (DIAS et al., 2019; FIGUEIREDO et al., 2021) publicado nos anos de

2019 e 2021 foi um dos **elementos quantitativos** utilizados nesta pesquisa, destacando-se a seleção e categorização das Agtechs digitais atuando no Brasil. Os dados disponíveis sobre as Agtechs são: segmento de atuação (Antes, Dentro da Fazenda, Depois); tipo de cadeia produtiva (Agricultura/Animal/Alimentar/Infra), classificação tecnológica, website, descrição, localização.

Tendo em vista o foco na Transformação Digital do Campo, foi efetuado um recorte para o segmento produtivo (FarmTech) considerando: a oferta de produtos ou serviços para o setor agropecuário embasados por tecnologias digitais; soluções aplicadas ao setor produtivo, envolvendo insumos e atividades na propriedade, incluindo venda da produção, logística e distribuição. Este recorte está apresentado na Figura 2.

Figura 2: Agtechs digitais considerando o segmento Farmtech



Elaboração própria a partir de AgFunder (2020) e Day (2020)

Outros elementos qualitativos utilizados foram e dados estatísticos como os da Fundação SEADE (2021), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO/UN).

O Quadro 1 apresenta as etapas metodológicas da pesquisa.

A **Etapa 1** apresenta os resultados da revisão de literatura, a partir de uma abordagem narrativa. O processo de transformação digital e suas características é apresentado

a partir do arcabouço evolucionário do progresso técnico, com destaque para as suas especificidades e perspectivas envolvendo a digitalização do campo.

A **Etapa 2** envolveu uma pesquisa exploratória e qualitativa, desenvolvida no sentido de explorar o tema de interesse – Transformação Digital do Campo – e suas várias dimensões, a partir de dados secundários, considerando a seguinte pergunta de pesquisa: *Quais fatores direcionam a evolução da Transformação Digital do Campo?*

Quadro 1: Etapas metodológicas da Pesquisa

Etapas	Descrição
Etapa 1 Revisão de literatura	Revisão de literatura narrativa sobre o fenômeno da Transformação Digital e sua vertente na Agropecuária
Etapa 2 Pesquisa Exploratória	Mapeamento dos Direcionadores da TDC: posição do Brasil nos indicadores internacionais de digitalização da agropecuária.
	Digitalização do Campo no Brasil: ambiente institucional, nova dinâmica inovativa e o papel das agtechs.
Etapa 3 Estudo empírico	Estudo de múltiplos casos: mapeamento dos ecossistemas de inovação agrícola de Piracicaba, Campinas e São Carlos.
	Investigação sobre programas de incentivo e fortalecimento de Agtechs e sua contribuição para TDC.

Os dados secundários considerados foram: (i) revisão de literatura acadêmica e de pesquisas internacionais sobre o tema; (ii) documentos técnicos governamentais mapeados e relatórios temáticos. A partir destes dados secundários foi estabelecido um quadro de consolidação das condições básicas e dos fatores contribuintes da TDC. O passo seguinte, foi analisar o contexto brasileiro em relação à TDC na comparação com outros países e depois investigar o ambiente institucional brasileiro, a dinâmica inovativa da agricultura digital e o movimento Agtech no país.

A fim de promover um melhor entendimento dos fatores de influência para a evolução da Transformação Digital do Campo, foi conduzida a **Etapa 3** que envolveu um estudo empírico para responder à seguinte pergunta: *qual a contribuição de iniciativas de incentivo e apoio ao empreendedorismo Agtech, no contexto de ecossistemas de inovação agrícola digital, contribui para a TDC?*

Tendo em vista a novidade e a complexidade do tema, envolvendo vários indicadores e inter-relacionamentos, optou-se pela condução de múltiplos estudos de caso.

Buscou-se uma amostra que contivesse ecossistemas inovadores com foco maior em Agtech, tanto pela participação do setor agropecuário na economia local quanto pela base de conhecimento existente na região, especialmente quanto à presença de Agtechs digitais.

Foram selecionados os municípios de Piracicaba, Campinas e São Carlos para os estudos de caso. Iniciativas de fortalecimento do empreendedorismo Agtech promovidas nestas localidades foram mapeadas; indivíduos que participaram como organizadores ou parceiros foram identificados e convidados para participar de entrevistas semiestruturadas. Treze indivíduos foram entrevistados - nove homens e quatro mulheres - vinculados a Institutos de Pesquisa e Universidades (cinco entrevistados), Aceleradoras (três entrevistados), Hubs de Inovação (um entrevistado), investidoras de Venture Capital (três entrevistados) e governo (um entrevistado) – todos especialistas em empreendedorismo Agtech, alguns especializados em Agtech digital.

Estrutura da Tese

O Quadro 2 relaciona os objetivos específicos da Tese aos capítulos descritos.

Quadro 2: Objetivos específicos abordados em cada capítulo da Tese

Capítulos	Objetivos específicos
Capítulo 1: O fenômeno da transformação digital e sua vertente na agropecuária	1. Estudar o fenômeno da Transformação Digital aplicado à agropecuária, considerando especificidades do setor e as tendências tecnológicas e de mercado.
Capítulo 2: Direcionadores da TDC: Posição do Brasil nos Indicadores Internacionais de Digitalização da Agropecuária	2. Mapear as principais categorias de fatores direcionadores da TDC 3. Analisar a performance brasileira em relação à digitalização e digitalização do campo globalmente e na América Latina.
Capítulo 3: Digitalização do Campo no Brasil: ambiente institucional, nova dinâmica inovativa e o papel das agtechs	4. Analisar o contexto brasileiro para a digitalização do campo considerando iniciativas públicas e privadas, com destaque para a atuação das Agtechs digitais situadas no país.
Capítulo 4: Caracterização do ecossistema paulista de inovação agrícola: casos de Piracicaba, Campinas e São Carlos	5. Caracterizar o ambiente de inovação paulista e identificar os principais ecossistemas de inovação agrícola digital no estado de São Paulo, a partir da concentração de Agtechs. 6. Promover um mapeamento não-exaustivo dos estudos de caso –Piracicaba, Campinas e São Carlos.
Capítulo 5: Incentivo e Apoio ao Empreendedorismo Agrícola Digital em São Paulo: Contribuições para a evolução da TDC	7. Investigar exemplos de iniciativas de incentivo a startups Agtech promovidas em Piracicaba, Campinas e São Carlos, assim como suas principais contribuições para a digitalização do campo.

O Capítulo 1 investiga o **fenômeno** da TD considerando suas características mais abrangentes e sua vertente de aplicação ao setor agropecuário, nesta pesquisa denominada Transformação Digital do Campo (TDC). As perguntas de pesquisa a serem respondidas são: *Quais são as características da TD? Como se manifesta sua vertente agropecuária?*

O Capítulo 2 mapeia e analisa os direcionadores da TDC, estabelecendo as condições necessárias para o fenômeno e os fatores contribuintes. Um **panorama internacional da TDC** é apresentado e assim como a performance do Brasil em rankings internacionais relacionados à digitalização da agropecuária. Busca-se responder às seguintes perguntas: *Quais são os fatores que influenciam na evolução da TDC? Como as escolhas nacionais em relação a estes fatores influenciam na distribuição dos dividendos digitais da TDC? Qual a posição do Brasil no contexto internacional e na América Latina?*

O Capítulo 3 descreve o **contexto da TDC no Brasil** considerando três dimensões: o ambiente institucional e as ações promovidas na esfera pública; a nova dinâmica inovativa marcada pela interação entre atores tradicionais e novos entrantes ao setor agropecuária; e o papel das startups agtechs digitais neste cenário. Este capítulo busca responder às seguintes perguntas: *quais as escolhas que o Brasil vem fazendo em termos de políticas e incentivos para a digitalização do campo? Quais as ações promovidas pela iniciativa privada para fomentar a digitalização do campo? Como as Agtechs vêm participando desta nova dinâmica inovativa da agricultura?*

O Capítulo 4 apresenta uma caracterização do ecossistema de inovação agrícola digital no estado de São Paulo, a complementado pela abordagem de **Sistema Regional de Inovação Agrícola paulista** com destaque para: a densidade de Instituições de Ciência, Tecnologia e Ensino (ICTE) e fomento à pesquisa agrícola; o ambiente institucional para inovação e os vetores de desenvolvimento local. Foram mapeados os ecossistemas de Piracicaba, Campinas e São Carlos, selecionados a partir de indicadores relacionados ao empreendedorismo Agtech, agrodigital e suas características e seu potencial agropecuário. Resultou deste mapeamento a identificação das iniciativas de fortalecimento de startups Agtechs e Agrodigitais.

A contribuição de **mecanismos de incentivo e apoio de startups Agtech para a TDC** foi investigada a partir de pesquisa empírica, cujos resultados estão descritos no Capítulo 5. Foram identificados os resultados de inovação, mercado e organizacionais esperados a partir da participação de Agtechs nestas iniciativas. A partir da análise dos dados coletados por

intermédio entrevistas semiestruturadas e de uma análise indutiva a partir da literatura, foram elaboradas inferências, apresentadas na forma de proposições.

A última seção do trabalho apresenta as **Conclusões**. O estudo identificou que os mecanismos de apoio a Agtech oferecem três tipos principais de contribuições para TDC: geração de novos produtos e serviços; disseminação de novas tecnologias, por meio da captação de novos clientes; promoção de fluxos de novos conhecimentos e tecnologias digitais a partir da celebração de parcerias. Um dos fatores mais relevantes para a geração destes resultados, e que veio à tona mais fortemente por meio da pesquisa junto às fontes primárias, é a criação de “capital social”, o qual contribui para a “qualidade” dos ecossistemas de inovação agrícola digital envolvidos, para a estruturação das Agtechs, para a ampliação da oferta de soluções digitais para o campo, assim como para sua disseminação entre os produtores.

Destacam-se duas possibilidades de estudos futuros para a continuidade das investigações sobre as contribuições oferecidas pelo fortalecimento do ecossistema de inovação agrícola digital para a evolução da TDC: investigar as percepções das startups Agtech em relação ao papel dos mecanismos de incentivo ao empreendedorismo para a geração de inovações digitais assim como mapear os principais desafios encontrados; analisar os processos de construção de capital social nos diferentes ecossistemas locais, identificando boas práticas e pontos a melhorar.

CAPÍTULO 1: O FENÔMENO DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL E SUA VERTENTE NA AGROPECUÁRIA

A partir da última década, o termo “Transformação Digital” se tornou cada vez mais presente na mídia de negócios, em relatórios emitidos pelas empresas de consultoria empresarial e também na literatura acadêmica. A evolução e disseminação do uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) vem transformando a economia e a sociedade no contexto global. Ainda que a velocidade desta Transformação Digital (TD) varie entre setores e localidades, é um movimento que afeta todos os países, sejam desenvolvidos, emergentes ou em desenvolvimento (UNCTAD, 2019), impactando em diversas dimensões da atividade humana – economia, sociedade, governo, empresas, vida privada.

Vale destacar que o cenário da atual (r)evolução digital difere do processo iniciado na década de 1990, quando as TIC sustentavam processos de gestão organizacional e um rol relativamente limitado de atividades individuais. Nambisan et al. (2020) descrevem a TD como algo onipresente, que perpassa organizações em todos os setores econômicos e de todos os tipos – novas e antigas; grandes e pequenas; públicas e privadas – que apresenta novos desafios, consideráveis e não experimentados para a agenda inovativa e estratégica das organizações.

Um conjunto de tecnologias digitais emergentes estrutura os principais avanços da TD, caracterizado por efeitos de convergência e combinação o que faz com que o conjunto ofereça impactos muito mais significativos do que cada tecnologia isolada. A tendência de redução de custo destas tecnologias emergentes faz com que novas aplicações sejam viabilizadas a partir de combinação inovativa dos diferentes grupos tecnológicos (WEF; ACCENTURE, 2017). A partir deste movimento combinatório, a tecnologia assume um papel multiplicador, acelerando o progresso técnico de uma forma exponencial.

Os principais grupos de tecnologias digitais, interdependentes, que estruturam a TD são: maior poder de processamento computacional, tecnologias aprimoradas de conectividade, Computação em Nuvem (*Cloud Computing*), *Big Data e Analytics*, Internet das Coisas (IoT, no acrônimo em inglês), Inteligência Artificial (IA) e *Blockchain* (OECD, 2019; UNCTAD, 2019).

O Quadro 3 apresenta uma breve definição destas tecnologias e suas aplicações.

Quadro 3: Grupo de tecnologias digitais que caracterizam a Transformação Digital

Grupos de tecnologias digitais	Descrição
Maior poder de processamento computacional	Envolve a agregação de poder computacional para processamento de dados, visando oferecer uma performance mais alta, sendo aplicado em geral para resolver problemas científicos, de engenharia ou de negócios que envolvem grande quantidade de dados e muito processamento.
Novas tecnologias de conectividade	Os principais aprimoramentos em relação às redes atuais são: alta velocidade, transferência de dados mais rápida, melhoria no suporte a algumas aplicações. A expectativa é que as chamadas redes 5G aprimorem a comunicação e o intercâmbio de dados e informações entre equipamentos e dispositivos como carros não tripulados e semáforos, permitindo sua aplicabilidade.
Computação em Nuvem	Envolve a oferta de serviços computacionais sob demanda de uma gama de serviços computacionais on-line como aplicações de software, capacidade de armazenamento, possibilidades de trabalho em rede e poder de processamento computacional. Este modelo reduzir a necessidade de investimentos em equipamentos por parte das firmas, incentivando a transformação digital assim como a adoção de outras tecnologias digitais.
<i>Big Data e Analytics</i>	Os grandes volumes de dados, chamados Big Data, gerados a partir de sensores, imagens e outras formas automáticas, podem ser processados e analisados a partir de técnicas computacionais e, com a utilização de aprendizado de máquina, podem gerar modelos baseados em Inteligência Artificial, utilizando-se de poder de processamento da computação em nuvem.
Internet das Coisas	Refere-se à interconexão de equipamentos e sensores que oferece o intercâmbio de dados em tempo real, via Internet, oferecendo a possibilidade de tomada de decisão (assistida ou automática, por atuadores). Permite monitorar atividades de campo de forma a oferecer novas aplicações, novos serviços e novos modelos de negócios baseados na coleta, transmissão e processamento de dados a partir de sensores.
Inteligência Artificial	Habilidade de máquinas e sistemas computacionais em adquirir e aplicar conhecimentos para realizar uma grande variedade de tarefas cognitivas como: processamento de linguagem, reconhecimento de padrões, aprendizado, tomada de decisão e predição.
Blockchain	Tecnologia que permite que aplicações promovam transações seguras para uma grande variedade de ativos. Os eventos e transações são registrados em blocos que são encadeados cronologicamente, utilizando criptografia avançada para criar um registro digital. Se alguém tentar alterar o registro, a cadeia se quebra e os nós da rede são notificados. A aplicação mais disseminada são as criptomoedas (como o Bitcoin) outras aplicações vêm sendo testadas em setores como agropecuária e manufatura a fim de garantir transparência e segurança nas transações.

Fonte: OECD (2019a)

Mas vale notar que, ainda que a TD seja estruturada por tecnologias digitais, o fenômeno é construído por pessoas e organizações, influenciado pelas escolhas institucionais, gerando impactos econômicos, sociais e, eventualmente ambientais, e provocando mudanças intensas nas organizações, nos governos e na vida privada. No âmbito desta pesquisa,

consideramos que a TD pode ser descrita como o resultado dos **efeitos combinados de várias inovações digitais** trazendo **novos atores**, estruturas, práticas, valores e crenças que mudam, ameaçam, substituem ou complementam as **regras existentes do jogo** dentro de organizações, ecossistemas, setores (HININGS et al., 2018).

Este capítulo investiga o fenômeno da TD considerando suas características mais abrangentes e sua vertente de aplicação ao setor agropecuário, nesta pesquisa denominada Transformação Digital do Campo (TDC). Também chamada “Agricultura Digital” e Agricultura 4.0 (MASSRUHÁ et al., 2020), a TDC caracteriza-se pelo desenvolvimento e aplicação de um amplo sistema de tecnologias digitais inter-relacionadas no contexto de todos os elos das cadeias agropecuárias. A expectativa é de uma grande transformação do setor agropecuário a partir da digitalização, com a geração de vários impactos potenciais: reduzir riscos inerentes à complexidade da agropecuária; diminuir desperdícios em vários elos da cadeia produtiva; e aumentar a produtividade, a qualidade dos alimentos e a sustentabilidade das práticas produtivas.

Este capítulo possui três seções. A próxima seção apresenta as características da TD enquanto processo de mudança técnica, sob uma vertente Neo-Schumpeteriana. A segunda seção descreve uma “nova lógica” estabelecida na Era Digital (PEREZ, 2002; FRANCIS, 2018), a partir das transformações socioinstitucionais que marcam este novo contexto, a saber: inovação digital, novos atores, colaboração, novos modelos de negócios e novas formas organizacionais, como as plataformas. A terceira seção apresenta as especificidades da TDC, considerando a evolução da inovação digital no contexto da agropecuária, os desafios que se apresentam ao setor e as tendências relacionadas à Agricultura 4.0.

1.1 Um olhar evolucionário sobre a Transformação Digital

O fenômeno da Transformação Digital pode ser analisado como um processo de mudança técnica e de inovação a partir da abordagem da Economia Evolucionária⁶

6 A abordagem da Economia Evolucionária ou Neo-Schumpeteriana emergiu a partir da década de 1980, a partir dos trabalhos seminais de Nelson e Winter (1982) e Freeman e Soete (1997), inspirados na teoria desenvolvida do economista austríaco Joseph Schumpeter. Um diferencial desta abordagem é considerar inovação como um processo endógeno à firma, uma vez que, até então, a inovação era considerada uma externalidade pelos economistas clássicos. Estudos mais recentes - Dopfer e Nelson (2018) e Nelson (2020) fazem um balanço desta abordagem e destacam perspectivas futuras desta linha de estudos.

(FREEMAN, 1995). Dopfer e Nelson (2018) consideram que a perspectiva evolutiva oferecida por esta abordagem permite uma análise mais refinada da atividade econômica, considerando tanto os processos de transformação tecnológica, com a geração de novos conhecimentos e tecnologias ao longo tempo, quanto as variações que estes fenômenos apresentam nos diferentes setores econômicos.

A partir de um contexto de desequilíbrio e racionalidade limitada, a abordagem Neo-Schumpeteriana entende a mudança técnica como um mecanismo evolucionário do qual participam atores heterogêneos inseridos em um ambiente institucional, desenvolvendo processos de aprendizado e adaptação (LOUÇÃ, 2019). Neste sentido, a partir de observação empírica, são estudados os fatores direcionadores, os padrões de mudança e mecanismos de coordenação estabelecidos em relação ao objeto de estudo.

Jacquinet (2019) destaca a relevância em empregar esta abordagem para entender a fase mais recente de transformação do sistema capitalista, caracterizada pelo rápido desenvolvimento e difusão de inovações digitais e pela emergência de mudanças paradigmáticas em âmbito econômico, social, político, institucional e individual⁷. Francis (2018) descreve uma Era Digital ultradinâmica que se estabelece a partir de mecanismos de convergência e inter-relacionamento entre várias tecnologias emergentes embasadas por TIC, como *Big Data*, Internet das Coisas (IoT, no acrônimo em inglês), inteligência artificial, automação e plataformas online. A autora destaca que, enquanto nos países desenvolvidos este processo se iniciou a partir dos anos 2000, nos países em desenvolvimento o processo se intensificou na década de 2010.

Dosi e Nelson (2010) indicam que, na perspectiva evolucionária do avanço tecnológico, o capitalismo moderno se desenvolve a partir da evolução simultânea de múltiplas tecnologias aplicadas a várias indústrias, interligadas por fluxos de conhecimento. Este movimento de revolução tecnológica é marcado por sucessivas inovações radicais e incrementais, com caráter sistêmico, que afetam a estrutura da indústria, o sistema econômico e a estrutura institucional (FREEMAN; LOUÇÃ, 2004). Neste movimento, novos setores

⁷ Vários autores – como Francis (2018), Jacquinet (2019), Sturgeon (2019) e relatórios de organismos internacionais como OECD (2019), UNCTAD (2019) – detalham vários aspectos relacionados à Transformação Digital como seu efeito no trabalho, na vida privada e bem estar dos indivíduos e os processos de exclusão associados à digitalização. Esta pesquisa analisa, nas próximas seções, as mudanças associadas à nova lógica da TD com foco em sua aplicação ao setor agropecuário.

surgem, alguns segmentos se aprimoram e outros desaparecem. Para Dosi e Nuvolari (2020), a evolução do capitalismo é caracterizada pelo desdobramento de uma sequência de sistemas tecnológicos pervasivos, passando por ondas de desenvolvimento de longo prazo, alternando períodos de crescimento econômico mais robusto com fases recessivas.

Freeman (1995) define um **sistema tecnológico** como grupos de tecnologias interdependentes, dominantes em cada período de revolução tecnológica. O processo de gestação e o desenvolvimento de um novo sistema tecnológico é o gatilho para mudanças estruturais na economia que envolvem as mudanças organizacionais requeridas para o projeto, uso, produção e distribuição de novos produtos (NUVOLARI, 2019; FREEMAN; LOUÇÃ, 2004).

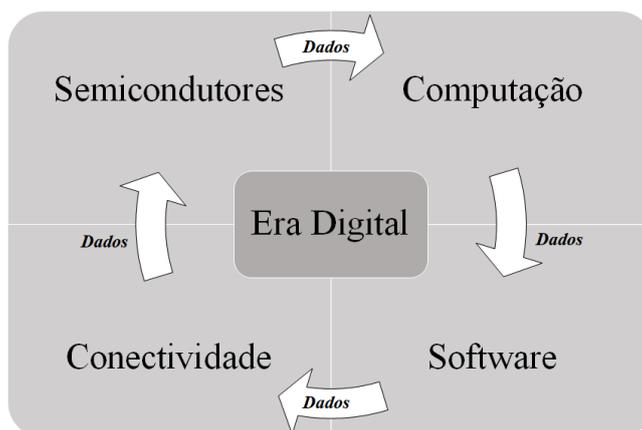
Perez (1983; 2002) desenvolveu o conceito de **paradigma técnico-econômico** para analisar os processos de transformação tecnológica, sob uma perspectiva histórica, considerando as suas interrelações com o contexto econômico, social e político das nações (PEREZ, 1983; 2002). Louçã (2019) aponta um descompasso entre o novo paradigma técnico-econômico e o arcabouço socioinstitucional existente, aspecto fundamental a ser discutido na perspectiva evolucionária. Vale lembrar que o surgimento de um paradigma tecno-econômico, após uma revolução tecnológica, imprime uma **nova “lógica” econômica e social** a partir da criação de um novo sistema tecnológico, do surgimento de novos setores econômicos e de novas infraestruturas. Essa nova “lógica” direciona as decisões e atividades de empreendedores, gestores, inovadores, investidores e consumidores, assim como suas interações durante o período de revolução tecnológica (PEREZ, 2002).

Perez (2002) denomina “**Era da Informação e das Telecomunicações**”, o paradigma técnico-econômico iniciado a partir da década de 1970⁸, embasado pela evolução de grupos de TIC. A autora destaca que este paradigma se estabeleceu a partir de três bases tecnológicas principais: (i) o aumento exponencial das capacidades de **processamento** computacional e de armazenamento de dados, a um baixo custo relativo, conforme a chamada Lei de Moore (1965); (ii) a evolução da infraestrutura de **conectividade** da Internet; (iii) desenvolvimento de novas habilidades e **competências** digitais pelos indivíduos, caracterizando um “novo estilo tecnológico”. Este novo paradigma teve um papel disruptivo, mudando as regras de jogo em grande parte do mundo (PEREZ, 2017).

⁸ O marco de início deste paradigma, segundo Perez (1983) seria o a partir da invenção do microprocessador pela Intel em 1971.

Mais recentemente, Nuvolari (2019) utiliza o termo “blocos de desenvolvimento”⁹ (*development blocks*) para fazer referência a um grupo de tecnologias sobre os quais se estrutura a Era Digital e que são complementares entre si: **semicondutores, computação, software, conectividade**, representados pela Figura 3. Destaca-se o intercâmbio de **dados** entre os grupos tecnológicos.

Figura 3: Blocos de desenvolvimento que estruturam a Era Digital



Fonte: Desenvolvido pela autora a partir de Nuvolari (2019)

O autor aponta que a natureza transformativa da revolução digital é possibilitada pela natureza “autocatalítica” da interação entre as trajetórias dos quatro grupos tecnológicos mencionados, ou seja: as inovações em um grupo tecnológico são, ao mesmo tempo, dependentes de inovações em outros grupos, e também capazes de induzir novos avanços em domínios relacionados. São processos de estímulo mútuo entre estes blocos, seja por interações comerciais ou não (NUVOLARI, 2019).

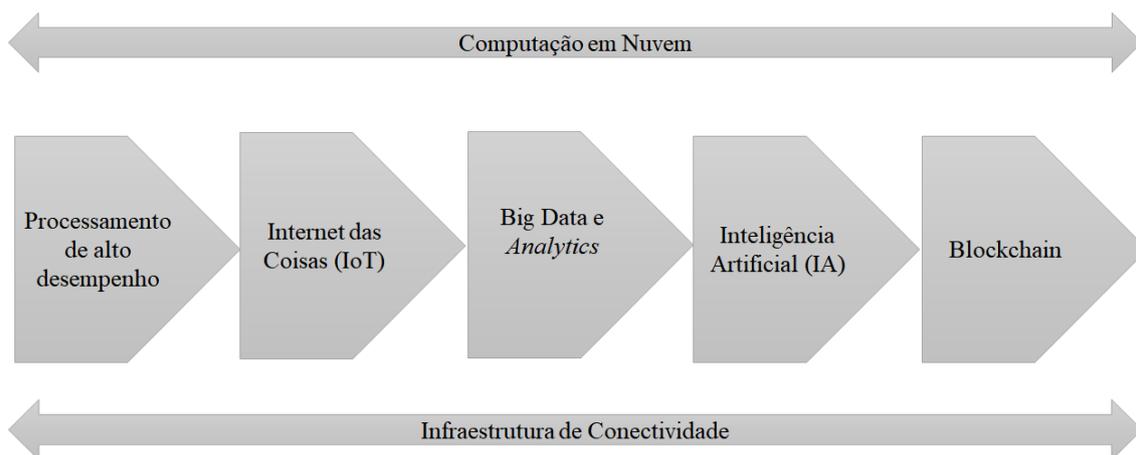
Um exemplo de processo “autocatalítico” é a interdependência entre a evolução dos microprocessadores, na capacidade de processamento computacional, permitindo o avanço dos computadores e o surgimento de novos dispositivos, como o smartphone. Ressalta-se o papel e intercâmbio de dados entre os blocos de desenvolvimento da Era Digital, no sentido de criar valor, novos conhecimentos e novas práticas.

⁹ O conceito de *development block*, a partir de Dahmén (1988) está relacionado a tensões estruturais e complementaridades, aplicada ao ambiente empreendedor. O conceito refere-se a uma sequência de atividades complementaridades que, interagindo no contexto de desequilíbrio, pode resultar em uma nova situação de equilíbrio.

Blijleven et al. (2013) descrevem, como exemplo de inovação disruptiva da Era Digital, o lançamento do **smartphone iPhone** da Apple, em 2007, posicionando-se como um design dominante, associado a uma plataforma de serviços e a produtos complementares. Esta tecnologia provocou uma reestruturação do mercado de telefonia, afetando tanto as operadoras de telecomunicações, quanto outros fabricantes de celulares e desenvolvedores de aplicativos assim como o consumo e a vida privada.

A Figura 4 representa os principais grupos de tecnologias emergentes da Era Digital. Estas tecnologias se estruturam a partir de combinações entre os “blocos de desenvolvimento” indicados por Nuvolari (2019) - semicondutores/ processadores, computação, software e conectividade – a partir de um novo ciclo de inovações embasadas pelo amplo uso de TIC, por grandes bases de dados, pelo desenvolvimento de uma nova geração de algoritmos (software) e de plataformas digitais.

Figura 4: Tecnologias emergentes da Era Digital



Fonte: Autoria própria a partir de OECD (2019a)

Vale notar que, conforme a indica a Figura 4, a infraestrutura de **conectividade** digital e **computação em nuvem** são transversais aos outros grupos de tecnologias emergentes.

A **conectividade** é essencial a uma rápida transmissão de dados e informações e para uso dos outros grupos de tecnologias emergentes e suas combinações. A conectividade de banda larga vem sendo cada vez mais requerida tendo em vista o crescente volume de dados e a existência de aplicações quererem grande capacidade de transmissão - como streaming de vídeos, veiculação de conteúdo online (em redes sociais, webinars, aprendizado à distância e transmissão de vários tipos de eventos), e atividades de monitoramento e controle online em

fábricas e na agropecuária (STURGEON, 2019). No entanto, apesar da intensa disseminação das TIC há mais de 20 anos, existem localidades com menor infraestrutura e pouca conectividade, o que representa desafios para a ampla adoção de tecnologias digitais no contexto global¹⁰. Sturgeon (2019) destaca que a implementação da rede de celulares 5G pode oferecer novas possibilidades de conexão no contexto de usuários de rede móvel que são da última milha (*last mile*), aqueles que não são atendidos pelas redes de fibra ótica, o que pode ampliar a abrangência dos serviços digitais e oferecer mais ubiquidade, resiliência e eficiência.

A **computação em nuvem** tem um importante papel, transversal, no sentido de oferecer recursos de processamento computacional e de armazenamento de dados na forma de serviços, a partir de uma estrutura de conectividade de alta velocidade (UNCTAD, 2019). Modelo conhecido como “Tudo como Serviço” (*everything-as-a-service* - EaaS)¹¹, a arquitetura da computação em nuvem reduz a necessidade de investimentos próprios em infraestrutura e em competências digitais relacionadas, oferecendo flexibilidade e escala, transformando modelos de negócios empresariais; reduzindo as barreiras à entrada de novos competidores em vários setores de atuação, e facilitando a criação de estruturas no modelo de plataformas, entre outros efeitos (BLIJLEVEN et al., 2013; OECD, 2014; UNCTAD, 2019).

Sturgeon (2019) aponta que a computação em nuvem oferece grandes perspectivas para armazenar, processar e analisar as **grandes quantidades de dados** geradas por diversos mecanismos. Dados foram considerados o combustível do futuro (WORLD BANK, 2018) configurando-se como recursos-chave dos processos econômicos, representando uma importante fonte de valor seja para a tomada de decisão ou para o desenvolvimento de atividades produtivas (OECD, 2019). Ainda que dados venham sendo coletados há muitos anos, o acelerado processo de TD levou este fenômeno a outro nível a partir do crescimento exponencial da capacidade de coleta, transmissão, processamento e análise de dados, com o emprego de algoritmos sofisticados a um custo reduzido (UNCTAD, 2019). Grandes empresas mundiais possuem modelos de negócios embasados por dados, como Alphabet (a empresa

10 A análise da digitalização sob a perspectiva da geografia econômica e as categorias de desigualdades associadas será conduzida no Capítulo 2, juntamente com o estudo da posição do Brasil em rankings internacionais sobre digitalização no campo.

11 O modelo de negócio EaaS pode ser incluído na tendência de “servitização”, a ser discutida mais a frente, uma vez que envolve serviços de software, hardware, sistemas, manutenção (STURGEON, 2019). O autor faz referência também a outras mudanças anteriores: a mudança do software como produto adquirido em meio físico ou por download, para um modelo *software-as-a-service* (SaaS) e *platform-as-a-services* (PaaS), o que significa que o software está sempre disponível e atualizado, a partir de um dispositivo com conectividade à internet.

controladora do Google), Amazon, Apple, Facebook e Microsoft— consideradas as cinco empresas mais valiosas do mundo (WORLD BANK, 2018).

O termo **Big Data** é utilizado para referir aos grandes volumes de dados gerados e coletados a partir do monitoramento de atividades na internet e no mundo real (por sensores) que podem ser processados, explorados e analisados com a utilização de algoritmos, processo chamado de *Data Analytics* (OECD, 2015). *Data Analytics* refere-se ao emprego de técnicas computacionais avançadas para extrair informação e significado (como padrões, tendências, repetições, etc.) a partir de dados que, além de grandes em quantidade, apresentam variedade de tipos (caracteres, numéricos, imagens, áudios) e grande velocidade de aquisição (WORLD BANK, 2018). São vários os mecanismos de geração de dados digitais – como o monitoramento de atividades produtivas pelo uso de sensores e câmeras e as transações comerciais e de comunicação (como a atividade em redes sociais e websites) – que podem ser analisados praticamente em tempo real, acelerando a criação de conhecimento e de valor na sociedade (OECD, 2015).

A **inovação direcionada pelos dados** (*Data Driven Innovation*, DDI) é uma tendência elencada por vários autores (JACQUINET, 2019; STURGEON, 2019; OECD, 2015; 2019) e se refere ao uso de dados e algoritmos de análise para: direcionar a criação de novos conhecimentos e valor; aprimorar ou fomentar novos produtos, serviços, processos organizacionais e mercados; estabelecer novos modelos de negócios; e transformar os setores econômicos no sentido de aprimorar competitividade e a produtividade, como uma fonte de crescimento (OECD, 2015).

Sturgeon (2019) descreve a **Internet das Coisas (IoT)** como uma nova fonte de dados gerados de forma ubíqua, transmitidos por redes de conectividade móvel. Uma nova geração de sensores de baixo custo pode ser inserida tanto em eletrodomésticos e *wearables* (dispositivos que podem ser vestidos como óculos) quanto em veículos, equipamentos pesados e prédios. O autor destaca que o uso de bens e serviços conectados, nos domicílios, gera dados sobre os usuários que permitem a empresas responder e antecipar suas necessidades assim como promover ações de publicidade direcionadas.

No ambiente industrial, em contexto de manufatura avançada ou Indústria 4.0¹², dados são coletados via redes de sensores instalados no ambiente e em máquinas e equipamentos e ao longo de cadeias produtivas. A coleta de dados oriundos de múltiplas fontes gera grandes volumes de dados e a sua transmissão por redes sem fio oferece flexibilidade em sua localização, no estabelecimento de redes, na integração, no monitoramento e no controle de equipamentos, veículos e processos à distância. A análise de dados pode apoiar atividades de aprendizado, envolvendo predição e autonomia, manutenção de equipamentos e regulação de processos. Sturgeon (2019) aponta que os grandes volumes de dados gerados por IoT podem ser armazenados por estruturas baseadas em computação em nuvem e relacionados com metadados acurados (dados sobre os dados, envolvendo sua fonte, local, data e hora, etc) fazendo com que possam ser analisados a fim de gerar “insights” para uma “tomada de decisão baseada em dados” por parte de empresas, governos ou de qualquer pessoa ou organização com acesso aos dados e os meios para realizar análises específicas.

A **Inteligência Artificial** (IA), citada como tendência por Jacquinet (2019) e Sturgeon (2019), incluindo *machine learning*¹³ aliada a capacidade de processamento computacional, é habilitada a partir de grandes conjuntos de dados digitais que são analisados para gerar insights e capacidade preditiva (UNCTAD,2019). Vários produtos comerciais já se utilizam deste tipo de tecnologia, com destaque para aplicações dos Estados Unidos e da China. Uma grande discussão em torno das tecnologias de IA, refere-se ao seu impacto nos empregos e na qualidade do trabalho, na medida em que automatiza muitas atividades hoje realizadas por humanos, podendo ampliar as desigualdades econômicas e sociais (JACQUINET, 2019). Segundo o autor, a Era Digital transforma a percepção dos atores e altera a composição dos atores dominantes, que estão conformando as novas tecnologias para obter vantagens, aumentando processos de desigualdade em relação àqueles menos conectados, com menos recursos e menos capacidades para adaptar-se e explorar a mudança.

12 O conceito de Indústria 4.0 começou a ser discutido no início da década de 2010, na Alemanha, no contexto de uma 4ª revolução industrial que difere das revoluções tecnológicas anteriores, a partir da combinação de tecnologias disruptivas em um contexto amplo, incluindo as físicas, as digitais e as biológicas (SCHWAB, 2016). A abordagem da Indústria 4.0 baseia-se na integração de processos de negócios e de manufatura e dos atores envolvidos na cadeia de valor da empresa (como fornecedores e consumidores). Segundo Rojko (2017) países como Estados Unidos, França e China estabeleceram variações relacionadas à abordagem alemã com foco em fábricas inteligentes, embasadas pelo uso de sensores e Internet das Coisas, juntamente com técnicas de automação.

13 Algoritmo que “aprende” a partir da identificação de padrões em grandes conjuntos de dados passados.

Francis (2018) destaca o **Blockchain** ou tecnologias de razão distribuída (*Distributed Ledger Technologies*, DLT) como uma tecnologia emergente característica da Era Digital. As DLT são tecnologias que oferecem uma estrutura distribuída e transparente para registrar atividades digitais e transferências de valor realizadas em um dado segmento produtivo, sem a necessidade de uma entidade central que valide as transações e mantenha a base de dados. A essência desta tecnologia é prover a integridade dos dados registrados, de forma que não possam ser alterados/ adulterados posteriormente garantindo a segurança e transparência sobre as transações. Blockchain pode ser integrado a ferramentas de IoT e IA para oferecer serviços de infraestrutura digital em vários domínios. Apesar de originalmente associada às criptomoedas, existem várias aplicações sendo desenvolvidas a partir de Blockchain como: plataformas de diversas naturezas, videogames, gestão e rastreabilidade em cadeias produtivas, garantia de processos de certificação de produtos, na indústria de seguros e no setor imobiliário, no armazenamento de registros médicos em telemedicina, entre outras (MARR, 2018).

Vale destacar que o conjunto destas tecnologias e infraestruturas se caracteriza como um **sistema tecnológico**, muito mais funcional, poderoso, dinâmico e inovador do que cada um de seus componentes isolados. Fortalecido pelo efeito complementar e “autocatalítico” entre as tecnologias e sustentado pela possibilidade de interoperabilidade, este sistema abre novas oportunidades de combinações tecnológicas e possibilita muitas inovações (OECD,2019).

A análise evolucionária da TD, na perspectiva de um fenômeno evolutivo de mudança técnica que provoca efeitos estruturais, permite identificar as transformações socioeconômicas e as tendências associadas aos drivers tecnológicos identificados nesta seção. A próxima apresenta as transformações e tendências relacionadas à Era Digital.

1.2 Transformações Socioeconômicas da Era Digital

Louçã (2019) enfatiza que a emergência de um paradigma tecno-econômico, por si só, não é capaz de criar um novo modo de desenvolvimento, ressaltando que a economia é um sistema social e que seu crescimento requer ajustes socioinstitucionais. Na linha do trabalho de Perez (2002), destacamos anteriormente que o fenômeno relacionado à TD envolve, além de

direcionadores tecnológicos, uma “nova lógica” que direciona as decisões e as ações dos atores no contexto da presente Era Digital, identificados a partir da literatura acadêmica.

Nambisan et al. (2020) consideram que a emergência de uma nova geração de tecnologias digitais cada vez mais inter-relacionadas e inovadoras, vem remodelando radicalmente a natureza, os processos e os resultados da inovação. O Manual de Oslo (OECD/EUROSTAT, 2018), recentemente revisado, considera que “uma inovação é um processo ou produto novo ou aprimorado – ou uma combinação destes – que tenha sido disponibilizado aos potenciais usuários e que difira significativamente dos produtos e processos gerados anteriormente pelos atores envolvidos” (tradução nossa).

O manual considera que o enfrentamento dos desafios atuais da vida humana – econômicos, sociais ou ambientais – requerem o emprego de novas ideias, abordagens inovadoras e um grande nível de cooperação entre diferentes atores. Neste sentido, a inovação e a digitalização vêm se tornando agentes vitais neste processo, influenciando praticamente todos os setores econômicos e países.

Entende-se **inovação digital** como a criação e/ou aprimoramento de novas ofertas de mercado, processos ou modelos de negócios a partir do uso de tecnologias digitais e de processos de digitalização e de difusão (NAMBISAN et al., 2017). Neste sentido, a digitalização se refere à aplicação ou aumento do uso de tecnologias digitais por organizações, setores econômicos ou países a fim de transformar tarefas existentes ou criar novas atividades e processos (OECD/ EUROSTAT, 2018).

O processo de **difusão tecnológica ou difusão de inovações** - em conformidade com a definição do Manual de Oslo (OECD/EUROSTAT, 2018) – abrange tanto o processo pelo qual as ideias que sustentam as inovações de produto, serviços e práticas de negócios se espalham (difusão do conhecimento da inovação) quanto à adoção de tais produtos ou processos de negócios por outras empresas (difusão do produto da inovação). Furtado (2006) explica que ainda que a fronteira entre inovação e difusão seja muito tênue, é relevante buscar um entendimento e indicadores sobre os mecanismos de difusão. No pós-Guerra, a modelagem matemática foi a primeira abordagem utilizada para estudar os processos de difusão que foi se sofisticando nos anos 1970 e 80. Segundo o autor, sob a perspectiva da economia evolucionária, a difusão passou a ser entendida como um conjunto de inovações incrementais, tanto complementares quanto de infraestrutura, associadas a uma inovação disruptiva. O desenvolvimento de setores e infraestrutura complementares à inovação radical, em processos

de competição e coexistência entre tecnologias tradicionais e emergentes, amplificam o impacto desta inovação podendo levar ao desenvolvimento de novos produtos, serviços e mercados.

Hinings et al. (2018) consideram a emergência de novas tecnologias digitais como processo de inovação radical, que resulta de efeitos combinados de várias inovações digitais que atrai **novos atores**, estabelece **novas formas organizacionais digitais** (arranjo organizacional habilitado por tecnologias digitais envolvendo práticas, estruturas e valores no contexto de uma organização de forma adequada ao contexto institucional), **infraestruturas institucionais digitais** (plataforma tecnológica que estabelece padrões e regras de comportamento, de forma a coordenar a atividade de um numeroso grupo de atores que interagem em setores econômicos ou ramos de atuação) e **blocos de construção institucionais** entendidos como módulos geralmente aceitos e prontos para o uso, envolvendo ferramentas digitais utilizadas para a criação ou gestão de empresas¹⁴.

A nova lógica da inovação na Era Digital inclui, segundo a definição de Hinings et al. (2018), o **surgimento de novos atores interessados** na TD. Mowery e Rosenberg (1998) destacam o importante papel das **novas empresas de base tecnológica** americanas tiveram para explorar comercialmente novos mercados emergentes relacionados às TIC, nas décadas de 1980 e 1990, diferentemente do que ocorria nos mercados japonês e europeus onde grandes empresas já estabelecidas comercializaram estes novos produtos. Castells (2003) indica que o intenso movimento de criação de empresas inovadoras na área de computação permitiu o desenvolvimento e difusão de novas tecnologias para os consumidores em geral. Perez (2002) ressalta que os períodos de revolução tecnológica são marcados por atividades de experimentação e pelo surgimento de novas trajetórias e oportunidades, contexto que envolve um aumento da atividade empreendedora em busca da exploração destas novas de negócios.

A intensificação de um movimento de empreendedorismo digital é característica da nova Era. Como movimento emergente, vários autores consideram a relevância do tema, destacando a existência de várias linhas teóricas no estudo do empreendedorismo digital (NAMBISAN, 2017; WU et al., 2019; ZAHEER et al., 2019). Uma startup digital é uma empresa em seus estágios iniciais de desenvolvimento e crescimento, na qual tecnologias digitais sejam componentes essenciais de seu modelo de negócios (ZAHEER et al., 2019).

14 Sturgeon (2019) faz uma discussão estratégica sobre modularidade, entendida como a partição de tecnologias e elementos de sistemas em módulos, segmentos e componentes – acessíveis, gerenciáveis e interoperáveis, exemplificando sua aplicação na estruturação de novos modelos de negócios, sem necessidade de reconstruir todo um sistema.

Aagard (2019) aponta que a partir de aplicações de tecnologias digitais, as startups digitais desenvolvem novos produtos e serviços; aprimoram suas operações; estabelecem novos modelos de negócios; atuam com inteligência de negócios e interação com clientes e outras partes interessadas utilizando de novos canais (digitais).

Destaca-se a atuação de startups digitais na formação de parcerias estratégicas, seja com empresas tradicionais, grandes empresas de tecnologia ou instituições de ensino e pesquisa (PAUNOV; SATORRA, 2019). Estas parcerias, segundo as autoras, referem-se ao desenvolvimento de esforços conjuntos, combinando competências, ativos, infraestruturas e dados para criação de valor e expansão de mercados e bases de clientes.

Associado à lógica de intensificação da geração de empresas nascentes de base tecnológica, existe um crescimento do mercado de **investimento de risco com foco em novos empreendimentos** (*Private Equity & Venture Capital*¹⁵). As origens deste tipo de investimento nos Estados Unidos remontam ao século XIX, quando famílias ricas e tradicionais realizavam investimentos diretos em ações de novas empresas. No entanto, este se fortaleceu e se tornou mais conhecido na década de 1970, especialmente na costa oeste americana, a partir de aquisições de participações acionárias de empresas inovadoras de tecnologia de informação nos Estados Unidos que em poucos anos tiveram uma valorização exponencial.

Um estudo da ABDI/FGV (2011) considera que o primeiro investimento inovador foi na Hewlett Packard, fundada em 1939 por dois estudantes da Universidade de Stanford, localizada no que então ficaria conhecido como o Vale do Silício, na Califórnia. Várias novas empresas inovadoras, também chamadas startups, passaram por processos de investimento como a Apple (1976), a Netscape (1994), o Yahoo (1994) e o Google (1998). Os investimentos em empresas inovadoras em TIC foram crescendo exponencialmente até 2000, quando chegou-se a um limite de expectativas, com startups com poucos ativos e muitas potencialidades recebendo uma valorização enorme, mas alcançando poucos resultados reais o que levou à chamada bolha “dot.com” entre 2000 e 2001 (ALBUQUERQUE, 2019). Parker et al. (2016) destacam que ainda que várias empresas tenham sucumbido no período, startups como Amazon,

15 ABDI/FGV (2011) definem *Private Equity* (PE) como a investimentos em ações de empresas não listadas em mercados públicos de valores (independentemente da estrutura societária utilizada) envolvendo maiores riscos em função de sua baixa liquidez e retornos de longo prazo. O termo *Venture Capital*, que se refere mais especificamente a investimentos em empresas inovadoras, tem sido utilizado com mais frequência no mercado americano a partir da década de 1960, atualmente de forma análoga à PE.

Apple e eBay sobreviveram e prosperaram. Segundo os autores, um mundo online ainda mais forte emergiu “das profundezas da crise de 2000”.

Atualmente o mercado de Venture Capital está mais globalizado, ainda que tenha grande destaque nos Estados Unidos, com apetite para financiar startups tecnológicas em vários segmentos, além das TIC em si, o que possibilita a criação de novas empresas disruptivas em diversos setores: Agtech (agricultura); Edtech (educação), FinTech (finanças), Healthtech (saúde), LegalTech (direito), entre outros.

A perspectiva institucional sobre TD na visão de Hinings et al. (2018) considera que arranjos institucionais digitais são criados e difundidos entre organizações e setores de atuação. Os autores descrevem a existência de interações recíprocas entre as estruturas existentes – já legitimadas - e novas formas organizacionais, em busca de legitimação. **Novas estruturas institucionais digitais** são definidas por Hinings et al. (2018) como tecnologias digitais que estabelecem padrões (tecnológicos e regras de atuação) de forma a possibilitar, restringir e coordenar as ações de numerosos atores e as interações entre eles em um ecossistema ou setor econômico. Um exemplo mais institucionalizado, citado pelos autores, seria o modelo da Apple que abarca vários negócios: dispositivos computacionais como iPhones e iMac (dispositivos); iTunes (plataforma de venda de filmes, músicas e podcasts); Apple Music (serviço de streaming de música) e a relação complementar de desenvolvedores que criam Apps vendidos na loja da App Store. Outro exemplo, que ainda não se caracterizam como infraestrutura institucional, são plataformas baseadas em Blockchain. Envolvem modelos emergentes de plataforma envolvendo uma competição entre práticas, regras e arquiteturas que buscam se tornar o padrão da “indústria” no que tange aos seus elementos-chave: integridade e segurança de dados, governança sobre a rede de usuários, transparência, manutenção da base de dados e critérios relacionados aos contratos inteligentes¹⁶.

A nova lógica da TD é marcada por várias tendências de mercado, muitas introduzidas e sustentadas por startups que exploram as oportunidades advindas da digitalização. A Inovação Direcionada para os Dados (DDI), apresentada na seção anterior, é uma tendência importante na estruturação de novos produtos e serviços.

16 Contratos inteligentes ou *smart contracts* envolvem a execução automática de transações se ambas as partes definirem critérios para tal.

Outra atividade central na Era Digital é a **inovação em modelos de negócios**¹⁷, a partir de lógicas de estruturação de negócios fundamentalmente diferentes daqueles que existem no mercado ou em um determinado setor, envolvendo uma redefinição do que é efetivamente o produto ou o serviço da empresa e como ele é ofertado ao cliente (FRANCIS, 2018). Modelos de negócios estabelecem a proposição de valor da empresa ou de sua oferta, estruturam canais de distribuição e relacionamento, assim como custos e formas de monetização. O Manual do Oslo (OECD/EUROSTAT, 2018) considera que a inovação em modelos de negócios pode ocorrer de forma incremental - para um produto ou serviço da empresa - ou via disrupção, envolvendo uma mudança radical de conceito e estrutura de novos produtos ou serviços.

Geralmente, novas empresas inovadoras, como as startups, obtêm mais sucesso no desenvolvimento de modelos de negócios radicais, por sua flexibilidade e aptidão ao risco, transformando mercados existentes e até criando novos, ao influenciar a forma pela qual a empresa cria valor, sua utilidade para seus clientes, os mecanismos utilizados para produção, distribuição e monetização. Alguns exemplos recentes são Uber (2008) e Airbnb (2009), empresas que estabeleceram novos modelos de negócios e inovação em serviços a partir de plataformas digitais.

Paunov e Satorra (2019) destacam a **posição central dos serviços na inovação digital**, com novas oportunidades abertas a partir de novas interações estabelecidas com clientes. Lusch e Nambisan (2015) descrevem a lógica dominante em serviços (*S-D logic*) que considera a atividade de uma empresa não só pela geração de bens tangíveis, mas pelo intercâmbio de serviços com um ator utilizando suas competências e habilidade para beneficiar outro ator. O movimento de “servicização”, segundo Paunov e Satorra (2019), refere-se à oferta de serviços inovadores associados a produtos físicos ou de novos modelos de negócios baseados em serviços, uma tendência possibilitada pelas novas tecnologias digitais e intensificada pela atuação de novas empresas nascentes em busca de oportunidades e negócios. Zysman (2006) descreve um movimento de transformação digital dos serviços, com a implementação de ferramentas e algoritmos, estabelecendo uma linha cada vez mais tênue entre um produto e a execução do serviço. Um exemplo é o novo modelo de negócios da venda de música a partir de

17 O Manual do Oslo (OECD/EUROSTAT, 2018) considera que um modelo de negócios envolve todos os processos de negócios de uma empresa como: produção, logística, marketing; as parcerias estabelecidas; os principais produtos e serviços que a firma comercializa ou pretende comercializar.

serviços de streaming: em vez de adquirir um produto físico (como um CD), o consumidor adquire a assinatura de um serviço.

Outra característica distintiva da Era Digital são as **plataformas**. Parker et al. (2016) definem plataforma como um novo modelo de negócios que utiliza tecnologias digitais para conectar pessoas, organizações e recursos criando e intercambiando valor. Ainda que algumas abordagens enfatizem primordialmente os aspectos tecnológicos relacionados, parte-se neste estudo, da premissa de que uma plataforma é um modelo organizacional embasado por novas tecnologias digitais que vem transformando o ambiente de negócios, a economia e a sociedade.

Gawer (2014) considera plataformas sob duas perspectivas: arquiteturas tecnológicas e formas de mercado. A autora ressalta, no entanto, que estas duas dimensões não podem ser entendidas isoladamente, mas sim como dois grupos de forças que interagem no contexto das plataformas, combinando inovação digital com competição, no processo de evolução de uma plataforma. A autora destaca vários escopos de plataformas: interna às firmas; no contexto de cadeias de valor e no âmbito de setores econômicos. Independente do escopo, as plataformas possuem uma arquitetura tecnológica e uma interface digital (que podem envolver modelos proprietários, em geral no contexto de uma firma, ou abertos em uma abordagem de software livre).

O Manual de Oslo (OECD/EUROSTAT, 2018) destaca a emergência de plataformas de mercado virtuais embasadas pelas tecnologias digitais, como um ambiente para que empresas já estabelecidas e startups desenvolvam e comercializem tecnologias, produtos e serviços complementares, oferecendo um terreno fértil para o desenvolvimento e difusão de inovações. Sturgeon (2019) aponta o efeito de rede associados às plataformas, quanto a sua utilidade e valor aumentam com o crescimento da quantidade de usuários e clientes envolvidos; efeito que beneficia também empresas que oferecem produtos e serviços complementares na plataforma. Neste contexto, verifica-se um movimento de competição das plataformas, e seus parceiros, visando atrair e fidelizar clientes em dados segmentos de mercado. Se, por um lado, as plataformas podem promover um efeito de descentralização pela redução da barreira à entrada e à participação, por outro, tendem a aumentar o poder de seus proprietários (se existirem) com a concentração do controle com o estabelecimento de regras de interação e o armazenamento de dados dos usuários e de suas atividades (OECD,2019a).

Outra vertente importante são as plataformas virtuais com foco na captura, transmissão e monetização de dados a partir da internet, envolvendo, entre tantos exemplos: comércio digital, distribuição de conteúdo, serviços de busca e armazenamento de dados, *crowdsourcing* de novas ideias e soluções (com incentivos de premiações e promoção de eventos colaborativos) e recomendação de produtos e serviços e as redes sociais¹⁸ (OECD,2019a).

Silva Neto (2019) destaca o movimento de transformação no provisionamento de serviços públicos via plataformas (*service dominant platforms* - SDP), capaz de rebaixar custos operacionais, ampliar o acesso aos serviços públicos, democratizar a participação dos usuários na plataforma seja via criação de conteúdo ou em sua conformação. Lusch e Nambisan (2015) definem uma plataforma de serviços como uma estrutura modular que envolve componentes tangíveis e intangíveis (seus recursos) e facilita a interação entre atores e recursos (ou grupos de recursos). Segundo os autores, plataformas de serviço podem ser um importante “ponto de encontro” para a geração de inovações de serviço com a interação e trocas de recursos entre vários atores em buscar e/ou criar conjuntamente novas respostas para problemas ou demandas de mercado, criando soluções inovadoras e escaláveis. As plataformas de serviço, enquanto negócio, estão associadas a processo de contratação de pessoal mais flexíveis, especialmente relacionadas a promoção de serviços de transporte (como o Uber) ou serviços de entrega de alimentos (como o iFood). Este modelo mais “flexível” de organização vem sendo associado a uma tendência precarização do trabalho, com vínculos instáveis e condições de execução mais inseguras e arriscadas, tendo sido muitas vezes alvo de regulação socioinstitucional.

Nuvolari (2019) faz menção a novas possibilidades de **organização do trabalho** existentes no contexto da TD, envolvendo a possibilidade de flexibilidade e redução de custos, em uma estrutura distribuída, seja pelo chamado home-office ou teletrabalho ou mesmo o trabalho móvel.

O termo *Gig Economy*, também conhecido como *Freelance Economy* ou “economia sob demanda” refere-se a um ambiente ou mercado de trabalho caracterizado por trabalhadores temporários e sem vínculo empregatício (autônomos) e, de outro, empresas que os contratam para serviços pontuais, sob demanda e não-exclusivos, ficando isentas de um regime de contratação regulado e tributado (e o trabalhador isento de qualquer direito trabalhista)

¹⁸ Sturgeon (2019) aponta que plataformas gratuitas (ou que cobram taxas módicas de uso) tendem a se beneficiar de alguma forma dos dados agregados de seus usuários que oferecem uma importante fonte de rentabilidade.

(INVESTOPEDIA, 2021). É um conceito antigo que foi revitalizado na Era Digital, com a emergência das plataformas digitais como Uber e Amazon. O conceito é marcado pela flexibilização. No caso dos empregadores que podem contratar diversos perfis - se necessário por tempo determinado, por projeto ou sob demanda - que podem trabalhar remotamente, reduzindo dificuldades relacionadas a hierarquia ou a burocracia e custos das relações trabalhistas. Os benefícios para os trabalhadores seriam a flexibilidade relacionada ao local de trabalho e eventualmente horários; no entanto, a redução de benefícios é considerado um fator de precarização do trabalho.

No contexto do trabalho na Era Digital destaca-se a relevância de processos e iniciativas de desenvolvimento de **capacidades digitais individuais** (seja por organizações, governos ou indivíduos) tanto em relação ao uso das tecnologias quanto para a geração de novos produtos e serviços digitais embasados por dados. Competências digitais são aquelas que habilitam uma empresa a obter benefícios a partir das tecnologias digitais e aos processos de negócios a elas relacionados, como desenvolver novos modelos de negócios, criar valor e aprimorar a experiência do cliente (HENRIETTE et al., 2015).

Uma outra tendência marcante da TD são processos de inovação cada vez mais **colaborativos**, desenvolvidos por empresas a fim de manter e aumentar sua competitividade em um contexto de acelerado desenvolvimento tecnológico e inovação disruptiva. Paunov e Satorra (2019) destacam duas motivações principais para as colaborações: aumentar o acesso a conhecimentos e expertise, a fim de buscar habilidades complementares, aumentar a criatividade e acessar mercados inexplorados; compartilhar riscos e custos associados à incerteza, assim como investimentos.

Sturgeon (2019) enfatiza também as iniciativas de **Inovação Aberta** (*Open Innovation*) como tendência colaborativa no contexto da TD. O conceito criado por Chesbrough (2003) considera que empresas podem e devem utilizar fontes internas e externas de ideias - assim como canais internos e externos de comercialização - a fim de fazer avançar suas tecnologias e produtos e promover a competitividade da organização. Nesta perspectiva, as fronteiras organizacionais se tornam mais tênue e a inovação digital se desenvolve em arranjos colaborativos, requerendo esforços de inovação em modelos de negócios.

As principais tendências organizacionais relacionadas à TD foram resumidas nesta seção. Existe ainda uma literatura crítica que destaca desafios relacionados ao fenômeno, dentre eles: concentração de riqueza e aumento da desigualdade nas economias modernas com a

digitalização (LOUÇÃ, 2019); riscos derivados de uma (in)segurança da informação e ameaça à privacidade de dados (UNCTAD, 2019); o impacto das plataformas e da digitalização na precarização do mercado de trabalho (JACQUINET, 2019). Ressalta-se o importante papel de ações de regulação e políticas públicas, no sentido de minimizar efeitos negativos do ponto de vista social, evitar ineficiências econômicas e reduzir processos de desigualdade, a fim de que as promessas positivas da Transformação Digital realmente se sobressaiam e se concretizem.

A próxima seção discute a vertente agropecuária da Transformação Digital.

1.3 Transformação Digital do Campo: caminhando para a Agricultura 5.0

A evolução da história humana se confunde com o aprimoramento das práticas agrícolas (FUGLIE et al., 2020), entendidas de uma forma ampla como as atividades as disciplinas do conhecimento associadas à gestão da terra, ciências do solo, aprimoramento e manejo de cultivos e pecuária (PHILLIPS; KINGSLAND, 2015).

Desde a época dos Romanos (aproximadamente 160 A.C.) já existia um entendimento de que um sistema agropecuário próspero contribui para o bem estar geral da população e para a estabilidade da sociedade (FUGLIE et al., 2020). Ainda hoje, muitos séculos, estudos e experimentos depois, entende-se que o avanço da produtividade agrícola continua crítico para o bem estar da população, com vistas a reduzir a pobreza extrema, para garantir a segurança alimentar¹⁹ e com isso a estabilidade política e social.

Atualmente várias tendências se apresentam ao setor agropecuário mundial – elevado crescimento populacional, urbanização acelerada, novas demandas dos consumidores por dietas mais saudáveis, incremento de consumo em função de elevação de poder aquisitivo, limitação de uso e preservação de recursos naturais, mudanças climáticas globais, o papel da agropecuária na emissão de gases de efeitos estufa – associadas agora à pandemia da Covid-19 (FAO, 2018(a); FAO et al., 2020; TRENDON et al., 2019). O conjunto destes fatores tende a acirrar o cenário de desnutrição e pobreza mundial. A estimativa da FAO é de que existam, atualmente, cerca de 690 milhões de pessoas em estado de fome, um montante superior em 10 milhões ao ano anterior, que representa 8,9% da população (FAO et al., 2020).

¹⁹ Segurança alimentar pode ser entendida como a possibilidade de produzir e/ou disponibilizar alimentos em quantidade suficiente e garantir que a população possa adquiri-los de forma a satisfazer suas necessidades diárias, levando uma vida ativa e saudável.

Ainda que nos últimos cinquenta anos, o crescimento da produção agropecuária venha sendo cada vez mais sustentado por aumentos de produtividade, e não por aumento do uso de recursos (terra, água, insumos), os investimentos públicos e privados em tecnologia e a inovação agrícola continuam sendo centrais promover a segurança alimentar e para enfrentar as tendências que se colocam ao setor (FUGLIE et al., 2020).

Dutta et al. (2017) destacam o papel-chave da inovação no sentido de sustentar o crescimento da produção agropecuária, mantendo práticas sustentáveis e inclusivas e integrando os sistemas alimentares. Os autores descrevem uma nova onda de tecnologias e inovações agropecuárias com potencial para transformar a cadeia de valor agroalimentar e elevar a produtividade do setor, a partir da convergência entre vários campos tecnológicos - biologia, agronomia, ciência vegetal e animal, digitalização e robótica.

Trendov et al. (2019) destacam que, nos próximos dez anos, tecnologias digitais emergentes como Internet das Coisas, Inteligência Artificial e Blockchain levarão a importantes transformações no setor agropecuário. A agricultura baseada em dados, a partir da coleta de informações com emprego de sensores, drones, imagens de satélite e sistemas de análise e apoio à decisão, já está transformando as práticas agropecuárias (DUTTA et al., 2017). A consolidação de uma agricultura digital, a partir de práticas e tecnologias mais acessíveis para o setor produtivo, pode contribuir para aumentar a produtividade, eficiência, transparência e resiliência do setor (TRENDOV et al., 2019).

Alguns autores já descrevem a evolução da agricultura digital para uma Agricultura 5.0, direcionada pela robótica e pela Inteligência Artificial e oferecendo aos produtores instrumentos para a tomada de decisões mais abrangentes, transparentes e precisas, no sentido de aumentar os rendimentos, a qualidade dos produtos e garantir práticas sustentáveis (CEMA, 2017; FRASER; CAMPBELL, 2019).

Esta seção busca discutir o contexto que influencia este processo de transição.

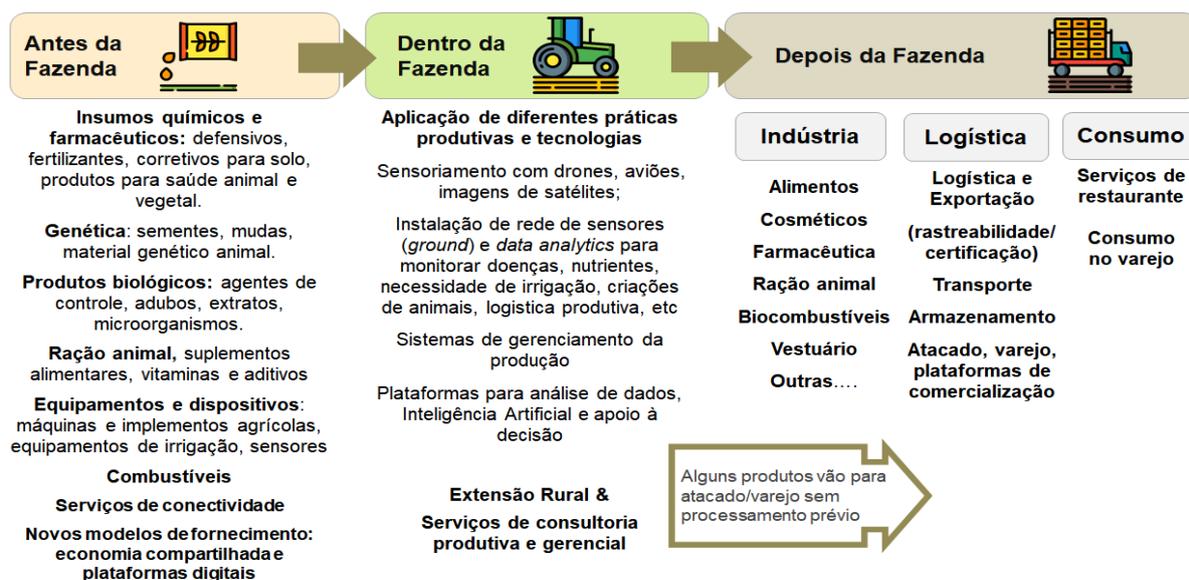
1.3.1 Especificidades da agropecuária e digitalização

O setor agropecuário vem sendo investigado, ao longo do tempo, a partir de várias abordagens conceituais e construtos teóricos. Zylberstejn (2017) descreve a relevância do conceito de Agronegócio (*Agribusiness*, em inglês), criado em 1957 na Universidade de Harvard, que abriu novas perspectivas para entender o setor agropecuário como um sistema especializado que envolve um conjunto de agentes que opera de forma interconectada.

Agribusiness é conceituado por Davis e Goldberg (1957) como: “a soma de todas as operações envolvidas na manufatura e distribuição de insumos para fazendas, nas operações de produção na fazenda e no armazenamento, processamento e distribuição de commodities agrícolas” (tradução nossa).

Zylberstejn (2017) considera que este conceito possibilita um arcabouço tanto para a condução de estratégias privadas quanto para planejamento de políticas públicas, abrangendo o setor agropecuário como um todo, incluindo os produtores de todos os portes²⁰. Esta perspectiva considera a produção agropecuária como atividade-chave, identificando segmentos à montante (antes) e à jusante (depois) da atividade produtiva (MEGIDO; XAVIER, 1993). Outra terminologia com abrangência similar é a cadeia produtiva da agropecuária (EMBRAPA, 2018), representada conforme a Figura 6, a partir dos elos “antes da fazenda”, “dentro da fazenda” e depois da fazenda”.

Figura 5: Atividades e tecnologias aplicadas aos elos da cadeia produtiva agropecuária



Fonte: Autoria própria, a partir de Embrapa (2018) e Megido e Xavier (1993)

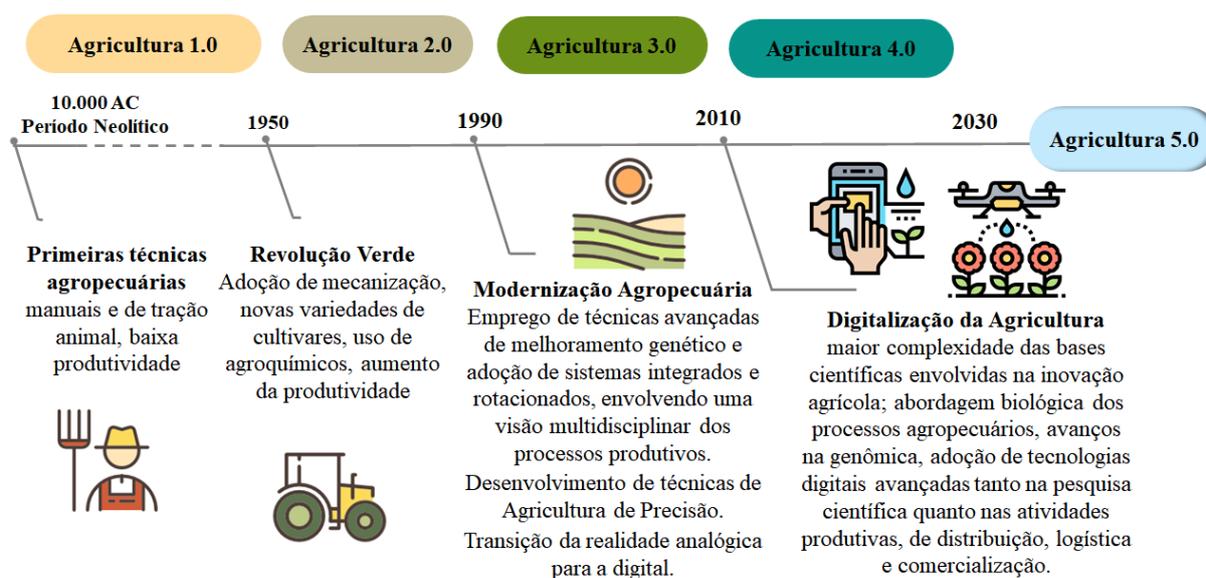
A complexidade das cadeias produtivas, os riscos nelas envolvidos e os desafios que se colocam ao setor têm sido historicamente enfrentados com a geração de novos conhecimentos, tecnologias e disseminação de boas práticas. Ao longo das últimas cinco décadas, a disseminação de boas práticas produtivas e a difusão de inovações (como máquinas,

²⁰ Zylberstejn (2017) destaca que, em um dado momento, alguns autores passaram a associar agronegócio aos grandes produtores agropecuários, o que não condiz com a abordagem de Davis e Goldberg (1957).

equipamentos e sementes) tiveram impacto significativo para elevar a produtividade da agropecuária, contribuindo para a segurança alimentar, juntamente a políticas públicas específicas.

A Figura 6 representa, de forma simplificada, as fases de evolução tecnológica pelas quais tem passado a agricultura mundial²¹, desde que foi iniciada pela humanidade, no Período Neolítico.

Figura 6: Fases da Evolução Tecnológica na Agricultura



Obs: Ícones obtidos em Free-Icon-Library (icon-library.com) e Euclipt (flaticon.com)

Fonte: Pillon (2017), Fraser e Campbell (2019), Trendov et al. (2019), Massruhá et al (2020).

Um estudo do Banco Mundial (FUGLIE et al., 2020) aponta que a elevação da Produtividade Total dos Fatores (PTF) – entendida como a eficiência na combinação de insumos para a produção agropecuária – foi responsável por cerca de dois terços do crescimento mundial da agropecuária entre 2001 e 2015, destacando que a PTF é a medida mais completa do comportamento da mudança tecnológica e da eficiência em um setor econômico, indicando o quanto a aplicação de novos conhecimentos, na forma de tecnologias e boas práticas contribuem para o crescimento do setor.

No Brasil, país que vem apresentando crescimento anual de PTF de cerca de 2% a partir da década de 1970 (FUGLIE et al., 2020), um estudo recente do Ministério da

²¹ As diversas fases da evolução tecnológica da agricultura são descritas de forma detalhada por Pillon (2017), Fraser e Campbell (2019), Trendov et al. (2019) e Massruhá et al. (2020).

Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) concluiu que 80% do crescimento da produção agrícola no país, entre 1975 e 2016, deu-se por aumentos de produtividade motivados por políticas setoriais (envolvendo aspectos como crédito e preço) e investimentos em pesquisa e desenvolvimento – tanto do setor público quanto do privado (GASQUES et al., 2018). Fuglie et al. (2020) destacam que políticas públicas podem ser conduzidas no sentido de construir um ambiente favorável para investimentos em inovação e adoção tecnológica no campo e integração dos produtores ao mercado internacional.

Destaca-se o momento atual de revolução digital da agropecuária no qual o aproveitamento de novas oportunidades derivadas da interconectividade e mobilidade de tecnologias computacionais, intensivas em dados, contribuirá para a sobrevivência e a prosperidade da humanidade no futuro (SCHWAB, 2016). Ainda que um estudo comparativo publicado pela consultoria McKinsey (MANYKA et al., 2015) apresente o setor agropecuário como um dos menos digitalizados da economia americana, juntamente com a construção civil, verifica-se, a partir dos anos 2010, um aumento da oferta e da demanda por tecnologias digitais para atividades produtivas, de comunicação e gestão da fazenda (FRANÇA et al., 2020).

Paunov e Satorra (2019) destacam que cada setor econômico possui uma velocidade própria de desenvolvimento e disseminação de tecnologias digitais. As autoras ressaltam que as dinâmicas setoriais da digitalização são distintas pois, mesmo que a TD venha se acelerando na economia como um todo, nem todos os atores estão equipados para responder aos novos desafios digitais e explorar suas oportunidades. Alguns setores têm mais possibilidades de digitalização do que outros (GEBAYEW et al., 2018), em função de suas características específicas (PAUNOV; SATORRA, 2019), seja em relação à condução de atividades inovativas (pesquisa, desenvolvimento, difusão) ou aos múltiplos aspectos de mercado envolvidos (como novas categorias de produtos, serviços, processos e modelos de negócios).

A Transformação Digital do Campo (TDC) refere-se a um processo de transição entre uma agropecuária analógica (mesmo que tecnificada) para a estruturação de cadeias produtivas embasadas por novas tecnologias digitais²², disruptivas, convergentes e inter-relacionadas. Dentre as novas tecnologias estão Big Data e *Analytics*, Internet das Coisas,

22 Tecnologias digitais são entendidas como ferramentas que coletam, armazenam, analisam e compartilham dados e informações digitalmente, utilizando-se de dispositivos computacionais (incluindo smartphones) e a infraestrutura de conectividade da Internet (WORLD BANK, 2019).

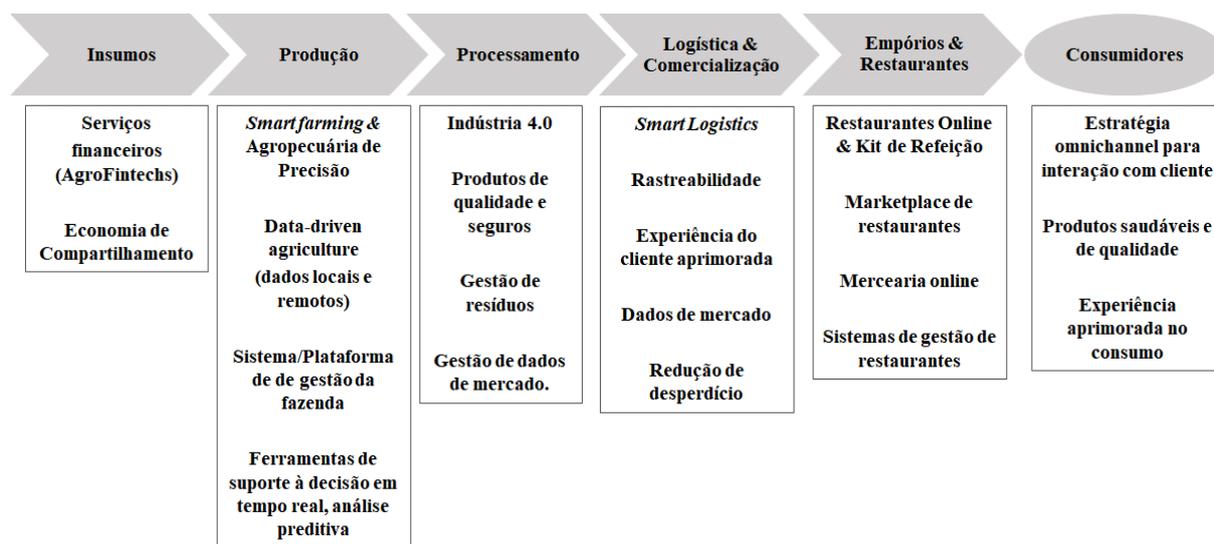
automação e robótica agrícola, computação em nuvem e Inteligência Artificial (BASSOI et al., 2019; MASSRUHÁ et al., 2020).

As especificidades da agropecuária tornam a digitalização um caminho bastante relevante para as cadeias produtivas do setor tanto em relação a aspectos produtivos quanto ambientais. Ramos (2007) destaca algumas características: a existência de elementos biológicos, ambientais e físicos influenciando as atividades produtivas; a interação entre estes elementos gera muitas incertezas e decisões a serem tomadas no sentido de otimizar a produção; o setor agropecuário produz uma grande quantidade de produtos, que necessitam de práticas diferentes e envolvem cadeias produtivas distintas; a existência de dispersão geográfica da atividade agropecuária, localizada muitas vezes em locais ermos e distantes, com pouca ou nenhuma oferta de conectividade e logística de transporte; elevado custo da tecnologia; falta de confiança por parte de alguns produtores nas tecnologias digitais, entre outros. As atividades de logística, distribuição e de comércio (principalmente internacional) são influenciadas pela perecibilidade dos agropecuários, afetando os processos de transporte e armazenamento, e também por preços internacionais e pelo câmbio. Além disso, o mercado internacional, com mais frequência, está associado ao atendimento a requisitos de qualidade e procedência, envolvendo rastreabilidade e certificação, seja em virtude de aspectos sanitários, de sustentabilidade ou religiosos (como produtos *kosher* produzidos a partir de critérios da religião judaica e *halal*, considerados lícitos para consumo pelos islâmicos). A confluência de todas estas variáveis, muitas delas não controláveis, faz com que a produção agropecuária esteja geralmente muito mais sujeita a riscos do que as atividades industriais, conduzidas em ambientes fechados (RAMOS, 2007).

Connolly (2018) destaca que, de forma geral, a agropecuária é um dos setores com maiores oportunidades de implementação das novas tecnologias digitais, oferecendo benefícios imediatos para consumidores, produtores e o meio ambiente. A promessa oferecida pela adoção de tecnologias digitais avançadas às cadeias agropecuárias é incrementar resiliência, produtividade e sustentabilidade, oferecendo maior transparência e confiabilidade às atividades de toda a cadeia, desde a produção na fazenda até a mesa do consumidor (*farm to fork*, em inglês). A digitalização representa uma oportunidade única para melhorar a produção e a comercialização de produtos da agropecuária, de forma alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 das Nações Unidas (UN; PA, 2017).

A Figura 7 apresenta, a aplicação de tecnologias digitais ao longo da cadeia produtiva da agropecuária. Para Trendov et al. (2019), a transformação digital de todos os elos da cadeia de valor agroalimentar tornará a TDC a mais disruptiva entre todos os setores econômicos. Os autores consideram que este processo transformará o comportamento de produtores e de vários stakeholders como fornecedores de insumos, empresas de processamento e de varejo influenciando em mercado, preços praticados e processos de vendas. Um estudo da consultoria McKinsey (DJANIAN; FERREIRA, 2020) aponta que as tecnologias digitais serão cada vez mais predominantes nos diferentes elos da cadeia de valor agropecuária, reduzindo assimetrias de informação ao oferecer transparência, e levando a produtividade do setor a níveis cada vez mais elevados, com aumento de eficiência e redução de desperdícios, e, eventualmente reduzindo margens de distribuidores e *traders*.

Figura 7: Aplicações da Agricultura 4.0 nos diferentes elos da cadeia produtiva agropecuária



Fonte: adaptado de Kosior (2018), OECD (2018), World Bank (2019)

CEMA (2017) ressalta que a estrutura tecnológica da Agricultura 4.0 estabelece as bases para uma Agricultura 5.0, que será caracterizada por uma aplicação mais ampla de robótica, inteligência artificial, equipamentos não tripulados e sistemas de decisão autônomos. Fraser e Campbell (2019) já descrevem uma Agricultura 5.0, na qual a Revolução da Agricultura Digital se alinha com práticas que preservem o meio-ambiente como a intensificação sustentável (utilizando menos água e insumos); adoção de práticas sociais e inclusivas (não somente tecnológicas); o enfrentamento de desperdício de alimentos na propriedade (por questões de má-estocagem) ou ao longo da cadeia de distribuição e no

consumo; e o estudo das dietas vegetal e animal buscando compreender o valor nutricional, custos de produção associados ao seu impacto no ambiente, considerando os diferentes processos de produção tanto de vegetais quanto de animais.

O termo Sociedade 5.0 surgiu em 2016 no Japão (2020) e se refere a uma sociedade centrada no indivíduo que equilibra os avanços econômicos com a solução de problemas sociais utilizando-se de um sistema que integra o cyber espaço e o ambiente físico. No Brasil, em 2020, durante a pandemia, surge o movimento “Brasil 5.0 - Protagonista na Transformação Digital Global”²³, projeto voluntário envolvendo vários agentes privados e públicos, assim como entidades representativas da sociedade com o propósito de habilitar o Brasil a um protagonismo na transformação digital global em várias dimensões (Pessoa 5.0, Negócio 5.0, Governo 5.0, Economia 5.0) para a construção da Sociedade 5.0, com Qualidade de Vida, Inclusão e Sustentabilidade (INSTITUTO, 2021). A próxima seção discorre sobre os desafios que se apresentam ao setor agropecuário e os efeitos provocados pela pandemia do novo coronavírus.

1.3.2 Quatro grandes desafios para o setor agropecuário na atualidade

Vários desafios vêm se apresentando para o setor agropecuário na última década. De uma forma resumida, o trabalho da OECD (2021) apresenta um triplo desafio: (i) prover alimentos de forma a garantir a segurança alimentar e a nutrição de uma população crescente; (ii) prover meios de subsistência para aqueles atuando ao longo da cadeia de abastecimento alimentar, de forma a contribuir para o desenvolvimento rural; (iii) e contribuir para a sustentabilidade ambiental, tendo em vista as limitações ambientais relacionadas à crescente escassez de recursos naturais, como água e terra, e às mudanças climáticas globais causadas pela ação humana²⁴.

Soma-se a estes desafios, a emergência sanitária global provocada pela pandemia do novo Coronavírus (Sars-CoV-2) no início de 2020, evento não-esperado, de grandes proporções e longa duração. Ainda que o termo “pandemia” esteja relacionado à grande dimensão geográfica da disseminação de uma doença e não tanto com a sua gravidade (OPAS-

23 Esta experiência do Brasil 5.0 alinha várias iniciativas e fundamentos com as ações estratégicas da política e-Digital do Governo Federal e será analisada no Capítulo 3.

24 Outros trabalhos recentes discutem os desafios atuais e futuros da agropecuária, considerando o caso brasileiro (EMBRAPA, 2018; FAO, 2018; MARTHA JUNIOR, 2020; RODRIGUES et al., 2012).

OMS, 2020), a Covid-19 revelou-se uma doença de grande disseminação e fatal, causando até o momento, segundo dados da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2021), 262,2 milhões de casos confirmados, cerca de 5,2 milhões de mortes em todo o mundo, com 7,9 bilhões de doses de vacina administradas em todo o mundo²⁵.

Movimentando-se a partir da infraestrutura de transportes de um mundo globalizado, a Covid-19, levou, desde março de 2020, à promoção de medidas, por governos nacionais e locais, no sentido de reduzir a propagação da doença e conter as infecções, de forma a preservar a capacidade dos serviços de saúde e reduzir mortes. Ainda que necessárias, Zhenmin (2020) destaca que as medidas restritivas tiveram efeitos adversos como: a perda de trabalho e renda; interrupção forçada de aulas presenciais; estresse na saúde mental da população; e, no caso das mulheres, gerou aumento na carga de trabalho e maiores riscos de sofrerem violência doméstica. Os mais vulneráveis tiveram maiores perdas, existindo uma expectativa de que mais de 40 milhões de pessoas cheguem à linha de extrema pobreza, revertendo a tendência de declínio que vinha ocorrendo nas últimas duas décadas (ZHENMIN, 2020).

O novo Coronavírus foi também um fator estressor dos sistemas alimentares (OECD, 2021), levando à necessidade de intervenções e políticas para manter o funcionamento das cadeias produtivas e a segurança alimentar, influenciando nas atividades de mais de 570 milhões de fazendas no mundo todo. As cadeias produtivas da agropecuária foram globalmente afetadas pela pandemia - incluindo os setores de pré-produção, produção e pós-produção e as dimensões políticas, sociais e ambientais a elas relacionadas (UNCTAD, 2020). O contexto da pandemia evidenciou a centralidade e a complexidade das cadeias agropecuárias, seja em relação aos seus elos (produção, processamento, distribuição, preparação e consumo); aos elementos envolvidos (ambiente, pessoas, processos, infraestruturas e instituições); aos diferentes contextos nacionais e locais; e aos impactos relacionados sofridos (OECD, 2021).

Em relação aos países em desenvolvimento, UNCTAD (2020a) lembra que a agropecuária e o setor processamento de alimentos são vitais para as economias de muitos destes países, como o próprio Brasil, e que cerca de um terço das exportações de alimentos é proveniente de países em desenvolvimento. Nestes países, o contexto de emergência sanitária tão prolongada, fez com que o fornecimento de alimentos em contexto local e internacional, já

25 Dados referentes até 01 de dezembro de 2021; no Brasil, até esta data foram 22 milhões de casos confirmados e 614 mil mortes acumuladas.

um aspecto essencial, se tornasse ainda mais crítico. As medidas de distanciamento social e restrição de mobilidade, geraram efeitos perversos na agropecuária, como instabilidade de renda para produtores, reduzindo seu acesso aos alimentos e aumentando os riscos de insegurança alimentar; dificuldades no acesso a insumos agropecuários, afetando a produção; rupturas nas cadeias produtivas aumentando o risco de perdas e desperdícios de alimentos, que podem levar a maior produção de metano e aumentar a emissão de dióxido de carbono, entre outros. O conjunto destes efeitos, pode levar à uma redução na velocidade para o atingimento da Agenda 2030 dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), conforme OECD (2020). Segundo Zhenmin (2020), mesmo antes da emergência sanitária, os resultados obtidos em relação aos ODS eram variados, em alguns casos positivos, em outros insuficientes. Entende-se que a pandemia intensificou os aspectos negativos.

As tecnologias digitais tiveram um efeito profundo nos comportamentos sociais e econômicos desde o início da pandemia, criando oportunidades e evidenciando desafios (UNCTAD,2020b). Várias soluções digitais têm sido utilizadas na área da saúde - como aplicações para monitoramento e modelagem epidemiológicos, modelos preditivos de evolução da doença, análise de indicadores de distanciamento social e telemedicina – e no campo dos negócios e da vida privada – ferramentas de teletrabalho, aulas à distância, comunicações via teleconferência, compras online, plataformas de atividades físicas e para acessar informação e entretenimento. Ainda que a crise sanitária tenha acelerado a Transformação Digital em vários setores e nações, evidenciou também a existência de desigualdades digitais, mesmo nas nações mais desenvolvidas, pois nem todos conseguiram um acesso de qualidade à conectividade, a hardware e a software, para que pudessem obter os benefícios esperados (UNCTAD, 2021). Em geral, foram prejudicados indivíduos mais vulneráveis economicamente (em regiões urbanas ou rurais), aqueles que residem em áreas sem cobertura de internet, como as zonas rurais e aqueles que são detém habilidades digitais mínimas (como os iletrados e idosos).

WEF (2020a) aponta que o conceito de uma agricultura digital, embasada por dados, não é novo; no entanto, a crise decorrente da Covid-19 evidenciou a premência desta abordagem, como uma oportunidade premente para repensar e reequipar tecnologicamente os sistemas agropecuários (incluindo todos os elos das cadeias produtivas) de forma a promover sua transformação digital. O boletim FAO/CEPAL (2020) aponta a digitalização da agropecuário como um caminho recomendável a fim de propor soluções urgentes e inovadoras para a recuperação. Algumas oportunidades identificadas para a adoção de tecnologias digitais

na agropecuária, a fim de atender a novas demandas relacionadas ao contexto pós-covid-19, são: promover a segurança alimentar, da qualidade e da sanidade de alimentos, através de ferramentas de rastreabilidade e certificação buscando oferecer produtos de maior valor agregado e promover transparência ao longo das cadeias de fornecimento; em especial, implementar soluções digitais para o monitoramento e controle de zoonoses visando mitigar eventuais contaminação no âmbito das cadeias produtivas; criar processos e plataformas digitais para distribuição de alimentos e produtos não vendidos para populações carentes, reduzindo os efeitos do desperdício ao longo da produção e das atividades de logística e distribuição (BAMBINI, 2020; FAO;CEPAL,2020).

Do ponto de vista global, as nações vêm apresentando desigualdades relacionadas aos impactos sanitários, econômicos e sociais sofridos, assim como em relação à velocidade de recuperação sanitária e econômica em curso (OECD, 2021). Países mais desenvolvidos estão se beneficiando de estratégias de saúde pública mais eficientes, tanto em relação ao atendimento de pessoas contaminadas quanto na velocidade dos processos de vacinação. Alguns anos serão ainda marcados pelas incertezas relacionadas à evolução e aos impactos da pandemia de Covid-19. Em um cenário de crise econômica até mais profunda do que o período 2008/2009 associada a uma pandemia ainda em curso, os governos nacionais necessitam acompanhar os indicadores socioeconômicos, a fim de propor políticas e iniciativas de incentivo visando mitigar resultados adversos ao mesmo tempo em que continuam a atuar no sentido de controlar a intensidade da doença, reduzir mortes e oferecer serviços de saúde adequados.

Ainda que se destaque a necessidade de um grande reinício, um “*great reset*” nas economias e sociedades, em função da depressão provocada pela crise sanitária (WEF, 2020b), Silva (2020), por sua vez, considera que - dadas as atuais estruturas políticas mundiais – o esperado *great reset* talvez se torne um mero *restart*, onde pequenas coisas que já eram disfuncionais (antes mesmo da pandemia) são ajustadas, sem mudanças muito abrangentes ou de longo prazo.

No que se refere ao sistema agroalimentar destaca-se seu papel preponderante para o enfrentamento de um quádruplo desafio: garantir a segurança alimentar; promover o desenvolvimento rural; incentivar a sustentabilidade ambiental; mitigar os efeitos da pandemia do Covid-19 (OECD, 2021). Soluções amplas e sistêmica são necessárias para garantir um reinício consistente, considerando soluções de longo prazo, que beneficiem o desenvolvimento econômico de muitas nações, garantam alimento e renda para populações (rurais) carentes e

estabeleçam parcerias tecnológicas para construam sistemas agropecuários futuros mais fortes, resilientes, com maior acesso à informação, mais inclusivos e menos desiguais (WEF, 2020a).

1.3.3 Agricultura 4.0: conceitos, origens e tendências

Silva et al. (2019) destacam que a atual fase de desenvolvimento tecnológico na agropecuária vem sendo nomeada Agricultura 4.0, termo que surgiu como uma extrapolação da abordagem de uma quarta revolução industrial (SCHWAB, 2016) também chamada Indústria 4.0, criadas na Alemanha, em 2011. As tecnologias digitais associadas a este novo estágio de desenvolvimento da indústria são descritas pelo índice “4.0” (CULOT et al., 2020)²⁶. A análise da abordagem da Indústria 4.0²⁷ aponta que seu desenvolvimento é específico aos contextos nacionais, setoriais ou empresariais, sofrendo variações. Além disso, outros conceitos relacionados – como transformação digital, indústria inteligente – frequentemente são utilizados como sinônimos de Indústria 4.0 aumentando a dissonância sobre sua conceituação.

Klerkx e Rose (2020) apontam que o emprego do termo Agricultura 4.0 é recente e não há ainda como uma definição amplamente consensada. Na visão destes autores, o conceito de Agricultura 4.0 inclui tecnologias que possuem potencial para gerar mudanças importantes nos processos de produção, processamento, comercialização e consumo de alimentos. Envolve campos tecnológicos como nanotecnologias, proteínas sintéticas, agricultura celular, edição gênica e a agricultura digital. Massruhá et al. (2020) fazem também referência à convergência das áreas de Nanociência, Biotecnologia, Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e Ciência Cognitiva (NBIC) que pode intensificar a criação de novos conhecimentos e inovações, alavancando tanto as pesquisas agropecuárias e quanto transformando o mundo da produção agropecuária.

Entende-se que os enfoques relacionados a “Agricultura 4.0” (MASSRUHÁ et al., 2020, MASSRUHÁ; LEITE, 2017) e “Agricultura Digital” (FIELKE et al., 2019; SIMÕES et al., 2017) envolvem uma perspectiva mais ampla da digitalização do campo que inclui todas as

26 Os autores destacam que não existe um consenso sobre a conceituação de Indústria 4.0, tendo identificado 48 definições para o termo em trabalho revisional.

27 Além das tecnologias digitais, a 4a Revolução Industrial envolve também: novos equipamentos como veículos autônomos, robôs avançados, novos materiais e nanotecnologias; e avanços científicos envolvendo biotecnologias de nova geração e novas fontes de energia (SCHWAB, 2016).

fases da cadeia de valor da agropecuária, com foco na promoção de vantagens competitivas para as organizações e nações, e também para a obtenção de benefícios socioambientais.

Os termos “*smart farming*” (fazenda inteligente), “*digital farming*” (fazenda digital), “*smart agriculture*” (agricultura inteligente) ganharam destaque nos últimos 10 anos (PIVOTO et al., 2016; SAIZ-RUBIO; ROVIRA-MÁS, 2020). Bolfe et al. (2020) apontam que o termo “*smart farming*” vem sendo utilizado para destacar o emprego de novas tecnologias digitais na gestão da propriedade, como Internet das Coisas, Computação em Nuvem, Big Data e Inteligência Artificial. Outro conceito relacionado é “FarmTech” que se refere ao grupo de tecnologias que interessa ao produtor (AGFUNDER; 2020b) no contexto do seu negócio, desde o planejamento da atividade, a compra de insumos, passando pela produção, até logística e distribuição dos produtos.

Martha Junior (2020) destaca que as decisões dos produtores agropecuários, em nível local, envolvem “*uma dada combinação produtor-propriedade, uma vez que a quantidade e a qualidade de recursos (terra, trabalho, capital físico e humano) e de insumos, bem como os preços relativos envolvidos, variam caso a caso*” (p.361). Na tomada de decisão, variam também as percepções dos produtores em relação a oportunidades tecnológicas e seu grau de aversão aos riscos envolvidos nos investimentos relacionados a diferentes alternativas de produção.

Esta pesquisa de doutoramento analisa, de forma mais detalhada, a digitalização do setor produtivo. Vários autores ressaltam que a Agricultura Digital e as aplicações de *smart farming* se originaram a partir das práticas de Agricultura de Precisão (BASSOI et al., 2019; BOLFE et al., 2020; KOSIOR, 2018; WOLFERT et al., 2017). A abordagem da Agricultura de Precisão envolve a análise da variabilidade espacial dos fatores que influenciam a produção, como solo, água, nutrientes, clima, ocorrência de doenças e infestações de pragas (NAIME et al., 2014). Os autores destacam que os resultados desta análise orientam as práticas de manejo e a aplicação dos insumos de forma localizada e com doses precisas, visando obter melhores resultados econômicos e ambientais. O termo Pecuária de Precisão estende a aplicabilidade de estas práticas para a pecuária, com o estudo do componente animal e das interações animal-planta (LACA, 2009).

A Agricultura de Precisão (AP) considera apenas a variabilidade relacionadas à área da fazenda, a abordagem de **Agricultura Inteligente** vai além, ao utilizar dados armazenados e coletados em tempo real sobre a situação da produção, interpretados a partir do contexto e dos

eventos ocorridos, de forma a oferecer informações para a tomada de decisão (BASSOI et al., 2019; BOLFE et al., 2020; WOLFERT et al., 2017).

A partir do monitoramento de variáveis-chave da propriedade e de uma difusão mais fácil e rápida de conhecimentos e recomendações (MARTHA JUNIOR; 2020), as soluções digitais contribuem para o risco da atividade e têm potencial para levar a um aumento de produtividade nas propriedades e promover economias de recursos como sementes, fertilizantes, água, terra e tempo (OECD, 2019). Com a redução dos custos de tecnologias digitais e de análise de dados, os produtores estarão cada vez mais aptos a obter informações de suas propriedades, indicadores de produção e de preços, que não estavam disponíveis há alguns anos.

A **Agricultura Inteligente** inclui vários tipos de soluções digitais, desde software embarcado em máquinas e equipamentos, juntamente com sensores²⁸, gerando uma grande quantidade de dados sobre as atividades em curso, utilizadas por sistemas de gestão da propriedade e plataformas tecnológicas de Internet das Coisas. Todo um sistema de tecnologias digitais se sobrepõe às aplicações de AP como internet das coisas, o sensoriamento remoto o geoprocessamento, os sistemas de apoio a decisão, a robótica e automação e inteligência artificial. A automação é um avanço relativamente recente, seja pelo piloto automático dos tratores ou pela execução de tarefas por robôs ou atuação automática no sistema produtivo, via sensores e atuadores. A convergência de novas tecnologias digitais - internet das coisas, big data, aprendizado de máquina, computação em nuvem- permite o monitoramento da fazenda em tempo real e a tomada de decisão mais ágil e rápida.

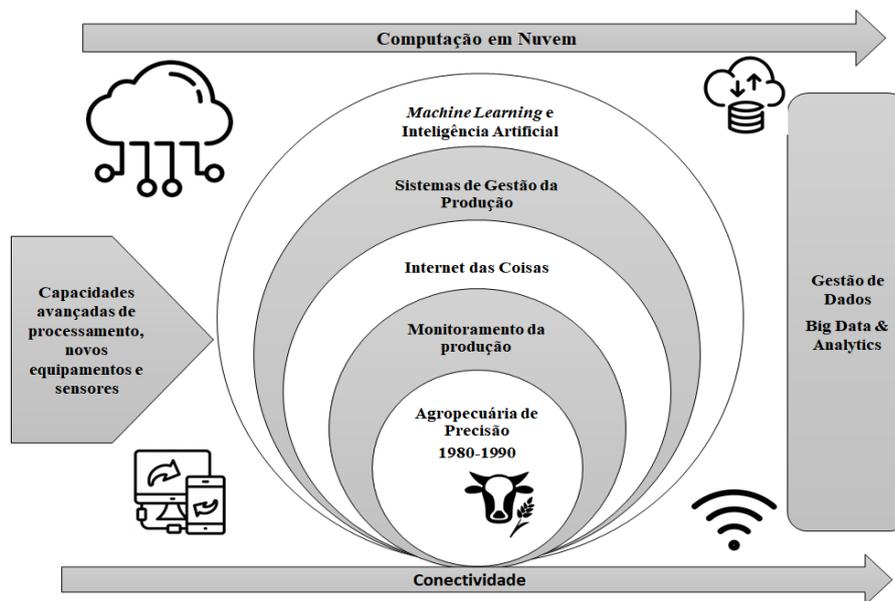
A Figura 8 apresenta uma representação da evolução desenvolvida a partir da Agricultura de Precisão, estabelecendo o ambiente tecnológico da atual Agricultura 4.0.

A infraestrutura de conectividade é uma estrutura essencial para o funcionamento das emergentes tecnologias digitais. De forma geral, na economia, o emprego de internet de banda larga estrutura estruturou a oferta de muitos serviços como o comércio online, a educação a distância, a desintermediação entre vendedores e compradores, a evolução do setor de turismo, do setor financeiro, e muitos outros. Entretanto, nas localidades mais ermas, frequentemente

28 Os sensores são os dispositivos que permitem mensurar variáveis de interesse no âmbito da propriedade (como umidade de solo, posição de máquinas, temperatura, etc), de forma a permitir o monitoramento dos processos produtivos e a tomada de decisão.

rurais e caracterizadas por economias agrícolas, as infraestruturas de conectividade, capacidades e contextos de negócios são menos desenvolvidos (GETSCHKO, 2019) e, o que contribui para taxas mais baixas de adoção de tecnologias digitais.

Figura 8: Ambiente tecnológico da Agricultura 4.0



Fonte: Autoria própria

O termo *Rural Divide* é utilizado para fazer referência à Desigualdade Digital que ocorre nas áreas rurais. Os principais fatores de influência da desigualdade digital rural são: baixa densidade populacional; grandes distâncias a serem conectadas e poucos usuários existentes, o que desencoraja o investimento privado em infraestrutura de telecomunicações (SALEMINK et al., 2015). São fatores que se manifestam também em países desenvolvidos como o Reino Unido, conforme Philip et al. (2017), destacando que a qualidade da conectividade rural é inferior seja em relação a velocidade de conexão e capacidade de banda disponível na área; os custos relacionados à conexão podem ser impeditivos para a população local; e as capacidades digitais dos usuários rurais são, em geral, mais limitadas. Destaca-se a relevância do acesso de internet com qualidade para a obtenção de benefícios advindos da TDC.

Outro aspecto interessante refere-se aos dispositivos para acesso à Internet e soluções digitais. A invenção e disseminação dos smartphones é, em geral, considerada um “divisor de águas” no sentido de facilitar a digitalização da agropecuária e permitir o acesso do agricultor a informações produtivas e de mercado (BAMBINI et al, 2014 b). A partir da

evolução as TIC, processo discutido na seção 1 deste capítulo²⁹. Os estudos sobre adoção de Tecnologia de Informação na agropecuária promovidos entre os anos 1990 e 2000 consideravam que os computadores seriam os dispositivos computacionais utilizados pelos produtores para acessar a Internet e as tecnologias digitais (BAMBINI et al. 2014 a; MENDES, 2015).

No entanto, com o lançamento dos smartphones em 2008/2009 - primeiro o iPhone e depois os modelos Android - verificou-se o crescimento de uma economia dos aplicativos (OECD, 2013) o que levou ao crescimento dos acessos e fortalecimento das redes sociais (Facebook, Twitter, Instagram, etc). Desde então, o acesso à Internet vem cada vez mais sendo realizado através de smartphones e o percentual relativo à posse de computadores, de maneira geral, no Brasil, vem decaindo (NIC.BR, 2020).

Ao mesmo tempo em que aumentou o acesso dos produtores à conectividade, a literatura aponta que o acesso da Internet exclusivamente por celular pode ser considerado um segundo nível de exclusão digital (NIC.BR, 2020). O primeiro nível de exclusão seria a inexistência de acesso à internet; o segundo refere-se ao acesso único por smartphones que oferecem menor aproveitamento das atividades on-line mais sofisticadas como pesquisas escolares, educação à distância, trabalho remoto, utilização de serviços de governo eletrônico e atividades culturais. Esta temática será discutida de forma mais detalhada no Capítulo 2.

Além da conectividade, a digitalização envolve uma infraestrutura em diferentes níveis: infraestrutura de dados com data centers, cabos submarinos e infraestrutura de nuvem; plataformas digitais; dispositivos digitais e seus aplicativos (UNCTAD, 2019). A Computação em Nuvem oferece poder computacional, capacidade de armazenamento e possibilidade de trabalho em rede (juntamente com a infraestrutura de conectividade), estruturando serviços de internet das coisas, *data analytics*, automação e inteligência artificial no campo (WOLFERT et al, 2017; FOUNTAS et al. (2020).

Destacam-se alguns **drivers** da Transformação Digital no Campo (OECD; 2018; OECD; 2019; PAUNOV; SATORRA, 2019; e WEF,2019) no contexto das tendências

29 Destacam-se, de forma resumida, algumas etapas de evolução das TIC conforme indicadas na literatura. Nos anos 1970 deu-se a convergência da computação, do software e das comunicações (COWHEY et al.,2009); nos anos 1980, a disseminação dos computadores pessoais (OECD, 2017b); entre 1990 e 2000 é lançada a Internet comercial com a criação das fundações do mundo online (CASE, 2017); nos anos 2000 dá-se um processo de modularização e convergência de novas tecnologias emergentes (COWHEY et al.,2009).

estruturantes da Era Digital (apresentadas na seção 1.2). Alguns deles são: agricultura direcionada por dados, novos serviços, modelos de negócios e plataformas digitais.

Um importante direcionador da Transformação Digital são os processos de inovação baseados em **dados** que se estabeleceram como: um direcionador tecnológico; uma importante fonte de valor e um recurso crítico para a inovação (OECD, 2017b; OECD, 2018), apoiando a tomada de decisões e as atividades produtivas em um grande conjunto de setores, assim como a definição de políticas públicas. Alguns processos estão associados a este contexto: a **digitização**, que se refere ao processo de conversão de dados já existentes (dados legados, anteriormente coletados de forma analógica, como papel ou cadernos de campo) para formato digital, visando apoiar as práticas produtivas atuais (OECD, 2018); a **digitalização**, definida como a aplicação e uso crescente de tecnologias digitais por uma organização, setor econômico ou país (e.g.) de forma a transformar a forma como as atividades produtivas são realizadas ou permitindo a realização de novas tarefas (OECD/EUROSTAT, 2018); e a **datificação**, um processo agora mais comum no meio agropecuário, refere-se à captura de dados sobre uma dada realidade que não eram sistematicamente registrados antes (ou eram registrados de forma irregular e analógica) utilizando-se de tecnologias digitais como câmeras e sensores (OCDE, 2017b; OECD, 2018).

A chamada “**agricultura direcionada por dados**” (*data driven agriculture*) se refere à atual geração de quantidades de dados sem precedentes nas fazendas modernas e às atividades de processamento e análise para gerar informação qualificada para embasar a tomada de decisão na propriedade (XIN; ZAZUETA, 2016). A redução dos custos de coleta, análise e armazenamento de dados na agropecuária – a partir da infraestrutura da internet, da computação em nuvem e da redução dos custos de sensores - permite o emprego de técnicas de internet das coisas, embasadas pela coleta computacionais software levaram ao desenvolvimento de algoritmos sofisticados para análise de diferentes tipos de dados (numéricos ou imagens), relativos a diferentes itens (solo, plantas, animais, máquinas), oferecendo informações gerenciais.

Este processo de inteligência de dados é a base da *smart farming*, permitindo a gestão digital da propriedade, juntamente com o emprego de internet das coisas, Big Data e *analytics*, e Inteligência Artificial, a partir da estrutura da comunicação em nuvem. Conjuntos de dados coletados são analisados por técnicas de inteligência artificial - como os algoritmos de *machine learning* - e comparados a dados históricos e/ou a indicadores agrônômicos a fim

de oferecer **insights** ao gestor da fazenda, propiciando uma gestão inteligente e um caráter antecipatório às decisões de forma individualizada e otimizada (TRENDONOV et al., 2019).

Dentre as decisões envolvidas temos: monitorar o uso de máquinas, as necessidades de manutenção, suas rotas e o combustível utilizado; apoiar atividades de aplicação de pesticidas, herbicidas, fertilizantes no que se refere a localização, quantidades e processos; promover práticas de irrigação inteligente, otimizando o uso de água; monitorar o comportamento de animais na fazenda visando minimizar efeitos de estresse devido à temperatura; identificar animais doentes, fêmeas em trabalho de parto, ganho de peso do rebanho; o aproveitamento de pastagens; sistema de ordenha e qualidade do leite coletado e refrigerado; monitorar condições ambientais e mitigar incêndios.

O termo **Agricultura de Decisão** vem sendo utilizado para referir-se a uma estratégia de gestão agropecuária que envolve coletar, processar e analisar dados que variam espacialmente ao longo do tempo e combiná-los com outros conjuntos de informação existentes para a tomada de decisão na propriedade (RAZA; SALAM, 2020). A precisão da informação, somada à geração de conhecimento, leva à transformação de dados em valor e inteligência, no contexto de uma Agricultura de Decisão, que oferece maior assertividade para as atividades da fazenda com a tomada de decisão em tempo real (DUARTE, 2020).

Outro driver importante da TDC envolve o desenvolvimento de **novos serviços** a partir das tecnologias digitais. Pivoto et al. (2016) destacam que as oportunidades de novos negócios baseados em serviços oferecidos por consultores e startups digitais para produtores, a partir da adoção de ferramentas de *smart farming*. Empresas especializadas em análise e gestão de dados, vêm desenvolvendo aplicativos, sistemas e eventualmente plataformas tecnológicas para aprimoramento da gestão produtiva, incluindo ferramentas de comunicação que permitem uma troca de informações mais rápida e efetiva, tanto entre a equipe da fazenda quanto com agentes externos, de forma a reduzir tempos de estoques de matéria prima e produtos finais, otimizando o trânsito de mercadorias.

Novos fornecedores de **serviços digitais** estão se estabelecendo, oferecendo plataformas acessadas via smartphones, com mais informações mais acessíveis ao produtor; processos que anteriormente requeriam o auxílio in loco de um especialista ou, em grande parte das vezes, não estavam disponíveis para produtores (OECD, 2018). Fountas et al. (2020) destaca o desenvolvimento de plataformas tecnológicas embasadas pela infraestrutura da nuvem com objetivo integrar dados locais da fazenda com outras fontes de dados, de forma a

estabelecer sistemas de suporte à decisão. Sistemas digitais baseados em *machine learning* podem, a partir de grandes conjuntos de dados, permitir a otimização de várias tarefas como: identificação de pragas e doenças a partir da câmara de um smartphone e o uso de um aplicativo, que transfere dados para o sistema; otimizar atividades como a irrigação ou a aplicação de defensivos provendo uma economia de insumos, ou mesmo para automatizar algumas etapas do processo produtivo.

Plataformas digitais representam um modelo de negócios característico da era digital (OECD/EUROSTAT, 2018). No setor agropecuário, plataformas chamadas *marketplace* para comercialização de insumos e da produção gerada, podem gerar oportunidades de negócios interessantes ao: encurtar as cadeias agropecuárias, eliminando intermediários; reduzir custos de transação; prover os produtores acesso a novos mercados; aumentar a lucratividade e a transparência relativa às etapas de fornecimento de produtos agropecuários (WB, 2019). Segundo o documento do Banco Mundial (WB, 2019), o poder das plataformas digitais consiste em reduzir os custos de combinação entre ofertantes e demandantes, sejam produtores e consumidores ou instituições financeiras e produtores em busca de crédito, e também em sua capacidade de distribuir o risco envolvido na atividade.

Em alguns países, as organizações públicas de extensão rural também vêm estabelecendo **serviços digitais**, de forma a: atingir localidades antes inacessíveis; apoiar mais produtores em suas atividades produtivas e de comercialização ao prover informações de preços de insumos e de produtos finais assim como iniciativas de capacitação produtiva. Os serviços da chamada e-Extensão provê uma forma mais efetiva e com melhor custo-benefício para atingir um número maior de produtores, utilizando-se de plataformas e outras ferramentas digitais para assisti-los em suas práticas produtivas, seja em relação a novas tecnologias, sustentabilidade ou acesso ao mercado (WB, 2019).

Um exemplo é o programa brasileiro **Ater Digital**, lançado em 2020 pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). O programa visa estabelecer novas ferramentas de assistência técnica digital aos agricultores, oferecendo maior agilidade e acesso mais rápido aos conhecimentos sobre práticas produtivas e aos resultados de pesquisas agrícolas e ferramentas já existentes, de forma a contribuir para aprimorar a produtividade e competitividade da agricultura brasileira (MINISTERIO, 2020). Dados do Censo Agropecuário 2017 indicam que o acesso dos agricultores familiares brasileiros aos serviços de assistência técnica é desigual nas regiões do país, sendo que, em média, apenas de 18% dos produtores

seriam atendidos; a partir deste panorama, o MAPA estabeleceu como meta para 2030 chegar a 50% de agricultores familiares atendidos pelo Ater Digital. A capacitação dos extensionistas visando construir um novo perfil profissional, mais tecnológico, é um dos pilares do programa³⁰.

Outro modelo de negócios relevante para a agropecuária, também baseado em plataformas digitais, refere-se ao compartilhamento e aluguel de itens de alto valor agregado como maquinário agrícola entre proprietários destes ativos e outros produtores (WB,2019). Estes itens são utilizados na propriedade alguns períodos do ano, podendo ser disponibilizados épocas em que não são requeridos. Por intermédio de uma plataforma digital, é possível conectar ofertantes de equipamentos e demandantes de serviços, em um modelo que aumenta o acesso de pequenos produtores ao uso deste tipo de maquinário, cujo custo elevado não permitiria sua aquisição. Da mesma maneira, os proprietários das máquinas podem obter uma compensação financeira pelos períodos de não-utilização de seu bem.

Considerações

Este capítulo apresenta uma discussão sobre os principais conceitos e tendências associadas à Transformação Digital, considerada a partir da perspectiva de um processo de mudança técnica, a partir da Economia Evolucionária. Ainda que seja um fenômeno estruturado por combinações de tecnologias digitais, a TD é construída a partir de uma dimensão privada, tanto no contexto individual e quanto empresarial, sendo influenciada pelas escolhas e estrutura institucionais. Caracteriza-se por uma nova dinâmica inovativa que atrai novos atores, gera modelos de negócios disruptivos e novas práticas, alterando as regras de negócios existentes.

O setor agropecuário também é influenciado por este novo contexto de negócios digital, considerado uma oportunidade única para melhorar a produção, o monitoramento, a sustentabilidade e os processos de comercialização de produtos, oferecendo mais transparência e confiabilidade desde as atividades na fazenda até a mesa do consumidor (*from farm to fork*, em inglês). Além dos atores tradicionais da inovação agrícola, novos entrantes surgem, interessados pelas oportunidades digitais como: grandes empresas de TIC, operadoras de telefonia, startups digitais e mecanismos de apoio ao desenvolvimento de empresas nascentes.

30 As ações institucionais brasileiras para fomentar a TDC estão apresentadas no Capítulo 3.

As empresas buscam obter vantagens competitivas a partir dos drivers de negócios relacionados à TDC como: agricultura direcionada por dados; oferta de novos serviços; criação de modelos de negócios digitais e desenvolvimento de plataformas digitais para várias aplicações. A agricultura digital muda a forma pela qual os produtores gerenciam suas propriedades e transformando todos os elos da cadeia agropecuária amplificando os impactos da digitalização no setor.

O próximo capítulo apresenta um mapeamento dos fatores direcionadores da Transformação Digital do Campo considerando a consolidação de vários estudos internacionais e promove uma análise da performance brasileira em relação a rankings de digitalização em âmbito global e para a América Latina.

CAPÍTULO 2 - DIRECIONADORES DA TDC: POSIÇÃO DO BRASIL NOS INDICADORES INTERNACIONAIS DE DIGITALIZAÇÃO DA AGROPECUÁRIA

A revolução digital da agropecuária vem trazendo mudanças em todos os elos das cadeias produtivas, em uma velocidade acelerada (SCHROEDER et al., 2021). Dentre os impactos esperados do uso de tecnologias digitais no campo temos: melhoria da eficiência e produtividade do setor; diminuição dos custos de transação entre os atores; redução de desigualdades no acesso à informação, tecnologias e mercados; condução de uma agropecuária embasada por dados, apoiando a tomada de decisão dos produtores; maior transparência na produção e distribuição dos produtos gerados; atenuação de economias de escala, aumentando a competitividade de pequenos produtores; efeitos sociais relacionados a promoção da segurança alimentar, redução da exclusão digital do campo, inclusão de mulheres e jovens no processo econômico rural; promoção da sustentabilidade a partir de práticas ambientalmente corretas e que reduzam efeitos das mudanças climáticas (TRENDOV et al., 2019; WORLD BANK, 2019; SCHROEDER et al., 2021).

A literatura vem realçando a contribuição que as tecnologias digitais podem oferecer para enfrentar os desafios futuros da agropecuária como: as perspectivas de um grande aumento da demanda mundial de alimentos e alteração na composição desta demanda, em função de incrementos de renda em países em desenvolvimento; atuar no sentido de reduzir a pobreza, desigualdade e a fome; a necessidade de se aprimorar as práticas produtivas em direção a uma maior sustentabilidade a fim de garantir a manutenção da base de recursos naturais e reduzir efeitos que possam intensificar as mudanças climáticas (FAO, 2017).

Este capítulo busca responder a duas perguntas: Quais são os fatores que influenciam na evolução da TDC? Como as escolhas nacionais em relação a estes fatores influenciam na distribuição dos dividendos digitais da TDC? Qual a posição do Brasil no contexto internacional e na América Latina?

O objetivo deste capítulo é mapear e analisar os fatores direcionadores da TDC, apresentando um panorama da performance do Brasil em rankings internacionais relacionados à digitalização da agropecuária. A primeira seção deste capítulo estabelece uma análise crítica sobre a digitalização do campo. Na sequência, são investigadas as disparidades nacionais em relação à digitalização, considerando as desigualdades existentes e o papel dos governos. A terceira seção discorre sobre o fenômeno da Desigualdade Digital Rural e a quarta seção apresenta a consolidação dos fatores que direcionam a digitalização do campo, descrevendo

suas características. A quinta seção analisa a posição do Brasil em relação à digitalização e TDC no contexto global e na perspectiva da América Latina.

2.1 Um olhar crítico sobre a digitalização do campo

Mesmo com todas as promessas de benefícios advindos da TDC, há vários aspectos críticos a serem considerados em relação à digitalização, entre eles: desigualdade de acesso e de poder de compra de dispositivos computacionais e serviços digitais; concentração de mercado derivada dos processos de digitalização associados a plataformas de comercialização, redes sociais e motores de busca na web; questões relacionadas a privacidade e propriedade de dados dos produtores assim como aspectos de cyber segurança (UNCTAD, 2019; WORLD BANK, 2019). Governos nacionais que estabelecem uma visão holística em relação à digitalização da economia e monitoram os riscos relacionados ao processo, obtém mais chances de que as promessas da digitalização agrícola se concretizem.

Os drivers tecnológicos da TDC oferecem, sem dúvida, muitas possibilidades e oportunidades, mas não são um fim em si mesmos e nem são infalíveis. O contexto da Agricultura 4.0, fundamentado por inovações agrícolas digitais, envolve outras dimensões além da tecnologia. Estas várias dimensões necessitam ser ponderadas a fim de que modos desiguais de produção não sejam propagados e que os dividendos digitais³¹ derivados da digitalização agrícola possam ser melhor distribuídos entre os atores envolvidos (KLERKX; ROSE, 2020; TRENDONOV et al., 2019; UNCTAD, 2019; OECD, 2019a).

World Bank (2019) destaca que uma distribuição desigual da infraestrutura de conectividade entre os produtores (de vários portes) ou entre localidades estabelece oportunidades e vantagens desiguais aos diferentes públicos. O montante de investimento necessário para a adoção de novas tecnologias pode ser também um fator de exclusão de pequenos produtores, em relação à obtenção dos benefícios da digitalização. Em relação às competências, agentes que possuem as habilidades digitais necessárias para utilizar as tecnologias de maneira adequada podem obter benefícios incrivelmente maiores.

31 O conceito de “dividendos digitais” refere-se aos desenvolvimentos mais amplos esperados a partir do uso de tecnologias digitais. Ainda que a digitalização venha se disseminando rapidamente, o impacto agregado deste processo vem ficando para trás e é distribuído de forma desigual (WORLD BANK, 2016).

Para que as tecnologias digitais possam gerar benefícios amplos, os países necessitam investir em infraestrutura digital, especialmente conectividade, e possibilitar um acesso universal às tecnologias e à infraestrutura. Um foco exclusivo nos **drivers tecnológicos** pode reforçar a desigualdade, concentrando o poder de mercado em poucos atores e poucos países (KLERKX; ROSE, 2020; UNCTAD, 2019). O relatório da UNCTAD (2019) destaca que a inovação digital criou, em pouco tempo, uma enorme riqueza que está altamente concentrada em um pequeno número de países, empresas e indivíduos. Destaca-se, no entanto, que as desigualdades e a concentração geográficas dos resultados gerados pela digitalização envolvem um padrão distinto da histórica desigualdade entre países do hemisfério norte e do hemisfério sul. Existe uma dominância dos Estados Unidos (país desenvolvido do hemisfério norte) e da China (país em desenvolvimento do hemisfério sul) em vários indicadores digitais (UNCTAD, 2019). Os dois países são, juntos, responsáveis por: 75% das patentes relacionadas a Blockchain; 75% do mercado de *Cloud Computing*; 50% do dispêndio global em Internet das Coisas; e 90% do valor gerado nas 70 maiores plataformas digitais do mundo.

Klerkx e Rose (2020) destacam as narrativas tecnológicas que posicionam o crescimento populacional como um “problema” a ser resolvido pela adoção de tecnologias digitais, embasadas por argumentos neo-Malthusianos relacionados à garantia da segurança alimentar no contexto atual. Os autores apontam que este raciocínio acaba contornando dimensões do problema que não são exclusivamente abarcados por aumentos de produtividade. Os autores destacam que a falta de acesso aos alimentos raramente é causada por uma produção insuficiente, mas, sim, pela distribuição desigual e falta de recursos para adquirir os alimentos em função de vulnerabilidade social e econômica. Aumentar a produtividade a partir da tecnologia não necessariamente resolve o problema de alimentar a população mundial. Schroeder et al. (2021) apontam que o alinhamento dos objetivos das políticas públicas para TDC com metas mais amplas relacionadas ao setor agropecuário poderia levar a ganhos sociais derivados de uma melhor eficiência, equidade e sustentabilidade ambiental.

Alguns riscos relacionados com a digitalização do campo são: ampliação da desigualdade de acesso gerada em função de uma distribuição desigual de conectividade, habilidades digitais e capacidade de investimento (WORLD BANK, 2019); práticas inseguras quanto a coleta, acesso, propriedade e uso de dados das propriedades rurais, incluindo também falta de padronização das ferramentas e formatos utilizados, dificultando a análise de grandes quantidades de dados coletados nas propriedades (TRENDOV et al., 2019); valorização de

postos de trabalho e equipes com mais capacitação e formação digital, o que pode levar a uma precarização ainda mais dos indivíduos menos capacitados (UNCTAD, 2019).

2.2 Disparidades nacionais em relação à digitalização

Ainda que o processo de digitalização das economias esteja avançando globalmente a uma velocidade muito elevada, a TD segue jornadas diferentes em diferentes partes do mundo, caracterizando-se como um fenômeno dependente do contexto geográfico e suas características (VAN VELDHOVEN et al., 2019).

Verifica-se uma distribuição desigual dos resultados e benefícios derivados das inovações digitais no contexto das nações, sendo que cerca de metade das pessoas no mundo estão *off line* – ou seja não possuem acesso à Internet – e não conseguem participar da economia digital de forma significativa (WORLD BANK, 2016; UNCTAD, 2019). A taxa de adoção de tecnologias digitais varia de forma significativa entre os países em função de diferenças relativas a renda e limitações de infraestrutura de base, investimentos e capacitação técnica (WORLD BANK, 2019; SCHROEDER et al., 2021). Em geral, os excluídos digitais são as pessoas mais pobres residentes de países menos desenvolvidos e com baixa renda, menos letrados e com poucas habilidades digitais, sem condições de acesso³² a dispositivos computacionais (WORLD BANK, 2019).

Vários aspectos influenciam a digitalização de uma nação: contexto local (condições de vida e nível educacional da população, aspectos culturais); seu estágio de desenvolvimento; as escolhas relacionadas a políticas públicas e investimentos e priorização de investimentos para fortalecer os complementos analógicos da digitalização; a estrutura inovativa existente no país (envolvendo conhecimento, informação, ativos físicos, empresas, capital humano, ambiente natural e construído, serviços locais, inter-relacionamentos, recursos financeiros); as ações de fomento a uma cultura de inovação e para o empreendedorismo tecnológico; as competências digitais disponíveis e o processo de adoção tecnológica (WORLD BANK, 2016; TRENDONOV et al., 2019; UNCTAD, 2019).

32 UNCTAD (2021) descreve “acesso” de uma forma abrangente, incluindo cinco aspectos críticos combinados: disponibilidade, custo acessível, conscientização, acessibilidade e capacidade de uso eficaz da infraestrutura e tecnologias.

Em geral, os países com menor nível de desenvolvimento e renda possuem mais dificuldades de investimento para adaptar e construir estruturas tecnológicas e institucionais para se adequar e explorar as novas ondas tecnológicas (TRENDONOV et al., 2019). UNCTAD (2021) destaca que cada onda de progresso tecnológico acentua a desigualdade entre os países em relação a acesso a novos produtos e serviços de várias naturezas – desde educação e saúde, passando pela energia elétrica e a infraestrutura de conectividade. O termo “**desigualdade digital**” ou “brecha digital” (tradução livre de *Digital Divide*) é utilizado para se referir a um processo de desigualdade econômica e social de determinados grupos de pessoas, ou localidades, em relação ao seu acesso e uso de tecnologias digitais ou em relação às suas capacidades para utilização de tecnologias digitais (OECD, 2019 b).

Helsper (2019) destaca uma perspectiva de análise relacionada à desigualdade digital, que, ao invés de focar as desigualdades de acesso às tecnologias em si, considera a perspectiva da desigualdade em relação aos **resultados do uso das TIC** para a vida cotidiana das pessoas. A visão de **Dividendos Digitais** (WORLD BANK, 2016) está alinhada a Helsper (2019) considerando os benefícios mais amplos relacionados ao desenvolvimento que um país pode ter a partir do efetivo uso de tecnologias digitais. Ainda que existam regiões hiper conectadas, gerando muitos benefícios, no âmbito geral o impacto da digitalização ainda é reduzido e muito desigual. O trabalho destaca que para maximizar os dividendos digitais há que se entender o que ele chama de **complementos analógicos** que complementam a revolução tecnológica como: (i) **ambiente de negócios favorável**; (ii) capital humano desenvolvido, envolvendo **capacidades cognitivas e competências humanas disponíveis**; e (iii) **boa governança** (instituições e regulação). Este tripé corresponde às fundações do processo de desenvolvimento econômico (WORLD BANK, 2016).

O relatório do World Bank (2016) destaca que países que investem em infraestrutura tecnológica e possuem os complementos analógicos instalados, conseguem se ajustar mais rapidamente à evolução tecnológica e ao contexto da economia digital, obtendo mais dividendos digitais. Obviamente, a renda dos países é um fator determinante, no sentido de implementar os investimentos para garantir as condições de vida da população, sua capacitação e adquirir a infraestrutura tecnológica.

Países menos desenvolvidos enfrentam várias facetas da desigualdade digital, ainda que alguns países emergentes venham implementando melhorias (TRENDONOV et al., 2019). Evidências indicam que novas tecnologias de conectividade são geradas por países

desenvolvidos e adotadas primeiramente por países mais ricos, fazendo com que os países em desenvolvimento estejam continuamente em posição de seguidores, sempre alguns passos atrás dos líderes. Um exemplo é a geração de valor a partir de dados digitais e tecnologias emergentes, mais reduzida em países da África e da América Latina, em comparação com os países desenvolvidos (UNCTAD, 2019).

Ressalta-se que, as tecnologias digitais não são, por si só, deterministas; são instrumentos para atingir objetivos da humanidade, podendo oferecer oportunidades e também apresentar desafios e efeitos não desejados (KLERKX; ROSE, 2020; UNCTAD, 2019). Podem tanto contribuir para um mundo mais justo, inclusivo e sustentável quanto ameaçar a privacidade pessoal, erodir a confiança em relação à economia digital e sustentar processos de desigualdade.

Caso a redução das desigualdades digitais não esteja na pauta estratégica dos países, seu incremento poderá exacerbar ainda mais as desigualdades de renda já existentes (UNCTAD, 2019). Em muitos países, a economia digital e seus impactos são bem mais reduzidos do que a média mundial com políticas e legislações que não acompanharam a transformação digital (UNCTAD, 2019). O debate sobre a relação entre mudança tecnológica e desigualdade tem uma longa tradição nos estudos de desenvolvimento (UNCTAD, 2021) em especial, na análise do *trade-off* entre a velocidade dos avanços tecnológicos e a capacidade de adaptação das sociedades.

Vários organismos internacionais vêm desenvolvendo ações e projetos em Desenvolvimento Digital para: estudar e avaliar o estado de digitalização dos diferentes países; promover reuniões interministeriais; apoiar a definição de planos de ação nacionais a partir de uma visão de futuro comum; e, com isso, promover uma governança internacional da digitalização. O Quadro 4 apresenta algumas iniciativas promovidas por organizações internacionais.

Os governos nacionais possuem um papel importante para reduzir desigualdades, tanto as digitais quanto econômicas, espaciais e sociais (SCHROEDER et al., 2021), a partir de atitudes proativas e ágeis no sentido de estabelecer “regras do jogo” coordenadas e inovadoras que favoreçam a obtenção e a distribuição mais equânime dos dividendos digitais auferidos (UNCTAD, 2019). As escolhas estratégicas dos governos alinhadas às ações do setor privado e da sociedade civil estabelecem uma visão comum, que possa oferecer benefícios digitais melhor distribuídos e reduzir desigualdades (UNCTAD, 2019). Neste sentido, há que se mapear as

características de seu contexto local e o cenário global e estabelecer estratégias e políticas públicas no sentido de prover regulação adequada e incentivos para a iniciativa privada.

Quadro 4: Iniciativas Internacionais de *Digital Development*

Org.	Descrição da iniciativa
ICT4D	ICT4D - <i>Information and Communication Technology for Development</i> envolve tanto uma abordagem acadêmica e quanto a aplicação deste conceito em programas aplicados em nações em desenvolvimento, enfocando, principalmente, o caso das populações menos favorecidas tendo em vista suas vulnerabilidades e/ou o estado de suas capacidades para se beneficiar da digitalização.
OCDE	A <i>Organisation for Economic Co-operation and Development</i> atua em programas e estudos sobre Economia Digital. Sua atuação envolve a definição de padrões e manuais de mensuração e a construção de bases de dados sobre digitalização, em conjunto com a promoção de reuniões interministeriais para discussões relacionadas ao tema. Mais recentemente, em 2017, o Projeto <i>Going Digital</i> começou a ser desenvolvido para investigar transformação digital e políticas governamentais relacionadas à digitalização em várias áreas, com a promoção de eventos interministeriais com a participação de representantes de vários países.
WEF	O WEF - <i>World Economic Forum</i> é uma organização internacional direcionada para parcerias público-privadas, a fim de integrar as ações de empresas, governos e da sociedade civil, desenvolvendo estudos sobre transformação digital e inovação em diferentes vertentes como: futuro da economia digital; internet das coisas; política de dados; cyber segurança e confiança digital.
WB	O <i>World Bank</i> desenvolve estudos e oferece uma ampla gama de produtos financeiros e assistência técnica, no sentido da promoção do desenvolvimento apoiando o desenvolvimento de soluções locais inovadoras. Alguns exemplos de programas são: <i>Digital Development Program</i> , <i>Digital Entrepreneurship Program</i> e o <i>Digital Development Partnership</i> (DDP) (WORLD BANK, 2021).
ITU	A ITU - <i>International Telecommunication Union of United Nations</i> foi fundada em 1865 para estabelecer a cooperação entre as redes de telégrafo existentes à época; atualmente atua em padronização e interoperabilidade em várias frentes - radiocomunicações, telecomunicações e desenvolvimento e gera indicadores sobre economia digital (ITU, 2021).
FAO	A iniciativa e-Agriculture é promovida pela <i>Food and Agriculture Organisation of United Nations</i> FAO em conjunto com ITU a fim de promover intercâmbios de conhecimento, processos de aprendizado, comunicar sobre o papel das TIC em empoderar as comunidades rurais, melhorar a qualidade de vida da população rural, e promover a sustentabilidade, a agricultura e a segurança alimentar. Em 2020, com foco no processo de Transformação Digital do Campo, um Conselho Digital Internacional para Alimentação e Agricultura está sendo formado, a partir da iniciativa de ministros da agricultura ou representantes de 71 países, atuando com: definição de prioridades; consultoria especializada; grupos de trabalhos para propor soluções a problemas específicos.

Fonte: ITU (2021), FAO (2021), FAO e ITU (2021), LOH (2015), OECD (2019a), WEF (2021), WORLD BANK (2021).

No caso da TDC, o foco das políticas públicas deve ser contingente ao estado do desenvolvimento digital do país assim como de seu setor agropecuário, de forma a priorizar intervenções em segmentos que possuem as maiores lacunas e onde estão os maiores riscos, no sentido de estimular caminhos para promover aumento de eficiência, equidade e sustentabilidade ambiental (SCHROEDER et al., 2021). Governos necessitam atuar ao longo de toda a cadeia de valor – não apenas em pontos isolados – utilizando-se das próprias tecnologias digitais seja para favorecer sua atuação - pelo monitoramento de resultados

ambientais e de produtividade – para estimular a adoção tecnológica ou para desenvolver competências digitais na população.

A próxima seção discorre sobre as desigualdades relacionadas à digitalização rural.

2.3 Desigualdade Digital Rural

As localidades rurais estão sujeitas a desigualdades em relação aos centros urbanos – de caráter econômico, espacial, social e digital – que afetam os resultados da produção agropecuária (WORLD BANK, 2021). As desigualdades econômicas influenciam na alocação de recursos e na estrutura de custos assim como nas possibilidades e oportunidades oferecidas para grandes e pequenos produtores. Desigualdades espaciais referem-se a localidades ermas que possuem desvantagens no acesso a mercados, infraestrutura e serviços públicos, na comparação com áreas urbanas ou periurbanas. Questões sociais envolvem dificuldades que grupos mais vulneráveis - como indivíduos menos favorecidos economicamente, mulheres e jovens – possuem para acessar recursos, mercados e auferir renda em virtude de aspectos adversos de cunho societal, cultural ou em função de níveis educacionais.

Desigualdade Digital Rural se refere à desigualdade digital que ocorre nas áreas rurais, chamada, em inglês, de *Rural Divide*. As áreas urbanas e com maior concentração populacional atraem mais competidores interessados em investir em infraestruturas digitais e prover serviços, aumentando a oferta de uma conectividade ubíqua. Localidades mais ermas que possuem baixa densidade populacional, envolvem frequentemente economias rurais, caracterizadas por grande número de propriedade agropecuárias. Este cenário envolve grandes distâncias a serem conectadas e poucos usuários existentes, o que não é atrativo para os provedores de serviços (GETSCHKO, 2019; SALEMINK et al., 2015).

Mesmo que o processo de exclusão sociodigital não esteja restrito apenas a áreas rurais e remotas, existindo também em localidades urbanas menos favorecidas (GETSCHKO, 2019), há um conjunto de fatores geográficos e culturais únicos que influencia este processo nas regiões rurais. Duas problemáticas caracterizam este fenômeno (TRENDON et al., 2019). O primeiro é a **pobreza**, uma vez que comunidades mais pobres possuem acesso limitado a tecnologias digitais, energia elétrica e serviços de conectividade e também recursos escassos para aquisição de produtos e serviços digitais. O outro problema-chave é a existência de um **baixo nível de competências digitais** nas populações rurais, em geral associada à baixa

escolaridade e pouco letramento, levando a uma limitação nos usos mais sofisticados da tecnologia e pouca percepção de benefícios de seu uso, reduzindo os dividendos digitais a serem obtidos.

Em virtude de um cenário de negócios que desencoraja o investimento privado em infraestrutura e provimento de serviços de conectividade pelas operadoras de telecomunicações para o campo, este segmento acaba sendo ocupado por pequenas empresas que oferecem serviços de “última milha”: termo utilizado quando uma operadora de telecomunicações é contratada para cobrir uma determinada área mas não possui infraestrutura de rede para entregar o serviço, contratando uma empresa que possua o meio físico de cabeamento ou ofereça conexões wireless (GABBA, 2019). Os serviços de “última milha” ocorrem em virtude de desafios no provimento de infraestrutura de telecomunicações diretamente aos usuários de certas localidades, geralmente em função de grandes distâncias sem infraestrutura instalada.

O *Rural Divide* está presente também nos países do hemisfério norte, conforme destacam Philip et al. (2017), ao analisar várias diferenças urbano-rural no Reino Unido. Os autores apontam que: a qualidade da conectividade rural é inferior à urbana, seja em relação a velocidade de conexão ou à capacidade de banda disponível na área; os custos relacionados à conexão podem ser impeditivos para a população local; e, conforme já mencionado, as capacidades digitais dos usuários rurais são, em geral, mais limitadas. Desigualdades rurais persistem também no contexto dos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) com uma maioria de nações nas quais a percentagem de domicílios rurais com conexão em banda larga é menor do que a de domicílios urbanos (OECD, 2019b). Grande parte dos países da OCDE incluíram diretrizes em seus planos estratégicos no sentido de expandir a conectividade em áreas rurais e remotas, com foco na expansão de redes de alta velocidade, a fim de reduzir a desigualdade digital.

Em relação à TDC, os smartphones vêm sendo considerados “divisores de águas” no sentido de reduzir ampliar o uso de tecnologias digitais no campo (TRENDONOV et al, 2019), uma vez que, possuindo custos de aquisição mais acessíveis (na comparação com computadores) e interface amigável, têm sido adotados pelos produtores rurais, especialmente os mais jovens. Seu uso vem permitindo a comunicação via voz, texto e áudio, reduzindo o isolamento de muitos produtores e facilitando o acesso à informação na propriedade rural (sobre preços, tempo, técnicas produtivas, notícias).

No entanto, análises recentes consideram que o uso da internet exclusivamente por smartphones e aplicativos pode ser considerado **um 2º nível de exclusão digital**, uma vez que a tela pequena e a capacidade de processamento mais reduzida do smartphone acabam não possibilitando usos mais sofisticados de softwares, realização de análises de grandes quantidades de dados e imagens como as que vêm sendo realizadas via computadores (NIC.BR, 2020).

A juventude rural possui um papel importante na aceleração da digitalização do campo – seja na categoria de produtor, empregado ou empreendedor Agtech - em virtude de possuir mais habilidades digitais e de inovação (TRENDOV et al., 2019). Quando as tecnologias digitais passam a integrar os programas educacionais e as ações de incentivo ao empreendedorismo e aceleração de startups por parte de universidades e faculdades de ciências agrárias, existe uma incorporação de habilidades digitais e competências tecnológicas pelos estudantes e jovens empreendedores turmas em formação, juntamente o desenvolvimento de uma postura inovadora e criativa que beneficia a agricultura do futuro.

Outro fator importante na análise do *Rural Divide* é a influência do porte e nível de renda do produtor rural em um mesmo país. Produtores maiores e mais capitalizados que possuem mais recursos para adquirir e acessar novas tecnologias; os pequenos produtores - com menor escala, com menores níveis de competências e renda - têm mais dificuldade em se inserirem no contexto de uma TDC (FAO, 2020). A exclusão digital dos produtores agropecuários mais pobres e de menor porte é uma fonte de vulnerabilidade para estes atores, que não conseguem acessar as novas tecnologias e serviços oferecidos a fim de incorporá-los aos seus processos produtivos, o que poderia contribuir positivamente para o desenvolvimento econômico e social das regiões rurais (SALEMINK et al., 2015; TRENDOV et al., 2019).

Vale ressaltar que cerca de 45% da população mundial reside em áreas rurais, o que corresponde a mais de 3 bilhões de pessoas, de acordo com FAO (2020), um grande potencial de mercado para serviços de conectividade, dispositivos e software. Ainda que existam dificuldades representadas pelo alcance da infraestrutura e a existência de baixa concentração de usuários dispersos em grandes áreas, existe uma expectativa de que estas sejam solucionadas de forma criativa e colaborativa pelos atores envolvidos, de forma a reduzir a desigualdade digital rural. Ainda que sejam grupos heterogêneos de produtores, localidades e dificuldades de acesso, um efetivo gerenciamento destas diferenças em cada localidade poderia impactar positivamente nas propriedades rurais de todos os portes, aumentar a produtividade e a eficiência, transformando toda a cadeia de valor agropecuária.

Os governos nacionais e locais têm um papel importante na condução de políticas públicas voltadas para infraestrutura tecnológica e de conectividade, fomentando programas e parcerias com a iniciativa privada, através de investimentos complementares, no sentido de garantir as condições básicas para acesso como infraestrutura, letramento e competências digitais mínimas para TDC (DUTTA et al., 2017; TRENDONOV et al., 2019). Organismos internacionais também vêm contribuindo neste sentido, conforme apresentado no Quadro 4.

O conhecimento dos direcionadores da TDC e de suas interrelações, juntamente à avaliação do estado dos países em relação a estes fatores, pode apoiar os governos no estabelecimento de prioridades e na definição de políticas e programas de incentivo. A próxima seção apresenta um mapeamento e análise dos fatores que influenciam a evolução da TDC a partir da análise da literatura e pesquisa documental.

2.4 Direcionadores da Transformação Digital do Campo

Esta seção apresenta um panorama dos fatores que influenciam na evolução da digitalização das nações, considerando, em especial, o setor agropecuário. Tendo em vista a novidade sobre o tema, são poucas as pesquisas e bases de dados organizadas e oficiais sobre a digitalização da agropecuária em âmbito nacional. Além disso, estudos sobre adoção de tecnologias digitais na agropecuária são, em geral, conduzidas a partir de estudos de caso locais ou aplicações específicas, sem uma visão macro do fenômeno. Em alguns países, mesmo as informações sobre políticas públicas e estratégias dos governos em relação à agricultura digital não estão amplamente disponíveis.

Dois estudos recentes se destacam. O primeiro deles, promovido pelo Banco Mundial, apresenta um quadro teórico sobre a digitalização agrícola desenvolvido para orientar a condução de políticas públicas com o objetivo de maximizar a eficiência, equidade e sustentabilidade ambiental da transformação digital no campo (SCHROEDER et al., 2021). Consta deste documento a classificação de 150 nações em relação ao seu estágio de digitalização agrícola partir da construção de um indicador multicritério. O segundo documento apresenta um mapeamento da Conectividade Rural da América Latina e Caribe, elaborado pelo IICA (*Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura*), em parceria com o BID (*Banco Interamericano de Desarrollo*) e a empresa Microsoft (ZIEGLER et al, 2020).

Além destes, outros trabalhos recentes analisam a transformação digital de uma forma ampla. O trabalho da FAO (TRENDONOV et al., 2019) apresenta um modelo descritivo para identificar os elementos que caracterizam a transformação digital da agropecuária. A pesquisa *Cisco Global Digital Readiness Index* (CISCO, 2020) que analisa o estágio de digitalização de 141 nações - de uma forma geral, não apenas para o setor agropecuário. Este estudo considera que, ao mesmo tempo em que uma sociedade digital global se torna mais madura, existem grandes diferenças na capacidade dos países em obter benefícios digitais de uma forma mais inclusiva e distribuída entre seus cidadãos. Este indicador de “prontidão digital” foi desenvolvido pela Cisco (2020) a fim de oferecer, às nações, um melhor entendimento sobre suas características e posicionamento no sentido de auferir benefícios advindos da digitalização, apontando intervenções e investimentos que podem apoiar os avanços dos países para uma digitalização mais inclusiva. Um modelo holístico foi criado, a partir de vários componentes, nem todos tecnológicos: necessidades básicas da população, investimentos governamentais e privados, facilidade em fazer negócios, capital humano, ambiente de startups e inovação, infraestrutura tecnológica e adoção tecnológica.

O mapeamento dos direcionadores da TDC foi complementado pela revisão de outros relatórios técnicos sobre os fatores de influência relacionados à Transformação Digital e Transformação digital do Campo, assim como artigos acadêmicos, referenciados ao longo do texto. Os principais documentos analisados para a identificação e consolidação dos direcionadores da TDC estão apresentados no Quadro 5.

A partir da análise destes documentos, foram consolidados os fatores direcionadores da TDC, considerando: as **condições necessárias** para a digitalização do campo e, os fatores **contribuintes**, que aumentam a probabilidade de ocorrência de um determinado evento, ainda que não torne certa a sua ocorrência (SELLTIZ et al., 1975).

As **condições necessárias** precisam estar presentes para que ocorra a TDC; no entanto, a sua simples existência não garante que o processo se desenvolva. Estas fundações da TDC se referem a: acesso à energia elétrica, acesso a serviços de conectividade e malha rodoviária. Os **fatores contribuintes**, necessitam da ocorrência das condições básicas para que possam contribuir para a ocorrência da TDC. Envolve diferentes tipos de condições que com potencial para contribuir para fortalecer a digitalização do campo, podendo ocorrer conjuntamente ou alternativamente (SELLTIZ et al., 1975).

Quadro 5: Principais fontes consultadas para análise consolidada sobre direcionadores da TDC

Documentos com foco em TDC		
Ano de Pub.	Documento	Fonte de dados / Autoria
2021	<i>What's Cooking: Digital Transformation of the Agrifood System</i>	The World Bank Schroeder et al., 2021
2020	<i>Rural Connectivity in Latin America and the Caribbean</i>	IICA, BID e Microsoft Ziegler et al., 2020
2019	<i>Digital Technologies in Agriculture and Rural Areas - Status Report.</i>	FAO Trendov et al., 2019
2019	<i>Future of Food: Harnessing Digital Technologies to Improve Food System Outcomes.</i>	WORLD BANK (2019)
Documentos com foco em Transformação Digital (geral)		
Ano de Pub.	Documento	Fonte de dados / Autoria
2021	<i>Technology and Innovation Report 2021.</i>	UNCTAD (2021)
2020	<i>Cisco Digital Readiness Index 2019.</i>	CISCO (2020)
2019	<i>Digital Economy Report 2019.</i>	UNCTAD (2021)
2019	<i>Going Digital: Shaping Policies, Improving Lives.</i>	OECD (2019)
2016	<i>Digital Dividends.</i>	WORLD BANK (2016)

Em muitos casos, torna-se essencial a ocorrência de mais de um fator contribuinte para que o fenômeno se manifeste. Selltiz et al. (1975) apontam que existem **condições contributivas alternativas** que tornam mais provável o acontecimento de um evento, e ocorrem de forma não simultânea; e também podem existir interações entre fatores, que, em conjunto podem se configurar como uma condição contribuinte para a TDC.

A seguir serão apresentadas as pesquisas analisadas e a categorização dos direcionadores sobre digitalização e digitalização do campo.

2.4.1 Mapeamento dos fatores que influenciam a digitalização do campo

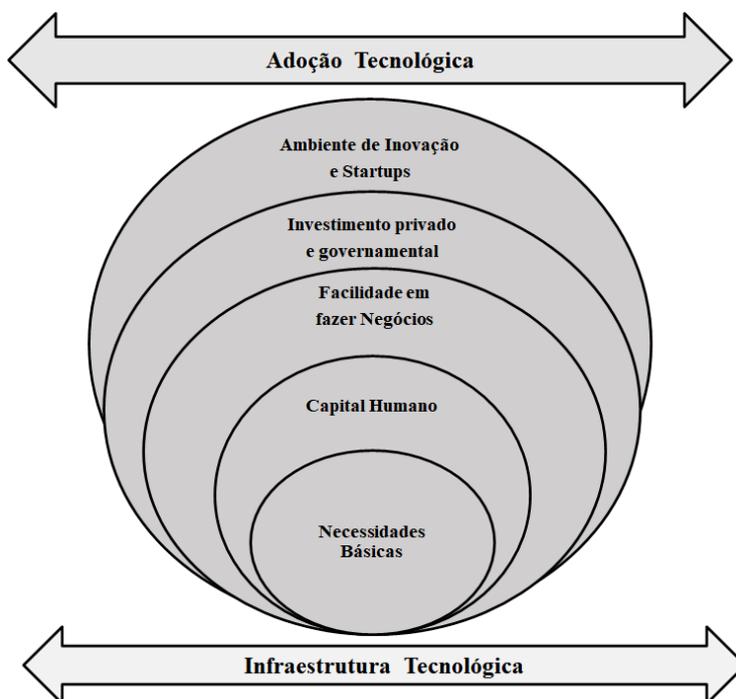
A pesquisa *Cisco Global Digital Readiness Index* (CISCO, 2020) analisa o quão preparado um país está para se beneficiar de processos de digitalização (*digital readiness*). A pesquisa avalia o estágio de digitalização de 141 nações a partir de uma abordagem que envolve sete componentes, descritos no Quadro 6. A Figura 9 apresenta os componentes partir de uma abordagem hierárquica.

Quadro 6: Componentes do modelo holístico do Cisco Global *Digital Readiness Index* 2019

Componente	Definição e Indicadores Mensurados
Necessidades Básicas	Condições e qualidade de vida da população: expectativa de vida, taxa de mortalidade de crianças até 5 anos, acesso a serviços básicos como eletricidade e água potável.
Capital Humano	Competências digitais da força de trabalho: taxa de participação da força de trabalho, taxa de letramento dos adultos, qualidade da educação e anos de escolaridade.
Facilidade em fazer negócios	Um ecossistema de negócios dinâmico é muito importante para a digitalização: regras locais de negócios, tempo que um novo negócio demora para obter eletricidade, classificação nos rankings - <i>Ease of Doing Business Index</i> e <i>Logistics Performance Index</i> (LPI).
Investimento privado e governamental	Investimentos para construir capacidades e infraestrutura mensurados por: diferentes fontes de investimento privado e público (inclusive investimento estrangeiro direto), despesas com Pesquisa e Desenvolvimento e liberdade de investimento.
Ambiente de Inovação e Startups	Considera o papel das startups em criar inovações e gerar empregos, assim como sua agilidade e capacidade de adaptação a novas condições de mercados e em gerar valor a partir de tecnologias digitais: disponibilidade de investimento de risco, investimentos efetuados, densidade de novos negócios, registros de marcas e patentes.
Infraestrutura tecnológica	A infraestrutura disponível para permitir atividades digitais e conexão entre consumidores (incluindo IoT e Cloud): inscrições de banda larga móvel, acesso nos domicílios, banda larga fixa e servidores de internet.
Adoção Tecnológica	Demanda por produtos e serviços digitais: penetração de celulares/ smartphones, uso de internet, computação em nuvem.

Fonte: Cisco (2020)

Figura 9: Representação dos sete Componentes do Digital Readiness Index



Fonte: Desenvolvida pela autora, a partir de Cisco (2020)

A pesquisa *Cisco Global Digital Readiness Index 2019* classifica os países a partir de três estágios - amplificação, aceleração e ativação - e cada componente do modelo gera impactos diferentes sobre a pontuação total do país, dependendo do estágio de digitalização. Um componente-chave é o **capital humano**, que influencia de forma significativa os países em todos os estágios de digitalização, uma vez que leva a efeitos continuados, capacitando a força de trabalho que se habilita a utilizar e criar novas tecnologias.

Vale lembrar que o desenvolvimento e o aprimoramento de todos os componentes necessitam ser contínuos para que os países possam manter ou melhorar suas posições em relação ao seu estágio de digitalização. Ressalta-se que países com componentes contribuintes mais consolidados podem se beneficiar mais dos investimentos em infraestrutura tecnológica.

No que se refere aos estudos relacionados à digitalização no campo, destacam-se duas linhas de análise. O Banco Mundial (WB, 2019) investiga os fatores que influenciam a digitalização do campo a partir de duas vertentes: (i) fatores do lado da **oferta**, como cobertura de rede rural e disponibilidade de aplicativos digitais; (ii) fatores do lado da **demand**, incluindo habilidades e conhecimento, ambiente de confiança para negócios digitais, acessibilidade e investimentos complementares.

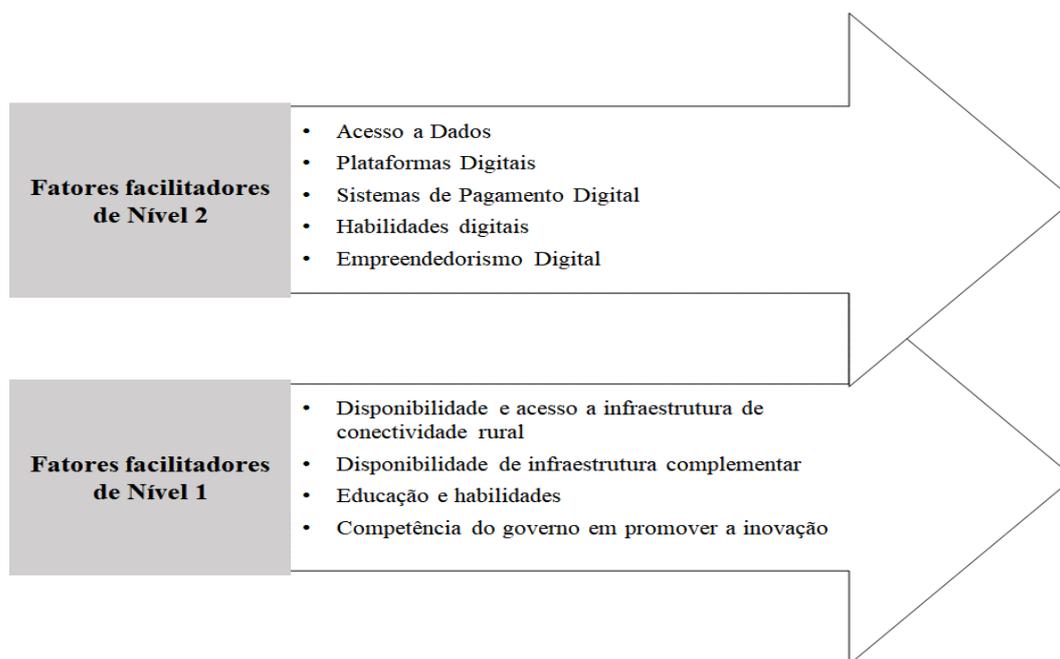
A visão da FAO (TRENDON et al., 2019) considera duas categorias principais de indicadores para a TDC: (i) as **condições básicas**, pré-requisitos para o processo de adoção tecnológica como a disponibilidade de energia elétrica, de estrutura de conectividade para acesso à internet e existência de habilidades digitais mínimas pelos usuários, a partir do estabelecimento de políticas públicas e mecanismos institucionais de incentivo; e os (ii) **fatores contribuintes** para a digitalização do campo como a efetiva adoção e o uso de tecnologias digitais; o fortalecimento dos talentos digitais; o desenvolvimento de uma cultura de inovação e a promoção do empreendedorismo Agtech.

Um estudo recente do World Bank (SCHROEDER et al., 2021), seguindo a mesma linha de fatores da oferta e da demanda, estabelece dois níveis de fatores relacionados à digitalização da agropecuária, apresentados na Figura 10.

Os **fatores de nível 1** são aqueles que estabelecem as fundações para a transformação digital do campo como: redes de conectividade com boa qualidade, possibilitando usos mais sofisticados; infraestrutura analógica complementar em rede de eletricidade, rodovias e logística de distribuição para que os equipamentos possam ser carregados e os produtos cheguem aos mercados; capacidade do governo em promover a

inovação digital e garantir a distribuição equitativa dos benefícios mitigando falhas de mercado, estimulando o desenvolvimento do capital humano e fomentando incentivos à adoção tecnológica. Schroeder et al. (2021) apontam o papel-chave do governo em prover os fatores de base (nível 1) para fomentar a transformação digital, a ser conduzida em grande medida pelo setor privado.

Figura 10: Fatores de influência para inovação agrícola digital



Fonte: Schroeder et al. (2021)

Os **fatores do nível 2** estão relacionados ao fortalecimento do ecossistema de inovação agrícola digital como: disponibilidade de dados abertos, plataformas digitais, ambiente de fomento ao empreendedorismo digital, sistemas de pagamento digitais e desenvolvimento de habilidades digitais.

Tendo em vista os vários atores, tecnologias, modelos organizacionais e instituições envolvidos na TDC, esta nova dinâmica inovativa da agropecuária também passou a ser interpretada sob a perspectiva de um Ecossistema de Inovação (PIGFORD et al., 2018). O ecossistema de inovação agrícola digital pode ser descrito como um sistema sociotécnico complexo do qual participam atores heterogêneos que colaboram entre si em atividades de inovação digital, aplicadas ao contexto da agropecuária (adaptado de SCHROEDER et al., 2021).

As fundações do ecossistema de inovação agrícola digital, conforme Schroeder et al. (2021), são os fatores de nível 1 (infraestrutura de conectividade de qualidade e infraestrutura complementar como rede de eletricidade, rodovias e de logística; capacidade do governo em promover a distribuição equitativa dos benefícios da inovação digital e mitigar falhas de mercado; capital humano desenvolvido e incentivos à adoção de tecnologias digitais no setor agropecuário). O fortalecimento do ecossistema, segundo os autores, se dá a partir dos fatores de nível 2 (disponibilidade de conjuntos de dados abertos; a existência de plataformas digitais; o fortalecimento do ambiente de empreendedorismo digital; a oferta de sistemas de pagamento digital e a construção de habilidades digitais).

Políticas públicas para promover os ecossistemas de inovação agrícola digital podem seguir duas vertentes, segundo Schroeder et al. (2021): (i) promover um ambiente propício para a transformação digital na agropecuária de forma a maximizar os ganhos de eficiência e (ii) incentivar os agentes privados com o objetivo de maximizar os impactos de equidade e de sustentabilidade ambiental da adoção da agricultura digital.

Os autores destacam o papel-chave do governo em prover os fatores de base (nível 1) para fomentar a transformação digital sendo esta conduzida em grande medida pelo setor privado. Contribuições que podem ser oferecidas do governo são: a provisão de bens públicos (como infraestrutura) e a criação de um ambiente regulatório favorável para a iniciativa privada, estimulando atividades e investimentos empresariais. Adicionalmente, podem ser promovidos programas de governo para incentivar a adoção de tecnologias digitais na agropecuária pelos produtores (bens privados).

Schroeder et al. (2021) consideram que os empreendedores agrodigitais são um direcionador central no crescimento da oferta de soluções digitais para o setor agropecuário. No entanto, seus resultados são dependentes das características e qualidade do ecossistema de seu entorno. A adoção de estratégias digitais e de políticas para promover e apoiar as Agtechs digitais por parte do governo pode fortalecer a ação empreendedora (como desenvolvimento de competências, investimentos, mentorias, e estímulo a ações regionais) e, conseqüentemente, o ecossistema de inovação.

O investimento em pesquisa agrícola disruptiva também é um importante elemento dos ecossistemas, financiada, em grande parte pelo setor público. O redirecionamento de investimento governamental para ações de Ciência e Tecnologia contribui para fortalecer o ambiente em que se desenvolvem as Agtechs, aumentando a geração de novos conhecimentos

e tecnologias digitais para o setor agropecuário, assim como as possibilidades de disrupção. Schroeder et al. (2021) consideram necessária a busca pela cooperação entre os setores público e privados para pesquisa e desenvolvimento agropecuário, direcionando o financiamento a partir da aplicabilidade dos resultados previstos da pesquisa.

Uma análise das manifestações nacionais da TDC é apresentada a partir de um **Indicador de Digitalização da Agricultura (IDA)** (SCHROEDER et al., 2021) resultante do mapeamento das forças e fraquezas de um país em relação ao seu ambiente para evolução da transformação digital do campo. O IDA avalia o estado do desenvolvimento dos fatores de nível 1, considerando três aspectos: (1) disponibilidade de cobertura móvel; (2) poder de compra para serviços móveis e dispositivos; e (3) aspectos facilitadores não-digitais, segundo as métricas: acesso a mercado, acesso à rede de energia elétrica, habilidades básicas e serviços online. Os resultados desta avaliação permitem identificar gaps a serem atendidos pelo setor público, em relação aos fatores básicos da TDC. Vale notar que, enquanto o IDA é um indicador calculado a partir de fatores quantitativos, representando os fatores de nível 1, a análise dos componentes dos fatores de nível 2 pode ser promovida pela combinação de indicadores (quando disponíveis) e da coleta de dados qualitativos via entrevistas com representantes dos stakeholders.

Outro relatório analisado, desenvolvido pelo IICA em parceria com o BID e a Microsoft (ZIEGLER et al., 2020), tem como foco a conectividade rural na América Latina, considerada um fenômeno complexo e por isso analisado a partir de vários indicadores, utilizando-se do conceito de **Conectividade Significativa**. Este conceito agrega as informações sobre de quatro pilares: regularidade de uso da internet; disponibilidade de dispositivo computacional; acesso a dados suficientes para atividades diárias; e velocidade de conexão adequada. O índice de Conectividade Significativa pode ser interpretado como o percentual da população que está conectado à internet e foi calculado para populações rurais e urbanas. Nota-se que existe um alinhamento entre as pesquisas analisadas em relação às dimensões consideradas e sua categorização.

2.4.2 Fundações da TDC: condições necessárias, mas não suficientes

As variáveis do *Digital Readiness Index* da Cisco (2020) que avaliam o índice de “prontidão digital” de uma nação, se estruturam de uma forma hierárquica e cumulativa, a partir das Necessidades Básicas da população do país. Os resultados deste estudo evidenciam que o

estágio de digitalização de uma nação não é resultado de um investimento isolado em tecnologia, mas sim, do conjunto de políticas e investimentos que um país prioriza ao longo do tempo e que efetivamente executa (CISCO, 2020). Ainda que o acesso à tecnologia e à infraestrutura de conectividade sejam essenciais, se a população não tiver suas necessidades básicas atendidas, o país não consegue aproveitar as oportunidades oferecidas pela digitalização.

À medida em que a nação investe no desenvolvimento dos componentes de base do modelo, cria-se uma estrutura que favorece a digitalização. Ao proporcionar boas condições de vida, oferecer serviços de água e eletricidade para a população e fortalecer os processos educacionais no país, cria-se um lastro para embasar o desenvolvimento dos outros componentes.

Trendov et al. (2019) destacam as fundações a serem estabelecidas no processo de transformação digital do campo e das cadeias produtivas agropecuárias, entendidas como as condições necessárias para a digitalização: conectividade (cobertura, tecnologias e acesso financeiro a elas); níveis educacionais (como letramento e uso de TIC nas escolas); empregos nas áreas rurais.

O Quadro 7 apresenta a consolidação das condições básicas para a TDC (TRENDOV et al., 2019), também chamadas fatores de nível 1 (SCHROEDER et al. (2021).

Quadro 7: Análise consolidada das condições básicas para a evolução da TDC

Categorias de Fatores	Indicadores	Revisão documental
Fundações da TDC Condições Necessárias	Condições básicas de vida no país	Expectativa de vida, mortalidade infantil e acesso à rede elétrica, acesso à água. (CISCO, 2020; SCHROEDER et al., 2021).
	Desenvolvimento atual do capital humano no país	Taxa de letramento, anos de escolaridade, testes internacionais de educação, participação da força de trabalho (CISCO, 2020)
	Infraestrutura digital disponível e acesso financeiro	Subscrições de banda larga móvel, fixa, servidores seguros e acesso no domicílio. (CISCO, 2020; SCHROEDER et al., 2021).
	Políticas públicas de infraestrutura, regulação e incentivos para agricultura digital	Estabelecimento de políticas públicas e mecanismos institucionais de incentivo à TDC. (TRENDOV et al., 2019) Papel do setor público em maximizar os resultados da agricultura digital, investindo em infraestrutura, reduzindo riscos e garantindo benefícios digitais melhor distribuídos (SCHROEDER et al., 2020)

Para prover redes de conectividade nas áreas rurais, acessíveis e de qualidade para execução das aplicações de agricultura digital, Schroeder et al. (2021) indicam a necessidade de políticas públicas para estabelecer infraestrutura de telecomunicações, seja com investimento próprio ou em parcerias com a iniciativa privada. Os investimentos em eletricidade, infraestrutura de transportes e logísticas complementam a estrutura requerida, para uso das soluções digitais e conexão ao mercado.

Em relação aos investimentos complementares, Trendov et al. (2019) destacam que as principais razões que levam a uma educação de baixa qualidade em áreas rurais são: pouca densidade de escolas o que faz com que algumas vezes sejam muito longe da residência; tamanho das classes; e orçamento local reduzido para educação. Estas razões, somadas à falta de infraestrutura digital e de apoio contribuem para que, de uma forma geral, menos jovens completem seus estudos em área rural, na comparação com as cidades.

Segundo Schroeder et al. (2021), a digitalização dos serviços públicos, especialmente dos Ministérios de Agricultura nacionais, é um outro passo importante para aumentar a eficiência das atividades desenvolvidas e possibilitar seu monitoramento. O investimento em infraestrutura computacional e de dados, em sistemas de informação e no desenvolvimento de habilidades digitais da equipe são etapas importantes deste processo de mudança tecnológica no campo. Além disso, os autores consideram que o governo necessita estar apto a incentivar a inovação digital do campo, assegurando uma distribuição de benefícios advindos das TIC mais igualitária. Para isso torna-se necessário atacar não só a desigualdade digital, mas também a econômica, social e espacial; ressalta-se que as tecnologias digitais podem oferecer soluções para lidar com as dificuldades em outros campos.

2.4.3 Fatores habilitadores para TDC: fortalecimento do ecossistema de inovação agrícola

As condições básicas necessitam ser satisfeitas a fim de que a conectividade possa ser amplamente acessada e a TDC realmente se concretize (TRENDOV et al., 2019). No entanto, não são suficientes; torna-se necessário promover outros fatores habilitadores a fim de que se estabeleça um ecossistema de inovação agrícola.

O Quadro 8 apresenta a consolidação dos fatores habilitadores da TDC (TRENDOV et al., 2019) e os fatores de nível 2 (SCHROEDER et al., 2021).

Uma vez disponível a infraestrutura, a promoção à adoção de tecnologias digitais no campo é uma ação importante. Trendov et al. (2019) apontam que a educação e a renda são

fatores determinantes neste processo, uma vez que os usuários com níveis educacionais mais elevados acessam serviços mais avançados, mais relacionados ao negócio, como: serviços financeiros e governamentais e comércio eletrônico.

Quadro 8: Análise consolidada dos fatores habilitadores da TDC

Categorias de Fatores	Indicadores	Revisão documental
Fortalecimento do ecossistema de inovação agrícola digital Fatores habilitadores da TDC	Adoção e Promoção de Tecnologias Digitais	Penetração de smartphones, uso de internet e serviços públicos de Cloud. (CISCO, 2020) Adoção e o uso de tecnologias digitais (TRENDONOV et al., 2019) Uso da internet; disponibilidade de dispositivo computacional; acesso a dados suficientes para atividades diárias; velocidade de conexão adequada (ZIEGLER et al., 2020) Disponibilidade de dados abertos, plataformas digitais, sistemas de pagamento digital. (SCHROEDER et al., 2021)
	Desenvolvimento de habilidades digitais	Desenvolvimento de habilidades digitais, (SCHROEDER et al., 2021). Fortalecimento dos talentos digitais.
	Facilidade em fazer negócios	<i>Ease of Doing Business Index</i> (CISCO, 2020).
	Investimento privado e governamental	Investimento Direto Estrangeiro, Despesas com P&D, liberdade de investir (CISCO, 2020).
	Cultura de inovação e a promoção do empreendedorismo Agtech	Ambiente de fomento ao empreendedorismo digital. (SCHROEDER et al., 2021). Ambiente de Inovação e Startups: disponibilidade investimento de Venture Capital, Sistema de Propriedade Intelectual e densidade de novos negócios. (CISCO, 2020) Desenvolvimento de uma cultura de inovação e a promoção do empreendedorismo Agtech. (TRENDONOV et al., 2019)

Fonte: Trendonov et al. (2019); Cisco (2020); Ziegler et al. (2020); Schroeder et al. (2021)

O desenvolvimento de um ambiente de negócios favorável, o incentivo a investimentos públicos e privados e a promoção de uma cultura de inovação e empreendedorismo Agtechs são fatores que contribuem para a TDC.

Os setores público e privado necessitam colaborar para atuar como um ecossistema de inovação agrícola para ofertar soluções digitais para a agropecuária (SCHROEDER et al., 2021). Nesta nova dinâmica marcada pela inovação digital, novos atores passam a se interessar pela digitalização do setor agropecuário, introduzindo novos interesses e novos processos organizacionais (KOSIOR, 2018). A metáfora do ecossistema ecológico tem sido atrativa para oferecer um arcabouço para a análise das funções e dos inter-relacionamentos estabelecidos

entre os atores, envolvidos em processos de cooperação, competição, adaptação e suporte mútuo que se desenvolvem em um novo contexto inovativo.

Um ecossistema de inovação agrícola efetivo permite que empreendedores, grandes empresas, universidades e institutos de pesquisa, investidores e órgãos do governo promovam interações de forma eficiente para gerar resultados relevantes, estruturando-se a partir de uma cultura de inovação baseada em interações, abertura a oportunidades externas e à mudança.

A próxima seção apresenta uma análise da posição do Brasil em relação aos fatores de influência da TDC, a partir do resultado obtido em relação aos indicadores principais de três pesquisas (CISCO, 2020; SCHROEDER et al, 2021; ZIEGLER et al., 2020). Esta investigação permite explorar e mapear o estágio de digitalização do país em relação ao contexto internacional (CISCO, 2020), assim como as condições que oferece para a evolução da digitalização do rural considerando um panorama global e o contexto da América Latina.

2.5 Posição do Brasil em relação aos indicadores de digitalização da agropecuária: contexto global e panorama da América Latina

A análise da posição do Brasil em relação à digitalização (em geral) e em relação à digitalização da agropecuária foi conduzida a partir de três pesquisas centrais. O estudo *Global Digital Readiness Index* da Cisco (2020) apresenta uma visão do estágio da digitalização - de uma forma geral - nos 141 países estudados. As outras duas pesquisas analisadas (SCHROEDER et al., 2021; ZIEGLER et al., 2020) apresentam indicadores sobre a digitalização do setor agropecuário dos países investigados, enfocando principalmente as condições básicas para a TDC.

O estudo dos direcionadores da TDC - apresentado na seção anterior - evidenciou que a existência de infraestrutura de conectividade é uma condição básica para que a transformação digital se desenvolva. No entanto, não é suficiente (WORLD BANK, 2016). A criação de uma sociedade preparada para a digitalização requer uma abordagem que considere múltiplos componentes, partindo das necessidades básicas dos indivíduos, passando pela melhora de seu nível de educação, pelo investimento em infraestrutura tecnológica além de criar um ambiente de negócios dinâmico e fomentar um ecossistema de empreendedorismo e inovação (CISCO, 2020).

Vários trabalhos destacam os governos nacionais e locais têm um importante papel em garantir as condições básicas para a TDC, seja em relação à instalação de infraestrutura de conectividade ou em incentivar os investimentos privados para fomentar a digitalização (WORLD BANK, 2019). Destaca-se também a relevância da ação governamental em estabelecer um ambiente regulatório adequado e políticas públicas para desenvolver infraestruturas complementares e promover o letramento e desenvolvimento de competências digitais da população (DUTTA et al., 2017; TRENDONOV et al., 2019; WORLD BANK, 2019).

Ações governamentais empreendidas para fortalecer o ambiente de negócios e incentivar o desenvolvimento de uma cultura de inovação e empreendedorismo Agtech podem também contribuir positivamente a TDC (TRENDONOV et al., 2019).

O fortalecimento do segmento mundial de **startups Agtech** se dá nos anos 2010 (LECLERC; TILNEY, 2015; DUBOIS et al. 2019; FRANÇA et al., 2019), em especial nos países com importante participação econômica da agropecuária em suas economias, como Estados Unidos, China, Índia, Reino Unido, Israel, Canadá e França (AGFUNDER, 2021). A partir da década passada, verificou-se um crescimento dos investimentos de Venture Capital e das aquisições de empresas nascentes por corporações dos setores agropecuário e TIC (AGFUNDER, 2020).

Pode-se inferir que a evolução do movimento Agtech está também associada à existência de um contexto regulatório mais favorável à inovação e empreendedorismo e ao surgimento e fortalecimento de um conjunto de atores voltado para apoiar, incentivar e fortalecer as startups de base tecnológica como as incubadoras e aceleradoras de empresa, os hubs de inovação e os investidores de capital de risco (WALSH, 2017; AGFUNDER, 2021). Neste sentido, o crescimento das Agtechs está fortemente relacionado com o contexto produtivo e o ambiente inovativo da região geográfica onde se inserem.

As próximas subseções evidenciam a posição do Brasil em relação aos indicadores de digitalização geral - considerando a pesquisa da Cisco (2020) – e em relação à digitalização da agropecuária, conforme o Indicador de Digitalização da Agricultura (IDA) do World Bank (SCHROEDER et al., 2021) e Indicador de Conectividade Significativa (ZIEGLER et al., 2020).

2.5.1 Desempenho do Brasil no contexto global

A pesquisa *Cisco Global Digital Readiness Index* (CISCO, 2020) apresenta resultados sobre o estágio de digitalização de 141 nações, considerando sete fatores, apresentados no Quadro 9, juntamente com a classificação geral do Brasil e sua posição em cada componente avaliado.

Quadro 9: Classificação do Brasil nos componentes do *Digital Readiness Index* 2019

Brasil	Classificação geral: 67°
Necessidades básicas para uma população sobreviver e prosperar. Indicadores: expectativa de vida, taxa de mortalidade infantil, % da população com acesso a água potável, acesso a eletricidade	60°
Capital humano: força de trabalho qualificada para construir e manter a inovação digital. Indicadores: pesquisa ILO sobre força de trabalho, nível de alfabetização de adultos, anos de escolaridade, e testes educacionais harmonizados.	81°
Facilidade de fazer negócios: infraestrutura e políticas básicas para apoiar a continuidade dos negócios. Indicadores sobre ambiente regulatório, logística e facilidade em fazer negócios (Banco Mundial)	64°
Investimento Empresarial e Governamental: inclui o investimento público e privado em inovação e tecnologia. Indicadores: Investimento estrangeiro direto, gastos dom P&D, liberdade de investimento.	86°
Ambiente de startup e inovação. Indicadores: densidade de novos negócios, concessão de patentes e marcas, Investimento e disponibilidade de investimento para novos empreendimentos.	103°
Infraestrutura de tecnologia: infraestrutura disponível para viabilizar atividades digitais e consumidores conectados. Indicadores: Inscrições em banda larga móvel e fixa, servidores seguros, acesso a internet nos domicílios.	62°
Adoção de tecnologia: demanda por produtos e serviços digitais. Indicadores: penetração de dispositivos móveis. uso de internet, gastos com serviços de Cloud.	63°

Fonte: Cisco (2020)

À medida em que uma nação investe no desenvolvimento dos componentes de base do modelo Cisco, cria-se uma estrutura que favorece a digitalização e os outros fatores se sobrepõem e se fortalecem, de uma forma cumulativa. Ao proporcionar boas condições de vida e serviços básicos para a população e fortalecer os processos educacionais no país, cria-se um lastro para embasar o desenvolvimento dos outros fatores que contribuem para a digitalização.

A classificação global estabelecida no estudo da Cisco (2020) agrupa os países em 3 níveis. A **Ativação** refere-se a países com menor pontuação no estudo, geralmente necessitando de investimentos de base e educacionais. No estágio de **Aceleração (alta e baixa)** **classificam-se** os países que têm alta pontuação em “necessidades básicas” e “capital humano”, e se torna necessário aprimorar a facilidade de para fazer negócios e seu ambiente de inovação. Apesar da posição de liderança, também os países do grupo de **Amplificação** têm muitas oportunidades de melhoria.

Os países em estágio de **Ativação** se beneficiam principalmente de investimentos para melhorar necessidades básicas e capital humano. Nos países em estágio de **Aceleração** (como a China e o Brasil) além destes fatores, é preciso aprimorar seu ambiente e facilidade de para fazer negócios. No grupo de **Amplificação**, houve variação no componente de investimentos públicos e privados, com alguns países com pontuações mais modestas. Vale lembrar que os investimentos em todos os componentes necessitam ser contínuos para manter ou melhorar suas posições, mas países com estruturas mais consolidadas podem se beneficiar mais de investimentos em infraestrutura tecnológica.

O estudo da Cisco (2020) mostra o estágio de digitalização de uma nação não é resultado de investimento isolado em tecnologia, mas sim do conjunto de políticas e investimentos que um país prioriza e efetivamente executa. Ainda que o acesso à tecnologia e à infraestrutura de conectividade sejam essenciais, se a população não tiver suas necessidades atendidas como acesso a água potável, educação e oportunidades de trabalho, um país não consegue aproveitar as oportunidades oferecidas pela digitalização.

Incluindo componentes de várias dimensões, não apenas drivers tecnológicos, a análise da Cisco (2020) permite um melhor entendimento dos fatores que sustentam o estágio de digitalização dos países, evidenciando aos gestores públicos quais as intervenções que poderiam contribuir para ajudar as nações a evoluírem nesta jornada. A Tabela 1 apresenta os quinze países melhor classificados na pesquisa da Cisco (2020), todos em estágio de Amplificação. Este conjunto é formado por países desenvolvidos situados na Europa Ocidental (10 nações), Ásia-Pacífico (Singapura, Coreia do Sul, Austrália e Nova Zelândia) e os Estados Unidos, em 3º lugar, representando a América do Norte.

Tabela 1: Top quinze países classificados na pesquisa da Cisco Global Digital Index

	País	Região	Grupo de Classificação	Pontuação total
1	Singapura	Ásia-Pacífico	Amplificação	20,26
2	Luxemburgo	Europa Ocidental		19,54
3	Estados Unidos	América do Norte		19,03
4	Dinamarca	Europa Ocidental		18,98
5	Suíça	Europa Ocidental		18,86
6	Holanda	Europa Ocidental		18,66
7	Suécia	Europa Ocidental		18,42
8	Coréia do Sul	Ásia-Pacífico		18,22
9	Islândia	Europa Ocidental		18,16
10	Noruega	Europa Ocidental		17,98
11	Finlândia	Europa Ocidental		17,95
12	Austrália	Ásia-Pacífico		17,89
13	Reino Unido	Europa Ocidental		17,86
14	Alemanha	Europa Ocidental		17,85
15	Nova Zelândia	Ásia-Pacífico		17,75

Fonte: Cisco (2020)

Destaca-se que a classificação do estágio dos países em relação à sua “prontidão digital” espelha o nível de desenvolvimento econômico das nações estudadas. De uma maneira geral, os países da América do Norte, Europa e Ásia Pacífico foram classificados na categoria de Amplificação; países da África estão representados no estágio de Ativação, e economias emergentes classificaram-se em estágio de Aceleração. A Tabela 2 apresenta a relação dos países classificados no nível Aceleração-Alta como o Brasil.

O estudo promovido pelo World Bank (SCHROEDER et al., 2021) investiga como as tecnologias digitais podem acelerar a transformação do setor agropecuário considerando: a promoção do aumento da eficiência produtiva; a ampliação do acesso dos produtores aos insumos, aos canais de venda e aos serviços financeiros; a possibilidade de rastrear e garantir a qualidade dos produtos finais, assim como o aprimoramento das políticas agropecuárias pelo uso de ferramentas digitais. No âmbito deste estudo foi desenvolvido um Índice de Digitalização Agrícola (IDA) que avalia o estágio das condições básicas para digitalização de cada país considerando três indicadores: (i) disponibilidade de cobertura de conectividade móvel; (ii) acesso financeiro aos serviços móveis; e (iii) análise do ambiente facilitador envolvendo: acesso geográfico aos mercados; acesso à eletricidade; habilidades básicas (relacionadas a alfabetização, anos de escolaridade e matrículas no ensino superior) e serviços online oferecidas pelo governo.

Tabela 2: Países do nível Aceleração–Alta na pesquisa Digital Readiness Index 2019 (CISCO, 2020)

Rank	País	Região	Pontos	Rank	País	Região	Pontos
25	República Tcheca	Europa Oriental	15,78	50	Arábia Saudita	Oriente Médio	13,40
26	Espanha	Europa Ocidental	15,74	51	Kuwait	Oriente Médio	13,36
27	Malta	Europa Ocidental	15,54	52	Romênia	Europa Oriental	13,34
28	Eslovênia	Europa Oriental	15,51	53	Montenegro	Europa Oriental	13,31
29	Chipre	Europa Oriental	15,37	54	China	Ásia-Pacífico	13,22
30	Qatar	Oriente Médio	15,10	55	Tailândia	Ásia-Pacífico	13,21
31	Letônia	Europa Oriental	15,00	56	Sérvia	Europa Oriental	13,13
32	Portugal	Europa Ocidental	14,96	57	Argentina	América Latina	13,06
33	Polônia	Europa Oriental	14,94	58	Belarus	Europa Oriental	12,95
34	Chile	América Latina	14,86	59	Turquia	Oriente Médio	12,88
35	Itália	Europa Ocidental	14,84	60	Macedônia	Europa Oriental	12,78
36	Lituânia	Europa Oriental	14,78	61	Azerbaijão	Oriente Médio	12,77
37	Eslováquia	Europa Oriental	14,44	62	Armênia	Oriente Médio	12,76
38	Malásia	Ásia-Pacífico	14,31	63	Panamá	América Latina	12,74
39	Hungria	Europa Oriental	14,13	64	Trinidad e Tobago	América Latina	12,59
40	Croácia	Europa Oriental	14,01	65	Colômbia	América Latina	12,44
41	Uruguai	América Latina	13,88	66	México	América Latina	12,34
42	Grécia	Europa Ocidental	13,77	67	Brasil	América Latina	12,31
43	Geórgia	Oriente Médio	13,75	68	Jordânia	Oriente Médio	12,14
44	Bulgária	Europa Oriental	13,72	69	Bósnia Herzegovina	Europa Oriental	12,13
45	Rússia	Europa Oriental	13,63	70	Vietnam	Ásia-Pacífico	12,06
46	Maurício	África	13,61	71	Albânia	Europa Oriental	12,02
47	Costa Rica	América Latina	13,58	72	Peru	América Latina	11,93
48	Oman	Oriente Médio	13,53				
49	Cazaquistão	Ásia-Pacífico	13,49				
50	Arábia Saudita	Oriente Médio	13,40				

Fonte: Cisco (2020)

Buscou-se, com este indicador, apoiar a definição de prioridades para políticas públicas conduzidas no sentido de estabelecer as fundações para a digitalização da agropecuária, buscando desenvolver um ambiente favorável para a TDC (SCHROEDER et al., 2021). A pesquisa analisou 150 países. A Tabela 3 apresenta os 20 primeiros países classificados pelo IDA, considerando todos os subindicadores utilizados para cálculo do indicador. A variação na pontuação, nesta classe de países é de 86,1 a 91,7.

O Brasil se classificou em 93º lugar com uma pontuação geral de 52,1. A Figura 11 mostra os indicadores mensurados e a posição do Brasil nos indicadores. O Brasil teve sua classificação mais baixa no subíndice relacionado ao acesso financeiro aos serviços móveis. Este quesito inclui indicadores relacionados aos custos dos serviços e dispositivos assim como à desigualdade econômica no país, o que explicaria este resultado.

Tabela 3: Classificação Top 20 no Indicador de Digitalização da Agricultura (IDA)

	IDA	Disponibilidade de cobertura				Acesso Financeiro					Fatores do Ambiente				NDEES	
		Cobertura 2G (%)	Cobertura 3G (%)	Cobertura 4G (%)	DAAS	Tarifa de conexão	Preço do dispositivo	Taxas sobre o custo	Desigualdade no país	DAS	Distância aos mercados	Acesso a rede elétrica	Habilidades e educação	Serviços Online Gov.		
1	Suíça	91,7	99,9	99,3	97,9	98,9	88,3	84,3	90,4	76,3	85,1	99,6	100	82,4	82,9	91,2
2	Reino Unido	91,2	99,9	97,2	93,5	96,3	85,2	93,6	75	70	82,7	99,8	100	83,5	95,9	94,8
3	Finlândia	90,9	100	100	100	100	79,4	81,1	70	86,5	79,5	83,7	100	92,7	97,1	93,4
4	Holanda	90,9	100	100	99,4	99,8	79,8	76,4	73,8	82,3	78	99,8	100	88,9	90,6	94,8
5	Irlanda	90,7	100	98,1	86,6	93,9	95,5	95,4	71,3	75	86,5	99,9	100	89,2	77,1	91,5
6	Áustria	90,5	100	96,2	96,1	96,9	90,2	75	75	72,8	79,1	99,9	100	86,9	94,7	95,4
7	Bélgica	90,5	100	100	99,9	100	70,4	100	73,8	84	82,7	99,9	100	90,1	65,9	89
8	Estônia	90,3	100	100	100	100	74,4	78,2	75	73,8	75,5	98,4	100	83,7	99,4	95,4
9	Luxemburgo	90,2	100	100	100	100	100	83,6	78,8	71	85	99,4	100	66,4	76,5	85,5
10	Dinamarca	90,1	100	100	98,8	99,5	78,6	66	68,8	84	73,9	99,7	100	90,6	97,1	96,8
11	Alemanha	89,6	100	99,1	97,4	98,6	96,1	74	76,3	68,3	79,9	99,9	100	87,5	73,5	90,2
12	Suécia	89,4	100	99,2	97	98,5	89,6	71,7	68,8	80	78,1	89,8	100	86,3	90	91,5
13	Eslovênia	89,3	100	100	100	100	79,8	61,3	72,5	89,8	74,8	99,9	100	86,9	85,3	93
14	Nova Zelândia	88,7	82,5	91,3	93,1	90,3	78,4	93,8	81,3	71,5	82,2	90,4	100	90,7	92,9	93,5
15	Rep. Tcheca	88,5	100	99,4	98,3	99,1	75,4	74,7	73,8	89,5	77,7	99,9	100	83,1	72,4	88,8
16	Polônia	88,1	100	100	99,6	99,8	74	68,6	71,3	76,5	72,4	99,9	100	82,6	85,9	92,1
17	Qatar	88,1	100	100	100	100	82,4	100	98,8	45,7	83,6	100	100	56,4	65,9	80,6
18	Hungria	87,4	100	99,2	99,8	99,6	81,1	70,3	77,8	72,3	75,4	99,9	100	74,6	74,7	87,3
19	Austrália	86,6	51,4	96,9	88,8	84,6	82,5	100	87,5	69,3	86,1	65	100	97,2	94,7	89,2
20	Estados Unidos	86,1	92,8	87,6	84,9	87,6	80,1	100	69,3	46	77,1	90,5	100	89,5	94,7	93,7

Fonte: Schroeder et al. (2021)

Figura 11: Indicadores mensurados pelo Índice de Digitalização Agrícola (IDA)

Disponibilidade de conectividade	% de Cobertura 2G	103°
	% de Cobertura 3G	
	% de Cobertura 4G	
Acesso financeiro	Tarifas de conexão de internet móvel	121°
	Preço do dispositivo	
	Taxa de uso sobre custo total	
	Desigualdade	
Ambiente	Distância aos mercados	53°
	Acesso a eletricidade	
	Habilidades educacionais (letramento, anos de educação)	
	Oferta de serviços online do governo	

Fonte: Schroeder et al. (2021)

A desigualdade econômica existente no Brasil é uma das maiores do mundo, conforme indica o Índice de Gini calculado pelo Banco Mundial para 2019: 0,534 (WORLD BANK, 2021). Quanto mais próximo de zero está o indicador, menor o nível de desigualdade.

No que tange ao indicador de disponibilidade de conectividade, o Brasil teve um baixo índice de cobertura 4G, o que prejudicou sua classificação neste subíndice e na classificação total. Há que se considerar que a grande extensão geográfica do país e a dificuldade em acessar muitas localidades são fatores que dificultam muito o provimento de cobertura de conectividade, especialmente pela falta de interesse privado em oferecer serviços para localidades pouco povoadas.

Muitas possibilidades de melhoria e aprimoramento se colocam para o país, tanto em relação à melhoria da distribuição de riqueza quanto à infraestrutura tecnológica. A crise econômica decorrente da pandemia da Covid-19, infelizmente, elevou a pobreza no país, dificultando ainda mais ações no sentido de melhorar as condições de vida da população. Ainda que existam auxílios financeiros temporários providos pelo governo federal, há muito desemprego.

No entanto, as atividades relacionadas à promoção da conectividade urbana e rural aparentemente avançaram mais neste período, com a promoção de ajustes regulatórios relacionados às telecomunicações, a realização do Leilão do Espectro 5G (ainda que com muito atraso) e por ações empreendidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) no sentido de avaliar e propor ações para a conectividade rural. Estes esforços serão discutidos no Capítulo 3.

2.5.2 Panorama da Digitalização do Campo da América Latina

O estudo conduzido em parceria pelo IICA, BID e Microsoft (ZIEGLER et al., 2020) evidencia problemas centrais da análise da digitalização rural na América Latina e Caribe. O primeiro deles é a escassez de dados consistentes sobre a digitalização no campo, uma vez que em muitos casos as estatísticas oficiais não incluem estas informações. Apenas metade dos países da região³³ conta com indicadores e medidas específicas: Bolívia, Brasil, Colômbia, Costa Rica, Chile, Equador, El Salvador, Honduras, República Dominicana, México, Paraguai, Peru e Uruguai.

A limitação de informações restringe a medição da digitalização rural na região e dificulta o estabelecimento de um “estado da situação” para formular políticas públicas visando ao aumento da digitalização da agropecuária no contexto da América Latina. Para que seja possível estabelecer metas de evolução - para médio e longo prazo - torna-se necessário ampliar a cobertura das métricas de conectividade.

A expansão da infraestrutura de conectividade na região, especialmente para localidades mais distantes e ermas, é dificultada por fatores como: obstáculos para empregar fundos de acesso universal (recursos públicos para apoiar a digitalização); falta de infraestrutura de energia e transportes; relação custo benefício desfavorável para operadoras privadas em função de necessidade de grandes investimentos e existência de poucos clientes; escassez de incentivos para investimentos em áreas rurais; territórios do país inacessíveis seja por dificuldade no acesso logístico, por situações de violência; dificuldades financeiras na aquisição de dispositivos e serviços; custos mais elevados de do serviço internet para áreas rurais; em muitos países, inexistência de mapas da cobertura exata das redes de telecomunicações para identificar áreas sem cobertura e locais com potencial para se conectar mais rapidamente.

Ziegler et al. (2020) destacam que, para o desenvolvimento da economia digital na América Latina e a redução de desigualdades digitais, é preciso superar alguns desafios, a saber: (i) aprimorar os marcos regulatórios em função das novas dimensões apresentadas pela economia digital; (ii) ampliar da cobertura de acesso a serviços de internet de qualidade, com o desenvolvimento de melhores condições de acesso por toda

³³ Ressalta-se que, apesar da relevância da Argentina para a economia da América Latina, este país não dispunha dos dados consolidados no momento da pesquisa promovida por Ziegler et al. (2020).

a toda a população (iii) aperfeiçoar do quadro institucional e modelos de governança que incentivem a articulação público-privada para o desenvolvimento da digitalização; (iv) fortalecer as habilidades digitais dos indivíduos de forma a permitir a apropriação e uso de soluções digitais e conectividade a fim de melhorar a qualidade de vida dos cidadãos e a eficiência da prestação de serviços públicos online.

O Quadro 10 apresenta a classificação do estágio de digitalização dos países da América Latina e Caribe conforme os indicadores da pesquisa Cisco (2020). Considerando os 21 países da América Latina e Caribe analisados pelo estudo *Global Digital Readiness Index 2019*, o Brasil classificou-se em 9º lugar. Os destaques são Chile, Uruguai e Costa Rica, entre os 50 países melhor classificados.

A Tabela 4 apresenta os resultados do Indicador de Digitalização da Agricultura (SCHROEDER et al.,2021) para os países da América Latina e Caribe.

Quadro 10: Países latino-americanos e os componentes do Cisco Digital Readiness Index 2019

Rank	País	Grupo	Nec. Básicas	Capital Humano	Facilidade em fazer negócios	Investimento privado e governo	Ambiente de Inovação e Startups	Infraest. Tecnológica	Adoção
34	Chile	Aceleração Alta	14,86	3,82	1,47	2,99	2,84	0,72	1,37
41	Uruguai	Aceleração Alta	13,88	3,74	1,46	2,60	2,73	0,35	1,30
47	Costa Rica	Aceleração Alta	13,58	3,81	1,32	2,70	2,56	0,37	1,46
57	Argentina	Aceleração Alta	13,06	3,70	1,17	2,40	2,70	0,23	1,34
63	Panama	Aceleração Alta	12,74	3,57	1,36	2,68	2,49	0,48	1,11
64	Trinidad e Tobago	Aceleração Alta	12,59	3,35	1,17	2,31	2,69	0,27	1,43
65	Colômbia	Aceleração Alta	12,44	3,54	1,40	2,42	2,65	0,35	1,13
66	México	Aceleração Alta	12,34	3,67	1,37	2,45	2,49	0,35	0,99
67	Brasil	Aceleração Alta	12,31	3,60	1,17	2,47	2,45	0,24	1,13
72	Peru	Aceleração Alta	11,93	3,43	1,33	2,34	2,75	0,43	0,97
75	Jamaica	Aceleração Baixa	11,55	3,53	1,38	2,35	2,39	0,28	0,90
79	Equador	Aceleração Baixa	11,29	3,57	0,93	2,27	2,64	0,20	0,91
83	Paraguai	Aceleração Baixa	11,00	3,47	1,33	2,00	2,46	0,23	1,04
85	Rep. Dominicana	Aceleração Baixa	10,93	3,39	1,28	2,19	2,20	0,29	0,97
89	El Salvador	Aceleração Baixa	10,76	3,47	1,33	2,26	2,03	0,23	0,93
91	Guatemala	Aceleração Baixa	10,31	3,29	1,27	2,19	2,03	0,31	0,86
93	Honduras	Aceleração Baixa	10,14	3,31	1,22	2,16	2,15	0,28	0,64
94	Bolívia	Aceleração Baixa	10,12	3,11	0,69	1,89	2,69	0,27	0,81
97	Nicarágua	Aceleração Baixa	9,91	3,19	1,17	2,10	2,09	0,22	0,78
100	Venezuela	Aceleração Baixa	9,52	3,43	0,56	1,07	2,60	0,20	0,94
134	Haiti	Ativação	5,96	1,67	1,01	1,35	1,39	0,09	0,30

Fonte: Cisco (2020)

Tabela 4: Classificação dos países da América Latina e Caribe no Indicador de Digitalização Agrícola (IDA) Fonte: Schroeder et al. (2021)

Rank.	Países	IDA	Conectividade			DAAS	Acesso Financeiro				DAS	Fatores do Ambiente				NDEES
			Cobertura 2G (%)	Cobertura 3G (%)	Cobertura 4G (%)		Tarifa de conexão	Preço do dispositivo	Taxas sobre o custo	Desigualdade no país		Distância aos mercados	Acesso a rede elétrica	Habilidades e educação	Serviços Online Gov.	
50	Uruguai	74,5	99,6	97,1	14	64,4	79,5	72,6	71,6	57,5	71,5	92,2	100	73,8	84,1	87,5
52	Barbados	73,7	100,00	100,00	86,20	94,50	40,80	56,00	49,10	28,50	44,50	98,90	100,00	71,30	57,70	82,00
53	Chile	73,4	90,5	90,1	37	68,9	65,7	66	74,3	30,8	60,5	94,8	100	83,3	85,3	90,8
57	Trinidad e Tobago	70,7	100	96,6	38,9	74,2	35,6	57,1	82,7	57,8	55,9	99,7	100	67,6	61,2	82,1
67	Costa Rica	64,7	93,1	73,7	26	58,5	69,1	58,8	39,5	32	52,7	93,7	100	70,1	68,2	83
68	Rep. Dominicana	64,6	97,6	89,0	24,0	64,7	51,8	58,4	11,3	42,3	43,8	98,0	100,0	66,6	76,5	85,3
72	El Salvador	63,2	99,7	74,2	38,6	65,1	40,4	45,3	52,5	54,5	47,1	99,5	100	52,3	57,7	77,4
74	Panamá	62,1	85	74	22,3	55,5	57,6	70,7	52,8	21,3	53,3	81	100	66,5	62,4	77,5
79	Equador	58,8	86,3	41,9	4,9	36	53,7	51,8	85	36,3	55,9	90,6	100	66,1	81,2	84,5
80	Jamaica	58,7	100	96,6	2,6	59,7	38,3	62,8	27,9	32,5	42,4	99,7	98,9	59,1	38,8	74,1
81	México	58,2	63,3	36,1	16,3	33,6	54,4	72,1	80	21,8	58,3	85,1	100	63,8	82,4	82,8
82	Saint Lucia	58	100	96,3	48,9	78,1	35,6	56	56,2	44	47,5	0	99,5	56,3	38,2	48,5
87	Peru	56	58,7	22,3	9,5	24,5	72,7	59,9	77,5	41,8	63,6	77,6	95,2	71,5	75,3	79,9
89	Argentina	55,1	68,5	24,3	7,3	26,3	57	54,3	19,5	48	46,9	96,9	100	86,5	84,7	92
90	Colômbia	54,8	73,3	37,7	9,5	33,5	54,1	54,8	59,5	22	49	83,7	99,9	67,4	76,5	81,9
93	Brasil	52,1	67,3	33,1	8,3	30	60,8	63,4	0,9	20,8	41,6	86	100	66,2	87,1	84,8
95	Guatemala	52	84	43,5	21,8	42,9	29,7	50,6	85	24	45,9	78,1	94,7	45,3	51,2	67,3
103	Paraguay	50	57,4	23,9	3,2	22,3	51,5	49,8	86,9	27,5	53,3	69	100	57,9	70,6	74,4
107	Honduras	48,2	87,2	53,7	10	42,9	12,5	27,1	79,4	25,3	32,8	89,6	91,9	47,4	46,5	68,9
109	Bolívia	46,2	44,5	15,4	7,7	18,1	46,6	39	73,4	38,3	48	72,5	95,6	63,5	58,2	72,4
119	Nicarágua	40,3	59,1	21,7	2,2	21,4	19,1	34	63,6	39,5	36,6	55,9	88,1	52,9	54,7	62,9
126	Guiana	37,3	46,5	8,3	0	12,6	34,1	45,7	55,3	49,8	45	25,7	91,8	53,1	46,5	54,3
129	Haiti	36,1	86,9	44,5	0,9	35,5	29,7	21,2	44,8	0	24,2	95	45,3	35,4	18,8	48,6

Outro estudo analisado foi promovido por ZIEGLER et al. (2020) apresentando um prognóstico da digitalização rural no contexto da região da América Latina e Caribe. O relatório destaca que uma grande parte da população não está conectada à internet e, aqueles que estão, enfrentam problemas relacionados ao custo e qualidade dos serviços. Apenas 69% da população da região tem acesso a smartphones e 66% a computadores. Em relação a estratégias governamentais, apenas metade dos países da região possuem estratégias digitais sendo que 60% não têm políticas de cibersegurança e apenas 7% dos processos administrativos governamentais podem ser preenchidos de forma online.

Ziegler et al. (2020) destacam que o período de isolamento social decorrente da pandemia da Covid-19 intensificou a demanda por acessos a serviços, atividades comerciais e profissionais de forma virtual.

Uma análise comparativa dos indicadores de conectividade foi promovida pelos autores considerando os países da América Latina e Caribe para os quais existem dados disponíveis: Bolívia, Brasil, Costa Rica, Equador, Honduras, Paraguai, Peru. A pesquisa estabeleceu e mensurou índices de Conectividade Significativa Rural (ICSr) e de Conectividade Significativa Urbana (ICSu) a fim de identificar os elementos críticos que dificultam e favorecem a disseminação de melhores serviços de conectividade na região, destacando a contribuição destes em promover a produtividade, o desenvolvimento e a inclusão.

O Indicador de Conectividade Significativa considera quatro pilares: uso regular e permanente de internet; disponibilidade de dispositivos adequados para conexão quanto necessitarem; dados suficientes sempre que precisarem para suas atividades diárias; velocidade adequada de conexão, a fim de satisfazer suas demandas. São utilizadas, para cálculo estatísticas existentes (Índice de Banda Larga calculado pelo BID; Índice de Conectividade Móvel e *Group Special Mobile* da *GSMA Association*; Índice de Conectividade Geral da ITU).

A Tabela 5 apresenta a classificação dos países da América Latina em relação ao Indicador de Conectividade Significativa e o a Tabela 6 apresenta os Indicadores da Conectividade Significativa Rural (ICSr) e seus pilares.

Vale notar que a classificação do Brasil a partir do Indicador de Conectividade Significativa é bem mais positiva do que o resultado do Brasil nas pesquisas globais. O contexto latino-americano é mais comparável ao ambiente brasileiro

seja em relação às características físicas dos países, ao nível de desenvolvimento e as dificuldades estruturais existentes o que se refere à economia digital.

Tabela 5: Classificação dos países da América Latina e Caribe no Indicador de Conectividade Significativa, com dados de 2017

Países América Latina e Caribe	ICSr	ICSu	ICg	Gap Urbano - Rural	% de diferença urbano-rural
Brasil	0,469	0,763	0,773	0,294	1,627
Costa Rica	0,432	0,717	0,704	0,285	1,661
Equador	0,305	0,591	0,574	0,286	1,939
Paraguai	0,295	0,556	0,494	0,261	1,887
Bolívia	0,211	0,523	0,495	0,312	2,48
Peru	0,207	0,514	0,467	0,306	2,479
Honduras	0,196	0,462	0,367	0,267	2,365
Média ponderada	0,368	0,71	0,696	0,342	1,931
Média ponderada sem Brasil	0,249	0,542	0,498	0,292	2,172

Fonte: Ziegler et al. (2020)

Tabela 6: Classificação dos países da América Latina e Caribe no Indicador de Conectividade Significativa Rural, com dados de 2017

Países América Latina e Caribe	Uso diário de internet	Equip.	Banda Larga	4G	ICSr
Brasil	0,73	0,46	0,50	0,19	0,47
Bolívia	0,15	0,46	0,03	0,20	0,21
Costa Rica	0,60	0,62	0,25	0,26	0,43
Equador	0,30	0,41	0,41	0,11	0,31
Honduras	0,06	0,45	0,11	0,17	0,20
Paraguai	0,40	0,54	0,08	0,16	0,30
Peru	0,13	0,51	0,07	0,11	0,21
Média Ponderada	0,10	0,71	0,17	0,37	0,37
Média Ponderada sem Brasil	0,21	0,48	0,17	0,15	0,25

Fonte: Ziegler et al. (2020)

O uso diário da internet no Brasil apresenta um valor bastante superior à média dos países analisados (0,73) assim como a disponibilidade de banda larga (0,50). O acesso a conectividade móvel (0,19) e a disponibilidade de equipamentos (0,46) estão abaixo da média ponderada e da média calculada sem os dados do Brasil – provavelmente em virtude dos aspectos de dificuldade de acesso econômico para comprar dispositivos e

contratar serviços de conectividade, conforme indicado na pesquisa do Banco Mundial (SCHROEDER et al., 2019).

Considerações

A partir da análise efetuada nesta seção, pode-se inferir que o grau de preparo de uma nação em obter e gerar resultados a partir do processo de digitalização é resultado das **escolhas estratégicas** e da **priorização de investimentos** em uma grande quantidade de domínios, além dos aspectos tecnológicos. Investir na qualidade de vida de sua população, em educação, em um ambiente de negócios ágil e inovação, são essenciais para garantir que os cidadãos e as empresas possam fazer um uso eficiente das tecnologias e da infraestrutura de conectividade a fim de criar valor na forma de produtos, serviços e negócios e empresas. Para obter os benefícios da digitalização, o país necessita de uma estratégia holística em múltiplas frentes.

Conectividade, infraestruturas e habilidades são essenciais para a TDC. No entanto, sua simples implementação não garante que a digitalização evolua com velocidade e características adequadas. Existem **fatores contribuintes** a serem instalados a fim de fomentar a formação de um ecossistema de inovação agrícola digital de uma nação a partir de um papel coordenado entre governo e iniciativa privada. Dentre eles, temos: investimentos em bens públicos (infraestrutura): promoção da adoção tecnologias digitais no campo; incentivo ao desenvolvimento de habilidades digitais; criação de um ambiente favorável aos negócios; e fomento a uma cultura de inovação e empreendedorismo agrícola no país.

O estudo da posição do Brasil em relação aos indicadores e subíndices das pesquisas analisadas permitiu a compreensão do nível de maturidade em relação aos vários direcionadores da TDC, especialmente as condições básicas. De uma forma geral, foram identificados os principais gaps relacionados ao caso brasileiro: infraestrutura de conectividade de banda larga e móvel deficiente (considerando sua área e população); desigualdade socioeconômica, representada pelo limitado poder aquisitivo para compra de dispositivos computacionais e serviços de conectividade; e necessidade de um maior desenvolvimento de habilidades básicas e digitais nas populações rurais.

O Capítulo 3, a seguir, discorre sobre a manifestação da Transformação Digital do Campo no contexto brasileiro a partir das políticas e incentivos públicos estabelecidos para a digitalização do campo e das ações promovidas pela iniciativa

privada no sentido de resolver lacunas existentes em termos de infraestrutura e mercado. Uma descrição do desenvolvimento do movimento Agtech no país, considerando a presença de startups Agtech.

CAPITULO 3: TRANSFORMAÇÃO DIGITAL DO CAMPO NO BRASIL: AMBIENTE INSTITUCIONAL, NOVA DINÂMICA INOVATIVA E O PAPEL DAS AGTECHS

Historicamente, o processo de inovação na agropecuária distingue-se pela interação de um grande número de stakeholders com interesses distintos, influenciando o processo de mudança técnica no setor (PAUNOV; SATORRA, 2019). No contexto atual de uma revolução digital do campo desenvolve-se uma nova dinâmica inovativa com a interação entre os stakeholders tradicionais do setor – empresas públicas de pesquisa agropecuária, universidades, extensão rural, grandes fornecedores de insumos, cooperativas e produtores e criadores de pequeno, médio e grande portes– e novos atores como grandes empresas do setor de TIC (buscando novos mercados para suas aplicações), operadoras de telecomunicações (interessadas no mercado de serviços de conectividade rural), startups de base tecnológica – tanto do setor agropecuário (Agtechs) como alimentar (FoodTechs) – e junto a elas um conjunto de mecanismos geradores de novos empreendimentos (ANPROTEC, 2019) como aceleradoras e incubadoras de empresas nascentes e os investidores de Venture Capital.

Wolfert et al. (2017) descrevem um cenário dinâmico, marcado pela presença de grandes empresas de tecnologia, startups, investidores de risco e organizações públicas desenvolvendo novas tecnologias e publicando dados abertos. Participam do desenvolvimento de inovações digitais aplicadas à agropecuária, tanto grandes multinacionais atuando em insumos e equipamentos, quanto startups, Institutos Públicos de Pesquisa e Universidades (VAN ES; WOODARD, 2017), juntamente às corporações de tecnologia e empresas de telefonia.

Ainda que a TDC seja, em grande medida, conduzida por ações da iniciativa privada, a literatura destaca o papel-chave dos governos nacionais em prover os direcionadores essenciais à digitalização do campo (SCHROEDER et al.,2021; UNCTAD,2019), em especial: instalar infraestrutura; fomentar o desenvolvimento de competências digitais; coordenar a distribuição de benefícios digitais entre os atores; e prover regulação que garanta o cumprimento a preceitos éticos e sustentáveis, garantindo confiança em relação ao ambiente digital.

Este capítulo apresenta uma análise das escolhas que o Brasil vem fazendo em termos de políticas e incentivos para a digitalização do campo, assim como ações

promovidas pela iniciativa privada no sentido de resolver lacunas existentes e fomentar a digitalização da agropecuária no país.

Vale destacar o papel do agronegócio no Brasil, que representou, em 2020, 24,3% do Produto Interno Bruto brasileiro, segundo o CEPEA (2021). O país tem um importante papel na oferta global de grãos, vegetais e na pecuária (FAOSTAT, 2021, dados de 2019). Com destaque para a produção de grãos (café e soja), cana de açúcar, laranja, tabaco, frutas, algodão, arroz, cacau. Na pecuária, o país se destaca na produção de carne bovina, frango, carne de porco, leite fresco e ovos. A indústria alimentícia brasileira é responsável por 18% das exportações brasileiras (ABIA, 2021), adquirindo 58% dos ingredientes localmente. O Brasil é o 2º maior exportador de alimentos industrializados do mundo, exportando para mais de 180 países, sendo a China seu principal importador.

O objetivo principal do capítulo é descrever o contexto da TDC no Brasil considerando três dimensões: o ambiente institucional e as ações promovidas na esfera pública; a nova dinâmica inovativa marcada pela interação entre atores tradicionais e novos entrantes ao setor agropecuária; e o papel das startups agtechs digitais neste cenário.

O capítulo se divide em seis seções. Inicialmente são delineadas as ações públicas priorizadas no campo da digitalização agrícola, incluindo ações de inovação agrícola e extensão rural. Na sequência é estabelecido um panorama do estado da conectividade rural no Brasil. A terceira seção destaca ações governamentais estabelecidas para fomentar a digitalização e a agricultura digital. A quarta seção aborda ações de fomento ao ecossistema de inovação agrícola digital e a quinta seção discorre sobre a dinâmica da iniciativa privada para a agricultura digital. Por fim, é apresentado o movimento Agtech no Brasil, considerando sua oferta em termos de tecnologias digitais e a dispersão geográfica das startups.

3.1 Ações em curso para digitalização agrícola na esfera pública

A pesquisa Cisco (2020) evidencia que as **prioridades nacionais** envolvendo investimentos e políticas públicas efetivamente executadas ao longo do tempo são determinantes para o estágio de digitalização de uma nação. Ainda que o acesso à tecnologia e à infraestrutura de conectividade sejam essenciais, é o conjunto de políticas

e prioridades estabelecidos pelos governos que terá um papel preponderante na digitalização do país, nos benefícios digitais auferidos e em sua distribuição entre os vários atores participantes. Há que se garantir as condições básicas - envolvendo acesso a água, eletricidade, condições de vida, nível educacional e infraestrutura - para que a população possa fazer uso das tecnologias digitais. Os países que possuem níveis mais elevados de conectividade e uso efetivo de tecnologias digitais investiram em criar as bases para a digitalização.

O estudo de Schroeder et al. (2021) analisa mais especificamente a digitalização do campo e destaca algumas áreas-chave para a condução de ações e políticas públicas. A primeira delas se refere ao papel do Estado em **investimento em bens públicos**, tanto em infraestrutura física de transportes ou conectividade como na criação de centros de pesquisa em agricultura digital e na criação de plataformas digitais de dados abertos. Isto pode ser conduzido a partir de recursos próprios ou com o desenvolvimento de Parcerias Público-Privadas a fim de combinar investimentos privados para implementar infraestrutura.

Outro ponto importante é o **aprimoramento da regulação** a fim de garantir às empresas e aos produtores o aproveitamento das oportunidades da TDC, provendo segurança ao ambiente de negócios. Processos de articulação, discussão e publicação de legislações que devem ser conduzidos no sentido de considerar tanto os aspectos tecnológicos quanto mercadológicos, para: garantir a privacidade, segurança e titularidade dos dados coletados por produtores rurais; regular a competição nos mercados digitais e evitar abusos de poder de grandes grupos econômicos (tendo em vista os movimentos de concentração ocorridos no contexto da digitalização). Outra área-chave destacada por Schroeder et al. (2021) é o **investimento governamental em pesquisa e desenvolvimento agrícola** a fim de criar novos conhecimentos e tecnologias, e também o estímulo institucional para a cooperação científica e inovativa de setores do governo e empresas através parcerias público-privadas.

O Brasil possui uma ampla rede de universidades (federais e estaduais), institutos federais, cursos tecnológicos e escolas técnicas públicas devidamente credenciadas e acreditadas no país. Este conjunto amplo oferece diversos cursos de graduação e de pós-graduação (lato sensu e stricto sensu) que, por sua vez, ampliaram sobremaneira a capacidade tecnológica e o capital intelectual brasileiro. Faculdades e universidades privadas completam esta rede. A maioria dessas instituições é financiada

direta ou indiretamente pelo Estado, que permanece como um ator preponderante no cenário tanto da produção como do fomento ao desenvolvimento científico e tecnológico.

No caso da agropecuária, destacam-se os atores integrantes do Sistema Nacional de Pesquisa Agrícola (SNPA), coordenados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Fazem parte do SNPA³⁴: as unidades de pesquisa e a sede da Embrapa, as Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária (Oepas), juntamente com as universidades e institutos de pesquisa de âmbito federal ou estadual, além de outras organizações públicas e privadas, direta ou indiretamente vinculadas à atividade de pesquisa agropecuária.

A digitalização vem influenciando também as atividades de pesquisa agropecuária no que se refere aos processos científicos, agora embasados por software, conectividade, modelagem e processamento computacional de grandes volumes de dados, e em relação às problemáticas pesquisadas a partir deste novo paradigma (BAMBINI; BONACELLI; HIGA, 2018; BAMBINI; HIGA; BONACELLI, 2017). Este novo contexto requer investimentos em tecnologias digitais e capacitação das equipes de pesquisa, esforços que vêm ocorrendo de forma desigual nas diferentes organizações.

Pereira e Castro (2020) apontam que as fontes do investimento público brasileiro em pesquisa agropecuária são, principalmente: os recursos do orçamento da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa (maior volume dedicado); orçamento das Oepas e fundos setoriais como o CT-Agronegócio. Recursos de agências de fomento como o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) são concedidos para atividades de pesquisa universitária em agropecuária. A Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) também fomenta pesquisas com foco em inovação agrícola, com destaque para projetos relacionados à “vertical agronegócio” do Plano Nacional de IoT.

A nova dinâmica da inovação agrícola digital transforma também o papel dos institutos de pesquisa e universidades agrícolas tanto no sentido de organizar dados e informações para atender ao mercado, como também em estabelecer funções de orquestração e intermediação entre startups Agtech, pesquisadores e investidores,

34 A proposta da estruturação do SNPA foi estabelecida, inicialmente, na década de 1970, pelo mesmo grupo de trabalho que fez a proposta para a criação da Embrapa em 1972. O sistema foi estabelecido de forma oficial em 1992, por uma portaria do então Ministério da Agricultura, para compatibilizar as diretrizes e estratégias de pesquisa agropecuária com as políticas de desenvolvimento, definidas para o Brasil, considerando também as prioridades regionais.

associando-se a programas de incubação e aceleração de startups e Hubs de Inovação, como é o caso da Embrapa (BERALDO, 2020). Algumas ações de inovação aberta promovidas pela Embrapa envolvem a viabilização de financiamentos para fomento de startups e atuação em parques tecnológicos e outros ambientes de inovação³⁵.

Por fim, ressalta-se que as **tecnologias digitais necessitam ser incorporadas pelos agentes públicos da agropecuária** a fim de aprimorar os fluxos de informação; para melhor definir políticas e leis; para reduzir burocracias; para melhor atender produtores e cidadãos. O calendário de plantio estabelecido pelo Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos (ZARC), desenvolvido por uma rede de pesquisa da Embrapa e parceiros, apresenta recomendações de datas de plantio de cultivares considerando diversos município, de acordo com estudos de modelagem agroambiental que consideram as características fenológicas de cada cultivar, o solo local e o comportamento do clima de cada região. A adesão às recomendações do ZARC é requerida para que os produtores possam ter acesso a crédito rural (inclusive privado), subsídios e seguro rural, incluindo o Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro) (OECD, 2019b). O ZARC é apresentado na forma de um serviço, via website e aplicativo. Em função das restrições de mobilidade impostas pela pandemia da Covid-19, outra ferramenta incorporada às atividades do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) foi o SATVeg sistema baseado em sensoriamento remoto para comunicação, por parte de produtores rurais, e comprovação das perdas agrícolas, por parte dos agentes do Proagro, assim como análises e julgamento dos pedidos de cobertura (AQUINO, 2020; RODRIGUES, 2020a).

Outra iniciativa interessante em relação a dados abertos para agropecuária é a plataforma AgroAPI, lançada pela Embrapa em 2019, contemplando informações úteis para o planejamento e monitoramento da produção e para a gestão do risco agrícola, relacionadas a cultivares, dados de produtividade e informações de zoneamentos agrícolas (GALINARI, 2019). Os dados agropecuários são acessados virtualmente por meio de APIs (Interface de Programação de Aplicativos, na tradução do inglês) – um conjunto de padrões e linguagens de programação que possibilitam, de maneira automatizada, a comunicação entre sistemas diferentes. O intuito é apoiar organizações

35 Uma descrição das principais iniciativas de orquestração e intermediação estabelecidas pela Embrapa estão apresentadas em: <https://www.embrapa.br/ecossistema-de-inovacao>.

públicas e privadas no desenvolvimento de soluções para a agropecuária digital (RODRIGUES, 2020b). Algumas empresas já estão usando plataforma para desenvolver modelos preditivos para crédito rural, como as startups Gira e Traive. A CNH Industrial segunda maior fabricante mundial de equipamentos agrícolas (abaixo apenas da John Deere), detentora das marcas New Holland e Case, também utiliza dados da AgroAPI para prospectar de novos clientes pela identificação de padrões em imagens de satélite. Outro exemplo de utilização é o caso da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (Emater-MG) que possui um convênio de cooperação técnica com a Embrapa para uso da plataforma no Programa Emater 4.0. A Emater-MG possui a plataforma digital Deméter – Extensionista, usada por técnicos para orientar os produtores rurais no planejamento e na condução dos plantios. Os dados sobre cultivares, época de plantio com menores riscos climáticos, previsão e monitoramento de culturas agrícolas, disponíveis na AgroAPI, são acessados e integrados à plataforma da Emater-MG.

Serviços digitais de extensão rural provêm uma boa relação custo-benefício no sentido de contribuir para aumentar a lucratividade das propriedades, com uma equipe enxuta e custos moderados de deslocamento (WORLD BANK, 2019). As tecnologias digitais não substituem as visitas, mas oferecem funções complementares, possibilitando interação em tempo real com os produtores e a oferta de conteúdo variado, atendendo desde problemas mais específicos até desafios globais do setor agropecuário como a promoção de práticas sustentáveis e soluções de mitigação a mudanças climáticas, assim como técnicas de acesso a mercados. Serviços digitais de Extensão Rural permitem atender localidades mais distantes, desde que se tenha conectividade e dispositivos digitais, oferecendo informações de preços de insumos e produtos finais, assim como capacitação (OECD, 2018).

O MAPA lançou em 2020 o programa **Ater Digital** que tem por objetivo promover a utilização de tecnologias digitais pelo Sistema Brasileiro de Assistência Técnica e Extensão Rural de forma a ampliar a quantidade de produtores rurais atendidos (cerca de 18% atualmente) e oferecer serviços mais modernos e eficientes, com previsão de destinação de recursos na ordem de R\$ 40 milhões (MAPA, 2020). O programa foi desenvolvido a partir de discussões entre representantes da rede de extensão rural pública e do MAPA, articuladas pela Asbraer (Associação Brasileira das Entidades Estaduais de Assistência Técnica e Extensão Rural).

A primeira fase do programa, que ocorrerá nos anos 2020 e 2022, é desenvolvida em torno de cinco pilares: organização e compartilhamento de informações/conhecimentos sobre pesquisa e extensão nas áreas agrícolas; modernização da Infraestrutura de Tecnologia de Informação (TI) das instituições públicas estaduais de Assistência Técnica e Extensão Rural; compartilhamento e/ou desenvolvimento de sistemas/aplicativos que visam a melhoria da produtividade, da qualidade dos produtos agrícolas e a otimização de recursos; capacitação dos extensionistas das Entidades de Assistência Técnica e Extensão Rural Públicas para utilizarem os recursos móveis de Tecnologia da Informação com fins de fortalecer as ações de Assistência Técnica e Extensão Rural; e criação de Hub Piloto de Informação e Gestão Tecnológica para Agricultura Familiar.

O programa será coordenado pela Secretaria de Agricultura Familiar e Cooperativismo do MAPA, em conjunto com a Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação (SDI), e a participação de diversos parceiros, como a Agência Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (Anater) e Asbraer. Dentre os benefícios esperados com o programa estão: maior agilidade no atendimento aos produtores rurais; acesso mais rápido aos conhecimentos tecnológicos e inovadores sobre produção agrícola; e a promoção de aumentos de produtividade e competitividade dos produtores atendidos.

Uma importante ação do governo para contribuir para a digitalização do campo, conforme por Schroeder et al. (2021), é **fomentar o ecossistema de inovação agrícola digital e o desenvolvimento de startups agtech digitais** seja em programas de aceleração, mentoria, acesso a financiamento e/ou regulação específica relacionada à atividade empreendedora. Os autores consideram que este é um campo crítico, especialmente no sentido de promover incentivos para que atores privados desenvolvam atividades para digitalização, no sentido de cobrir lacunas do mercado e de políticas e maximizar os ganhos para a sociedade.

Schroeder et al. (2021) destacam que, de uma maneira geral, a priorização estratégica estabelecida pelos governos nacionais necessita se pautar na criação de um ambiente favorável para a maximização dos dividendos digitais advindos da adoção de tecnologias digitais na agropecuária. A ação pública necessita definir diretrizes para que os ganhos sejam distribuídos entre os atores do setor, de forma a reduzir desigualdades e

mitigar e/ou regular possíveis impactos negativos da digitalização do campo, como uso indevido de dados e práticas desleais de concorrência.

3.2 Estado da conectividade rural no Brasil

A pesquisa TIC Domicílios vem sendo realizada anualmente desde 2005 com o objetivo de mapear o acesso às TIC nos domicílios urbanos e rurais do país e as suas formas de uso por indivíduos de 10 anos de idade ou mais. Os resultados da pesquisa TIC Domicílios 2019 (NIC.BR, 2020) evidenciam que uma a cada quatro pessoas no Brasil não possui acesso à internet (25% de excluídos digitais), estando os maiores contingentes, em números absolutos, situados no Sudeste (7,8 milhões de domicílios) e no Nordeste (6,4 milhões).

Em 2019, o número de domicílios brasileiros com acesso à Internet chegou a 50,7 milhões (71% do total), impulsionado, sobretudo, pela disseminação do acesso entre as classes C e DE. Pela primeira vez, a pesquisa identificou mais da metade dos domicílios das classes DE estavam conectados à Internet (em 2015 eram 30%). No entanto, Cerca de 13 milhões de domicílios das classes DE não tinham acesso à Internet em 2019.

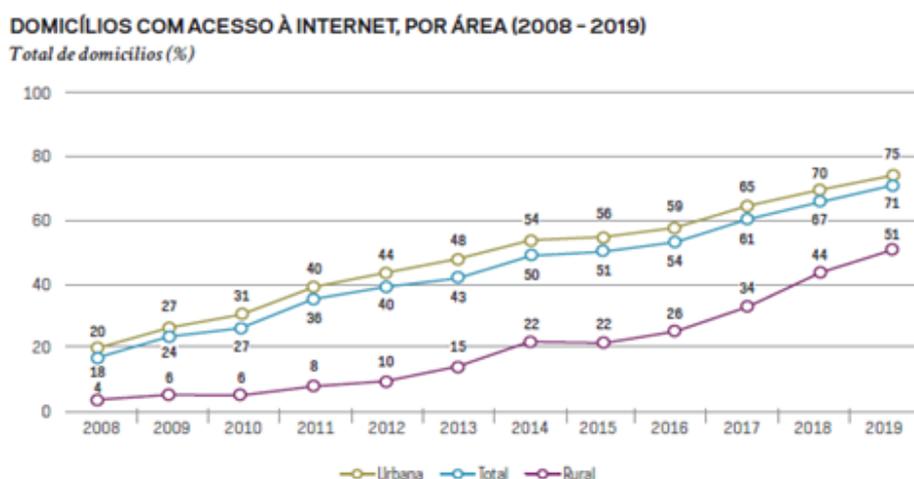
Ainda que entre 2017 e 2019 tenha existido um acréscimo de 11 milhões de domicílios com acesso à internet, este se deu sem o acesso a computadores. O acesso à internet pelo computador, que era de 80% em 2014, vem caindo desde então e chegou a 42% em 2019. A posse de computadores está associada à renda nos domicílios: estão presentes em 95% domicílios da classe A, 44% dos domicílios da classe C e apenas 14% dos domicílios das classes DE.

O acesso à internet unicamente por telefone celular é considerado um **segundo nível de exclusão digital**, pelo fato de que a tela reduzida dos celulares e a menor capacidade de processamento computacional levam a um menor aproveitamento de oportunidades oferecidas pela conectividade em tarefas, como: atividades culturais, pesquisas escolares, cursos à distância, trabalho remoto e utilização de serviços de governo eletrônico.

Em relação ao acesso de conectividade em áreas urbanas e rurais, a pesquisa destaca que foi observado, pela primeira vez, mais de 50% dos domicílios rurais conectados à internet, conforme a Figura 12, juntamente a uma redução no gap entre conectividade urbana e rural (20 pontos em 2019, contra 23 pontos em 2018). A pesquisa

considera a área de localização, tomando por base a legislação vigente por ocasião da realização do Censo Demográfico. Como situação urbana, consideram-se as áreas correspondentes às cidades (sedes municipais), às vilas (sedes distritais) ou às áreas urbanas isoladas. A situação rural abrange toda a área que está fora desses limites, mas nem sempre se refere a uma propriedade rural. Assim o acesso à conectividade dos domicílios rurais é apenas uma medida aproximativa da conectividade rural, já que muitas propriedades rurais estão localizadas em regiões ermas, distantes dos domicílios rurais.

Figura 12: Evolução do percentual de domicílios com acesso à internet (áreas urbanas e rurais)



Fonte: NIC.BR (2020)

Em relação aos indivíduos sem acesso à conectividade, são cerca de 35 milhões de pessoas em áreas urbanas (23%) e de 12 milhões em áreas rurais (47%). Ainda que em valores absolutos a quantidade de indivíduos não-conectados seja maior em áreas urbanas, a análise da cobertura em termos da área agricultável do país, evidencia que apenas cerca de 5% desta área esteja possua cobertura 4G de qualidade para aplicações de agricultura digital (MAULE, 2020) e que 58% dos imóveis rurais no país estão inseridos em um contexto de sinal insuficiente de celular 3G/4G (ROXO, 2019).

Mesmo que em 2019 as conexões de banda larga fixa continuem a ser as mais comuns entre os domicílios brasileiros conectados (61%), a importância da conexão móvel vem crescendo especialmente para os domicílios com menor nível socioeconômico (com renda familiar de até um salário mínimo, 41%) e naqueles situados em localizações com histórico de infraestrutura de Internet mais precária, nas áreas rurais (33% dos domicílios). Os domicílios rurais também registraram percentuais importantes de

conexões via rádio (14%) e via satélite (16%). Nestas localidades, o compartilhamento de serviços de internet entre vizinhos também é um movimento comum (29%).

Dados do Censo Agropecuário 2017 (IBGE, 2019) indicam que entre 2006 e 2017 houve um crescimento de mais de 1.900% em relação ao acesso das propriedades à internet. No entanto, apenas 28% propriedades declararam ter acesso à internet (1.430.156 estabelecimentos). A Tabela 7 lista os dez principais estados em percentual de propriedades com acesso a internet.

Tabela 7: Percentual de propriedades com acesso à Internet em cada estado

	Unidade da Federação	% de propriedades com acesso a internet
1	Distrito Federal	77%
2	Santa Catarina	50%
3	São Paulo	48%
4	Paraná	43%
5	Rio Grande do Sul	41%
6	Espírito Santo	40%
7	Sergipe	39%
8	Mato Grosso do Sul	35%
9	Rio de Janeiro	35%
10	Minas Gerais	33%

Fonte: Censo Agropecuário 2017 – Dados Preliminares (IBGE, 2019).

Maule (2020) analisou a cobertura das antenas de telecomunicações a partir dos dados da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), identificando a distribuição de cobertura 4G nas diferentes regiões e estados brasileiros. A Tabela 8 apresenta a distribuição e densidade de antenas nas regiões brasileiras.

As regiões com maior densidade de cobertura de antenas são: Sudeste e Sul. No entanto, Maule (2020) destaca que a maior densidade de antenas pode não levar necessariamente a um melhor sinal, uma vez que as antenas podem operar com tecnologia com melhor ou pior qualidade de transmissão/ conexão. Assim, o autor analisou as frequências de operação individuais das antenas (2G, 3G, 4G), disponibilizadas pela Anatel utilizando-se de dois modelos matemáticos para geo-espacialização: Friis e ITM. Foi avaliada a cobertura 4G no âmbito do território nacional, tendo como referência um

sinal considerado de qualidade “excelente”, considerando um cenário de automação de atividades agrícolas³⁶.

Tabela 8: Cobertura de torres de telefonia móvel: tecnologia disponível (2G, 3G e 4G)

	Área total (milhões de ha)	Número de antenas (milhares)	Densidade de antenas (antenas/milhões de ha)	Média de antenas por município
Sudeste	104,3	40,5	388,2	24,3
Sul	71,7	13,4	186,3	11,3
Nordeste	159,4	15,9	99,6	8,9
Centro-Oeste	173,1	6,57	37,95	14,5
Norte	389,3	4,95	12,7	11,0

Fonte: Maule (2020)

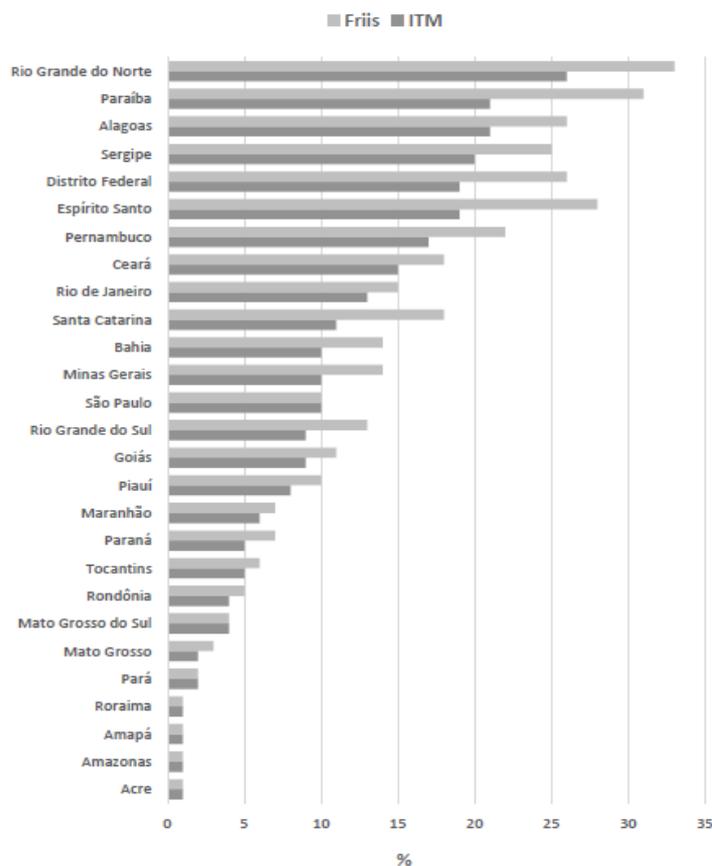
A partir do modelo Friis obteve-se uma cobertura com sinal excelente em 6,22% do território; o modelo ITM obteve um resultado de 5,20%. Os mapas apresentados no estudo apontam para grandes áreas não cobertas ou com cobertura de pouca qualidade, especialmente nos estados da região norte do país. Estas regiões vêm sendo chamadas “desertos digitais” (AQUINO, 2021).

A Figura 13 apresenta a distribuição dos percentuais encontrados por Maule (2020) para os estados brasileiros a partir dos dois modelos. Percebe-se que a qualidade do sinal nos estados da região nordeste é proporcionalmente melhor do que em outras regiões, com maior densidade de antenas. No entanto, na análise efetuada por Maule (2020), a cobertura de sinal 4G de alta qualidade ainda é baixa na maioria dos estados. Esta análise é compatível com o estudo de Ziegler et al. (2020).

A pesquisa elaborada por Ziegler et al. (2020) aponta que a conectividade é prioritária para o desenvolvimento de toda a vida produtiva, social e comunitária nas áreas rurais. Aquino (2020) destaca que a pandemia da Covid-19 acelerou a demanda e a adoção de tecnologias digitais no campo, seja para fins de monitoramento, tomada de decisão na propriedade, informação ou para acesso a mercados.

³⁶ A pesquisa de Maule (2020) considerou a existência de cobertura de qualidade 4G para a automação de processos de irrigação em território nacional.

Figura 13: Percentuais de qualidade da conectividade 4G nos estados, considerando o uso de aplicações agropecuárias



Fonte: Maule (2020)

Ressalta-se que um sinal de conectividade de qualidade é uma condição essencial para o desenvolvimento da TDC e a obtenção de dividendos digitais a partir da agropecuária (ZIEGLER et al., 2020; SCHROEDER et al., 2021).

3.3 Iniciativas institucionais para a digitalização do campo no Brasil

Os governos têm um papel-chave em fomentar um ambiente digital seja por investimentos em infraestruturas ou políticas públicas de incentivo e também em estabelecer regulações relativas à privacidade de dados, à interoperabilidade de tecnologias e regras para eventuais disputas relacionadas à digitalização (ÐURIC', 2020). Neste contexto, torna-se necessário estabelecer um ambiente regulatório que favoreça as oportunidades associadas às tecnologias digitais (OECD,2018).

No caso do Governo Federal do Brasil existe uma Secretaria de Governo Digital, vinculada à Secretaria Especial de Desburocratização, Gestão e Governo Digital

do Ministério da Economia (BRASIL,2021a), responsável por gerenciar a Estratégia de Governo Digital, estabelecida para o período de 2020 a 2022, estabelecida pelo Decreto Nº 10.332, de 28 de abril de 2020. Esta estratégia determina que cada entidade da administração direta institua um Comitê de Governança Digital, para deliberar sobre a implementação das ações de governo digital e ao uso de recursos de tecnologia da informação e comunicação no contexto de cada órgão. Estas ações devem ser apresentadas na forma de um Plano de Transformação Digital. Segundo o Portal do Governo Federal (BRASIL, 2021) cerca de 90% entidades da administração direta elaboraram e entregaram seus planos. Dentre os serviços já oferecidos aos cidadãos temos: a Carteira de Trabalho Digital; a Carteira Digital de Trânsito e o processo de alistamento online.

No que se refere aos processos de digitalização agropecuária foram mapeadas as políticas e iniciativas recentes estabelecidas pelo setor público brasileiro no contexto da promoção da digitalização e da conectividade no campo (BRASIL, 2021a; OECD, 2020³⁷). Os principais ministérios envolvidos são: o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações (MCTI) - Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) até junho de 2020; o Ministério das Comunicações (MCOM), a partir de seu desmembramento do MCTIC em junho de 2020; e o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

O Quadro 11 apresenta as políticas do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações (MCTI) tendo em vista a atribuição deste órgão em relação à coordenação de: políticas nacionais de pesquisa científica e tecnológica e de incentivo à inovação; atividades de ciência, tecnologia e inovação; desenvolvimento de informática e automação, entre outras. Ele também evidencia que parte das iniciativas empreendidas pelo MCTI se iniciou entre os anos de 2017 e 2018, especialmente o Plano Nacional de IoT e a Estratégia Digital. Parece existir uma continuidade temática e de prioridades nestas ações, mesmo com a mudança de gestão do Ministério, com a criação das Câmaras Setoriais de IoT, o estabelecimento de uma Política Nacional de Inovação e a recente publicação de uma Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial. No entanto, há que se

37 O documento “A Caminho da Era Digital no Brasil”, uma revisão da OCDE (2020) sobre a Transformação Digital no país, descreve de forma abrangente as políticas, programas e legislações recentes estabelecidas para a digitalização no Brasil.

analisar mais a fundo o teor destas políticas para entender suas prioridades e os resultados que vêm sendo obtidos.

Quadro 11: Políticas para Inovação e Digitalização promovidas pelo MCTI

Políticas e Ações Legislação/ Data	Descrição
<p>Estudo prospectivo “Internet das Coisas: um plano de ação para o Brasil. Contrato assinado em dezembro de 2016</p>	<p>O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) contratou o estudo com o objetivo de realizar um diagnóstico detalhado e proposição de políticas públicas no tema Internet das Coisas. Venceu o Consórcio formado pela Consultoria McKinsey, pela Fundação CPqD e pelo escritório Pereira Neto & Macedo Advogados. A equipe analisou as particularidades do contexto brasileiro de IoT e priorizou quatro segmentos de mercado: Cidades, Saúde, Indústrias e desenvolvimento Rural. O estudo avaliou ainda quatro desafios: capital humano; inovação e inserção internacional; infraestrutura de conectividade e interoperabilidade; e regulatório, segurança e privacidade de dados.</p>
<p>Estratégia Brasileira para a Transformação Digital (2018-2021). Decreto 9.319, de 21/03/2018</p>	<p>A E-Digital é uma iniciativa coordenada pelo MCTI. A política, desenvolvida por um Grupo de Trabalho Interministerial composto por nove órgãos do governo, foi estabelecida com participação do setor privado, das comunidades científica e acadêmica, e da sociedade civil. A estratégia estrutura diferentes iniciativas governamentais com o intuito de fomentar o processo de digitalização da produção, promover a capacitação para o ambiente digital a fim de promover o crescimento econômico.</p>
<p>Plano Nacional de Internet das Coisas (IoT) Decreto 9.854, de 25/06/2019</p>	<p>Visa promover a implementação da IoT como um instrumento de desenvolvimento sustentável para a sociedade brasileira, capaz de aumentar a competitividade, fortalecer as cadeias de produção nacionais e promover uma qualidade de vida melhor. O plano especifica 75 iniciativas, organizadas ao longo de 4 eixos temáticos transversais: Cidades, Saúde, Indústrias e Agropecuária. Para acompanhar a implementação das iniciativas foi criada a Câmara de Gestão e Acompanhamento do Desenvolvimento de Sistemas de Comunicação Máquina a Máquina e Internet das Coisas (Câmara IoT).</p>
<p>Chamada BNDES Pilotos IoT 2018/2019</p>	<p>O BNDES aportou recursos em ações de validação de soluções de Internet das Coisas (IoT) conduzidas por diversas instituições tecnológicas no país, em três ambientes: cidades inteligentes, rural e saúde. Foram aprovados a 15 planos de projetos-pilotos, coordenados por 11 instituições.</p>
<p>Política Nacional de Inovação Decreto Nº 10.534, de 28/10/ de 2020</p>	<p>A política tem quatro objetivos principais: I - estimular a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação de empresas, de ICTs e de entidades privadas; II - promover a coordenação e o alinhamento dos instrumentos de políticas públicas de fomento à inovação; III - fomentar a transformação de conhecimento em produtos, em processos e em serviços inovadores; e IV - desenvolver o capital humano necessário para aumentar os níveis de inovação na economia. Será implementada através de uma Câmara de Inovação, presidida pela Casa Civil da Presidência da República e secretariada pelo MCTI.</p>
<p>Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial Portaria MCTI nº 4.617, de 6/04/ de 2021</p>	<p>Objetiva nortear as ações do Estado brasileiro em prol do fortalecimento da pesquisa, desenvolvimento e inovações de soluções em Inteligência Artificial, bem como, seu uso consciente, ético para um futuro melhor; e garantir a inovação no ambiente produtivo e social na área de Inteligência Artificial, capaz de enfrentar os desafios associados ao desenvolvimento do País.</p>

Fontes: OECD (2020) e Brasil (2021a)

O Quadro 12 evidencia as ações do Ministério das Comunicações (MCOM) a partir de junho/2020, com foco em aprimorar a regulamentação no campo das Telecomunicações, tendo em vista o contexto das tecnologias atuais de comunicações e da digitalização.

Quadro 12: Políticas coordenadas pelo MCOM.

Políticas e Ações	Legislação/ Data	Descrição
Lei Geral das Teles	Lei 13.879/2019, de 04/10/2019	Depois de longa tramitação e controvérsia, a nova lei altera legislação de 1997, a fim de permitir a adaptação da modalidade de outorga de serviço de telecomunicações de concessão para autorização adequando a legislação à nova oferta de serviços de comunicações.
Lei Geral das Antenas	Decreto Nº 10.480, de 1/09/2020	Dispõe sobre medidas para estimular o desenvolvimento da infraestrutura de redes de telecomunicações e regulamenta a Lei nº 13.116, de 20 de abril de 2015. A norma contribui para desenvolver a infraestrutura de telecomunicações e expandir o acesso à internet em banda larga no País, adequando-se ao 5G e IoT.
Nova lei do Fust (Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações)	Lei 14.109/2020 de 17/12/2020	Instituído em 2000 com o Fust tem o objetivo de universalizar os serviços de telecomunicações em regiões que, por motivos como baixa densidade demográfica, baixa renda da população, inexistência de infraestrutura adequada ou outros, não oferecem taxa de retorno viável para investimentos das empresas do setor. Criado originalmente para a difusão da telefonia fixa, a nova redação da lei, após 13 anos de tramitação, permite financiar projetos que promovam a democratização da internet e de novas tecnologias. No entanto, a Presidência impôs vetos importantes como a obrigação de conectar todas as escolas públicas brasileiras até 2024 e de garantir que os recursos do Fundo sejam investidos em áreas de baixo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH).
Programa de Governo Eletrônico - Serviço de Atendimento ao Cidadão - GESAC	Portaria MCOM Nº 2.460, de 23 de abril de 2021	Programa implementado desde 2002, foi reintegrado pelo Ministério das Comunicações (MCOM) em 2021. Tem o objetivo de: promover a inclusão digital, por meio do fornecimento de conexão à internet em banda larga, inclusive naquelas localidades onde inexista oferta adequada de conexão à Internet; apoiar comunidades em estado de vulnerabilidade social, localizadas em áreas rurais, remotas e nas periferias urbanas, oferecendo acesso a serviços de conexão à internet, promovendo a inclusão digital e social e incentivando as ações de governo eletrônico; ampliar o provimento de acesso à internet em banda larga para instituições públicas, com prioridade para regiões remotas e de fronteira; apoiar órgãos governamentais em ações de governo eletrônico; e contribuir para a ampliação do acesso à internet em consonância com outros programas de governo.
Leilão do Espectro 5G Faixas de 700 MHz, 2,3 GHz, 3,5 GHz E 26 GHz	Edital de Licitação Nº 1/2021-Sor/Spr/Cd-Anatel	O chamado Leilão de 5G - mais recente padrão tecnológico para serviços móveis – refere-se à maior licitação de frequências da história da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel). As discussões sobre este processo foram iniciadas em 2017, e o Leilão estava inicialmente agendado para 2019. Com a pandemia da Covid-19, foram interrompidos os testes da Anatel na frequência que afeta acessos de TV via satélite. Depois de muitos atrasos, o leilão ocorreu em novembro de 2021.

Fontes: OECD (2020) e Brasil (2021a)

Foram três iniciativas principais: (1) a Lei Geral das Teles, (2) a Lei Geral das Antenas e (3) o trâmite do edital do Leilão do 5G. A Lei Geral das Teles teve o intuito principal em atualizar a Lei Geral de Telecomunicações, de 1997, construída no contexto da telefonia fixa. A nova legislação teve o objetivo de inserir as bases tecnológicas atuais no contexto da legislação, de forma a regular o setor de forma mais adequada. A Lei Geral das Antenas teve o mesmo intuito, com foco em regular a atividade de instalação de antenas de telecomunicações. Já o chamado “Leilão de Espectro 5G” se refere a um processo licitatório de frequências relacionadas com a tecnologia 5G, quinta geração de tecnologias de conectividade. Foi o maior leilão já executado pela Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), vinculada ao MCOM.

A 5G de banda larga na forma *standalone* (ou 5G puro) é a pretendida para o processo licitatório, considerada uma tecnologia de fronteira que oferece uma performance muito superior em termos de velocidade, latência, confiabilidade e segurança em um modelo sem fio, que expande as capacidades de uso de dispositivos móveis (GRIJPINK et al., 2020).

É um tipo de tecnologia de ponta que traz mais resultados a para aplicações industriais e de automação do que propriamente para aplicativos de smartphones pessoais. A grande inovação proposta pelo 5G é habilitar várias aplicações comerciais de ponta como carros autônomos, cirurgias remotas, sensores em parque industrial, cidades inteligentes, entre outras, tendo em vista as características que oferece (ANATEL, 2021).

O portal Espaço 5G, website criado pela Anatel para oferecer informações sobre a tecnologia, indica que o 5G apresentará novas possibilidades a serem exploradas tanto para aprimorar usos existentes e prover novas atividades econômicas. Segundo a Anatel (2021) existem três frentes de uso do 5G:

- **banda larga móvel avançada:** permitindo altas velocidades de download e upload e atender a novas necessidades do usuário comum.
- **controle de missão crítica:** oferecendo conexão com baixíssima latência e altíssima confiabilidade, voltada para aplicações sensíveis a atrasos e erros como carros autônomos e cirurgias remotas.
- **internet das coisas massiva:** envolvendo grande cobertura e baixo consumo de bateria para dispositivos IoT levando o segmento a um novo patamar de forma a conectar grande quantidade de equipamentos e oferecer serviços aprimorados.

As discussões sobre este leilão foram iniciadas em 2017 com previsão inicial para ocorrer em 2019. Em 2020, com a pandemia da Covid-19 foi preciso que a Anatel interrompesse na frequência que afeta acessos de TV via satélite. Em 2020, o processo passou por consulta pública. Em 2021, a Anatel estabeleceu as regras de participação no formato de um edital, encaminhado para análise e aprovação do Tribunal de Contas da União (TCU). Depois de muitos estudos e atrasos o Leilão do Espectro 5G ocorreu em novembro de 2021.

Foram leiloadas as frequências de 700 MHz, 2,3 GHz, 3,5 GHz e 26 GHz. O montante negociado foi de R\$ 7,08 bilhões, sendo cerca de 90% deste valor correspondente a compromissos de investimentos estabelecidos pelas compradoras a serem destinados para infraestrutura de cobertura de rodovias, cidades e localidades, conforme definição da Anatel (BUCCO, 2021).

Outra iniciativa importante do MCOM foi a promulgação da nova lei do FUST (Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações), projeto de lei tramitou por 13 anos nas Casas Legislativas, e que também atualizou o texto anterior no sentido de incluir as novas possibilidades tecnológicas na legislação. Destaca-se que O Fust é o fundo que financia as políticas governamentais de telecomunicações e tem o objetivo de estimular a expansão, o uso e a melhoria da qualidade das redes e dos serviços de telecomunicações, reduzir as desigualdades regionais e estimular o uso e o desenvolvimento de novas tecnologias de conectividade para promoção do desenvolvimento econômico e social. Possui um conselho gestor com representantes de vários órgãos do governo, prestadoras e representante da sociedade. Este conselho aprova as iniciativas que serão financiadas pelo FUST.

Dentre as ações priorizadas no âmbito da nova Lei do FUST (Lei 14.109/2020, de 17/12/2020) estão: levar acesso a serviço de telecomunicações a regiões de zona rural ou urbana que tenham baixo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e população beneficiária e a obrigação de conectar todas as escolas públicas brasileiras até 2024.

O Quadro 13 apresenta as políticas e iniciativas estabelecidas com a participação do MAPA, a partir de cooperações interministeriais com o MCTI e o MCOM, com foco na digitalização rural. O relatório de Roxo (2019) destaca articulações entre MAPA e o então MCTIC para a construção de uma **Política Nacional de**

Conectividade Rural a partir da ampliação da cobertura de internet e banda larga 4G no campo com o objetivo de conectando as áreas produtivas da agropecuária e desenvolver o meio rural. O ponto de partida desta análise foi um estudo encomendado à Esalq/USP, pelo MAPA, recentemente disponibilizado publicamente (BRASIL, 2021b) com o objetivo analisar espacialmente o contexto da disponibilidade de conectividade no meio rural, buscando ampliar o acesso dos produtores à inovação digital e promover a integração das diversas organizações que atuam para fomentar o desenvolvimento rural.

Quadro 13: Ações de grupos de trabalho comandados pelo MAPA

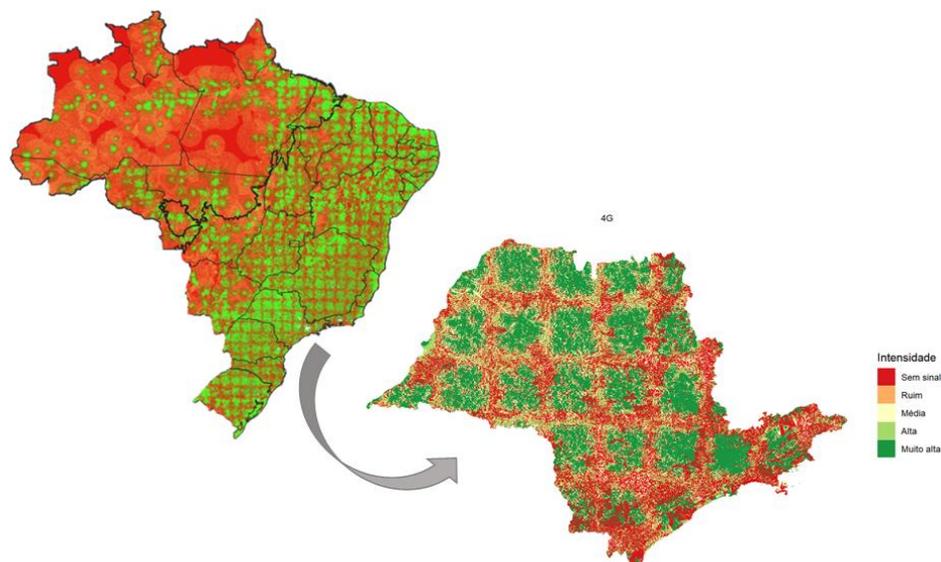
Políticas e Ações	Legislação/ Data	Descrição
Câmara do Agro 4.0	Firmado Acordo de Cooperação Técnica (ACT) agosto de 2019, envolvendo MCTIC, MAPA entre outros integrantes.	Coordenada pelos MAPA e pelo MCTI, com participação de instituições públicas e privadas empresariais, governamentais e acadêmicas, a Câmara Agro 4.0 tem o objetivo de aumentar a produtividade e a relevância do Brasil no comércio mundial de produtos agropecuários, com elevada qualidade e sustentabilidade socioambiental e posicionar o Brasil como o maior exportador de soluções digitais para agropecuária tropical. Possui 4 grupos de trabalho.
Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão e Digital no âmbito do MAPA.	Decreto Nº 10.052, 09/10/2019	A Comissão tem o objetivo de promover o desenvolvimento da agricultura de precisão e digital no País, composta por representantes de vários órgãos governamentais e associações interessadas na temática da tecnologia agropecuária. Um projeto de lei para estabelecer uma Política Nacional de Incentivo à Agricultura e Pecuária de Precisão foi aprovado pela comissão de Agricultura da Câmara dos Deputados, mas segue em fase de tramitação.
Plano de Ação da Câmara do Agro 4.0 2021-2024.	Abril/2021	Os quatro grupos de trabalho - desenvolvimento, tecnologia e inovação (coord. MCTI); desenvolvimento profissional (coord. MAPA), cadeias produtivas e desenvolvimento de fornecedores (coord. MAPA) e conectividade no campo (coord. MCOM). O Plano de Ação estabelece: ações prioritárias, indicação da instituição responsável, relação de responsáveis e orçamento necessário.

Fontes: OECD (2020) e Brasil (2021a)

A Figura 14 apresenta a cobertura estimada da conectividade 4G no território brasileiro e no estado de São Paulo, conforme o método ITM, desenvolvida no estudo (BRASIL, 2021b). O estudo mapeou as áreas com ausência cobertura de banda larga e as influências do terreno na transmissão e propagação de ondas, considerando as

características da demanda de três categorias de produtores, a fim de propor estratégias regionalizadas a partir das prioridades (BRASIL, 2021b).

Figura 14: Estimativa de cobertura de sinal 4G no território brasileiro e no estado de São Paulo.



Fonte: Grupo de Políticas Públicas (GPP) da Esalq/ USP (2021). <https://www.gppesalq.agr.br/>

Foram considerados três grupos: (i) grandes produtores que possuem capital e conhecimentos no sentido de iniciativa proprietárias de acesso à conectividade; (ii) agricultores familiares, em sua grande maioria, necessitam de apoio de políticas públicas para ter acesso à inovação e conectividade; e (iii) médios produtores, dependendo da região e das cadeias produtivas em que se inserem podem ter perfil mais próximo da agricultura familiar ou de grandes produtores, em função de seu acesso a capital e inovações.

Outras prioridades estabelecidas em função da possibilidade de desenvolvimento no meio rural com o aumento da cobertura de conectividade de banda larga são: (i) agricultura de precisão; (ii) educação e apoio ao desenvolvimento escolar; e (iii) integração das ações de assistência técnica e extensão rural (ATER).

Em 2019, no contexto do desenvolvimento das atividades do Plano Nacional de IoT, foi criada a Câmara do Agro 4.0 através de acordo de cooperação entre MCTIC e o MAPA, com a participação dos atores relevantes do ecossistema de inovação agrícola brasileiro como academia, institutos de ciência e tecnologia e iniciativa privada. Esta Câmara tem como função principal estabelecer diretrizes para promover a inovação e o desenvolvimento produtivo do agronegócio brasileiro, incluindo os seguintes grupos de

trabalho: desenvolvimento, tecnologia e inovação; desenvolvimento profissional; cadeias produtivas e desenvolvimento de fornecedores e conectividade no campo. Em abril de 2021, foi estabelecido um Plano de Ação 2021-2024 da Câmara Agro 4.0 cujas linhas de ação e prioridades constam do Quadro 17.

Quadro 14: Prioridades da Câmara Agro 4.0 para 2021-2024

Grupo	Prioridades
<p>Grupo de Trabalho I Desenvolvimento, Tecnologia e Inovação Coordenação: MCTI Foco: Promover a inovação e o desenvolvimento de tecnologias habilitadoras e soluções da Agropecuária 4.0 por empresas no Brasil.</p>	<p>a) Mapear os ambientes de inovação focados no Agro existentes no País; b) Identificar os instrumentos de fomento e financiamento voltados à inovação; e c) Mapear as soluções tecnológicas relacionadas ao Agro 4.0, já disponíveis para transferência de tecnologia.</p>
<p>Grupo de Trabalho II Desenvolvimento Profissional Coordenação: MAPA Foco: Qualificar recursos humanos para o Agronegócio e o desenvolvimento de tecnologias relacionadas à temática da Câmara do Agro 4.0.</p>	<p>a) Educação Formal: definir estratégias para a incorporação dos temas da agricultura digital e de precisão nos cursos de graduação e pós-graduação no País; e b) Educação não Formal: mapear cursos e plataformas EAD já existentes e articular mecanismos de integração destes para ampliar as ações de capacitação, instrução e difusão de informações e conhecimentos relacionados à Agricultura Digital.</p>
<p>Grupo de Trabalho III Cadeias Produtivas e Desenvolvimento de Fornecedores Coordenação: MAPA Foco: promover a adoção de tecnologias e soluções para o Agro 4.0 em propriedades de todos os portes, para o aumento da produtividade.</p>	<p>a) Identificar o perfil do pequeno e médio produtor em relação à adoção de tecnologia Agro 4.0; b) Identificar e propor soluções para os gargalos nas cadeias de produção; e c) Promover a integração dos elos das cadeias produtivas, visando a agregação de valor e rastreabilidade da produção.</p>
<p>Grupo de Trabalho IV Conectividade no Campo Coordenação: MCOM Foco: estimular a internet das coisas para aplicações no meio rural.</p>	<p>a) Identificar e caracterizar as alternativas tecnológicas (fibra, antena, rádio, satélite, etc.); b) Linhas de fomento e financiamento da conectividade no campo; e c) Aspectos regulatórios.</p>

Fonte: Brasil (2021a)

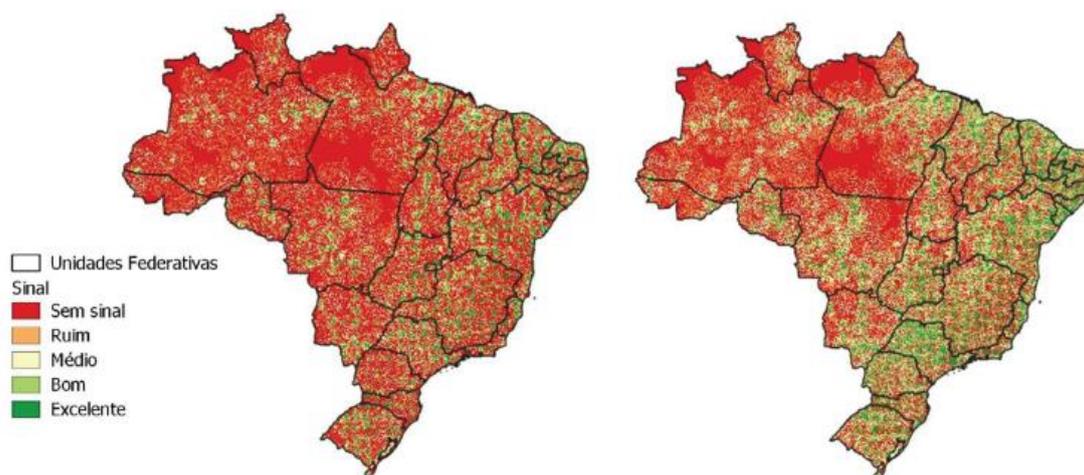
O grupo de trabalho responsável pelas ações de conectividade rural da Câmara Agro 4.0. é coordenado hoje pelo MCOM em função de suas atribuições.

A política de conectividade rural vem sendo fomentada agora pelo MCOM em parceria com o MAPA. Em março/2021, MCOM e MAPA apresentaram projeto à Frente Parlamentar da Agropecuária (FPA) um projeto para ampliar a conectividade rural no país com potencial para beneficiar 2,4 milhões de pessoas chegando a uma área de cobertura de 275 mil km², utilizando recursos do FUST da ordem de R\$ 726 milhões, envolvendo principalmente a aquisição de cerca de 1.000 Estações Rádio Base (ERB), a

partir das estimativas do estudo da ESALQ/USP contratado pelo MAPA (BRASIL, 2021b).

No caso do setor agropecuário, entende-se que em um primeiro momento a cobertura 4G atendesse às necessidades das aplicações atuais, caso fosse possível estendê-la às áreas não cobertas do país (desertos digitais). O estudo do Mapa (BRASIL, 2021b) apresenta uma simulação da cobertura de conectividade 4G a partir da instalação de antenas em 4.400 torres já instaladas das no país, conforme a Figura Z1.

Figura 15: Simulação de conectividade (modelo ITM) com a instalação de 4.400 antenas



Fonte: Brasil (2021b)

O Leilão do 5G, recém promovido, estabelece regras obrigatórias que podem beneficiar localidades rurais como a obrigação de levar internet 4G ou superior as localidades com mais de 600 habitantes, a conexão de 48 mil km de rodovias federais e investimento em fibra ótica no programa Norte Conectado. Além disso, existe a promessa de aplicação de 5G no campo, especialmente para adoção de tecnologias de IoT.

3.4 Ações de fomento ao ecossistema de inovação agrícola digital

O conceito de Ecossistema de Inovação vem sendo recentemente utilizado para se referir a uma comunidade heterogênea de atores que interagem e co-evoluem para gerar inovações (adaptado de Autio e Thomas, 2020a). Os atores possuem papéis variados, são interdependentes e organizados de forma não-hierárquica e flexível. Este

contexto que envolve colaborações e compartilhamentos gera resultados de maior impacto quando comparados à combinação dos resultados isolados dos participantes. Os autores destacam que as tecnologias digitais possuem um papel importante na dinâmica dos ecossistemas de inovação por seu poder de coordenação entre comunidades físicas e digitais, fomentando a inovação colaborativa e modelos de negócios inovadores. Pigford et al. (2018) utilizam esta abordagem para investigar ecossistemas de inovação agrícola.

A legislação define “ecossistemas de inovação” como “espaços que agregam infraestrutura e arranjos institucionais e culturais, que atraem empreendedores e recursos financeiros, constituindo-se em lugares que potencializam o desenvolvimento da sociedade do conhecimento, compreendendo, entre outros, parques científicos e tecnológicos, cidades inteligentes, distritos de inovação e polos tecnológicos” (BRASIL, 2021a). Ambientes de inovação são definidos como: espaços propícios à inovação e ao empreendedorismo, constituindo ambientes característicos da nova economia baseada no conhecimento”. Alguns exemplos são: parques tecnológicos, incubadoras e aceleradoras de empresas, hubs, espaços co-working, open labs e plataformas e fazendas experimentais digitais.

Schroeder et al. (2021) destacam o importante papel dos governos em fomentar à inovação digital na agropecuária. O fortalecimento do ecossistema de inovação agrícola, pode contribuir, em muito, para a digitalização agropecuária, uma vez que as condições básicas estejam instaladas (conectividade, habilidades básicas e políticas de base).

Ainda que as condições básicas para a digitalização agropecuária estejam estabelecidas – conectividade, habilidades básicas e políticas de estruturação – Schroeder et al. (2021) destacam que a transformação digital do campo é um fenômeno conduzido pela iniciativa privada. Assim, ressaltam a importância em fortalecer o ambiente inovativo onde se inserem as startups Agtech digital consideradas atores-chave para oferecer soluções digitais às cadeias produtivas da agropecuária.

De toda forma, como visto acima, os governos têm papel importante nesse processo e devem apoiar estratégias de agricultura digital, ampliando o acesso das soluções ao mercado e nas diferentes regiões, investindo em programas de aceleração e oferecendo financiamento na forma de capital semente, entre outros. Os autores destacam ainda a necessidade de investir em pesquisa agropecuária disruptiva, especialmente com

foco em tecnologias emergentes e digitais, no sentido de fomentar a inovação agrícola digital.

A partir dos anos 2000, o contexto institucional brasileiro, envolvendo o novo marco legal de CT&I e opções de recursos de fomento (Fundos Setoriais, Lei do Bem, Lei da Informática, Lei da Inovação), tem promovido uma maior aproximação entre os diversos atores do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCT&I).

No que se refere à legislação recente para estimular o ambiente de inovação e prover confiança aos negócios digitais, destacam-se: a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD) e o Marco Legal das Startups (sancionado em junho/2021), apresentados no Quadro 15.

Quadro 15: Legislação sobre Proteção de Dados Pessoais e Marco Legal das Startups

Iniciativa	Legislação	Descrição / Comentários
Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD).	Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018, alterada pela Lei Nº 13.853, de 8 de julho de 2019.	Dispõe sobre o tratamento de dados pessoais, inclusive nos meios digitais, por pessoa natural ou por pessoa jurídica de direito público ou privado, com o objetivo de proteger os direitos fundamentais de liberdade e de privacidade e o livre desenvolvimento da personalidade da pessoa natural.
Marco Legal das Startups	Lei Complementar No 182/2021, sancionada em 02/06/2021.	Traz diretrizes para o estímulo ao desenvolvimento de startups, segundo Azevedo (2021), como: 1) a promoção do empreendedorismo digital; 2) a garantia de acesso aos programas, instituições de ensino e instrumentos que acabam por viabilizar a efetiva redução de custos; 3) o aumento da produtividade e melhor gestão de projetos; e 4) a promoção de programas de inovação aberta, pré-aceleração e aceleração, com o intuito de fomentar a cultura empreendedora, dentre vários outros benefícios.

Alguns atores do governo vêm empreendendo ações para fomentar e fortalecer a inovação agropecuária e o ambiente de empreendedorismo Agtech. O Mapa lançou em 2019 duas iniciativas relevantes para promover a Inovação Agropecuária no país. A primeira delas envolve a promoção de Fóruns de Inovação Agropecuária (FIA) como uma proposta de interlocução entre o Governo, o setor privado, academia e o agricultor discutindo demandas, dados e possibilidades de inovação (ROXO, 2019). Os eventos, itinerantes, pretendem identificar: dificuldades regionais; demandas do setor

produtivo e seus representantes; dificuldades das empresas inovadoras para implementar em campo suas tecnologias. A seleção das localidades foi feita em conjunto com o Sebrae, tendo sido promovidos alguns Fóruns em: Carambeí/PR, Natal/RN, Cascavel/PR; Londrina/PR.

Outra iniciativa conduzida pelo MAPA foi a criação, em 2019, de polos tecnológico de inovação agropecuária no país, em conjunto com o Ministério da Educação (MEC) e o MCTI. Roxo (2019) destaca que um polo de inovação agropecuária precisa ter: vocação regional agropecuária; um ambiente de inovação consolidado, com a presença ativa de empresas e startups; apoio do governo local (municipal ou estadual) e presença ativa de universidades, instituições científicas e tecnológicas ou fundações com foco agropecuário. A expectativa é a de que os polos contribuam para aprimorar o ambiente de inovação tecnológica agropecuária no país, oferecendo, localmente, mais condições para que empresas, startups e universidades possam interagir e gerar valor conjuntamente. O primeiro polo criado foi Londrina/ PR e outras localidades sob estudo são: Lavras/MG, Piracicaba/SP e Rio de Janeiro/RJ.

Uma ação recente do MAPA, promovida em agosto de 2021, foi o curso online “Gestão da Inovação e Ecossistemas de Inovação no Agro”, destinado a servidores e empregados públicos do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), INCRA, CONAB, EMBRAPA, Superintendências Federais de Agricultura, Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária (OEPAs) e Organizações Estaduais de Extensão Rural (EMATERs).

Algumas parcerias público-privadas para desenvolver fazendas experimentais digitais que vem sendo estabelecidas são: a digitalização da Fazenda Areão da Esalq-USP, em Piracicaba, em parceria com a Vivo e a startup “Ativa” e a implementação de uma fazenda conectada na Embrapa Meio Ambiente em Jaguariúna, implementada em parceria com o CPqD, a Claro e a Embratel. Este tipo de “laboratório experimental a céu aberto” é importante no sentido de testar e validar novas tecnologias digitais em campo. Exemplos de iniciativas privadas são: a fazenda digital na Estação Experimental da Coplacana, em Piracicaba; e a Fazenda Conectada Case IH no Mato Grosso.

O MAPA vem reconhecendo a importância dos Ecossistemas Regionais de Inovação e empreendedorismo em agropecuária, buscando fortalecê-los. As seguintes

localidades foram destacadas: as cidades de Londrina (PR) e Rio Verde (GO); as regiões do Cerrado Mineiro (MG) e do Oeste do Paraná (PR); o estado do Mato Grosso do Sul (MS); e o Corredor Tecnológico de São Paulo (SP) que inclui as seguintes cidades do interior do estado: Jaguariúna, Campinas, Piracicaba, São Carlos e Ribeirão Preto.

Outras ações têm sido desenvolvidas no contexto da Embrapa, como o programa Pontes para Inovação - em parceria com Cedro Capital, SP Ventures, Cotidiano, Fundepar, NT Agro, 10b, Syngenta, Bayer, Corteva, ACE, StartSE, Sicredi, Food Tech Hub, Darwin Startups, Avance, Coplacana, Biotic S.A, Ventiur, Plug and Play e Ceptis - e o Techstart Agrodigital, programa de aceleração de startups com foco em soluções digitais para o agronegócio em parceria com o VentureHub, com apoio da Anprotec, Bayer e Airbus. Uma relação completa das iniciativas da Embrapa está descrita em Romani et al. (2020).

Um edital de seleção pública MCTI/FINEP/FNDCT 04/2020 para Subvenção Econômica à Inovação, foi publicado em 2020, com o objetivo de selecionar projetos de inovação nas Tecnologias 4.0 com foco em: Agro 4.0, Cidades Inteligentes, Indústria 4.0 e Saúde 4.0. O MCTI e a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) buscaram conceder recursos na forma de subvenção econômica para o desenvolvimento de produtos, processos e/ou serviços inovadores dentro do escopo das linhas temáticas e de uma relação de tecnologias habilitadoras.

Outro edital envolveu o Programa Agro 4.0 também lançado em 2020, de forma conjunta pelo MAPA, MCTI e Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), no intuito de selecionar projetos pilotos de adoção e de difusão de tecnologias digitais desenvolvidos com foco em aumento de eficiência e produtividade e redução de custos e desperdícios. O público alvo para receber investimentos foram produtores e empresas e seus parceiros.

A partir do mapeamento de políticas e iniciativas pode-se dizer que o governo brasileiro tem estabelecido ações em várias frentes relacionadas à promoção dos direcionadores da TDC. A grande maioria das ações são recentes e está direcionada a estabelecer a infraestrutura básica de conectividade e fomentar o ecossistema de inovação agrícola digital com ações de incentivo a empresas de base tecnológica agropecuária e ao desenvolvimento de polos regionais. Pesquisas futuras podem ser conduzidas para

acompanhar a execução destas atividades e os resultados obtidos, no sentido de avaliar se atingiram os objetivos pretendidos.

Relembrando a fala de Pacheco (2018) *apud* Gimenez et al. (2018), manifesta-se mais uma vez um ativismo estatal focado na criação de instrumentos legislativos. No presente caso, parte deste movimento – especialmente do MCOM – foi estabelecido para aprimorar instrumentos existentes que não estavam adequados ao contexto tecnológico atual de comunicações, uma iniciativa importante no que tange à ampliação do acesso dos cidadãos à conectividade visando à obtenção de benefícios digitais mais equânimes. Há que se verificar se a priorização estabelecida e as estratégias de ação permitirão alcançar resultados adequados ao contexto do país e das áreas rurais.

3.5 Dinâmica da Iniciativa Privada na TDC

Schroeder et al. (2021) destacam que a realização da TDC ocorre, em grande medida, por ações da iniciativa privada, seja por empresas fornecedoras de insumo e equipamentos, por novos atores, como as grandes empresas do setor de TIC e pelas startups Agtech digitais, de base digital. Os produtores agropecuários são também importantes agentes neste processo, uma vez que são os potenciais adotantes desta nova oferta de tecnologias digitais aplicadas ao setor produtivo.

3.5.1 Dados recentes sobre o perfil de adoção de tecnologias digitais pelo produtor rural

Pesquisas recentes vêm evidenciando novos hábitos do produtor rural brasileiro na adoção de tecnologias digitais (ABMRA,2017; SEBRAE, 2017; BOLFE et al., 2020; MCKINSEY, 2020; MCKINSEY, 2021). Ressalta-se que os resultados das pesquisas não são comparáveis entre si, uma vez que foram consultados grupos de produtores distintos, em regiões e atividades diferentes. No entanto, evidenciam alguns insights importantes em relação a adoção de tecnologias digitais em propriedades rurais.

As pesquisas conduzidas no ano de 2017 (ABMRA,2017; SEBRAE, 2017) indicam uma utilização de tecnologias digitais baseada no uso da Internet com foco em aspectos de gestão financeira e administrativa como: comunicação (e-mail, whatsapp), busca de informação técnica, acesso a serviços financeiros e de governo, pesquisa de preços, compra e venda (SEBRAE, 2017). De acordo com esta pesquisa, mais de 90%

dos produtores entrevistados utilizavam celular em 2017 e poucos acessavam a Internet a partir da propriedade (entre 4,6% a 6,5%). Aqueles que não acessam a Internet na propriedade justificam que não há provedor ou que o sinal é ruim, ou então, por não ver necessidade. São citados vários mecanismos para acesso à internet: Internet discada, Banda larga (ADSL), Link dedicado (fibra óptica), Banda larga móvel (3G/4G), Rádio, Satélite. Banda larga e rádio foram as mais citadas, de maneira geral, nos estados.

Já as pesquisas mais recentes, realizadas em 2020 e 2021, mesmo tendo públicos-alvo distintos, evidenciam uma maior utilização de tecnologias digitais para condução e atividades de monitoramento e controle das atividades produtivas, além de compras de insumos, comercialização, serviços financeiros. A pesquisa de 2021 identifica demandas mais complexas relacionadas à utilização de tecnologias digitais pelos produtores.

A pesquisa da McKinsey (2020) consultou 750 produtores, atuando em cinco culturas em onze estados brasileiros. A pesquisa intitulada “A mente do agricultor brasileiro na era digital” apontou que 53% dos agricultores pesquisados usam ou pretendem usar pelo menos um tipo de tecnologia de agricultura de precisão, existindo fatores condicionantes desta propensão como: tipo de cadeia produtiva e idade. As cadeias produtivas de algodão e grãos (Cerrado e Matopiba) são caracterizadas por grandes propriedades mecanizadas e por produtores mais jovens com perfil empreendedor. Os produtores de verduras e legumes atuam em pequenas propriedades e o perfil etário é mais homogêneo. Já as propriedades de cana de açúcar, café e grãos (região sul) são caracterizadas por propriedades de pequeno e médio porte, produtores com faixa etária maior, com perfil mais tradicional e conservador.

Em relação à faixa etária, o estudo da McKinsey (2020) aponta que os produtores mais jovens são os principais usuários de tecnologia digitais, sendo as mais comuns Aplicação em Taxa Variável (VRA) e drones, existindo intenção em adotar sensoriamento remoto, telemetria e IoT. 53% deles utiliza pelo menos uma tecnologia ou estão dispostos a adotar pelo menos uma nas próximas duas safras. A pesquisa indica que a nova geração é conectada, tem mais educação formal e experiência, tem interesse em aprofundar seus conhecimentos técnicos. Os produtores mais jovens são mais propensos a assumir os riscos inerentes à adoção de novas tecnologias e tem maior foco na promoção da sustentabilidade.

Muitas vezes são os mais jovens que atuam na inserção de novas tecnologias digitais nas propriedades ainda que estas continuem a ser geridas pelas gerações anteriores (pais ou avós). Com isso, os gestores começam a entender melhor o tipo de ajuda que as novas ferramentas podem trazer, reduzindo barreiras à adoção (O DESAFIO, 2019).

A McKinsey (2021) repetiu o estudo a partir de uma amostra de mais de 560 produtores brasileiros com perfil comparável ao da pesquisa de 2020, com os mesmos cultivos e localidades. Foi mapeada a evolução da tomada de decisão dos agricultores brasileiros considerando a integração digital das principais dimensões de sua jornada, desde a compra de insumos & maquinário, passando por comercialização da produção, inovação & tecnologia, planejamento, gestão financeira e de riscos e sustentabilidade.

A pesquisa evidenciou que os produtores brasileiros têm maior propensão do que seus pares americanos e europeus a utilizar canais online para compra de insumos. São 46% dos produtores brasileiros entrevistados ante 31% nos Estados Unidos e 22% na Europa. Com a pandemia da Covid-19 verificou-se a preferência dos produtores brasileiros em realizar interações digitais principalmente na etapa de cotação (cerca de 70% das preferências), sendo que mais da metade prefere realizar pesquisas, comparações e recompra virtualmente.

Mais da metade dos produtores consultados utiliza o Whatsapp como plataforma principal para transações digitais. As plataformas digitais que atuam como marketplace de insumos vêm ganhando espaço, ainda fragmentadas – sendo 8 delas destacadas com maior frequência por 6% produtores. Os outros canais citados para transações foram: e-mail e sites não especificados.

A escolha por um determinado fornecedor/ canal de venda é principalmente baseada na experiência oferecida ao cliente (62%), em função dos seguintes critérios: gestão de relacionamento com o cliente, experiência do usuário no website, disponibilidade de conteúdo e comunicação e assistência online em tempo real. Outros motivos de seleção de determinado fornecedor são: preço e condições de pagamento (16%), experiência de entrega (14%), relacionamento pessoal (5%), marca (2%) e disponibilidade de produtos (1%).

Um em cada dois produtores pesquisados utiliza tecnologias de precisão. As principais razões de não utilização são: altos custos (52%); falta de infraestrutura (26%);

falta de entendimento (20%) e outros (12%). A falta de entendimento refere-se às novas tecnologias, sendo exemplificada por McKinsey (2021) pela dificuldade dos produtores em utilizar os recursos de máquinas adquiridas, p.e. não usam nem 10% das possibilidades do equipamento com tecnologia embarcada. Considera-se que faltam orientações dos fabricantes e que os técnicos agrícolas não conhecem todos os recursos oferecidos pelos equipamentos, e com isso falham em orientar os produtores quanto ao seu uso.

A pesquisa da McKinsey (2021) identificou que a digitalização está presente ao longo de toda a jornada do agricultor, mas seu uso ainda é muito heterogêneo considerando os diferentes cultivos, regiões e o perfil de produtores. Entende-se que não existem soluções únicas e mas sim a necessidade de ofertar soluções diferenciadas e segmentadas em função destes critérios. Os produtores valorizam o atendimento e contato pessoal, mas existe abertura para soluções multi-canal (com diversos canais para atender ao cliente, virtuais e pessoal). Não existe plataforma digital claramente líder no fornecimento de insumos, mas existem players ganhando espaço através das vantagens do pioneirismo no segmento e novos entrantes interessados.

Uma pesquisa realizada em parceria pela Embrapa, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) e Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) foi desenvolvida para identificar tendências, desafios e oportunidades para a agricultura digital no Brasil (BOLFE et al., 2020). A pesquisa alcançou mais de 750 participantes, entre agricultores e empresas prestadoras de serviços, a partir de um formulário online.

Os resultados desta pesquisa indicam que 84% dos agricultores respondentes utilizam ao menos uma tecnologia digital e 70% faz uso da internet para fins de produção. Entre as tecnologias mais utilizadas temos: internet, aplicativos para comunicação como Whatsapp, aplicativos para fins de produção, GPS na propriedade, dados ou imagens de sensores, máquinas com eletrônica embarcada, robôs ou automação, mapas digitais de produtividade. As tecnologias são mais utilizadas nas seguintes funções: obtenção de informações para atividades da propriedade (66,1%); gestão da propriedade (43,3%); compra e venda de insumos e produtos (40,5%); mapeamento do uso da terra (32,7%); monitoramento de tempo e clima (30,2%), além de outras categorias relacionadas à produção vegetal e animal.

Neste sentido, tanto os estudos realizados em 2017 quanto os mais recentes - McKinsey (2020;2021) e Bolfe et al. (2020) – evidenciam que falta cobertura de serviços adequados de conectividade no campo. Os resultados de Bolfe et al. (2020) apontam que os principais obstáculos à adoção de tecnologias digitais são: investimento necessário (67,1%), ausência de conectividade (47,8%), valor da contratação de prestadores especializados (44%), falta de conhecimento sobre quais tecnologias utilizar (40%). Infraestrutura digital, segurança digital e experiência do usuário são os principais gargalos para maior digitalização de acordo com McKinsey (2020): apenas 23% dos produtores entrevistados relatam ter acesso completo à Internet em toda a operação agrícola, indicador que cai para cerca de 13% nos agrupamentos Grãos (Cerrado e MATOPIBA) e Algodão.

O estudo de Bolfe et al. (2020) evidencia um fator que dificulta o processo, que é a “fluência tecnológica” tanto de vendedores e compradores, não compreendendo as capacidades completas dos produtos, sendo citada a falta de equipe de vendas treinada como obstáculo à adoção. Ressalta-se aqui a importância da capacitação profissional em agricultura digital tanto para equipes empresariais e produtores agropecuários.

3.5.2 Papel das grandes corporações da agropecuária na digitalização

Van Es e Woodard (2017) descrevem o interesse das grandes empresas estabelecidas do setor agroquímico³⁸ e de equipamentos (chamadas na literatura de *incumbents*) em aproveitar as oportunidades oferecidas pela digitalização do campo. Corporações do setor de TIC e grandes empresas do setor de telecomunicações também estão se lançando neste mercado, desenvolvendo produtos e serviços específicos para o contexto da agropecuária.

38 Uma tendência importante entre as grandes empresas privadas do setor agroquímico é o movimento recente de concentração, a partir de fusões e aquisições das 6 grandes empresas do setor (chamadas Big 6: BASF, Bayer, Dow, DuPont, Monsanto e Syngenta). Em 2015, Dow e DuPont anunciaram um acordo de fusão combinando as duas empresas. Em 2016, a *China National Chemical Corporation*, conhecida como ChemChina, fez uma oferta para adquirir a Syngenta. Neste mesmo ano, Bayer fez uma oferta para adquirir a Monsanto.

Várias grandes empresas vêm interagindo e estabelecendo parcerias com institutos de pesquisas, startups, cooperativas, produtores e associações para criar, processar, armazenar e explorar dados agropecuários.

Grandes fornecedores de maquinário e insumos são importantes canais de entrada para a transformação digital no campo, segundo OECD (2018), a partir de tecnologias digitais embarcadas em equipamentos e máquinas conectados à internet associada à oferta de serviços digitais associados a produtos físicos (como sementes e agroquímicos). O oferecimento de maquinário equipado com GPS, piloto automático, sensores e conectividade em nuvem pelos fornecedores tradicionais é cada vez mais comum, criando um valor adicional para os produtores e tornando os equipamentos mais avançados e competitivos (KOSIOR, 2018).

O autor também destaca a concentração de poder de mercado em torno das grandes corporações – a partir dos movimentos de fusão e aquisição e pelo poder econômico de grandes empresas de TIC e telecomunicações - aspecto que pode levar tanto a abuso de poder quanto a discriminação de práticas agropecuárias que não sejam consideradas *mainstream* (padrão da indústria).

Destacam-se algumas parcerias estabelecidas por grandes empresas de TIC no campo da digitalização agropecuária.

A IBM vem estabelecendo parcerias com startups e empresas estabelecidas do setor agropecuário para disseminar o uso de suas tecnologias, em especial: a ferramenta Watson de Inteligência Artificial, as soluções da *The Weather Company* (adquirida pela IBM em 2016), assim como os sistemas IBM Cloud e IBM Food Trust, baseados em Blockchain que conecta produtores, processadores, distribuidores e varejistas (IBM, 2019).

A Microsoft estabeleceu, em 2019, uma cooperação com o Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA) no formato de uma Aliança Digital Educativa definindo ações prioritárias no sentido de acelerar a transformação digital da agropecuária no continente americano. Em 2020, houve parceria entre a Microsoft, o IICA e o BID na publicação de um estudo sobre conectividade rural. Dentre as ferramentas oferecidas a startups brasileiras estão a nuvem Microsoft Azure e a FarmBeats, sistema de transmissão de internet de banda larga usando canais de televisão não utilizados (que foram alvo de testes da Anatel recentemente).

Em 2020, foi lançada a plataforma geoespacial *Earth Map* (2021), desenvolvida pela FAO em parceria com a Google/ Alphabet, a fim de apoiar países, institutos de pesquisa, Produtores rurais e outros interessados a monitorar o uso da terra de forma fácil e integrada, permitindo o acesso a vários conjuntos de dados sobre vários temas, como clima ambiente e agricultura. O Laboratório X, da Alphabet reúne um grupo diversificado de inventores e empreendedores que buscam desenvolver e lançar tecnologias para transformar a vida humana (X, 2021). O projeto Mineral, em desenvolvimento no Laboratório X, busca revolucionar a produção agrícola identificando novos alimentos e desenvolvendo novas formas de produção, embasadas por tecnologias computacionais, sensores, robótica e software, o que permite analisar as imagens coletadas no campo e integrá-las a outras fontes de dados, permitindo monitorar a produção e obter insights que contribuam para melhorar a produtividade.

A Qualcomm, empresa que atua com 5G e Inteligência Artificial, tem uma subsidiária de novos negócios, a Qualcomm Ventures, que investiu na startup israelense Prospera que desenvolve aplicações de IA na agricultura. No Brasil, a Qualcomm vem desenvolvendo uma parceria com a Embrapa Instrumentação, em São Carlos, para viabilizar o uso de drones na agricultura.

Em 2020, o Facebook e a Baita Aceleradora (2021), de Campinas/SP, desenvolveram o programa de aceleração de startups Agtech - chamado Campo Digital - a fim de selecionar 10 startups com foco em soluções digitais para pequenos e médios produtores agrícolas brasileiros.

Já as operadoras de Telecomunicações vêm buscando conhecer melhor o segmento agropecuário, empreendendo testes e criando modelos de negócios considerando a atual cobertura e as possibilidades de investimentos próprios e compartilhados com produtores (AMARAL, 2019). A TIM criou o serviço 4G TIM no Campo, a frequência 700MHz com o intuito de oferecer uma possibilidade de digitalização da fazenda com a adoção de soluções de IoT móvel. Em 2020, a TIM lançou, em parceria com o Agtech Garage, hub de inovação de Piracicaba/SP, um desafio para startups com o objetivo de validar tecnologias conectadas para promover eficiência no controle de pragas, doenças e plantas daninhas na agricultura.

No final de 2020, a Claro, por sua vez, estabeleceu uma parceria com a John Deere para oferecer serviços de conectividade a preços acessíveis. A ação Campo

Conectado pretende oferecer conectividade a 15 milhões de hectares em áreas rurais. O modelo de negócios associa a instalação de novas antenas pela Claro nas áreas rurais à capilaridade da rede da John Deere que irá receber as demandas dos agricultores. O pagamento é anual e proporcional ao tamanho da propriedade, no modelo assinatura de serviço. O serviço de internet rápida permite decisões em tempo real conectando as máquinas da propriedade que tenham modem instalado e utilizando algoritmos de análise e aprendizado de máquina.

Prescott (2017) destaca o papel dos pequenos provedores de internet em levar conectividade ao setor agropecuário. Com a competição das grandes empresas de telecomunicações, os provedores passaram a se reinventar, agregando valor à sua oferta. Sua atenção foi expandida com o intuito de entregar o que é chamado no mercado de “última milha”. Quando uma operadora de telecomunicações é contratada, porém não possui infraestrutura para entregar o serviço no local demandado, ela contrata a “última milha” de uma empresa que possua o meio físico ou consiga oferecer a conectividade via conexões wireless. Os provedores passaram a usar tecnologia de rádio, depois juntamente com estrutura de fibra óptica, chegando até o consumidor. Sua grande vantagem é a flexibilidade, conseguindo de adaptar e atuar em várias localidades rurais e periferias urbanas, não atrativas para os grandes players.

3.5.3 Arranjos e associações atuando para a digitalização do campo

A Associação Brasileira de Agricultura de Precisão (ASBRAP) foi fundada em 2016 com o objetivo de contribuir para o desenvolvimento científico e tecnológico, inovação e difusão do uso de práticas, técnicas e tecnologias de Agricultura de Precisão (AP).

A associação define AP como o conjunto amplo de técnicas e tecnologias que permitem o gerenciamento agrícola baseado na variabilidade espacial e temporal das unidades produtivas visando o aumento de retorno econômico e à redução do impacto ao ambiente. Atualmente as tecnologias digitais estão integradas às práticas de precisão, existindo muitas interfaces.

O Conectar Agro é também uma associação criada em 2019 por grandes empresas do segmento de tecnologia agrícola e telecomunicações (AGCO, Climate, CNH Industrial, Jacto, Nokia, Solinftec, Tim e Trimble) a fim de viabilizar a conectividade

rural e fomentar a revolução digital do campo. A associação busca levar mais opções e modelos de negócios aos produtores rurais, em propriedades de variados tamanhos (AQUINO, 2021). Foram 5,1 milhões de hectares cobertos pela Conectar Agro em 2020, sendo 90% das propriedades envolvidas com menos de 100 hectares, beneficiando 600 mil pessoas.

Outra iniciativa, mais ampla, é o Movimento Brasil 5.0 promovido pelo Instituto Micropower com apoio de vários órgãos de governo, serviços e associações, que se considera um “projeto de interesse nacional acima dos interesses dos partidos políticos” (INSTITUTO MICROPOWER, 2021), caracterizado como uma ação voluntária e solidária. Seu objetivo é habilitar o Brasil a exercer o protagonismo na transformação digital global, potencializando cinco elementos: a Pessoa 5.0, a competitividade do Negócio 5.0, a efetividade do Governo 5.0, o fomento da Economia 5.0, e a construção da Sociedade 5.0 com qualidade de vida, inclusão e sustentabilidade (econômica, social e ambiental).

Esta ação estabelece governança para várias iniciativas que promovem a transformação digital no Brasil, estabelecendo eventos, planos de ação e grupos de trabalho com a participação de representantes do governo e várias organizações envolvidas. O Manifesto Brasil 5.0 foi publicado em 2020 e descreve as ações realizadas.

3.6 Movimento Agtech no Brasil: oportunidades e oferta

Dutia (2014) descreve o setor de Tecnologia Agrícola, Agtech, como um novo segmento emergente com potencial para transformar o setor agropecuário a partir de aumentos de produtividade, acompanhados de redução dos custos ambientais e sociais das práticas produtivas tradicionais. Tendo em vista os desafios previstos para o setor - a partir da perspectiva de elevação de demanda por mais alimentos com o incremento da renda de países em desenvolvimento; dos desafios ambientais associados a preservação de recursos naturais e às mudanças do clima; e da busca pela garantia da segurança alimentar no planeta (EMBRAPA, 2018) – considera-se que inovações tecnológicas digitais aplicadas à agropecuária têm grande potencial para oferecer elementos para enfrentamento e mitigação destas perspectivas.

A evolução das tecnologias digitais e da infraestrutura de conectividade oferecem alta atratividade para empreendedores, que vislumbram novas oportunidades de

aplicação e novos negócios associados a soluções para o setor produtivo a fim de aprimorar o processo de gestão e os sistemas de suporte à decisão agropecuária (DAUM, 2019). Assim, as startups de base tecnológica agropecuária, chamadas Agtechs, Agrotechs, Agritechs ou Agrifoodtechs (AGFUNDER, 2019) são centrais na oferta de inovações digitais para o setor agropecuário, a partir de novos modelos de negócios e da interação com outros atores inovadores.

Este aumento das oportunidades e do interesse dos empreendedores seria uma das explicações para o incremento da quantidade do número de startups Agtech a partir de 2013, segundo AgFunder (2016), juntamente com um grande incremento dos investimentos no setor, seja pela participação de investidores de risco em startups nascentes (Venture Capital) ou pela aquisição de empresas iniciantes por grandes multinacionais do setor agropecuário. O movimento Agtech vem se desenvolvendo em um grande número de países, em especial aqueles que possuem importante participação econômica da agropecuária em suas economias, como Estados Unidos, China, Índia, Reino Unido, Israel, Canadá, França e Brasil. Em 2019, o montante global de Venture Capital investido foi da ordem US\$19.8 bilhões (AGFUNDER, 2020).

A ABStartups (2017) entende o termo “startup” a partir de algumas características:

- **temporalidade**, denominando o momento de vida inicial de uma empresa;
- **ambiente de incerteza**, relacionada aos elementos que compõe seu modelo de negócio, performance e aceitação de produtos e serviços oferecidos, entre outros;
- **repetibilidade**, envolvendo a facilidade em replicar ou reproduzir o modelo de negócios ou a experiência de consumo de seu produto ou serviço de forma relativamente simples; e
- **escalabilidade**, a possibilidade de alcançar uma grande carteira de clientes em pouco tempo, apresentando taxas de crescimento de custos operacionais menores do que a receita, garantindo sua lucratividade.

Cooke (2020) enumera algumas características das startups: oferecer novidade, resolver problemas ou dores dos clientes, ser uma ideia de negócio reconhecida ainda que não tenha sido formalizada, ser gerenciada por seus fundadores, viver em

ambiente de risco e incerteza, possuir visão global e agilidade nas decisões, ter o objetivo de crescer e escalar rapidamente ainda que com recursos limitados, buscar financiamento externo, equipe enxuta e com grande impacto no negócio.

Pode-se caracterizar startups Agtech digitais como empresas nascentes inovadoras, intensivas em conhecimento, que oferecem maior dinamismo e mudanças na economia (MALERBA; MCKELVEY, 2020) e ao próprio setor agropecuário. As startups intensivas em conhecimento são caracterizadas pelo conjunto das atividades que executam: criação, uso e difusão de conhecimentos; desenvolvimento de inovações colaborativas com o compartilhamento de ativos, recursos financeiros, capacidades e ideias com os atores do entorno; transformação de ideias e recursos em inovações tecnológicas, comerciais e organizacionais, com o lançamento de novos produtos e serviços no mercado; compartilhamento de riscos e custos envolvendo investimentos incertos em inovação digital.

Dentre a oferta de produtos e serviços estão: equipamentos agrícolas, informações meteorológicas, melhoramento genético, fertilizantes, herbicidas, sistemas de irrigação, sensoriamento remoto (incluindo drones), técnicas de gestão da propriedade até a análise de grandes volumes de dados agronômicos para obter melhorias na produtividade (TENG, 2017).

O setor Agtech brasileiro vem apresentando forte crescimento desde a última década. O Estudo Radar Agtech Brasil 2019 (DIAS et al., 2019) identificou 1.125 Agtechs atuando no Brasil; a publicação de 2021, mapeou um montante superior em 40%: 1574 startups. O estudo Radar Agtech classifica as startups segundo os segmentos descritos na Figura 16, de acordo com diferentes campos tecnológicos.

Figura 16: Segmentos do Agronegócio utilizados para classificar as Agtechs no Radar Agtech Brasil 2019.



Fonte: Megido e Xavier (1993); Dias et al. (2019)

Day (2020) analisa os campos tecnológicos de atuação de startups no setor agropecuário com foco no segmento dentro da fazenda, sob três seguintes perspectivas: (i) um segmento de **agronomia digital e produção**, que envolve a aplicação de tecnologias digitais associadas aos conhecimentos agrônômicos para as atividades produtivas, incluindo internet das coisas, monitoramento, robótica, automação e sensoriamento remoto; (ii) uma categoria de **planejamento e gestão da fazenda** refere-se a uma intersecção entre agronomia digital, gestão de recursos e planejamento e execução das atividades do negócio; e (iii) **acesso a mercado e financiamento** envolve tecnologias digitais que atendam produtores, gestores de fazendas e compradores de safra em serviços financeiros.

Esta pesquisa de doutoramento analisa o segmento de agtechs digitais delimitando as atividades desenvolvidas no entorno e para o interesse do produtor agropecuário: insumos, produção agropecuária e distribuição e logística. Como se investiga a Transformação Digital do Campo foram selecionados os segmentos mais próximos do elo “fazenda”, que representa cerca de 40% do total de startups mapeado no Radar Agtech 2019 (DIAS et al., 2019). A partir deste recorte, foi promovida uma revisão das categorias tecnológicas de classificação das Agtechs a partir de sua base em tecnologias digitais, apresentada na Tabela 9.

Tabela 9: Distribuição de frequência das categorias tecnológicas das Agtechs Digitais

Categorias de Agtechs digitais (insumos, produção, comercialização e distribuição)	Quantidade	%	% Acumulado
Sistema de Gestão Agropecuária e de fazendas	118	27%	27%
Plataformas	101	23%	50%
VANT	40	9%	59%
Agropecuária de precisão	34	8%	67%
Sensoriamento remoto	29	7%	74%
Meteorologia e irrigação	21	5%	79%
Monitoramento	21	5%	83%
Internet das Coisas	20	5%	88%
Telemetria e automação	20	5%	93%
Fábrica de plantas e novas formas de plantio	8	2%	94%
Máquinas e equipamentos	8	2%	96%
Diagnóstico de imagem	7	2%	98%
Segurança alimentar e rastreabilidade	5	1%	99%
Armazenamento, infraestrutura e logística	4	1%	100%
	436		

Fonte: Dias et al. (2019)

As Agtechs digitais atuando a partir do modelo de **plataformas** foram analisadas através de consulta e análise dos dados individuais disponíveis. As subcategorias e sua distribuição percentual estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10: Categorias de plataformas Agtech digitais

Tipo de plataforma	Quantidade	%	% Acumulado
<i>Marketplace</i>	58	57%	57%
Serviços financeiros	13	13%	70%
Conteúdo e Capacitação	9	9%	79%
Economia compartilhada	4	4%	83%
Rastreabilidade/ Blockchain	4	4%	87%
Desintermediação	3	3%	90%
Comunicação e Gestão	2	2%	92%
Fretes	2	2%	94%
Gestão/ Serviço ambiental	2	2%	96%
Análise de Dados	2	2%	98%
Coleta de Leite	1	1%	99%
Cloud Computing	1	1%	100%
	101		

Fonte: Dias et al. (2019)

A distribuição regional das Agtechs regionais está apresentada na Tabela 11, destacando-se que cerca de 90% delas está nas regiões sudeste e sul.

Tabela 11: Distribuição regional das Agtech digitais

Regiões	Quantidade	Percentual
SE	257	59%
SU	125	29%
CO	39	9%
NE	9	2%
NO	6	1%
Total	436	

Fonte: Dias et al. (2019)

Na análise da distribuição de startups nos estados, apresentada na Tabela 12, verifica-se que a soma dos estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina representa 87% das Agtechs digitais brasileiras.

Tabela 12: Distribuição estadual das Agtech digitais

Estados	Quant.	%
São Paulo	196	44,95%
Minas Gerais	56	12,84%
Paraná	48	11,01%
Rio Grande do Sul	47	10,78%
Santa Catarina	30	6,88%
Goiás	15	3,44%
Mato Grosso do Sul	11	2,52%
Mato Grosso	7	1,61%
Distrito Federal	6	1,38%
Rio de Janeiro	4	0,92%
Bahia	2	0,46%
Ceará	2	0,46%
Pernambuco	2	0,46%
Rio Grande do Norte	2	0,46%
Pará	2	0,46%
Rondônia	2	0,46%
Piauí	1	0,23%
Amazonas	1	0,23%
Roraima	1	0,23%
Espírito Santo	1	0,23%
Total Geral	436	

Fonte: Dias et al. (2019)

A Tabela 13 apresenta a distribuição de Agtechs digitais por cidade, considerando aquelas que possuem 3 ou mais Agtechs. Percebe-se que a participação a cidade de São Paulo foi relativamente menor, se comparada à análise amostra integral de Agtechs do Radar Agtech 2019 (digitais e não digitais) (DIAS et al., 2019).

Tabela 13: Principais cidades de localização de Agtech digitais

Cidades	Estado	Quantidade	Percentual
São Paulo	São Paulo	72	16,51%
Piracicaba	São Paulo	23	5,28%
Campinas	São Paulo	19	4,36%
Uberlândia	Minas Gerais	16	3,67%
Belo Horizonte	Minas Gerais	14	3,21%
Porto Alegre	Rio Grande do Sul	14	3,21%
Curitiba	Paraná	12	2,75%
Goiânia	Goiás	12	2,75%
São José dos Campos	São Paulo	12	2,75%
Londrina	Paraná	10	2,29%
Ribeirão Preto	São Paulo	9	2,06%
São Carlos	São Paulo	9	2,06%
Campo Grande	Mato Grosso do Sul	8	1,83%
Florianópolis	Santa Catarina	8	1,83%
Santa Maria	Rio Grande do Sul	7	1,61%
Viçosa	Minas Gerais	7	1,61%
Brasília	Distrito Federal	6	1,38%
Chapecó	Santa Catarina	6	1,38%
Pelotas	Rio Grande do Sul	5	1,15%
Joinville	Santa Catarina	4	0,92%
Maringá	Paraná	4	0,92%
Presidente Prudente	São Paulo	4	0,92%
Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	4	0,92%
Barueri	São Paulo	3	0,69%
Cascavel	Paraná	3	0,69%
Caxias do Sul	Rio Grande do Sul	3	0,69%
Dois Vizinhos	Paraná	3	0,69%
Passo Fundo	Rio Grande do Sul	3	0,69%
Pato Branco	Paraná	3	0,69%
Ponta Grossa	Paraná	3	0,69%
São Leopoldo	Rio Grande do Sul	3	0,69%
Uberaba	Minas Gerais	3	0,69%
Vinhedo	São Paulo	3	0,69%

Fonte: Dias et al. (2019)

Entende-se que, no caso de Agtechs atuando no contexto da produção agropecuária, exista uma tendência maior de localização perto dos clientes (produtores), o que talvez explique uma redução percentual das startups digitais do segmento FarmTech na capital do estado.

Destaca-se que a concentração regional das Agtechs é um reflexo da trajetória de desenvolvimento econômico estabelecida no país, tanto em relação à economia, quanto ao fomento da cultura de empreendedorismo e inovação. As características da ocupação

do território brasileiro decorrem das várias atividades econômicas desenvolvidas no país ao longo do tempo - além da agropecuária, o comércio, a geração de energia, mineração e a indústria, dos investimentos realizados em infraestrutura, envolvendo energia, transportes, telecomunicações e tecnologia, juntamente com o modelo de organização da sociedade e seus costumes (SILVA; SILVA, 2018).

Em relação à agropecuária, Guimarães (2016) destaca a contribuição histórica dos empreendimentos extensivos da época colônia, como a cana-de-açúcar, a pecuária e café. De forma pouco sustentável, cada um destes ciclos envolveu processos de aumentos de concentração de propriedade e de crescimento de área cultivada. As condições naturais de cada região (relevo, clima, vegetação, disponibilidade de água) influenciaram o padrão de desenvolvimento agropecuário e as práticas do setor, assim a demanda do mercado internacional. Desta forma, cada região brasileira apresenta especificidades quanto aos produtos agropecuários produzidos, sua forma de produção, assim como sobre os recursos regionais para inovação agrícola estabelecidos em seu território.

Considera-se nesta pesquisa que a presença de startups Agtech digitais é um indicativo da existência ou potencial desenvolvimento de inovações digitais em uma localidade.

Na análise de ambientes de inovação, a Anprotec (Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores) define organizações que integram a categoria “Mecanismos de Geração de Empreendimentos”, são elas: incubadoras de empresas, aceleradoras, coworkings e laboratórios abertos (AUDY; PIQUE, 2016). São ambientes que apoiam apoiar o crescimento de empresas, o empreendedorismo, a criatividade e o desenvolvimento de inovações. Cada vez mais, espaços que promovem a co-criação, a colaboração, os eventos que estimulam a ideação, as rodadas de negócios e outras ações que contribuem vem contribuindo para o fortalecimento de ecossistema de inovação.

Vários novos atores que passam a integrar o universo da inovação agropecuária digital, além das Agtechs, como investidores, hubs de inovação e organizações que promovem a inovação no setor: incubadoras e aceleradoras de empresas, coworkings, Fab Labs, *living labs*, entre outros. Tendo em vista que estes novos atores se inter-relacionam e interagem com universidades, institutos de pesquisa, grandes empresas e produtores – existindo um movimento de concentração geográfica, na qual se

dão também processos de transbordamento de conhecimentos (FELDMAN; KOGLER, 2010; COOKE; DE LAURENTIS, 2010).

Em relação ao contexto brasileiro, Oliveira Jr et al. (2019) destacam que o movimento de concentração do empreendedorismo de base tecnológica, dos ambientes de inovação e das universidades de ponta nas regiões sudeste e sul do país, mais industrializadas, responsáveis por cerca de 75% do PIB brasileiro. A Tabela 11 – descritiva da distribuição de Agtechs digitais nas regiões – e a Tabela 14 – relativa à distribuição de ambientes de inovação, como parques tecnológicos, e de mecanismos de geração de empreendimentos (AUDY; PIQUE, 2016), corroboram esta informação.

Tabela 14: Distribuição de ambientes de inovação nas regiões brasileiras

Região	Parques Tecnológicos	Incubadoras	Aceleradoras	Percentual de Agtechs digitais
Sudeste	39,8%	36,4%	57,0%	58,9%
Sul	35,9%	27,5%	21,0%	28,7%
Centro-Oeste	9,7%	10,7%	8,6%	8,9%
Nordeste	8,7%	16,8%	12,0%	2,1%
Norte	5,8%	8,5%	1,7%	1,4%

Fonte: Anprotec (2019), Dias et al. (2019)

A Tabela 14 evidencia que existe uma distribuição desigual e concentrada de recursos de inovação como parques tecnológicos, incubadoras de empresas e aceleradoras de startups, com predomínio das regiões sul e sudeste. Outra informação convergente refere-se à localização das Agtechs que participam de programas de incubação, aceleração de empresas e investimentos. Verifica-se que Agtechs de São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina receberam 91% deste tipo de investimento e apoio (Radar Agtech 2020/2021, no prelo).

Outro movimento importante no cenário agtech brasileiro e mundial, refere-se ao relacionamento entre **grandes empresas e startups Agtech**. As grandes corporações do setor agropecuário estão buscando desenvolver aplicações e serviços digitais, a fim de manterem suas posições, as empresas de tecnologia de informação e operadoras de telecomunicações buscam conhecer o mercado agropecuário brasileiro a fim de disseminarem seus produtos e serviços, de forma mais alinhada com este segmento.

Um processo que vem se estabelecendo com frequência refere-se à aquisição de startups Agtech por grandes empresas, processo chamado de *exit*. As corporações estabelecem também divisões de novos negócios, atuando como investidores de risco corporativos em programas de aceleração próprios ou em parceria com fundos ou outras empresas. Nestes programas adquirem participação acionária em Agtechs, aproximando-se do ambiente tecnológico inovador relacionado o mercado agropecuário.

A plataforma **100 Open Startups** (100 OPEN, 2021) é um mecanismo de conexão entre startups inovadoras em conjunto e grandes empresas. As corporações definem grandes desafios em várias áreas: Agronegócios, Alimentos, Cidades inovadoras, Covid-19/Coronavírus, Educação do Futuro, Energia, Fármacos e Cosméticos Gestão Pública, Indústria do Futuro, Saneamento, Saúde e Bem estar, Varejo, entre outros temas. São promovidos eventos com o destaque das empresas presentes, sua área de interesse e promovidas rodadas de negócios. Outros exemplos de programas promovidos para incentivar e acelerar o empreendedorismo Agtech por atores privados são: AgroStart (BASF); Grants4Treits (Bayer); Scale-Up AgroExponencial (SLC Agrícola).

As corporações adquirem startups por motivos variados. Algumas razões são: adquirir competências em um novo mercado ou tecnologia; ter acesso a capital humano capacitado; estabelecer capacidades para inovar em um segmento de interesse; incorporar ofertas de produtos ou serviços; adquirir patentes, bases de dados ou outros ativos intelectuais, e ter contato com a cultura inovadora das startups.

A primeira aquisição mundial de destaque foi a compra da *Climate Corporation* pela Monsanto em 2013, por um valor estimado de 1 bilhão de dólares, atraindo a atenção sobre este mercado. Na maioria dos casos, as grandes empresas adquirem startups em um movimento para acelerar o desenvolvimento de capacidades para inovação no contexto da transformação digital. Neste caso, a Monsanto adquiriu, através da *Climate Corporation*, competências para coletar e analisar dados de campo (em especial climáticos) a fim de oferecer serviços de apoio à decisão para os produtores.

A *Climate Corporation*, como subsidiária da Monsanto, adquiriu, em 2016, a startup VitalFields, fundada na Estônia, com atuação em vários países europeus no oferecimento de gestão agrícola e serviços digitais (TECHCRUNCH, 2020). A aquisição teve dois objetivos importantes: (i) utilizar a ferramenta da startup para complementar a oferta da *Climate Corporation*, com o desenho da plataforma Climate FieldView™; e (ii)

passar a atuar no mercado europeu, a partir da experiência da Vitalfields e seu conhecimento sobre as demandas da região. A plataforma Climate Fieldview™ da Monsanto tem uma estratégia de agregação de dados agronômicos e geração de informação a partir de: sensores vinculados à plataforma; a análise dos dados da operação da fazenda – desde a performance dos cultivos até a saúde dos campos em crescimento – é desenvolvida pela plataforma; os resultados podem ser usados para otimização da produção com a implementação de plantio a taxas variáveis e prescrição de insumos (CBINSIGHTS, 2018).

Hoje, depois do movimento de fusões e aquisições das grandes multinacionais de agroquímicos, a *Climate Corporation* é uma subsidiária da Bayer, depois que esta adquiriu a Monsanto. A plataforma Climate Fieldview™ vem estabelecendo a parcerias com várias empresas para prover informações em múltiplas plataformas e várias parcerias estabelecidas. A compatibilidade da plataforma com outros produtos e soluções promove interoperabilidade e aprimora a sua proposta de valor ao mesmo tempo em que agrega mais dados à plataforma.

A empresa de equipamentos John Deere - que no passado já fez uma oferta para aquisição da Monsanto - adquiriu, em 2017, a startup *Blue River Technology*. Fundada em 2011, Blue River tem sua base na Califórnia e atua no ramo da Inteligência Artificial desenvolvendo tecnologias de *machine learning* para agricultura de precisão. Outros movimentos similares foram a aquisição da Ag Connections (provedor de software de gestão de fazenda utilizado dados agronômicos em nuvem pela Syngenta em 2015; e a compra da Granular (startup com ferramentas de apoio a decisão de produtores a partir de software e *analytics*) pela Du Pont.

Considerações

Este capítulo oferece um panorama da nova dinâmica inovativa da TDC, considerando as interações estabelecidas entre atores públicos, grandes corporações e o movimento empreendedor baseado em tecnologia agropecuária, que ofertam produtos, serviços e tecnologias digitais aos produtores.

Foram destacados os seguintes fatores que contribuem para o fortalecimento da Transformação Digital do Campo no Brasil, indicados por Schroeder et al. (2021): investimento em bens públicos (seja infraestrutura física de transportes ou conectividade);

aprimoramento da regulação; investimento governamental em pesquisa e desenvolvimento agrícola e incorporação de tecnologias digitais nas atividades do setor público.

A partir de estudos secundários, foi mapeado o estado da conectividade rural no país e na sequência as iniciativas governamentais. Os governos possuem um papel-chave na digitalização da agropecuária, em especial, na promoção de políticas e programas para fortalecer o ecossistema de inovação, preenchendo lacunas, resolvendo falhas de direcionamento, estabelecendo regulações no contexto da economia digital e da cultura de inovação, de forma a estimular a atividade dos atores (DUTTA et al., 2017; SCHROEDER, et al., 2021). Outra contribuição se dá na digitalização de produtos e serviços públicos destinados ao setor agropecuário, como a oferta de aplicativos para oferecer serviços de atendimento e informações de apoio a gestão, atividades de monitoramento geoespacializado de atividades, aumentando a massa crítica de tecnologias digitais aplicadas ao campo.

O MAPA contratou um estudo acadêmico sobre o estado atual da conectividade no país e vem avaliando a possibilidade de iluminar os chamados “desertos digitais” com cobertura 4G a partir das antenas hoje ociosas (cerca de 4.400 torres). Juntamente ao MCTI e o MCOM, estabeleceu a Câmara Agro 4.0 e grupos de trabalho temáticos. A atuação do MCOM, por sua vez, foi intensa no campo da regulação, em especial para promover uma atualização de legislações para o contexto da digitalização (como a Lei das Teles e do FUST), e conduzir o Leilão do espectro 5G (ainda que tenham existido algumas dificuldades para sua execução).

Destaca-se o protagonismo do MAPA na condução de ações institucionais para fomentar a conectividade rural, promovendo interações com outros ministérios e articulando iniciativas.

A análise elaborada neste capítulo mapeou também as contribuições da iniciativa privada. Dados recentes evidenciam uma maior adoção de tecnologias digitais pelo produtor rural, tanto para monitoramento e gestão da atividade produtiva quanto para atividades de compras de insumos, comercialização e serviços financeiros. Destaca-se o Whatsapp como principal aplicativo utilizado para comunicação entre os produtores e Agricultura de Precisão como a tecnologia produtiva, principal um aumento da complexidade das demandas pela utilização de tecnologias digitais no campo.

Empresas do campo dos insumos e equipamentos são importantes condutores da digitalização do campo, a partir da instrução de novas tecnologias digitais, sejam plataformas de serviços ou sensores e conectividade em tratores e máquinas. Juntamente a operadoras de telecomunicações, estas empresas, vêm promovendo serviços de conectividade rural, para suprir uma demanda não atendida dos produtores.

Startups Agtech estabelecem uma oferta de soluções digitais inovadoras, baseadas em modelos de negócios disruptivo, distribuídas nas regiões brasileiras (ainda que de forma desigual). O capítulo apresenta a localização destas empresas nascentes nas regiões brasileiras, a oferta tecnológica oferecida e considera a distribuição dos mecanismos geradores de novos empreendimentos no território do país.

O próximo capítulo aborda a perspectiva dos ecossistemas de inovação agrícola digital e apresenta uma caracterização do sistema regional de inovação agrícola paulista, juntamente a análises mais detalhadas de localidades paulistas.

CAPÍTULO 4: CONTRIBUIÇÃO DOS ECOSSISTEMAS DE INOVAÇÃO AGRÍCOLA PAULISTAS EM FOMENTAR O EMPREENDEDORISMO AGTECH E A DIGITALIZAÇÃO DO CAMPO

Vários foram os fatores que levaram à escolha do recorte regional da pesquisa a partir do estado de São Paulo. Em termos demográficos, São Paulo congrega 21,9% da população brasileira e apenas 3% da área do país (SEADE, 2021). Ainda que o estado tenha um nível de urbanização de 96,6%, o PIB do Agronegócio paulista correspondeu, em 2020, a 14% do PIB paulista, segundo dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) (BARROS et al., 2021). O estudo destaca que o setor agrícola correspondeu a 80% dos resultados do agronegócio do estado e a pecuária a 20%, o maior valor da série histórica.

No que se refere à economia paulista, o estado como importante fornecedor de bens de consumo, bens de capital, insumos e serviços para as demais regiões do Brasil e também para o exterior. Grandes empresas privadas nacionais e multinacionais do segmento de tecnologia estão instaladas no estado, assim como grandes empresas de alimentos e processadores de produtos da agropecuária. O ambiente de negócios paulista é bastante competitivo, tendo consistentemente se classificado em 1º lugar nas três edições do Ranking de Competitividade dos Estados (2018, 2019 e 2020)³⁹.

Importantes Instituições de Ciência e Tecnologia estão sediadas no território paulista atuando em ensino e pesquisa em várias temáticas, com destaque para agropecuária e TIC (FIRETTI et al., 2016; 2020; BONACELLI et al., 2015). Adicionalmente, o estado possui um fértil ambiente para o empreendedorismo, possuindo grande quantidade de mecanismos geradores de novos empreendimentos e investidores de Venture Capital. O estado se destaca também no contexto do empreendedorismo Agtech, concentrando 52,4% das startups Agtech brasileiras e 45% das startups agrodigitais brasileira (a partir de DIAS et al., 2019).

Em resumo: o estado de São Paulo é um importante gerador e difusor de novas tecnologias agropecuárias assim como agrodigitais, e, ao mesmo tempo, um forte adotante, tendo em vista possuir uma participação expressiva do agronegócio no PIB

³⁹ Em 2021, o Banco Mundial publicou um relatório analisando os regulamentos do ambiente de negócios brasileiro, considerando os 26 estados nacionais e o Distrito Federal, intitulado “Doing Business Subnacional Brasil 2021”. O estado de São Paulo classificou-se em 1º lugar.

paulista, grandes corporações de insumos e equipamentos e um proeminente setor de empreendedorismo Agtech. Além disso, permite a perspectiva de análise da inovação agrícola a partir de diversas escalas de análise: sistema regional de inovação e sistemas locais de inovação.

Este capítulo promove uma caracterização do ecossistema de inovação agrícola digital do estado de São Paulo, e investiga três ecossistemas de inovação agrícola locais: Piracicaba, Campinas e São Carlos. Busca-se, com esta investigação, compreender qual a contribuição dos ecossistemas locais para os resultados de inovação digital gerados por Agtechs, como novos produtos e serviços, captação de clientes, aumento de faturamento, entre outros.

A análise foi conduzida a partir de estudos de caso, utilizando dados secundários, a fim de mapear as origens e os atores-chave de cada ecossistema local e identificar as iniciativas promovidas para fortalecer uma cultura de inovação e o empreendedorismo Agtech e agrodigital. Estas iniciativas influenciam a geração de resultados das Agtechs uma vez que contribuem para o desenvolvimento e estruturação das startups⁴⁰. O Capítulo 5 descreve as contribuições identificadas e estabelece proposições acerca de possíveis fatores de influência.

Este capítulo se divide em cinco seções. A próxima seção apresenta uma revisão de literatura sobre ecossistemas de inovação; a segunda seção, apresenta conceitos da perspectiva da inovação regional. A seguir é promovida uma caracterização do Sistema Regional de Inovação Agrícola paulista, juntamente à uma análise dos ecossistemas locais. A quinta seção apresenta a descrição e análise consolidada dos ecossistemas investigados nos estudos de caso.

4.1 Arcabouço conceitual sobre ecossistemas de inovação

A partir da década de 1980, a literatura acadêmica do campo na inovação passa a descrever o caráter coletivo, interativo e colaborativo do processo de inovação,

⁴⁰ O Capítulo 5 apresenta os resultados do estudo empírico conduzido para investigar as contribuições destas iniciativas de aprimoramento de Agtechs, considerando os outputs de inovação produzidos, sejam relacionados a mercados, tecnologias e inovações organizacionais.

sob várias abordagens (KLINE; ROSENBERG, 1986; CHESBOROUGH, 2003⁴¹; FREEMAN; SOETE, 2009). A vertente colaborativa da inovação foi impulsionada pela crescente complexidade do conhecimento científico e da mudança técnica e pela natureza sistêmica de muitas inovações relacionadas às TIC (FREEMAN; SOETE, 2009).

Para desenvolver, validar e comercializar novos produtos e serviços são requeridos diferentes conhecimentos, competências, equipamentos e ativos que se encontram dispersos entre várias organizações. Assim, os acordos cooperativos e parcerias se estabelecem como uma forma menos arriscada e menos custosa para que as empresas possam inovar. Algumas motivações para a colaboração entre organizações são: acessar novos mercados ou novas tecnologias; buscar por economias de escala associadas a pesquisa ou produção conjunta; obter novas fontes de know-how e expertise fora das fronteiras da organização; e compartilhar de riscos relacionados ao desenvolvimento de atividades novas ou não dominadas por uma só organização (POWELL, et al. 1996).

Na década de 1990, a abordagem sistêmica da inovação disseminou uma visão interativa do processo inovativo (SCHOT; STEINMULLER, 2018), enfatizando uma visão de que crescimento econômico envolve a evolução de políticas públicas, instituições, tecnologias e indústrias (NELSON, 2020). O construto Sistema Nacional de Inovação (SNI) refere-se a um conjunto de instituições e organizações cujas interações determinam a performance inovativa das firmas nacionais. (NELSON, 1993) envolvendo a interação entre atores para a produção, difusão e uso de conhecimentos novos e economicamente úteis, a partir de processos de aprendizado (LUNDVALL, 1992).

A abordagem sistêmica da inovação possui uma vertente regional, desenvolvida a partir dos anos 1990 (COOKE, 1992; COOKE et al., 1998), que vem evoluindo, interessando tanto à academia quanto aos formuladores de política (GARCIA et al., 2020). Os Sistemas Regionais de Inovação (SRI) enfatizam o aspecto territorial do processo inovativo, considerando as especificidades de cada localidade a saber: os atores presentes; os recursos existentes; as características do capital humano; o espaço

41 O conceito de inovação aberta reflete bem este cenário (CHESBOROUGH et al., 2003) no qual o conhecimento, a experiência e as capacidades estão dispersas entre várias organizações. As atividades inovativas podem ocorrer fora da fronteira da firma ou das instituições de pesquisa, em um sistema aberto, juntando esforços e acelerando a geração de inovações, e oferecendo no mercado aquelas tecnologias que não estão em uso. É uma forma de gestão que oferece novos caminhos para geração e captura de valor e utiliza modelos de negócios de forma estratégica.

econômico e os efeitos da proximidade geográfica entre os atores no sentido de fomentar processos de geração e disseminação de novos conhecimentos (GARCIA et al., 2020).

Outra dimensão dos estudos de “sistemas de inovação” é a setorial (MALERBA, 2002). Um dos setores que foi amplamente estudado sob a ótica setorial foi a agropecuária, a partir do conceito de Sistema de Inovação Agrícola (SIA), tendo em vista a grande quantidade de atores envolvidos no processo, a importância das políticas públicas para o setor assim como o papel históricos de novas tecnologias para sua evolução (HALL et al., 2005; SPIELMAN, 2005; RAJALAHTI, 2012). Várias categorias de atores integram um SIA como produtores agropecuários, empresas fornecedoras, empresas de distribuição e logística, indústrias processadoras, organizações comerciais de atacado e varejo, setor de restaurantes e consumidores finais além de organizações de pesquisa agropecuária, ensino, assistência técnica e extensão rural.

A partir da perspectiva de sistemas de inovação (nacional, regional, setorial) e da literatura de administração e negócios com foco em competitividade empresarial⁴², se formaram as bases teóricas da abordagem de ecossistemas de inovação (SUOMINEN et al., 2019). Bassis e Armellini (2018) descrevem a abordagem de “ecossistemas de inovação” como um campo teórico emergente atualmente em fase de desenvolvimento, conceituação e estabelecimento de agendas de pesquisa. Klimas e Czakon (2021) apontam que a popularidade do termo “ecossistemas de inovação” cresceu muito na última década, tanto na academia quanto entre profissionais e órgãos governamentais atuando em políticas de inovação e empreendedorismo.

A abordagem ecossistêmica vem sendo considerada uma derivação, evolução ou complementação da perspectiva dos Sistemas de Inovação (PIGFORD et al., 2018; RIBEIRO et al., 2019; SUOMINEN et al., 2019; GRANSTRAND, HOLGERSSON, 2020). Ribeiro et al. (2019) consideram que a visão de “ecossistemas de inovação” amplia a perspectiva dos “sistemas de inovação”, ao destacar as parcerias e as trocas existentes entre os atores envolvidos e os aspectos éticos, sociais e ambientais associados. Na visão de Mazzucato e Robinson (2018), o conceito de ecossistema de inovação complementa a visão sistêmica justamente por seu foco na natureza dos relacionamentos entre os atores.

42 Os estudos de estratégia empresarial empregaram o conceito de ecossistema para analisar uma nova ecologia da competição (MOORE, 1993) considerando que uma empresa está inserida, não só em um setor econômico, mas em um “ecossistema de negócios” que pode ser transversal a vários setores. Esta analogia se referia às várias organizações associadas a uma empresa-chave, como a IBM e a Apple, com o objetivo de oferecer produtos a partir da interface desta empresa.

Para os autores, o ecossistema não é estático, ele é construído a partir das ligações e parcerias estabelecidas e se modifica a partir de mudanças estratégicas empreendidas pelos atores envolvidos.

Neste trabalho será utilizada a seguinte definição, a partir de uma adaptação de Granstrand e Holgersson (2020, p3.): um ecossistema de inovação é um conjunto evolutivo formado por atores e suas atividades, por artefatos tecnológicos, e pelas instituições, juntamente às relações estabelecidas (de natureza complementar ou substituta/concorrente) para promover o desempenho inovador de um ator ou de uma população de atores.

A perspectiva ecossistêmica, marcada por colaboração entre os atores, é a grande chave para atuar em um contexto tão dinâmico quanto da inovação digital, que envolve processos de digitização (conversão de informações análogas em digitais), digitalização (emprego de tecnologias digitais por indivíduos, empresas, sociedades) e datificação (criação de dados a partir de tecnologias digitais). Neste novo contexto, há que se desenvolver novas capacidades para lidar com as novas tecnologias digitais e estabelecer novos modelos de negócios mais adaptados a este contexto. Thomas e Autio (2019) destacam que a Era Digital, caracterizada por tecnologias digitais emergentes e por amplas possibilidades de comunicação, oferece oportunidades para: novos processos de inovação e de interação; novos caminhos de criação e captura de valor; em processos colaborativos de inovação, entre atores heterogêneos, interdependentes e não hierarquizados, gerando novos produtos, serviços e modelos de negócios. Neste contexto, atores envolvidos em ecossistemas de inovação se utilizam dos avanços em tecnologias e infraestruturas digitais para aumentar o alcance, a variedade, a intensidade e a flexibilidade de suas interações e sua capacidade coletiva de criação conjunta (AUTIO; THOMAS, 2020). Neste contexto há que se estabelecer: novos mecanismos de compartilhamento de ideias, dados e conhecimentos; novas formas de interação entre os atores; e processos mais ágeis para a geração de resultados colaborativos.

O trabalho de Thomas e Autio (2019) destaca quatro características fundamentais de um ecossistema de inovação: (i) uma composição de participantes heterogênea, atuando em papéis variados; (ii) resultados de maior impacto gerados por um ecossistema (quando comparados à combinação dos resultados individuais dos participantes); (iii) interdependência entre os atores envolvidos, para a geração dos

resultados; (iv) maior flexibilidade nas interações entre os atores, baseadas mais em papéis estabelecidos do que em contratos firmados.

Em relação à agropecuária, Pigford et al. (2018) apontam limitações⁴³ da visão sistêmica da agricultura, considerando que a visão de ecossistema é mais adequada para a investigação de uma dinâmica inovativa colaborativa, multifuncional, envolvendo transbordamentos intersetoriais (como inovações digitais aplicadas à agropecuária) em várias escalas de atuação (local, nacional, internacional), com foco em práticas sustentáveis.

Destaca-se a ampla gama de atores que participam de ecossistemas de inovação agrícola digital. Ressalta-se a relevância de compreender e considerar as perspectivas e motivações destes atores a fim de promover ações e políticas relacionadas à digitalização do campo e fomentar o ecossistema, de uma forma alinhada aos interesses dos atores.

Os principais *stakeholders* envolvidos, segundo Schroeder et al., (2021) são:

- **Representantes do setor público:** atuando no executivo (como ministérios da agricultura, infraestrutura, economia, ciência e tecnologia), agentes de regulação, monitoramento e outros responsáveis por políticas públicas relacionadas à agricultura digital;
- **Produtores agropecuários** de variados portes e cadeias produtivas;
- **Associações e cooperativas** de produtores;
- **Grandes empresas** fornecedoras de insumos, equipamentos e maquinário;
- **Empreendedores** atuando no segmento agrodigital;
- Mecanismos geradores de novos empreendimentos como incubadoras, parques tecnológicos, aceleradoras e investidores de Venture Capital;
- **Instituições de Ciência, Tecnologia e Ensino (ICTE)**, como universidades e centros de pesquisa, atuando em agricultura digital, juntamente a organizações de extensão rural;
- Outros **atores da cadeia de valor agropecuária** como processadores, transportadores, atacadistas e varejistas;

43 A crítica à visão sistêmica da inovação agrícola dos autores refere-se que, ao promover políticas públicas com foco em desenvolvimento podem favorecer regimes tecnológicos dominantes e processos de *lock in* que reduzem a diversidade inovativa e tendem a excluir o desenvolvimento de tecnologias potencialmente inovadoras ou ambientalmente corretas baseadas em perspectivas alternativas.

- Instituições nacionais e internacionais de **fomento à pesquisa**;
- Representantes da **sociedade civil** e agências não-governamentais.

Schroeder et al. (2021) consideram que os empreendedores agrodigitais são um direcionador central no crescimento da oferta de soluções digitais para o setor agropecuário. No entanto, seus resultados são dependentes das características e qualidade do ecossistema de seu entorno.

A adoção de estratégias digitais e de políticas para promover e apoiar as Agtechs digitais por parte do governo pode fortalecer a ação empreendedora (como desenvolvimento de competências, investimentos, mentorias, e estímulo a ações regionais) e, conseqüentemente, o ecossistema de inovação.

O investimento em pesquisa agrícola disruptiva também é um importante elemento dos ecossistemas, financiada, em grande parte pelo setor público. O redirecionamento de investimento governamental para ações de Ciência e Tecnologia contribui para fortalecer o ambiente em que se desenvolvem as Agtechs, aumentando a geração de novos conhecimentos e tecnologias digitais para o setor agropecuário, assim como as possibilidades de disrupção. Schroeder et al. (2021) consideram necessária a busca pela cooperação entre os setores público e privados para pesquisa e desenvolvimento agropecuário, direcionando o financiamento a partir da aplicabilidade dos resultados previstos da pesquisa.

4.2 Inovação no contexto regional

Para complementar a visão ecossistêmica em relação a caracterização do ecossistema de inovação agrícola digital do estado de São Paulo será utilizado o conceito de Sistema Regional de Inovação (SRI).

Um SRI envolve a geração de novos conhecimentos e a aplicação destes conhecimentos no sentido de comercializar novos produtos e serviços em escala global, nacional ou regional (COOKE, 2004). Várias dimensões estão envolvidas: instituições de pesquisa e universidades, sistemas de educação e treinamento, infraestruturas de pesquisa, instituições legais e financeiras, estruturas de governança e políticas de inovação e as redes de relacionamentos estabelecidas (FERRETTI; PARMENTOLA, 2015).

Pimentel-Neto et al. (2008) elencam os principais elementos de um SRI, seja em escala nacional/regional/local:

- i. uma dimensão nacional que envolve uma história comum, uma linguagem e cultura própria que caracterizam o ambiente;
- ii. empresas e sua organização interna;
- iii. relacionamento entre empresas;
- iv. o papel do setor público;
- v. os fluxos financeiros e de investimentos para fomentar a inovação;
- vi. as relações entre empresas e as instituições de ciência, tecnologia e ensino;
- vii. os sistemas educacionais e formação em constante atualização; e
- viii. o capital social, como infraestrutura tácita existente neste local, entre essas instituições, gerando relacionamentos e confiança mútua.

O capital social e cultural estabelecido nas interações de um SRI possui um papel central na dinâmica de aprendizado e na capacidade de transformar o contexto regional (MOTHE; PAQUET, 1998). Entre os fatores sociológicos que levam à formação de um ambiente de confiança, os autores destacam: a proximidade (não só territorial, mas organizacional, institucional e cognitiva); o compartilhamento de experiências; uma história comum e o sentimento de lealdade. Segundo Mothe e Paquet (1998), o aprendizado colaborativo é intensificado por complementaridades de conhecimento, competências e capacidades, assim como complementaridades organizacionais e tecnológicas.

Ainda que a dimensão geográfica da inovação venha sendo discutida e valorizada desde os anos 1990 (COOKE, 1992), diferentes escalas de análise são consideradas nos trabalhos acadêmicos. O conceito de SNI, apesar de bem estabelecido e rico, tem um enfoque muito amplo, tornando difícil estabelecer análises e políticas que possam abarcar das especificidades dos mercados regionais e locais (OINAS; MALECKI, 2002). A dimensão supranacional foi utilizada para estudar o continente europeu e as experiências de países distintos.

Cooke et al. (1996) detalha critérios para definir uma região: não precisa ter um tamanho definido; necessita de algum tipo de homogeneidade (geográfica, cultura, tecnológica); deve ter características distintivas de associação em relação a outros locais

próximos; deve envolver algum tipo de coesão interna. Neste sentido, um SRI é considerado um sistema aberto em constante interação com outras escalas – outras regiões, contexto nacional e redes internacionais (COOKE, 2001).

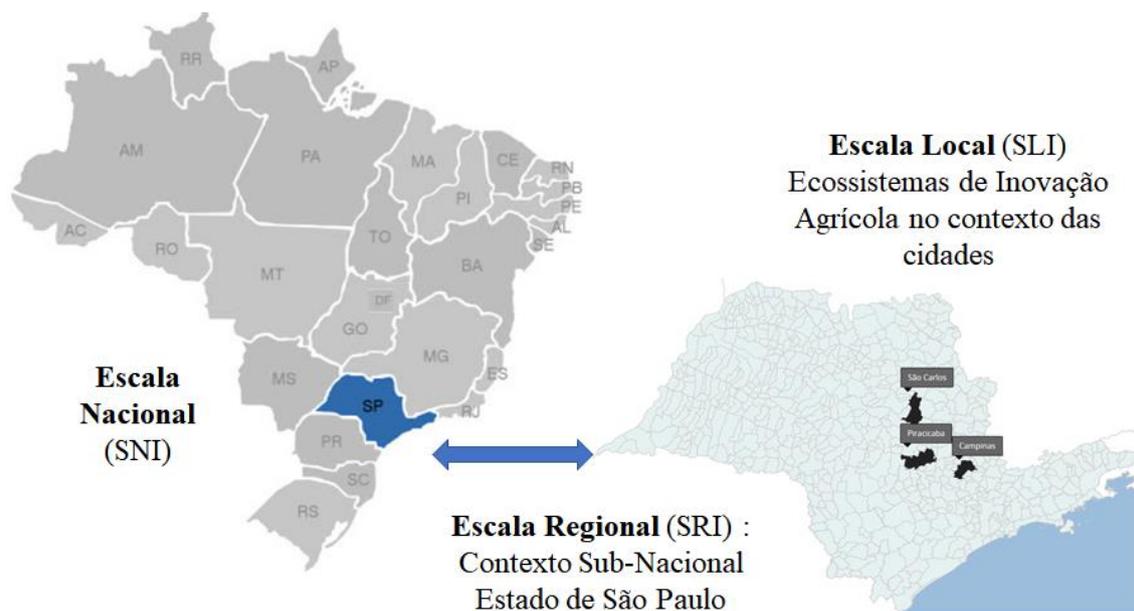
A dimensão regional – meso – é considerada uma escala sub-nacional, que pode envolver contextos distintos como um estado nacional, uma metrópole ou um município. Ferretti e Parmentola (2015) apontam alguns aspectos comuns a esta dimensão: (i) concentração espacial dos atores e uma natureza localizada do processo inovativo; (ii) coexistência em um mesmo território de três tipos de atores – empresas, centros de pesquisa e ensino e órgãos de governo – participando do processo inovativo; (iii) a existência de relações próximas, em rede, entre os atores de forma a estimular o aprendizado pela interação, o que favorece o desenvolvimento de inovações.

A análise desenvolvida no estudo empírico apresentado nesta pesquisa considerou duas dimensões de análise: regional – estado de São Paulo – e local, ecossistemas de inovação agrícola municipais, entendidos como Sistemas Locais de Inovação (SLI) caracterizada por processos de aprendizado coletivo que não são limitados às fronteiras geográficas locais (FERRETTI; PARMENTOLA, 2015). A Figura 17 apresenta as escalas consideradas.

A pesquisa de Schaeffer (2020) destaca pontos comuns entre os estudos sobre SRI e ecossistemas de inovação: multidimensionalidade; interações não-lineares entre os atores; relações dinâmicas e sistêmicas; dependentes de trajetórias históricas; compostos por, pelo menos, dois sub-sistemas - conhecimento e produtivo; ênfase nas dimensões espaciais; valores comuns compartilhados; e processos de aprendizagem geograficamente concentrados.

Neste sentido, consideramos que um ecossistema de inovação pode ser considerado equivalente a um SLI, envolvendo comunidades dinâmicas, norteadas por um propósito (a inovação), que se estabelecem relacionamentos complexos e entrelaçados, construídos sobre colaboração, confiança e co-criação de valor, a partir da exploração de tecnologias e/ou competências complementares (GOBBLE, 2014).

Figura 17: Escalas de análise da investigação



Autoria própria.

Além do aspecto geográfico, a delimitação de um SLI/ ecossistema pode envolver ainda um campo tecnológico e/ou um setor produtivo. Nesta pesquisa, será investigado o contexto da digitalização do setor agropecuário. A próxima seção apresenta os elementos do Sistema de Inovação Agrícola paulista.

4.3 Caracterização do Sistema Regional de Inovação Agrícola paulista

Utilizando a abordagem de Sistema Regional de Inovação de forma complementar à abordagem ecossistêmica, esta seção caracteriza o contexto relacionado à inovação agrícola digital no estado de São Paulo.

Neste contexto, são apresentados: o subsistema de geração de novos conhecimentos, através das instituições de ciência, tecnologia e ensino e as atividades de fomento; o ambiente institucional para inovação e os (eco)sistemas locais de inovação agrícola no estado.

4.3.1 Densidade de ICTE e fomento à pesquisa agrícola

O estado de São Paulo possui uma confluência de importantes instituições de ensino e pesquisa atuando em Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) e Ciências

Agrárias. FIRETTI et al. (2016) identificaram mais de 150 instituições de ensino e pesquisa de ponta associadas às Ciências Agrárias.

Dentre as instituições de ensino - técnico e superior - Firetti et al. (2020) identificaram 31 unidades pertencentes a universidades com destacada performance acadêmica e aplicada, 88 unidades de ensino técnico e tecnológico, 67 unidades de pesquisa científica e tecnológica distribuídas no território no estado. No total são 186 campi ou centros de C&T, com missões, perfis, competências, portes distintos, compondo fontes de conhecimento e tecnologia diversificadas e distribuídas no território do estado.

As principais universidades públicas identificadas foram: a Universidade de São Paulo (USP), Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e a Universidade Estadual Paulista (UNESP) e Universidades Federais (Universidade Federal de São Carlos, Unifesp, UFABC), os Institutos Federais e as Faculdades de Tecnologia (FATECs).

As principais unidades de ensino no campo das ciências agrícola e agrárias são: na USP, o campus da Esalq em Piracaba e a Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA) em Pirassununga; na Unicamp, a Faculdade de Engenharia Agrícola em Campinas; na UNESP: a Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, em Jaboticabal; a Faculdade de Ciências Agrônomicas em Botucatu e Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas em Dracena; na UFSCAR, o Centro de Ciências Agrárias em Araras.

Dentre os institutos públicos de pesquisa agrícola, de caráter federal e estadual, o estado reúne:

- Cinco centros de pesquisa da Embrapa: Agricultura Digital (Campinas); Instrumentação (São Carlos), Meio Ambiente (Jaguariúna), Pecuária Sudeste (São Carlos) e Territorial (Campinas);
- A sede da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) vinculada à Secretaria de Agricultura e Abastecimento do estado, em Campinas, e seis centros de pesquisa - Instituto Agrônomico (IAC) e Tecnologia de Alimentos (ITAL) em Campinas, Biológico (IB), Economia Agrícola (IEA) e Pesca (IP) em São Paulo, e Zootecnia (IZ) em Nova Odessa;

- São quatorze os Regionais da APTA distribuídos pelo estado (APTA Regional, Andradina, Adamantina, Presidente Prudente, Assis, Pariquera-Açu, Pindamonhangaba, Monte Alegre do Sul, Mococa, Colina, Pindorama, Ribeirão Preto, Bauru, Piracicaba.

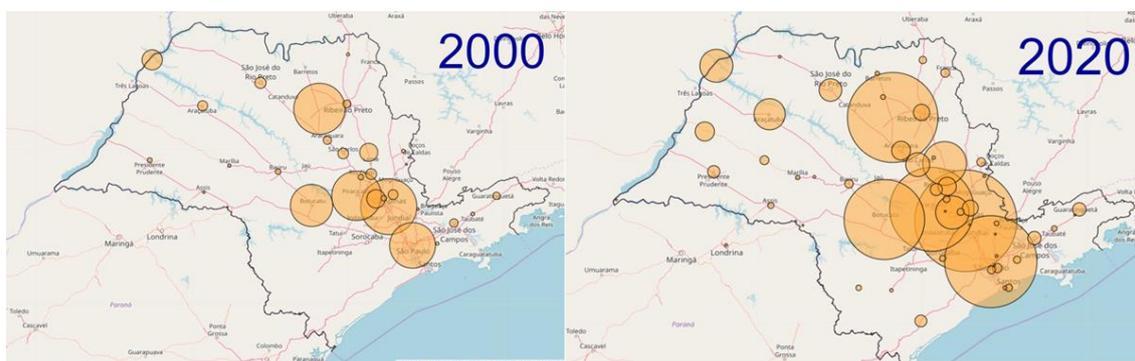
Ainda na categoria de difusão do conhecimento agrícola, São Paulo possui a estrutura da Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável (CDRS), sediada em Campinas e presente em todos os municípios paulistas, com a missão de promover o desenvolvimento rural sustentável, coordenando os serviços de assistência técnica e extensão rural ao pequeno e médio produtor rural (SAA/CRDS,2021). São 594 Casas da Agricultura, dos 40 Escritórios de Desenvolvimento Rural e dos 21 Núcleos de Produção de Sementes e Mudanças.

No território paulista há uma importante concentração de faculdades e instituições de pesquisa de ponta atuando no campo das Ciências Agrárias. Firetti et al. (2020) verificaram uma distribuição desigual das Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs), com 57,5% das ICTs distribuídas em onze mesorregiões paulistas (27,5% do total) com destaque para as cidades de Campinas (28), São Paulo (17) e Piracicaba (12), juntamente com Assis, Marília, Pindamonhangaba, Ribeirão Preto, Sorocaba, Itapetininga, São João da Boa Vista.

Além da ampla infraestrutura institucional de pesquisa, ensino e extensão agropecuária existente no estado, considerando a relevância do setor agropecuário para o desenvolvimento econômico do Estado de São Paulo, a Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo (FAPESP) vem oferecendo uma importante contribuição no fomento à pesquisa agrícola em diferentes programas de pesquisa, no suporte a centros de investigação e no auxílio a pesquisadores e empresas de base tecnológica.

Um indicativo das principais cidades paulistas que tiveram concessão de recursos na modalidade Auxílio à Pesquisa, pela FAPESP, na área de Ciências Agrárias (BV FAPESP, 2021) está apresentado na Figura 18 considerando a evolução destes recursos entre os anos de 2000 e 2020 (acumulado anual). Verifica-se que existe um aumento na intensidade em algumas localidades, mas também algumas dispersões em direção ao interior do estado, na direção oeste e norte.

Figura 18: Concentração dos auxílios à pesquisa em Ciências Agrárias concedidos pela FAPESP



Fonte: BV FAPESP (2021)

Nicolella et al. (2018) destacam que os valores concedidos e desembolsados pela FAPESP na área de agricultura de 1981 a 2013 representam, em média, 15% do investimento total da Fundação. Em 1981, a participação foi de 5% de participação e terminando em 2013 com quase 20%, em uma tendência de ascensão. Em indicadores específicos, como a concessão de bolsas para ciências agrárias, o valor investido é de 37,5% superior à média, o que pode ser explicado pela existência de fortes instituições de ensino e pesquisa atuando em agropecuária tais como a USP, Unesp e Unicamp, e atualmente, financiando pesquisas relacionadas à agricultura digital e o empreendedorismo Agtech.

Vasconcelos (2020) aponta que desde a década dos anos 1990, a FAPESP já concedeu cerca de 280 auxílios para pesquisas associadas à agricultura e pecuária digital em Instituições de Ensino e Pesquisa (IES) paulistas. Destaca-se o investimento pioneiro em projetos de pesquisa relacionados à temática da agricultura de precisão, contribuindo para o desenvolvimento deste campo no país e para o desenvolvimento de tecnologias locais. O programa FAPESP de Pesquisa em eScience e Data Science foi criado em 2014 com o intuito de fomentar pesquisas avançadas, de enfoque multidisciplinar e abordagens não convencionais com foco em ciência de dados. O objetivo é estimular a interação entre pesquisadores do campo da Ciência da Computação e cientistas envolvidos em outras áreas do conhecimento. Em 2018 foi lançado o 3º edital, com foco em agricultura e pecuária digital, destinado a projetos de pesquisa em Computação e Ciências Agrárias. As perspectivas de interesse foram amplas: desde aspectos genômicos em agricultura e agropecuária, passando por fazendas inteligentes e desenvolvimento de logística da cadeia produtiva de alimentos. As temáticas computacionais incluíram desenvolvimento

de sensores, internet das coisas, inteligência artificial ou engenharia de software aplicadas à resolução de desafios em ciências agrárias.

Outro investimento importante para a agricultura é a inovação tecnológica através do Programa FAPESP para Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (PIPE), envolvendo a execução de pesquisa científica e/ou tecnológica em micro, pequenas e médias empresas no Estado de São Paulo e, que visam fomentar a associação de empresas e pesquisadores acadêmicos em projetos inovativos, induzir investimentos privados em pesquisa tecnológica e incrementar a contribuição da ciência para o desenvolvimento econômico e social. Vasconcelos (2020) menciona que, nas últimas duas décadas, houve 50 aportes do programa PIPE efetuados nas em empresas paulistas de base tecnológica a fim de criar novas soluções para agricultura digital.

A próxima seção apresenta o arcabouço institucional para inovação no estado.

4.3.2 Ambiente institucional para inovação

Firetti et al. (2020) apresentam o arcabouço legal estabelecido no estado de São Paulo no sentido de implementar uma política de ciência, tecnologia e inovação.

A Lei Paulista de Inovação (Lei Complementar nº 1.049/2008) busca estimular as Instituições de Ciência e Tecnologia (universidades, institutos de pesquisas e centros de conhecimento), empresas, pesquisadores públicos e inventores a superarem os entraves ao fortalecimento da inovação.

O Decreto Nº 60.286, de 25/04/2014 instituiu o Sistema Paulista de Ambientes de Inovação (SPA) formado pelas seguintes estruturas: Sistema Paulista de Parques Tecnológicos (SPTec) com treze parques credenciados e nove com credenciamento provisório; a Rede Paulista de Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica com dezesseis incubadoras credenciadas; a Rede Paulista de Centros de Inovação Tecnológica (RPCITEC) que visa estimular a criação de Centro de Inovação Tecnológica (CIT) nos municípios a fim de estimular o crescimento e competitividade das micro e pequenas empresas, com a oferta de serviços de suporte ao processo de inovação e promovendo ainda a interação entre empreendedores e pesquisadores, com nove centros credenciados; e a Rede Paulista de Núcleos de Inovação Tecnológica (RPNIT) que congrega trinta Núcleos de Inovação Tecnológica (NIT) – órgãos das instituições científicas e tecnológicas do Estado de São Paulo que tem a atribuição de

gerir as respectivas políticas de inovação, incentivar a geração e a transferência de tecnologia, bem como a promoção da inovação no Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2021).

O Decreto N° 62.817, de 04/09/2017, regulamenta, no contexto do estado, a Lei Federal n° 10.973, de 2 de dezembro de 2004 (Lei de Inovação), e dispõe sobre a temática da política estadual de ciência, tecnologia e inovação.

Uma iniciativa institucional recente, envolve o investimento público para fortalecer a infraestrutura dos centros de pesquisa da Embrapa no estado, no sentido de estabelecer um Hub AgroDigital de São Paulo. O Hub tem o objetivo de conectar institutos de pesquisa, universidades, empresas e profissionais para desenvolver, de forma compartilhada, conhecimentos, tecnologias, produtos e serviços (EMENDA, 2021). Visa consolidar a gestão integrada da produção agropecuária e promover a geração de novas soluções tecnológicas disruptivas para desenvolver o setor. Os recursos, no valor de R\$19,5 milhões, foram recebidos por meio de emenda parlamentar da Bancada de São Paulo.

Este arcabouço legal juntamente ao incentivo de investimentos públicos, vem criando e aprimorando os mecanismos do estado para estimular a inovação tanto no sentido de incentivar as ICTs e seus núcleos de inovação; as incubadoras e os parques tecnológicos como mecanismos geradores de novos empreendimentos e a criação de Centros de Inovação Tecnológica. O estado se diferencia de outras unidades da federação.

A pesquisa de Bassalo (2017, p. 47) investigou os ecossistemas estaduais de inovação brasileiro, classificando o estado de São Paulo na categoria de “ecossistema vibrante”, notas acima da média nacional e predominância de potencialidades.

Por sua vez, Beneli (2019) classificou São Paulo como um ecossistema líder, a partir da construção de um indicador comparativo - Indicador Composto Estadual de Inovação⁴⁴ - que classificou o Sistema Regional de Inovação de cada estado a partir das categorias: líderes (valores auferidos acima de 20% da média); seguidores (entre 120% e 90% da média); moderados (menor do que 90% até 50% da média); modestos (desempenho abaixo de 50% da média).

44 Os pilares considerados pelo índice de Beneli (2019) são: condições estruturais, dispêndios em CT&I, atividades inovativas, impacto.

4.3.3 Estado de São Paulo: Ecosistema de Ecosistemas de Inovação

O estado de São Paulo, além de um importante ecossistema regional de inovação, pode ser caracterizado como um “ecossistema de ecossistemas”, uma vez que várias localidades paulistas se configuram como importantes ambientes de inovação e empreendedorismo agrícola, oferecendo oportunidades de acesso a conhecimento científico, promovendo relacionamentos e gerando importantes resultados.

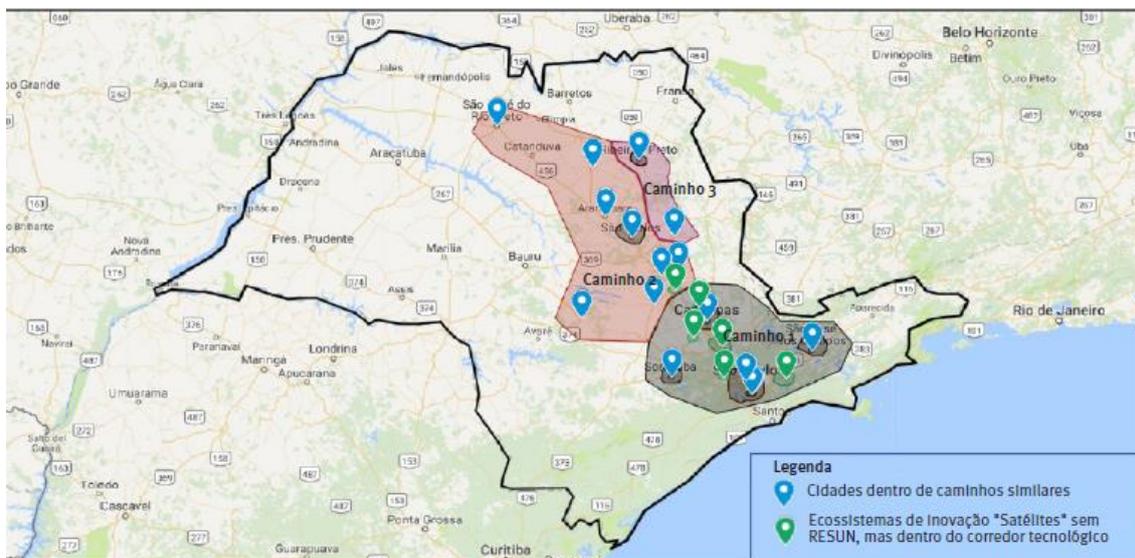
A cidade de São Paulo é considerada um importante centro financeiro nacional e da América Latina e reconhecida como o maior polo de inovação e empreendedorismo da América Latina (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2019) e um dos 20 maiores ecossistemas inovadores do mundo, conforme Startupblink (2020), reunindo muitos investidores de risco em diversos segmentos (Anjo, *Seed*, Venture Capital, Private *Equity*), grandes empresas, centros de pesquisa e universidades, além de um importante ecossistema empreendedor.

O trabalho de Abdal et al. (2015) identificou os principais vetores territoriais de desenvolvimento industrial e de serviços do estado de São Paulo, analisando, em especial, as dinâmicas territoriais e produtivas externas à Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). O estudo identificou que os segmentos industriais mais intensivos em tecnologia estão localizados no eixo territorial São José dos Campos-ABC-São Paulo-Campinas-São Carlos-Ribeirão Preto – que perpassa a RMSP.

Alves et al. (2021) oferecem insights sobre a geografia da atividade empreendedora no estado de São Paulo através de várias configurações de dados, apresentados na Figura 19, em uma trajetória similar ao vetor de desenvolvimento paulista destacado por Abdal et al. (2015).

A pesquisa de Alves et al. (2021) considera, como aproximação da atividade empreendedora, a quantidade de projetos aprovados pelo programa PIPE-FAPESP entre 1998 e 2017. A análise foi complementada com indicadores representativos da infraestrutura de conhecimento (como universidades, mecanismos geradores de novos empreendimentos e empregos intensivos em conhecimento) e por dados socioeconômicos das diferentes localidades (como população, infraestrutura, disponibilidade de crédito, proximidade a centros urbanos, atratividade para investimentos e internacionalização).

Figura 19: Mapeamento dos ecossistemas empreendedores paulistas intensivos em conhecimento



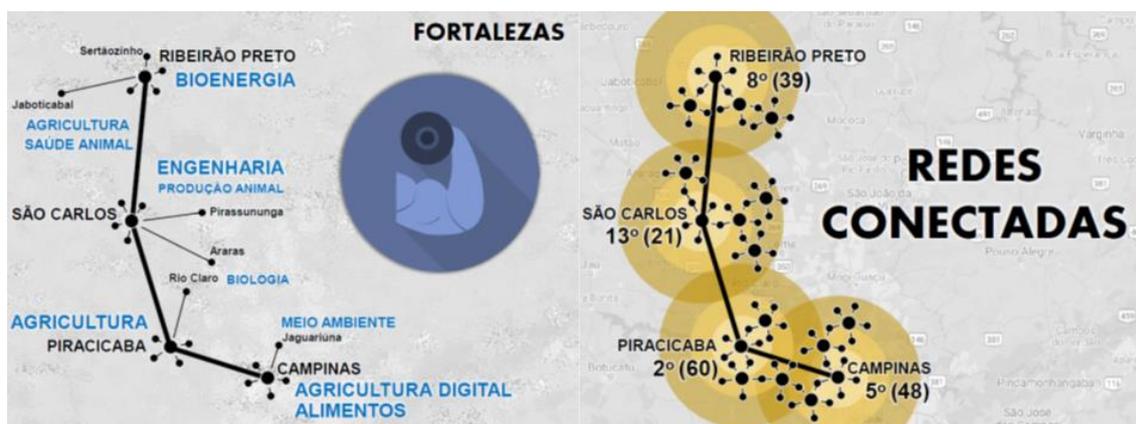
Fonte: Alves et al. (2019)

Dentre as várias configurações estabelecidas por Alves et al. (2021), evidenciou-se a posição de São Carlos, como uma cidade relativamente pequena que gravita entre grandes centros (Ribeirão Preto e Campinas) e apresenta resultados importantes em uma base “per capita”. A cidade possui campi de duas importantes universidades de pesquisa, dois centros de pesquisa da Embrapa e está desenvolvendo mecanismos de geração de novos empreendimentos, possuindo uma estrutura importante de pesquisa e inovação.

Da mesma forma, o Corredor de Inovação Agropecuária - que inclui Campinas, Piracicaba, São Carlos e Ribeirão Preto – é considerada uma aglomeração regional pelo MAPA. O corredor concentra cerca de 11% das Agtechs brasileiras e uma grande quantidade de atores, em um circuito de 250 km (MONDO et al. 2021). Os autores definem corredor de Inovação como um “conceito para desenvolvimento regional com foco na conexão de hubs de abrangência nacional com pequenas e medias cidades a fim de gerar desenvolvimento econômico amplo e de longo prazo” (p.4).

Esta proposta, apresentada na Figura 20, envolve diferentes bases de conhecimento em cada localidade, representadas como redes interconectadas entre si e com as cidades adjacentes.

Figura 20: Corredor de inovação Agropecuária em São Paulo



Fonte: Mondo et al. (2021)

Na análise das pesquisas sobre a localização de eixos regionais, empreendedorismo e inovação agrícola, fica evidente a relevância do eixo São Paulo – Campinas – Piracicaba – São Carlos - Ribeirão Preto. São José dos Campos é um centro importante, mas parece estar menos conectado a esta dinâmica, talvez pelo foco mais especializado em atividades aeroespaciais.

A próxima seção apresenta uma análise dos ecossistemas de inovação agrícola (ou sistemas locais de inovação agrícola) presentes no estado.

4.4 Ecossistemas de Inovação Agrícola em São Paulo

A partir da caracterização do Ecossistema Inovação Agrícola no Estado de São Paulo, buscou-se identificar localidades a serem investigadas em estudos de caso locais. Os critérios de análise foram: localidades que tivessem representatividade em sua economia agropecuária; base de conhecimento calcada em ciências agrárias e tecnologia de informação (presença de Agtechs digitais), e ecossistema empreendedor Agtech já ativo.

A estratégia de múltiplos estudos de caso seguiu uma abordagem integrada (*multiple embedded cases*) (YIN, 2018). Foram coletados dados secundários como literatura acadêmica, pesquisa documental (relatórios técnicos, websites institucionais e notícias especializadas) e dados quantitativos (DIAS et al., 2019; SÃO PAULO, 2019; SEADE PAINEL, 2021), para cada caso selecionado. Seguiu-se o seguinte roteiro na busca de informações: origens e atores-chave do ecossistema; estrutura institucional para

inovação incluindo eventuais programas e políticas do governo local; iniciativas de incentivo ao empreendedorismo Agtech e agrodigital.

O mapeamento dos ecossistemas, não-exaustivo, buscou a triangulação tanto em relação às fontes de dados quanto na metodologia, com a seleção de múltiplos casos a investigar. A pesquisa envolveu duas etapas: (1) estudo descritivo dos ecossistemas locais e (2) identificação de iniciativas de promoção do empreendedorismo Agtech/Agtech digital em cada localidade.

Na seleção dos estudos de caso, a primeira etapa foi identificar municípios com um ecossistema empreendedor Agtech já ativo, considerando a concentração de Agtechs em cada localidade assim como os municípios com mais de cinco Agtechs digitais a partir de Dias et al. (2019), apresentados da Tabela 15.

Tabela 15: Investigação dos ecossistemas agtech ativos

Municípios paulistas com mais de 5 Agtechs			Municípios paulistas com mais de 5 Agtechs digitais		
	Cidade	Quantidade		Cidade	Quantidade
1	São Paulo	264		São Paulo	74
2	Piracicaba	41		Piracicaba	23
3	Campinas	38		Campinas	19
4	Ribeirão Preto	37		São José dos Campos	12
5	São José dos Campos	17		Ribeirão Preto	9
6	São Carlos	14		São Carlos	9
7	Barueri	7			150
8	Indaiatuba	7			
9	Botucatu	6			
10	Presidente Prudente	6			
11	Vinhedo	6			
12	Franca	6			
13	Sorocaba	5			

Fonte: Dias et al. (2019)

A vocação agropecuária dos municípios pré-selecionados foi analisada a partir da pesquisa LUPA 2016/2017 - Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária do estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2019) e dos dados demográficos do Seade Painel (2021), apresentados nas Tabela 16 e 17.

Tabela 16: Concentração de Unidades Produtivas da Agropecuária nos municípios

	Município	Unidades Produtivas da Agropecuária (dados 2016/2017)	%Upas do estado	População por 1.00 hab (dados 2019)	Upas/1000hab
1	São Paulo	323,00	0,10%	11.811,52	27,35
2	Piracicaba	2.001,00	0,59%	387,51	5163,78
3	Campinas	759,00	0,22%	1.167,19	650,28
4	São José dos Campos	697,00	0,21%	702,87	991,65
5	Ribeirão Preto	441,00	0,13%	676,44	651,94
6	São Carlos	814,00	0,24%	240,73	3381,44

Fonte: Projeto Lupa 2016/2017 (SÃO PAULO, 2019), SEADE Painel (2021)

Tabela 17: Percentual de área ocupada e Valor Adicionado da agropecuária no município

	Município	Área da agropecuária (hectares) (dados 2016/2017)	área do município em hectare (dados 2021)	% Área agropecuária em relação ao total	Valor adicionado agropecuária (dados 2019)
1	São Paulo	4.388,38	152.111,00	3%	0,0051%
2	Piracicaba	109.517,22	137.807,00	79%	0,59%
3	Campinas	34.662,29	79.457,00	44%	0,16%
4	São José dos Campos	62.536,10	109.941,00	57%	0,04%
5	Ribeirão Preto	48.323,46	65.092,00	74%	0,26%
6	São Carlos	98.243,03	113.691,00	86%	1,07%

Fonte: Projeto Lupa 2016/2017 (SÃO PAULO, 2019), SEADE Painel (2021)

A análise das Tabelas 16 e 17 evidencia que a capital do estado possui pouca vocação agropecuária tanto quando se considera a quantidade de Unidades Produtivas da Agropecuária (Upas), a sua concentração em relação a população, o seu percentual de área ocupada com agropecuária em relação à área total do município e em relação ao valor adicionado agropecuária para o município⁴⁵. Assim, tendo em vista este critério, optou-se por não incluir a capital como caso de estudo.

45 O indicador “valor adicionado” corresponde ao valor anual agregado aos bens e serviços consumidos no processo produtivo obtido pela diferença entre o valor de produção e o consumo intermediário, ou seja, o valor adicionado que o setor acrescenta ao valor final de tudo que foi produzido em uma região.

Em relação às Unidades Produtivas, a Tabela 16 mostra que os municípios de Piracicaba, Presidente Prudente, São Carlos e Campinas detêm mais Unidades Produtivas. O percentual de área ocupada com agropecuária, apresentado na Tabela 17, destaca: São Carlos, Presidente Prudente, Piracicaba e Ribeirão Preto.

A Tabela 18 apresenta o percentual de Agtechs digitais em relação ao total mapeado para cada município, assim como o crescimento das Agtechs mapeadas entre 2019 e 2021.

Tabela 18: Avaliação da concentração de Agtechs e de Agtechs digitais

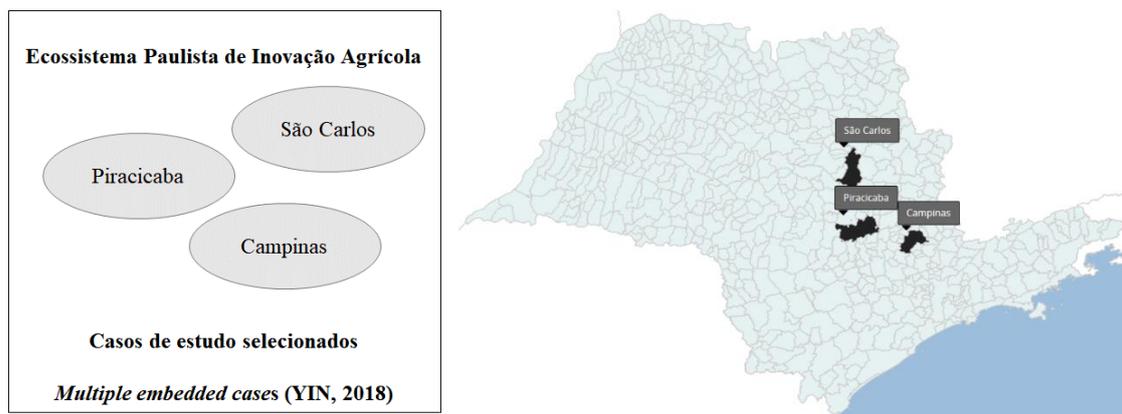
	Município	Agtechs Totais 2019	Agtechs digitais 2019	% Agtechs digitais/ Total
1	Piracicaba	41	23	56,10%
2	Campinas	38	19	50,00%
3	São José dos Campos	17	12	70,59%
4	Ribeirão Preto	37	9	24,32%
5	São Carlos	14	9	64,29%
6	Presidente Prudente	6	4	66,67%

Fonte: Dados do Radar Agtech Brasil 2019 (DIAS et al., 2019) e 2020/2021 (FIGUEIREDO et al, 2021)

A partir dos indicadores analisados, foram selecionados os municípios de Piracicaba, Campinas e São Carlos como estudos de caso para a investigação empírica, conforme a Figura 21.

O intuito foi compor uma amostra que contivesse ecossistemas inovadores com foco maior no segmento Agtech (se possível Agrodigital, considerando a presença de Agtechs digitais), caracterizados pela participação do setor agropecuário na economia local e pela base de conhecimento existente na região.

Figura 21: Ecosistemas de inovação agrícolas selecionados para investigação empírica



4.5 Mapeamento dos atores dos ecossistemas de Piracicaba, Campinas e São Carlos

O mapeamento dos ecossistemas, não-exaustivo, foi conduzido a partir de dados secundários como literatura acadêmica, pesquisa documental e notícias especializadas. Buscou-se a triangulação tanto em relação às fontes de dados quanto na metodologia, com a seleção de múltiplos casos a investigar. A pesquisa envolveu três passos: (1) mapeamento não-exaustivo dos SLI; (2) identificação de iniciativas de promoção do empreendedorismo Agtech/Agtech digital em cada localidade; (3) condução de entrevistas com organizadores e parceiros destas iniciativas.

Os estudos de casos dos ecossistemas locais tiveram dois objetivos principais: (i) investigar as características de cada ecossistema; e (ii) mapear iniciativas de aprimoramento ao Agtech.

O mapeamento dos atores envolvidos nos ecossistemas de inovação agrícola seguiu a recomendação de Schroeder et al. (2021), considerando os stakeholders relevantes ao fenômeno. Os relacionamentos estabelecidos entre os atores e a identificação das iniciativas de fomento à inovação e ao empreendedorismo Agtech foram identificados principalmente a partir de websites e notícias especializados, assim como relatórios setoriais e artigos acadêmicos.

4.5.1 Piracicaba

Piracicaba detém o 13º PIB do estado e uma população de 390.000 habitantes (SEADE, 2021). A cidade tem uma tradição agrícola importante, seja pela produção sucroalcooleira ou pela formação de agrônomos pela Esalq-USP instalada na cidade em 1901. Além disso, Piracicaba possui um parque industrial diversificado, com empresas de segmentos e portes variados distribuídas em três distritos industriais. A montadora coreana Hyundai e alguns de seus fornecedores estão instalados em um parque automotivo.

Ainda que a tradição de formação agrônômica e de produção agrícola tenha se iniciado no século XX, o movimento para fomentar e estabelecer uma marca para divulgar o ecossistema local é bastante recente.

O chamado Vale do Piracicaba (*Agtech Valley*), reconhecido como um dos ecossistemas de inovação e empreendedorismo agropecuário mais vibrantes do país e internacionalmente, foi lançado em 2016, com uma campanha com a iniciativa de representantes da EsalqTec (incubadora de empresas da Esalq) e do então coworking CanaTech, à época com apoio da Prefeitura Municipal, da Acipi (Associação Comercial e Industrial de Piracicaba) (BUENO, 2016).

O Quadro 16 apresenta uma linha do tempo que detalha a instalação dos principais atores do ecossistema de inovação agrícola de Piracicaba, instrumento que serve de base para uma análise de suas origens e para investigar suas características atuais.

Instalada em Piracicaba no início do século XX, a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq), da Universidade de São Paulo (USP) possui um papel de destaque no desenvolvimento do ecossistema de inovação agrícola local. A Esalq/USP está entre as dez melhores universidades no campo das Ciências Agrárias conforme o ranking do USNEWS (2021). Além de globalmente bem conceituada, a universidade vem estabelecendo várias parcerias relevantes como a *A5 Alliance*, que desenvolve ações de pesquisa e capacitação para a transformação sustentável da agropecuária e dos sistemas alimentares, reunindo cinco renomadas universidades como: Esalq/USP, *China Agricultural University*, a holandesa *Wageningen University* e as norte-americanas *Cornell University* e *University of California-Davis*. Outra iniciativa recente foi a criação, em 2019, do Centro de Inovação para Agricultura China – Brasil,

uma parceria entre a Esalq/USP, a *China Agricultural University* e a *Hainan University*, fortalecendo o intercâmbio científico entre os dois países (FIGUEIREDO et al., 2021).

Quadro 16: Linha do tempo do ecossistema de inovação agrícola de Piracicaba

Ano	Fundação
1900	A Escola Agrícola Prática de Piracicaba é criada; recebendo em 1931 sua denominação atual, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq), sendo integrada à USP em 1934.
1994	Criada em 1994 como Incubadora de Empresas Agrozootécnicas da Esalq/USP, em 2005, em processo de revitalização, passou a ser denominada EsalqTec - Incubadora Tecnológica.
2005	Criação do APLA - Arranjo Produtivo Local do Álcool da Região de Piracicaba, que visa fomentar a interação estruturada entre seus integrantes, criando oportunidades de agregação de valor ao longo da cadeia produtiva, nacional e internacionalmente.
2011	Criação da Raízen, empresa resultante do processo de integração dos negócios das companhias Cosan e Shell.
2012	Lançamento do Parque Tecnológico de Piracicaba “Emilio Bruno Germek”. Estão instalados no parque, a FATEC (Faculdade de Tecnologia de São Paulo), o IFSP (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo), a Raízen e outras empresas e hubs de inovação.
2013	O CanaTec CoWorking foi lançado o primeiro co-working para o setor agropecuário, abrigando empresas da cadeia sucroenergética. Logo se tornou a casa das primeiras AgTechs de Piracicaba. Em 2016, tornou-se AgTechCoworking e mais tarde neste ano Agtech Garage, hub de inovação.
2016	Dá-se o lançamento oficial da campanha AgTech Valley ou Vale do Piracicaba – Tecnologia na Agricultura. Movimento que representou um posicionamento global da cidade como um ecossistema de inovação para a agricultura tropical, inspirado no Vale do Silício, atraindo novas empresas e atores.
2016	Fundação da Usina de Inovação, ambiente de negócios estabelecido com a revitalização do patrimônio histórico da antiga Usina Monte Alegre. Concebido para oferecer infraestrutura para atrair e fixar as empresas AgTechs que optassem por se instalar em Piracicaba.
2017	Evento Startagro Pira na temática da Agricultura Digital promovido pela Plataforma Startagro e pela Usina de Inovação.
2017	SEBRAE Regional Piracicaba lança Programa Startup-SP Agro, programa de apoio às Agtechs em estágio de validação.
2017	Raízen anuncia o lançamento do Pulse, Hub de Inovação, estabelecendo relacionamentos com as principais AgTechs do país e abrigando-as em um espaço em Piracicaba e oferecendo conexões com vários players.
2017	1ª EsalqShow, fórum de inovações tecnológicas promovido nas dependências da Esalq-USP
2018	Lançamento do AvanceHub, Hub de inovação criado pela COPLACANA, para conectar startup com os cooperados.
2019	PECEGE lança WBGI - We Believe in Great Ideas, ambiente criado para promover grandes ideias, integrando empreendedores, investidores e parceiros para o desenvolvimento de negócios disruptivos. Atua também como Gestora de Investimentos
2019	Criação do AnimalsHub com a missão de desenvolver um ecossistema de startups e empreendedores altamente inovadores que co-desenvolvam com a @Tech, gerando novos valores para a agropecuária global.
2019	Expansão do AgTech Garage e instalação no Parque Tecnológico, consolidando-se como um dos principais Hubs de Inovação Agtech na América Latina e do Mundo, promovendo diversas iniciativas junto a universidades e grandes empresas do setor.
2019	Criação do Centro de Inovação para Agricultura China – Brasil na Esalq.
2020	Criação do Gazebo, estabelecido pela Koppert Biological Systems é o primeiro hub especializado em tecnologias voltadas para controle biológico do país. Criado com apoio inicial da empresa Jacto.
2020	Evento AceleraEsalq, iniciativa promovida pela Esalq-USP com o objetivo de sensibilizar estudantes e docentes para atividades de inovação e empreendedorismo.

Fonte: Chamocho (2021), EsalqTec (2021)

No que se refere ao incentivo à inovação e ao empreendedorismo local, nos anos 1990, a universidade foi pioneira em criar uma incubadora de empresas que até os dias de hoje desempenha uma função primordial: apoiar empresas nascentes de base tecnológica agropecuária em seus estágios iniciais. Ainda que tenha hoje recursos limitados, em termos de espaço e equipamentos, a ESALQTec oferece às startups uma possibilidade única de inserir-se no ecossistema, estabelecer relacionamentos tanto com áreas da universidade como com executivos de empresas e outras Agtechs.

O atual Agtech Garage, hub de inovação muito atuante na cidade, faz parte da gênese do Agtech Valley. Em 2016, ainda chamado Canatech coworkings, fez parte do movimento para fomentar o desenvolvimento do ecossistema junto à EsalqTec e o governo local da época. Inicialmente com foco em empresas atuando na cadeia produtiva da cana de açúcar, o coworking se voltou para o Agtech e depois se transformou em um importante hub de inovação para o agronegócio.

Outros Hubs de Inovação importantes em Piracicaba são: o Pulse Hub, criado em 2017 pela empresa Raízen que atua a partir de uma iniciativa de inovação aberta com startups na área de energia e cana de açúcar; e o Avance Hub, criado em 2018 pela Cooperativa dos Plantadores de Cana do Estado de São Paulo (Coplacana) aproximando as novas tecnologias e as startups dos cooperados, de forma a melhor atendê-los.

Atualmente, a estrutura institucional da Prefeitura de Piracicaba contempla a Secretaria Municipal de Governo e Desenvolvimento Econômico (SEMDETTUR) que tem a função de ser um canal entre a iniciativa privada e o Governo Municipal, proporcionando maior integração entre o Poder Público e as Indústrias, Comércio e Empresas Prestadoras de Serviços (PIRACICABA, 2021).

Esta secretaria busca agilizar o atendimento aos empreendedores, como interface com outras secretarias municipais, e pode conceder incentivos fiscais às empresas que pretendam se instalar no Município. Além disso, realiza projetos para o desenvolvimento econômico sustentável da cidade. A criação do Hub Piracicaba, no contexto da secretaria, envolve uma plataforma pública de apoio ao empreendedorismo e inovação instalada no Parque Tecnológico, na qual serão oferecidas atividades de suporte para o desenvolvimento de novos negócios.

A Secretaria coordena as atividades do Parque Tecnológico de Piracicaba “Engenheiro Agrônomo Bruno Emílio Germek” (PTP) inaugurado em 2012. O PTP faz

parte do Sistema Paulista de Parques Tecnológicos, regulamentado pelo Decreto Estadual 50.504, e tem o objetivo de promover informação tecnológica, estimular a cooperação entre centros de pesquisa, universidades e empresas, além de dar suporte ao desenvolvimento de atividades empresariais, conforme a Figura 22 que evidencia a proximidade física entre vários atores do ecossistema.

Figura 22: Parque Tecnológico de Piracicaba e seus integrantes



Fonte: Piracicaba (2021)

As iniciativas que vêm sendo promovidas tanto na esfera municipal quanto estadual vêm colaborando para o desenvolvimento do ecossistema de inovação agrícola de Piracicaba. A Região Metropolitana de Piracicaba (RMP) com 24 municípios⁴⁶ foi criada em 2021 pelo Governo Estadual, levando a cidade a um papel ainda mais relevante para o desenvolvimento e geração de riqueza em contexto regional.

46 A RMP abrange 24 municípios: Águas de São Pedro, Analândia, Araras, Capivari, Charqueada, Conchal, Cordeirópolis, Corumbataí, Elias Fausto, Ipeúna, Iracemápolis, Leme, Limeira, Mombuca, Piracicaba, Pirassununga, Rafard, Rio Claro, Rio das Pedras, Saltinho, Santa Cruz da Conceição, Santa Gertrudes, Santa Maria da Serra e São Pedro.

4.5.2 Campinas

Campinas, a 100 km da capital do estado, possui cerca de 1,2 milhões de habitantes (SEADE, 2021). A Região Metropolitana de Campinas (RMC) engloba 3.220.291 habitantes. Na comparação com Piracicaba⁴⁷ é uma aglomeração regional bem maior, o que traz efeitos positivos e não tão positivos para seu ecossistema de inovação.

A economia campineira estabelece-se a partir da agricultura, primeiro o cultivo de cana de açúcar e depois o café. Ao longo do tempo, o perfil da economia da cidade foi se alterando. Com a crise do café nos anos 1930, a cidade passou a ter um perfil mais industrial, recebendo imigrantes internacionais e, posteriormente, de outras regiões do país interessados nos novos postos de trabalho, movimento que ampliou a população local. Em fins da década de 1990, o setor industrial perde importância relativa e ganha destaque o setor de serviços com destaque para empresas de logística⁴⁸, comércio e atividades pesquisa e serviços de alta tecnologia.

Em fins do século XIX, originou-se a concentração de institutos de pesquisa com vocação agropecuária em Campinas, com a fundação do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) em 1887. O Quadro 17 apresenta a instalação de várias instituições de pesquisa agropecuária entre 1837 e 1989, com destaque para dois centros de pesquisa da Embrapa – Agricultura Digital e Territorial – implementados nos anos 1980.

A PUC-Campinas foi criada em 1941 e, em 1965, inicia-se o projeto de criação da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), um importante marco para a conformação do polo de alta tecnologia da cidade tanto para a formação de pessoal qualificado quanto pelas competências de pesquisa e inovação que foram sendo desenvolvidas na Universidade ao longo do tempo. Em 1986 dá-se a fundação da Faculdade de Engenharia Agrícola da Unicamp.

A partir dos anos 1970, vários institutos de pesquisa se estabeleceram em Campinas, a maioria com foco em TIC como: Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicação (CPqD) em 1976; Centro de Tecnologia de Informação Renato Archer (1982), Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (1984), a Embrapa Agricultura Digital (1985), Embrapa Territorial (1989), FITec (1994), Venturus / Incubadora Softex (1995),

47 Piracicaba tem 391.464 habitantes e a RMP tem cerca de 1.500.00.

48 Campinas se localiza próxima a grandes rodovias, o que se torna uma vantagem logística.

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM (1997), Instituto Eldorado (1999) e SIDI Samsung (2004). A partir de toda esta capacidade instalada Campinas se tornou um importante centro acadêmico e tecnológico com foco em TIC.

Quadro 17: Linha do tempo do ecossistema de inovação agrícola de Campinas

Ano	Ator
1887	Fundação do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC)
1937	Fundado o Centro Experimental Central do Instituto Biológico (IB), vinculado ao governo estadual.
1941	Instalação da PUC-Campinas.
1963	Criação do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), vinculado ao governo estadual.
1965	Iniciado o projeto de criação da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).
1967	Instalada, pelo governo estadual, a Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), que coordena e executa os serviços de assistência técnica e extensão rural ao pequeno e médio produtor agropecuário no Estado, hoje Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável (CDRS).
1976	Fundado o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicação (CPqD)
1982	Criado o Centro de Tecnologia de Informação Renato Archer (federal).
1984	Fundado o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron.
1985	Implementada a Embrapa Agricultura Digital
1986	Criada a Faculdade de Engenharia Agrícola da Unicamp.
1989	Instituída a Embrapa Territorial
1994	Criada a FITec.
1995	Fundado o Instituto Venturus e a Incubadora da Softex
1997	Criado o Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM)
1999	Criação do Instituto Eldorado
2002	Fundada a Fundação Fórum Campinas Inovadora (FFCi), fundação de direito privado criada por dirigentes das principais Instituições de Pesquisa da região de Campinas com o objetivo promover a Ciência, a Tecnologia e a Inovação (CT&I) na cidade e contribuir para o desenvolvimento socioeconômico da região.
2004	Estabelecido o SIDI Samsung
2010	Criada a Associação Campinas Startups, hoje Campinastech, uma comunidade de empreendedores de alto impacto e startups que busca compartilhar conhecimentos, resultados e boas práticas.
2013	Estabelecido o Conselho Municipal de Ciência, Tecnologia e Inovação (CMCTI).
2018	Inaugurado o acelerador de partículas Sirius.

Fonte: Bambini e Bonacelli (2018)

Como uma grande cidade, Campinas vem estabelecendo várias iniciativas institucionais e privadas para estimular atividades de Ciência, Tecnologia e Inovação

(CT&I), especialmente a partir dos anos 2000. Destacam-se a criação de grupos e associações de atores e estruturas governamentais, característica de um ecossistema de inovação mais maduro e consolidado. Em 2002, foi criada a Fundação Fórum Campinas Inovadora (FFCi), fundação de direito privado criada por dirigentes das principais Instituições de Pesquisa da região de Campinas com o objetivo promover a Ciência, a Tecnologia e a Inovação (CT&I) na cidade e contribuir para o desenvolvimento socioeconômico da região (FFCI, 2021). Em 2010, foi criada a Associação Campinas Startups, hoje denominada Campinastech (2021), uma comunidade de empreendedores de alto impacto e startups fundada como uma entidade sem fins lucrativos para congregar empreendedores da região de Campinas, compartilhar conhecimentos para resolver problemas comuns bem como resultados e boas práticas.

Na esfera pública, a Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Social e de Turismo da cidade coordena o Conselho Municipal de Ciência, Tecnologia e Inovação (CMCTI) criado por lei municipal em 2013, como um órgão consultivo de assessoramento do Poder Executivo, de forma a apoiar a gestão da Política Municipal de Ciência, Tecnologia e Inovação (PMCTI). O município possui também um Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural e do Agronegócio com várias atribuições, entre elas: propor diretrizes e normas para a política agropecuária municipal; colaborar em programas de desenvolvimento rural sustentável municipal; apoiar e estimular o cooperativismo e outras formas de associativismo. Integram este conselho representantes de vários centros de pesquisa da APTA e da Embrapa, da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP); das Centrais de Abastecimento de Campinas S/A (CEASA); Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável (CDRS), assim como Sindicatos Rurais e representantes da sociedade civil.

Campinas é um importante polo de alta tecnologia em computação, engenharias, nanotecnologia e biotecnologia, com grande concentração de institutos de ensino e pesquisa, corporações e startups. Em pesquisa agrícola são: duas unidades da Embrapa e três centros de pesquisa da APTA, além da CDRS. A cidade concentra cinco Parques Tecnológicos, duas Incubadoras e duas Aceleradoras de empresas

Muitos eventos são promovidos, como encontros e meetups, bem como conferências de inovação e empreendedorismo. O Sebrae desenvolve várias ações na cidade.

Desde 2015, a cidade vem apresentando boas classificações na pesquisa “Índice de Cidades Empreendedoras” promovidos pela Rede Endeavor Brasil (2021). Em 2020, classificou-se em 12º lugar (ENAP/ENDEAVOR, 2020). Da mesma forma que ocorre na capital, considera-se que muitas Agtechs estejam em Campinas pela proximidade com a Unicamp e sua infraestrutura bem como para acessar mercados de interesse com apoio do ecossistema da cidade.

4.5.3 São Carlos

São Carlos está situada na Região Administrativa Central do estado, que possui duas regiões de governo: Araraquara (com 19 municípios) e São Carlos (com 7 municípios). São Carlos, com cerca de 244.000 habitantes, detém o 34º PIB do estado (SEADE, 2021). A cidade está próxima aos outros casos estudados: a 144 quilômetros de Campinas e a 98 quilômetros de Piracicaba.

O município de São Carlos possui uma presença industrial antiga, desde que se tornou uma cidade, em 1880. Naquele período, havia a presença de uma indústria ainda incipiente, subordinada à economia cafeeira, conforme apontam Fernandes e Côrtes (2000). A partir de então, segundo os autores, a cidade passa a atrair um contingente de imigrantes que não só buscavam trabalho em fazendas de café mas também eram atraídos por atividades urbanas relacionadas à cultura do café como o comércio e esta pequena indústria envolvendo máquinas de beneficiamento, fábricas de sacaria (iniciando a indústria têxtil local) e produção de bens de consumo (diversificada, familiar e, em grande parte fundada por imigrantes).

Na década de 1930, com a crise da cafeicultura, várias pequenas indústrias associadas ao setor não conseguem se ajustar ao novo cenário econômico local, quando se dá uma concentração industrial na capital do estado, que passa a concorrer com a indústria do interior (FERNANDES; CORTÊS, 2000). Os autores destacam que, mesmo assim, dá-se uma ampliação de indústrias de maior porte e, nos anos 1940, São Carlos passa a ter cerca de 1% da população operária paulista, classificado como o 9º município mais industrializado do estado.

Desta forma, praticamente desde a sua fundação, São Carlos tem se destacado como um ponto regional industrial de referência no interior paulista (LESC, 2020). A atividade econômica são-carlense se distribui hoje entre indústria e agropecuária. Nas

décadas finais do século XX, o setor de alta tecnologia se estabeleceu com mais força na cidade, complementado, no século XXI, pelas iniciativas de movimento de empreendedorismo e inovação, no século XXI.

O Quadro 18 apresenta uma linha do tempo envolvendo a instalação, em São Carlos, de vários centros de pesquisa e ensino, assim como organizações de apoio à inovação e ao empreendedorismo.

Quadro 18: Linha do tempo do ecossistema de inovação agrícola de São Carlos

Ano	Fundação
1952	Fundada Escola de Engenharia de São Carlos, hoje um campus da USP.
1968	Criada a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
1872	O Centro de Ensino Superior São Carlos inicia suas atividades sendo credenciado, em 2001, como Centro Universitário Central Paulista (UNICEP)
1975	Estabelecida a Embrapa Pecuária Sudeste.
1984	Criada a Embrapa Instrumentação.
1984	Estabelecido o Parque Tecnológico de São Carlos – ParqTec
2005	Instituto Inova, OSCIP, Comunidade de Inovação
2006	Reativação da Incubadora Centro de Desenvolvimento das Indústrias Nascentes (CEDIN)
2007	Criado o Instituto Federal de São Paulo (IFSP) - Campus São Carlos.
2008	Fundação do São Carlos Science Park
2009	Liga de Empreendedorismo de São Carlos (LESC), derivada da proposta do Clube de Empreendedorismo da USP, depois Clube de Empreendedorismo de São Carlos.
2010	Criação do Núcleo de Empreendedorismo da USP (NEU)
2011	Recebido o título Capital Nacional da Tecnologia a partir da Lei 12.504 / 2011.
2011	Fundado Trampo S/A, espaço coletivo
2012	Credenciado o Parque Eco Tecnológico Damha (privado)
2014	Criado o campus São Carlos das Faculdades de Tecnologia do Estado de São Paulo (FATECs).
2016	Fundação do Wikilab
2016	A cidade foi selecionada como sede brasileira do Startup Weekend 2016, que ocorre em 20 países.
2017	Workshop de Planejamento Estratégico do Sanca Hub, Ecossistema de Negócios de São Carlos, com a presença de cerca de 86 organizações envolvendo representantes da Prefeitura, empresas, universidades, startups, investidores, espaços de coworking, aceleradoras, com o objetivo de construir um plano para transformar o movimento de empreendedorismo, tecnologia e inovação.
2018	Fundação do Hub de Inovação ONOVOLAB
2018	1ª edição do Sancathon, maratona de desenvolvimento temática promovida por grupos de extensão da USP para fomentar contato direto entre o meio acadêmico e empresas na cidade de São Carlos, promovendo ideias criativas e inovação.
2019	Promoção do 1º TEDx de São Carlos
2020	Promovido na cidade o Space Apps Challenge da NASA
2020	Publicado o 1º Report Sanca Hub

Fonte: Bambini et al. (2013), LESC (2020), LESC (2021)

A cidade possui duas universidades de ponta – o Campus São Carlos da USP e a Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR), assim como a FATEC, o IFSP e a UNICEP.

Destaca-se que, assim como em Campinas e, em menor grau, em Piracicaba, o ecossistema de São Carlos possui um nível de institucionalização no contexto do Governo local, com o objetivo de mobilizar os atores relacionados à inovação e ao empreendedorismo da cidade.

Algumas atribuições da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Ciência, Tecnologia e Inovação, criada em 2018, são: planejamento e execução de políticas para o desenvolvimento da ciência, tecnologia e inovação; programas para o desenvolvimento econômico sustentável do município; implantação de programas de qualidade e produtividade na indústria e serviços; mobilização da comunidade científica de São Carlos para participação efetiva nos projetos de CT&I locais em várias áreas; e interação das universidades e pesquisadores com o ensino de primeiro e segundo grau (SÃO CARLOS, 2021).

A estrutura desta secretaria inclui um Departamento de Políticas para o Desenvolvimento de Ciência, Tecnologia e Inovação que tem as seguintes atribuições: estabelecer relacionamentos entre o Poder Público e as instituições de tecnologia e inovação; executar programas visando ao desenvolvimento científico, tecnológico e da inovação no município; desenvolver políticas de apoio às pesquisas científicas para implementar mecanismos de monitoramento da evolução do progresso científico e tecnológico local; intensificar a transferência e a utilização de conhecimentos científicos e tecnológicos produzidos pelas universidades e instituições de pesquisa.

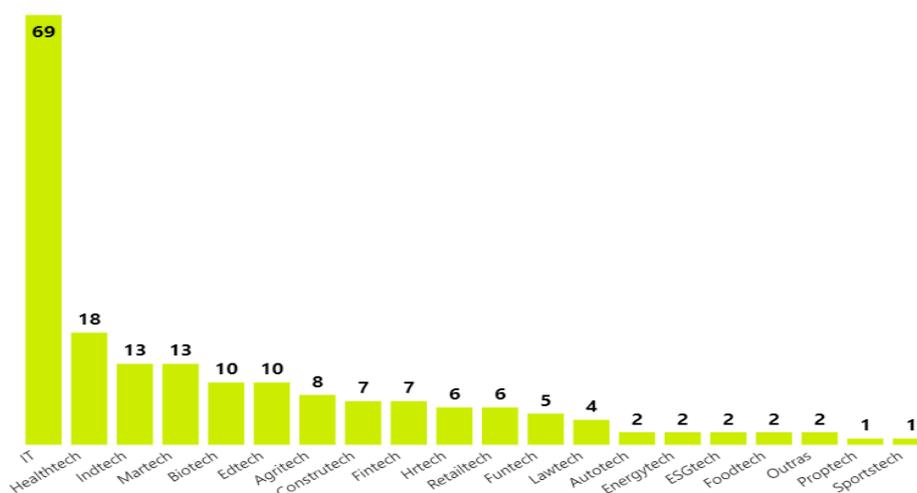
A cidade possui também um Conselho Municipal de Ciência, Tecnologia e Inovação (COMCITI), criado nos termos da Lei Municipal 14.202, de 06 de setembro de 2007, órgão de caráter consultivo e fiscalizador com participação direta da comunidade, vinculado à Secretaria Municipal de Desenvolvimento Sustentável, Ciência e Tecnologia.

Adicionalmente, a estrutura municipal contempla uma Secretaria Municipal de Agricultura e Abastecimento com funções relacionadas: à política agrícola do município; à assistência e apoio a produtores rurais; a políticas de produção familiar de gêneros alimentícios; e programas de capacitação de agricultores e trabalhadores rurais.

Sanca Hub é o “apelido” do apelido do ecossistema de inovação local, que vem sendo divulgado como uma marca registrada da cidade. Atores universitários importantes na cidade são a Liga de Empreendedorismo de São Carlos (LESC) e o Núcleo de Empreendedorismo da USP – NEU. A LESC é um grupo com propósito de fomentar o empreendedorismo e a inovação no ecossistema de São Carlos que atua no estágio inicial de um novo empreendimento buscando tirar uma ideia do papel. Uma ação que a LESC realiza desde 2020 é mapear o ecossistema de inovação da cidade, seus atores e atividades dando mais transparência às ações desenvolvidas e seus responsáveis. O NEU tem a missão de fomentar a cultura de empreendedorismo de startups no contexto da USP, fomentando tanto o empreendedorismo discente quanto sua atuação em startups já desenvolvidas. O foco é atuar no estágio inicial da vida de startups de base tecnológica buscando estabelecer um modelo de negócio repetível e escalável. O NEU promove várias iniciativas: festival de empreendedorismo, pré-aceleração e aceleração de startups e divulgação de vagas em startups existentes.

Em relação aos segmentos da atuação empreendedora na cidade, o levantamento do ecossistema elaborado em 2021 (SUPERA; LESC, 2021) evidencia que existe uma forte especialização das startups são-carlenses em TIC conforme a Figura 23. No levantamento foram identificadas 188 startups sediadas em São Carlos, sendo 37% delas com foco em TIC, e 4% em Agtech.

Figura 23: Distribuição quantitativa das startups instaladas em São Carlos por segmento



Fonte: SUPERA; LESC (2021)

No que se refere ao fomento ao empreendedorismo Agtech, destaca-se a participação dos Centros de Pesquisa da Embrapa em São Carlos – Instrumentação e Pecuária Sudeste - em incentivar promover o segmento, participando como parceiras de atividades promovidas no ecossistema.

Em 2019, a 2ª edição do SancaThon, maratona de programação com trinta e duas horas, promovida pela USP São Carlos, com foco na criação de soluções para problemas reais através da união de hardware e software motivou uma colaboração da Embrapa justamente a partir da temática do evento: *Future Farms*. O tema selecionado foi a “modernização da agricultura”, abrangendo desde aplicações IoT para tornar a vida do agricultor mais fácil até agricultura de precisão para ajudar na diminuição do uso de agrotóxicos. Dois desafios motivaram os trabalhos: "automação de processos e coleta de informações por aplicações IoT" e "redução de desperdício e aumento da sustentabilidade usando sistemas embarcados".

A banca de seleção do SancaThon 2019 contou com uma representante da Embrapa Instrumentação, que convidou a equipe vencedora a participar do evento Pitch Deck Agtech, evento promovido no contexto do Simpósio Nacional de Instrumentação Agropecuária em 2019. A equipe selecionada, formada por estudantes da Esalq e da UFSCar, teve a possibilidade de apresentar-se para investidores e outros atores do setor agropecuário.

A Prefeitura Municipal é uma das apoiadoras do evento anual Festival de CO-Entreendedorismo e CO-Inovação da Cidade de São Carlos (COFEST), criado em 2019, que tem como objetivo busca fortalecer o ecossistema de inovação da cidade, denominado Sanchahub. O evento de 2019 ocorreu simultaneamente no Paço Municipal, na comunidade empreendedora Instituto Inova, no Senai e no hub de inovação Onovolab, com temas relacionados a tecnologia, inovação e empreendedorismo. Em 2020 foi promovida uma 2ª edição.

4.6 Análise consolidada sobre os casos mapeados

O Quadro 19 resume os principais atores mapeados em cada ecossistema.

Em relação às origens dos ecossistemas, Piracicaba e Campinas apresentam uma tradição mais antiga em relação à construção uma base de conhecimento em Ciências Agrárias – com a fundação do IAC em 1887 e da Esalq/USP em 1900. Em Campinas,

foram criados dois centros de pesquisa vinculados ao governo estadual (IB e ITAL) e a CATI até 1963. Este movimento de instalação de atores-chave no campo da agropecuária até meados XX contribuiu para fortalecer a base de conhecimento destas localidades.

Na década de 1970 e 1980 instalam-se em Campinas vários institutos de pesquisa com foco em TIC, inclusive duas unidades da Embrapa atuando nesta temática. Este movimento de construção de competências tecnológicas e científicas tornou possível que a cidade criasse programas específicos para Agtechs digitais como: Techstart Agrodigital e Campo Digital.

São Carlos passou pelo processo de criação de competências científicas e tecnológicas uma pouco mais tarde, em meados do século XX. A base de competências estabelecida em São Carlos é mais difusa do que em Campinas e Piracicaba, com foco em TIC, instrumentação, física, nanotecnologias e engenharias (a partir dos cursos oferecidos nos campi da USP e UFSCAR). Este perfil é confirmado pelo variado perfil de segmentos de mercado de atuação das startups locais, conforme apresentado na Figura 23, com dados de SUPERA e LESC (2021).

O ecossistema de Piracicaba se estabeleceu fortemente direcionada para o agronegócio, em virtude de toda a tradição e base de conhecimento local, destacando-se de outros ecossistemas existentes à época, e capitalizando em cima de seus talentos, know-how e recursos. A cidade consolidou-se a partir de uma especialização importante de sua base de conhecimento - estabelecida a partir das pesquisas promovidas na Esalq-USP e da formação de capital humano em agronomia e cursos afins - e de seu ambiente econômico e empresarial voltado para a agropecuária, com a presença de grandes corporações do setor que contribuíram para o desenvolvimento de muitas Agtechs, seja com mentorias de negócios, como potenciais clientes e parceiros.

São Carlos aprendeu com os casos de sucesso dos ecossistemas de sua vizinhança. Criou a sua marca, SancaHub, a fim de consolidar-se no cenário nacional, assim como fez o Agtech Valley.

Quadro 19: Quadro resumo do mapeamento não-exaustivo dos atores de cada ecossistema de inovação agrícola digital selecionado para os estudos de caso

	Município	APL	Universidades	Pesquisa Agrícola Federal e Estadual	Extensão Rural	Fundações	Parques Tecnológicos	Incubadoras/Aceleradoras, hubs
1	Piracicaba	APLA, Arranjo Produtivo Local do Álcool do Piracicaba	EEP, Esalq/USP, FATEC, FUMEP, IFSP, UNIMEP.	CENA/USP, CTC, Polo Regional Centro Sul da APTA	Escritório Regional da CDRS e Casa de Agricultura	Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz - FEALQ	Parque Tecnológico de Piracicaba	Esalq Tech, Agtech Garage Pulse/ Raízen
2	Campinas	APL de Tecnologia da Informação de Campinas	Unicamp, PUC Campinas, IFSP,	APTA, IAC, ITAL, Embrapa Agricultura Digital e Embrapa Territorial.	Sede da CDRS, Escritório Regional e Casa de Agricultura	Funcamp, FACTI, Fundação André Tosello, FITec	Parque Tecnológico CPqD, Technopark, Parque Científico e Tecnológico da Unicamp, Parque Tecnológico do CTI	Incamp, Venture Hub, Baita
5	São Carlos	APL de Tecnologia.	UFSCar, USP (campus São Carlos), Unicep, IFSP, FATEC	Embrapa Instrumentação, Embrapa Pecuária Sudeste	Casa de Agricultura CDRS	FAI/UFSCar, FIPAI/EE USP.	ParqTec, Parque Ecotecnológico Dahma (Ecotec).	Cedin, ONovo Lab, Instituto Inova, Trampo SA. WikiLab

Fontes: Campinas (2021), Piracicaba (2021) São Carlos (2021).

Em termos de ambiente inovativo, Piracicaba e São Carlos se assemelham pelo tamanho das cidades, onde as pessoas possuem um relacionamento mais próximo, facilitando o networking. Na história destes dois ecossistemas, percebem-se momentos em que empreendedores e governo local se reúnem para organizar e planejar atividades, como é o caso do evento de lançamento do Agtech Valley, em 2017, em Piracicaba, e o workshop de planejamento do Sanca Hub, 2017, em São Carlos.

Em cidades menores parece existir maior participação dos atores do ecossistema de inovação em ações de planejamento e estabelecimento de políticas locais. Em cidades mais populosas, como é o caso de Campinas, ainda que sejam promovidos vários eventos e mecanismos para interação entre os atores locais, existe menos acesso dos empreendedores aos processos de elaboração de políticas municipais.

Ações no sentido de aproveitar as sinergias entre os diferentes ecossistemas paulistas – que vem sendo discutido pela iniciativa do corredor de inovação agrícola (MONDO et al., 2021) – tem um grande potencial para agregar forças e competências, reduzir gaps estruturais, no sentido de gerar mais ganhos ao empreendedorismo Agtech.

Como exemplo, uma maior colaboração entre os ecossistemas de São Carlos e Piracicaba poderia oferecer contribuições interessantes para o desenvolvimento de Agtechs digitais no sentido de oferecer contribuições envolvendo as competências inovadoras em TIC, instrumentação, robótica do ecossistema de São Carlos, e a base de conhecimentos em Ciências Agrárias da Esalq/ USP.

Em relação a programas institucionais para promover Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) destacam-se Campinas e São Carlos, com legislação específicas e Conselhos Municipais de CT&I implementados.

As iniciativas de incentivo ao empreendedorismo Agtech mapeadas nos três ecossistemas estão apresentadas no Quadro 20, Ressalta-se que estes mecanismos de apoio e incentivo para startups – incubação, aceleração, articulação e ações de inovação aberta possuem um importante papel no sentido de possibilitar que empreendedores consigam acessar grandes empresas, instituições de ciência e tecnologia e investidores, estimulando a condução de parcerias e aumentando o dinamismo dos ecossistemas de inovação agrícola. Neste sentido, as ações de articulação, formação e interações contribuem para que as Agtechs consigam gerar mais resultados inovadores, tanto do ponto de vista tecnológico, quanto de mercado e organizacional. No caso das Agtechs digitais, contribuindo para a geração de novas tecnologias digitais aplicadas ao campo,

em parceria com grandes empresas e instituto de pesquisa, e sua disseminação para produtores, cooperativas e outros atores do setor agropecuário.

Quadro 20: Iniciativas de fomento ao empreendedorismo Agtech identificadas

Município	Iniciativa	Organizadores	Categorias
Piracicaba	EsalqTec	Esalq e parceiros	Incubação
	Programa Startup SP Agro	Sebrae Piracicaba	Aprimoramento de Agtechs
	Pulse Hub	Raízen	Inovação aberta
	Intensive Connection	Agtech Garage e parceiros	Inovação aberta
Campinas	TechStart Agrodigital	Embrapa Informática Agropecuária e Venture Hub	Aceleração de Agtechs digitais
	Campo Digital	Facebook e Aceleradora Baita	Aceleração de Agtechs digitais com foco em pequeno e médio produtor
São Carlos	Programa Innostart	OnovoLav e Núcleo de Empreendedorismo da USP	Pré-aceleração da USP São Carlos
	Pitch Deck AgTech 2019	Embrapa Instrumentação e parceiros	Articulação com Investidores
Brasília (*)	Pontes para Inovação	Embrapa e parceiros	Articulação com Investidores
	Mapa Conecta	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)	Articulação com Investidores

(**) Foram consideradas, no mapeamento, algumas iniciativas promovidas em contexto federal, promovidas pela Embrapa e pelo MAPA.

A análise do ecossistema de inovação agrícola de Piracicaba evidenciou a maior diversidade de iniciativas específicas ao setor Agtech – programas de ideação, pré-incubação, incubação, aprimoramento, aceleração, venture capital e venture builder. As iniciativas são bastante recentes – desenvolvidas a partir de 2017 – contribuindo tanto para a estruturação das startups participantes com a geração de resultados (produtos, serviços, mercados, gestão) quanto para o dinamismo do ecossistema local, a partir de novos relacionamentos estabelecidos entre startups e outros atores, entre corporações e hubs de inovação, atraindo investidores de Venture Capital.

Campinas estabeleceu programas recentes, estabelecendo-se no nicho do segmento Agrodigital, a partir de suas competências tecnológicas e científicas em Ciências Agrárias, a partir da capilaridade da Embrapa, como parceiro tecnológico, e dos relacionamentos estabelecidos com centros de pesquisa locais atuando em TIC.

Em São Carlos não foi identificado nenhum programa de desenvolvimento de Agtechs, apenas uma iniciativa de articulação de relacionamentos entre startups e atores do ecossistema de inovação agrícola. Esse resultado talvez tenha sido encontrado em virtude da diversidade de segmentos empreendedores existentes na cidade, sem uma

dominância do setor agropecuário. Uma articulação com o ecossistema de Piracicaba poderia ser benéfica para desenvolver o movimento Agtech em São Carlos.

Considerações

Esse capítulo descreveu o ecossistema de inovação agrícola digital no estado de São Paulo, com destaque para as principais localidades que concentram startups Agtechs e Agrodigitais. Foram mapeados os ecossistemas de Piracicaba, Campinas e São Carlos, selecionados a partir de indicadores relacionados ao empreendedorismo Agtech, agrodigital e suas características e seu potencial agropecuário.

A construção de uma linha do tempo de cada ecossistema permitiu mapear os atores chaves e um panorama histórico sobre a origem das competências científicas, tecnológicas e empreendedoras instaladas em cada localidade.

Foram identificadas as principais iniciativas de fomento ao empreendedorismo Agtech em cada localidade, que serão investigadas a partir de um estudo empírico, cujos resultados estão apresentados no próximo capítulo.

CAPÍTULO 5: INCENTIVO E APOIO AO EMPREENDEDORISMO AGRÍCOLA DIGITAL EM SÃO PAULO: CONTRIBUIÇÕES PARA A EVOLUÇÃO DA TDC

Um ecossistema de inovação agrícola dinâmico requer a colaboração entre produtores agropecuário, empresas fornecedoras, startups, universidades e centros de pesquisa, investidores, governos e organizações de apoio à inovação como incubadoras, aceleradoras, parques, laboratórios de inovação e coworkings (WORLD BANK 2019; SCHROEDER et al. 2021). Estes atores, combinados, criam um o ambiente favorável para a criação e desenvolvimento de novos negócios baseados em tecnologia, proporcionando fluxos de conhecimento e ampliando o acesso diversos tipos de recursos e financiamento.

O fortalecimento do ecossistema de inovação agrícola digital é um importante direcionador da TDC, dividido em vários indicadores: adoção e promoção de tecnologias digitais; desenvolvimento de habilidades digitais; facilidade em fazer negócios; investimento privado e governamental; e cultura de inovação e a promoção do empreendedorismo agtech⁴⁹. Neste capítulo será discutida e analisada a contribuição que o fomento ao empreendedorismo Agtech oferece, direta ou indiretamente, para a digitalização do campo.

O estudo do World Bank (2019) aponta que as diferentes configurações de ambientes facilitadores para o empreendedorismo agrícola digital explicam, em parte, a diferença na quantidade de aplicações digitais para agropecuária em cada país. Dois importantes fatores facilitadores são: o crescimento do investimento em Agtechs e o próprio crescimento da quantidade de startups atuando no setor.

Este capítulo apresenta os resultados do estudo empírico conduzido para investigar a contribuição dos mecanismos de incentivo e apoio ao empreendedorismo Agtech digital e agrodigital, para a TDC, no contexto de Ecossistemas de Inovação Agrícola Digital no estado de São Paulo.

A primeira seção apresenta uma revisão sobre os principais mecanismos de incentivo e apoio a startups a partir da literatura especializada, que classifica as iniciativas de fomento e apoio de acordo com o estágio do ciclo de vida das startups. Na sequência, é apresentada a metodologia de coleta de dados empregada no estudo empírico e a análise

49 Conforme apresentado no Capítulo 2.

dos resultados encontrados. A terceira seção apresenta a análise dos resultados encontrados.

5.1 Revisão sobre os mecanismos de incentivo e apoio a startups

Mecanismos de apoio ao empreendedorismo foram iniciados em meados do século XX, nos Estados Unidos e na Inglaterra, a fim de responder a eventos que geraram impacto socioeconômico adversos (ANPROTEC, 2019). Fosse um evento de maior magnitude – como a crise de 1930 - ou o fechamento de uma grande empresa em uma dada região, a criação das incubadoras de empresas passou a ser um movimento de resposta, no sentido de naquele momento, oferecer espaço e infraestrutura para pequenas empresas nascentes, de forma a ocupar a massa de trabalhadores sem emprego. As incubadoras, consideradas um mecanismo precursor de apoio ao empreendedorismo, evoluíram no sentido de hoje atender empresas nascentes de base tecnológica e além de infraestrutura física, oferecer capacitação, mentorias, serviços de suporte e redes de contatos.

Universidades, centros de pesquisas públicos e seus núcleos de inovação tecnológica tradicionalmente promovem as seguintes ações de fomento ao empreendedorismo e a uma cultura de inovação: oferecimento de disciplinas com foco em inovação e empreendedorismo; promoção de eventos de desafios e competições com foco no público estudantil e em startups de base tecnológica; convênios de cooperação técnica com startups para desenvolvimento tecnológico; spin offs oferecendo produtos desenvolvidos a partir de patentes e tecnologias criadas na universidade e, em muitos casos, serviços e infraestrutura para incubação de novas empresas assim como parques tecnológicos.

Mian (2021) descreve, sob uma perspectiva histórica, o início das atividades de cooperação técnica, *spin offs* e incubação de empresas nas universidades de Stanford e MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) no pós-guerra e na Europa nos anos 1980, impulsionando o Vale do Silício. O autor destaca que o modelo de aceleração de empresas surgiu nos anos 2000, com destaque para a iniciativa do *Y-Combinator*, aceleradora americana que estabeleceu com duas sedes: uma em Cambridge, Massachusetts, adjacente ao campus do MIT, e outra na Califórnia no Vale do Silício. Em 2009, as atividades foram consolidadas e expandidas no Vale do Silício e o modelo envolvia o investimento em startups em seus estágios iniciais de atividade, com um tipo de

investimento chamado “semente”, destinado a startups em sua fase inicial de desenvolvimento. Aceleradoras, segundo o autor, estão, em geral, associadas ao fomento de startups digitais atuando com modelos de gestão enxutos (*lean startups*).

Atualmente, os mecanismos de promoção da cultura inovadora e fomento ao empreendedorismo envolvem vários mecanismos mistos: incubadoras, hubs de inovação, aceleradoras, parques de ciência e tecnologia, co-workings, *maker spaces* e modelos virtuais de fomento e articulação com atores do ecossistema. Cada um destes tipos de mecanismos, apresentados no Quadro 21, é mais apropriado a um determinado estágio da vida de um startup de base tecnológica.

Quadro 21: Tipos de mecanismos de incentivo e apoio a startups

Mecanismos	Descrição
Promoção da cultura inovadora	Hackathons e Desafios, Startup Weekend, Programas de ideação, Pré-Aceleração, Competições ou apresentações de Pitches de startups como o Demoday, programas de articulação de relacionamentos entre startups e atores do ecossistema de inovação.
Incubadora	Entidades que têm por objetivo oferecer suporte a empreendedores para que eles possam desenvolver ideias inovadoras e transformá-las em empreendimentos de sucesso. Oferecem infraestrutura, capacitação e suporte gerencial, orientando os empreendedores sobre aspectos administrativos, comerciais, financeiros e jurídicos, entre outras questões essenciais ao desenvolvimento de uma empresa.
Aceleradora	São mecanismos, geralmente privados, de apoio a startups. Normalmente não estão ligadas a centros acadêmicos e são mais focadas em negócios altamente escaláveis – que podem crescer rapidamente e obter investimento. São lideradas por empreendedores e empresários com sucesso prévio, capacidade de investimento próprio ou financiadas por capital de risco.
Capital empreendedor	Também chamado capital ou investimento de risco, é uma das formas de captar recursos para realizar os planos e projetos da startup. O investidor aporta recursos no negócio em troca de participação societária, geralmente minoritária, de uma empresa de capital fechado. São diferentes tipos de aportes, para cada estágio do ciclo de vida da startup.
<i>Venture Builder</i> / Fábrica de Startups	São organizações que aceleram o crescimento de uma startup a partir das ideias e dos recursos de seus líderes, utilizando-se de recursos internos: levantam capital, selecionam recursos humanos, desenham modelos de negócios e oferecem assessoria jurídica e executam as campanhas de marketing da empresa. Outras ferramentas são: consultoria, coworking, troca de experiências, mentoria, ajuda estratégica e investimentos.
Coworking	É a união de um grupo de pessoas, empresas e organizações que trabalham independentemente umas das outras, mas que compartilham espaços
Hub de Inovação	Oferecem espaços físicos propícios para o encontro de pessoas que interagem e, conseqüentemente, criam, empreendem, trabalham e inovam juntas, em rede. Esses espaços oferecem infraestrutura (auditório, salas de reunião, cafés) para todas as atividades.
Articulação de relacionamentos entre a startup e atores do ecossistema	Promoção de evento para selecionar startups com determinadas características (como estágio do ciclo de vida e área de atuação) para participação de evento de divulgação e premiação, juntamente a articulação de relacionamentos com aceleradoras, centros de pesquisa e investidores. É um evento que promove a startup e oferece oportunidades de crescimento futuro.

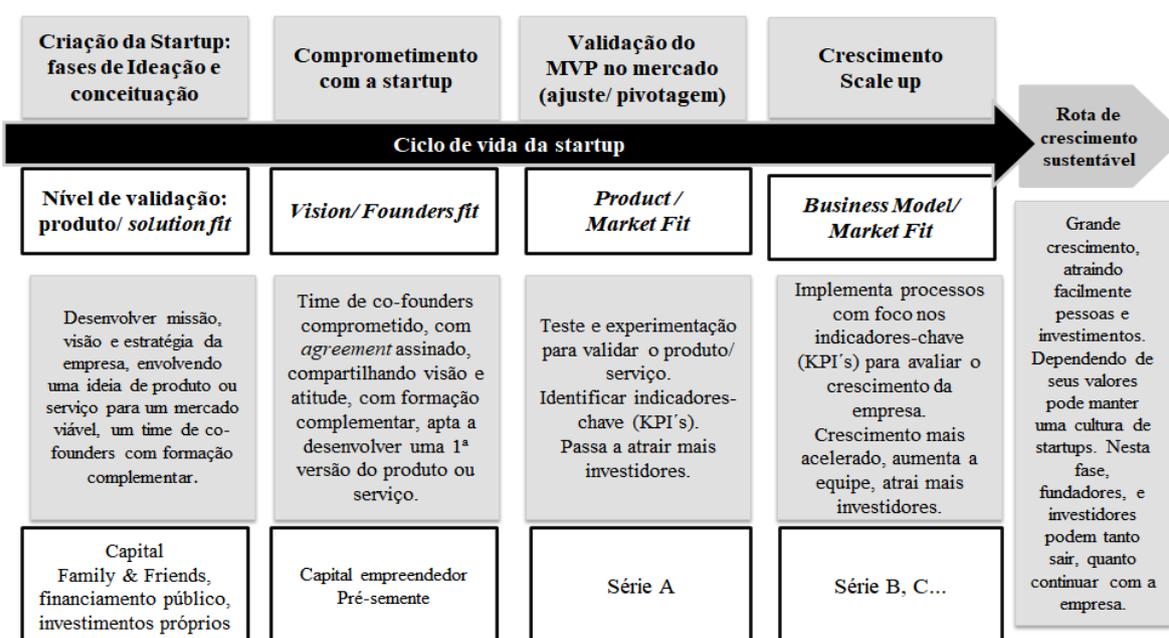
Fonte: Aranha (2016)

Os diferentes mecanismos de incentivo utilizados estão associados ao estágio do ciclo de vida em que a startup se encontra, considerando as demandas pertinentes a cada fase de desenvolvimento.

Deitos (2021) destaca que esta descrição e identificação mais detalhada do estágio em que a startup se encontra está associada à necessidade que estas empresas nascentes têm de Venture Capital ou Capital de Risco, investimentos aportados para acelerar o crescimento e aumentar a base de clientes da startup. Ao identificar o estágio de vida da startup é possível relacioná-la a determinadas oportunidades oferecidas por diferentes categorias de investidores.

A identificação do estágio de vida da startup também auxilia na identificação dos mecanismos de apoio ela tem necessidade naquele momento. A Figura 24 apresenta os principais mecanismos de apoio a novos empreendimentos, associados ao estágio do ciclo de vida da empresa, a partir do modelo da Startup Commons (2021).

Figura 24: Estágios do ciclo de vida da startup e séries de investimentos



Fonte: Autoria própria a partir de Startup Commons (2021).

A jornada da startup se inicia pelo estágio de **ideação** a partir de uma ideia precisa ser colocada em prática (DEITOS, 2021). Uma terminologia que é bastante utilizada no mundo empreendedor nesta fase é que é preciso criar um MVP, do termo em inglês *Minimum Viable Product*, que, em português é o Produto Minimamente Viável. Esta prática ou conceito está associada a abordagem de Lean Startup, Startup enxuta, criada por Eric Ries (2012). É uma forma de oferecer, com pouco investimento, um

mínimo de funcionalidades ao mercado a fim de verificar se ele soluciona um problema do consumidor.

Como os riscos do negócio ainda são muito altos, não há muitos investidores interessados. O empreendedor busca auxílio de familiares ou investimentos próprio, chamado muitas vezes de *bootstrapping*. Outras possibilidades são investimentos práticamente e semente vindo de investidores anjos, aceleradoras ou fundos especializados com foco em startups em estágio de MVP ou iniciando a validação de produtos/ serviços, eventualmente com poucos clientes.

Considera-se o estágio de **operação** aquele em que a startup necessita alinhar a solução proposta com o mercado-alvo, o que costuma ser chamado de *product market fit* (DEITOS, 2021). Os investimentos nesta fase são conhecidos como Série A, que tem a função de fazer com que a ideia se transforme realmente em um negócio, com o crescimento da carteira de clientes e estabelecendo um modelo adequado de monetização.

A fase de **tração e escala** envolve dois estágios que ocorrem juntos segundo Deitos (2021). A tração envolve captação de clientes e um ritmo mais acelerado de crescimento, com um controle de custos para que não ultrapassem os rendimentos. Para isso torna-se necessário desenvolver o melhor canal para atingir os clientes, chamado de *channel product fit*. A fim de aumentar a escala, estratégias como a internacionalização começam a ser exploradas. Investimentos neste estágio começam em Série B e podem evoluir para outras séries. Segundo Spina (2020) o investimento Série B deve ser destinado ao aprimoramento de processos da empresa, a novas contratações e até mesmo a adquirir outras empresas; sempre para escalar o negócio. O investimento Série C tem o foco de acelerar a empresa em todos os aspectos, seja via internacionalização ou aquisições.

Programas de incubação e aceleração de empresas são considerados mecanismos promissores para apoiar a criação, desenvolvimento e amadurecimento de startups de base tecnológica, sendo preferidos para o desenvolvimento de políticas públicas de fomento (MIAN, 2021). Os programas são promovidos, geralmente, através de parcerias envolvendo de vários atores como: universidades e centros de pesquisa, incubadoras, aceleradora, corporações e setores do governo. Os objetivos são: facilitar a transferência de tecnologias geradas em universidades e institutos de pesquisa; fomentar novas empresas a partir de novos produtos, serviços e mercados, difundir produtos e serviços tecnológicos e, com isso, promover as economias regionais.

Com o crescimento da atratividade das startups Agtech mundial em termos de potencial de negócios e investimento (VITON et al., 2019; AGFUNDER, 2020), a partir de 2013 quando surgiu, na Califórnia, o primeiro unicórnio⁵⁰ do segmento (empresa *Climate Fieldview* adquirida pela Monsanto). A partir deste marco, várias iniciativas de apoio e incentivo a novos empreendimentos vem sendo criadas no entorno de universidades e centros de pesquisas agrárias no sentido de promover a cultura de inovação e incentivar novos negócios baseados em inovação agropecuária.

Estes novos mecanismos visam desenvolver as startups Agtech promovendo intercâmbios que ofereçam: acesso a bases de conhecimento científico em ciências agrárias e engenharias e ciência da computação; campos experimentais para testes em campo, considerando a dependência do ciclo de vida biológico de cultivos e animais; programas com horizontes temporais que considerem um período validação tecnológica mais longo, considerando uma safra; estímulo aos empreendedores que possuem um *background* agrícola tanto na formação quanto na identificação com o negócio a ser desenvolvido.

A intensificação dos programas para startups Agtech sentido de enriquecem o ecossistema de inovação agrícola como um todo, oferecendo ao empreendedor mais instrumentos de apoio, qualificados e especializados para o mercado em que atua.

Tendo em vista que os resultados gerados pelo empreendedorismo agrícola digital no sentido de contribuir para a TDC depende do apoio e insumos obtidos no ecossistema de inovação de seu entorno (SCHROEDER et al. 2021), considera-se que este movimento de fortalecimento do setor Agtech brasileiro ocorre em um sentido favorável para a evolução da digitalização do campo.

A próxima seção apresenta a metodologia empregada para o estudo de campo empírico, a partir de entrevistas semiestruturadas.

5.2 Estudo Empírico: metodologia de coleta de dados

O estudo empírico buscou responder à pergunta: quais as contribuições das iniciativas de incentivo e apoio ao empreendedorismo Agtech, no contexto de ecossistemas de inovação agrícola digital para a digitalização do campo?

⁵⁰ Unicórnio é o termo utilizado para se referir a startups avaliadas em mais de US\$ 1 bilhão.

Optou-se por uma pesquisa qualitativa, de caráter indutivo, embasado pela observação dos mecanismos de incentivo a Agtechs digitais, entrevistando um número mais reduzido de sujeitos, com maior detalhamento, a partir das experiências vivenciadas, contextualizadas em ecossistemas de inovação agrícola digitais.

A partir da identificação de iniciativas de fortalecimento ao empreendedorismo Agtech (apresentada no Capítulo 4), foram convidados os organizadores e seus parceiros (geralmente investidores de Venture Capital), para participar de entrevistas semiestruturadas⁵¹. Nem todos os indivíduos inicialmente selecionados estiveram disponíveis para conceder entrevistas por questões de agenda e disponibilidade. Mesmo assim, obteve-se uma amostra de iniciativas importantes promovidas em Campinas, Piracicaba e São Carlos.

A realização das entrevistas⁵² foi precedida por uma coleta de dados sobre cada iniciativa investigada, a partir de notícias especializadas e consulta ao website de cada programa. Esta atividade teve o intuito de oferecer a possibilidade de triangulação de dados e aumentar os subsídios para maximizar as interações com os entrevistados

Buscou-se, com as entrevistas, coletar informações sobre a missão, estruturação e resultados obtidos em cada iniciativa.

O roteiro de entrevistas contempla **dezesesseis questões**, apresentadas no Quadro 22, que destaca as seções temáticas envolvidas. Vale notar que, tendo em vista o contexto atual, foi incluída uma pergunta (15) sobre a influência da pandemia da Covid-19 na organização das iniciativas investigadas.

Foram conduzidas **treze entrevistas** semiestruturadas com indivíduos com perfil de organizador ou parceiro em programas de incentivo a startups Agtechs promovidos em Piracicaba, Campinas, São Carlos e Brasília. As entrevistas foram conduzidas à distância, utilizando-se a plataforma *GoogleMeet*, e o sigilo em relação ao conteúdo e entrevistados foi garantido. As questões éticas foram dirimidas conforme o

51 A seleção inicial dos indivíduos a serem convidados para entrevistas partiu do networking da pesquisadora; novos contatos surgiram a partir da recomendação de indivíduos já entrevistados, utilizando-se a técnica de “bola de neve” (FLICK, 2007).

52 Gaskell (2002) destaca que a entrevista qualitativa é amplamente empregada nas ciências sociais, como uma técnica para descobrir novas perspectivas e pontos de vistas dos indivíduos que participam de um dado contexto ou experiência. Segundo o autor, a entrevista permite obter uma compreensão sobre o “mundo da vida” dos respondentes, tornando-se um ponto de entrada para o pesquisador neste universo o que possibilita a criação de esquemas interpretativos relacionados ao contexto, relacionamentos entre os atores e conceitos envolvidos.

parecer do Comitê de Ética em Pesquisa em Ciências Humanas da Unicamp, apresentado no Anexo 1 desta pesquisa.

Quadro 22: Estrutura temática do roteiro de perguntas das entrevistas conduzidas

Tema	Perguntas
Sobre a execução do Programa	1. Qual o objetivo/missão do programa?
	2. Qual o foco no início? Agtechs ou Agtechs Digitais?
	3. Quantas edições já foram realizadas?
	4. Houve alteração no escopo de abrangência do programa ao longo do tempo? Em caso afirmativo, por quê?
	5. Quem são os parceiros envolvidos? Qual o papel de cada parceiro?
	6. Qual o atual alcance do programa em termos da localização geográfica da Agtechs selecionadas?
	7. Quantas Agtechs participam, em média, em cada edição?
	8. Quais são os critérios de seleção das agtechs para o programa?
	9. Quais são as etapas conduzidas durante a execução do programa?
	10. No caso de programas de aceleração, quais as características que levam uma Agtech a se graduar no programa? Quais são os motivos para que uma startup não seja graduada?
	11. Houve casos de pivotagem - mudança de área de atuação da startup - durante ou pós-programa?
Resultados obtidos com o programa	12. Cite três ferramentas que mais contribuíram para a geração de resultados para a startup.
	13. Quais são os principais resultados de inovação agrícola digital obtidos pelas startups ao final do programa? Assinale os cinco principais resultados.
	14. Quais as contribuições de um programa de aceleração/ aprimoramento para o desenvolvimento da Agtech do ponto de vista dos relacionamentos estabelecidos, da inserção da empresa no mercado e de captação de recursos? Assinale os cinco principais resultados.
Influência da pandemia de Covid-19	15. Quais as principais mudanças impostas ao programa de aceleração/ aprimoramento/ potencialização de Agtechs pela pandemia da Covid-19? Citar aspectos positivos e/ou negativos.
Pergunta aberta	16. Gostaria de adicionar algum tema ou fazer algum comentário sobre o programa

Foram entrevistados nove homens e quatro mulheres, segundo perfil apresentado e vínculo organizacional ou institucional na Tabela 19.

Tabela 19: Perfil dos entrevistados e seu vínculo organizacional

Perfil dos entrevistados	Quantidade	Perfil de organização	Entrevistados
Organizadores em Campinas	4	Universidade/ Instituto de Pesquisa	5
Organizadores em Piracicaba	4	Aceleradora	3
Organizadores em São Carlos	1	Investidor	3
Organizadores em Brasília	2	Hub de Inovação	1
Parceiros em Piracicaba, Campinas e São Carlos	2	Governo	1
	13		13

Três perguntas do roteiro apresentado no Quadro 22 foram selecionadas para uma análise qualitativa mais detalhada a partir da técnica de Análise de Conteúdo (AC), com uma ênfase temática (BARDIN, 2011; KRIPPENDORFF, 2004)⁵³.

Grande parte das questões do roteiro tinham um caráter mais objetivo ou quantitativo, sendo as respostas analisadas por meio de tabulação e quadros. Tendo em vista o enfoque da técnica de Análise de Conteúdo, considerou-se mais pertinente utilizá-la apenas para analisar as transcrições das perguntas mais abertas, para os quais houve um discurso mais espontâneo e livre do entrevistado.

As questões selecionadas para análise qualitativa temática por AC foram⁵⁴:

- 1. Qual o objetivo/missão do programa?
- 8. Quais são os critérios de seleção das agtechs para o programa?
- 10. Quais as características que levam uma Agtech a se graduar no programa? Quais são os motivos para que uma startup não seja graduada?

A análise das transcrições das respostas foi conduzida a partir de etapas de codificação e categorização, etapa que reúne as unidades de conteúdo em classes, em razão de características comuns (BARDIN, 2011). A categorização permite a interpretação dos dados, estabelecendo um sistema de conceitos articulado, com o intuito de formular inferências (COLBARI, 2014).

Vale mencionar que cada entrevista contribuiu fortemente para os aprendizados estabelecidos nesta fase da pesquisa. Todos os entrevistados, sem exceção, evidenciaram um grande comprometimento com as iniciativas investigadas e uma paixão pelos temas, oferecendo insumos bastante ricos e, inclusive, relatando novas iniciativas (não mapeadas na pesquisa inicial). A cada encontro se deu um processo de construção conceitual, a partir das informações previamente coletadas sobre cada iniciativa que são complementadas pela fala dos entrevistados.

53 Esta técnica se aplica à análise de diversos materiais resultantes de comunicação verbal, sendo frequentemente aplicada ao tratamento de dados gerados a partir de pesquisa empírica no campo das ciências humanas como transcrições de entrevistas (COLBARI, 2014).

54 O corpus da pesquisa - o conjunto dos documentos considerados para realização dos procedimentos analíticos da AC - é formado pelo conjunto das transcrições das respostas às três perguntas selecionadas.

5.3 Análise descritiva das iniciativas mapeadas durante as entrevistas

Esta seção apresenta a descrição dos mecanismos de incentivo e fomento ao empreendedorismo Agtech, a análise das transcrições das entrevistas e a percepção sobre os resultados obtidos pelas Agtechs após a participação nas iniciativas.

Foram identificadas quinze iniciativas promovidas nos ecossistemas de Piracicaba, Campinas e São Carlos, juntamente a iniciativas promovidas nacionalmente. A maioria das iniciativas foi desenvolvida a partir de 2017, que é justamente o período em que se verifica um crescimento importante do movimento de startups no Brasil.

Conforme apresentado na seção 5.1 deste capítulo, o objetivo, o formato e os instrumentos metodológicos aplicados às iniciativas de incentivo a Agtechs está relacionado ao estágio de vida das startups que se pretende atender. Foram investigados mecanismos diversificados tanto em relação ao estágio pretendido da Agtech (ideação e estágio operacional) quanto em relação aos atores promotores (estudantes, Sebrae, incubadoras, aceleradoras e investidores). Os principais mecanismos investigados envolviam Agtechs em estágio inicial e startups em fase operacional (inicial e mais avançado).

Programas de aprimoramento, incubação e pré-aceleração de empresas têm foco para empresas iniciantes, em fase de ideação e de definição de produto ou serviço a oferecer. Neste estágio predominam as práticas de experimentação no sentido de criação de um produto mínimo viável (MVP) a ser validado – tecnologicamente e com cliente – e a organização mínima da empresa (criação de um CNPJ e práticas administrativas). Em virtude do alto risco associado ao futuro da startup, as oportunidades de investimentos são menores e envolvem programas públicos.

As aceleradoras de startups já buscam Agtechs em estágio operacional, com produtos ou serviços oferecidos no mercado, se possível atendendo seus primeiros clientes. Ainda que a aceleração possa envolver ainda etapas de validações, estas são mais específicas, a fim de que a startup possa aprimorar seus produtos e serviços, confirmar o perfil do seu cliente-alvo e atendê-lo melhor, de forma aumentar seu faturamento. Investidores atuando no segmento de Venture Capital são, em geral, parceiros destas iniciativas, uma vez que buscam Agtechs mais maduras e estruturadas para investir, já com uma ideia mais clara de ser potencial mercadológico. Neste caso predominam investidores Série A e B.

As iniciativas investigadas no contexto das entrevistas estão apresentadas no Quadro 23. Além das seis iniciativas mapeadas nos estudos de caso apresentadas no Capítulo 4, foram prospectados mais sete mecanismos e programas mencionados pelos entrevistados, incluindo dois promovidos em âmbito nacional. Assim, esta seção apresenta as iniciativas agrupadas em função do tipo de programa e localidade.

Quadro 23: Iniciativas identificadas nas entrevistas por localidade

Iniciativas	Missão	Local	Início	Alcance	
Pontes para Inovação	Conexão com atores do ecossistema	Brasília	2019	Brasil	
Mapa Conecta/ ILPF	Conexão com atores do ecossistema		2021	Brasil	
Techstart Agrodigital	Aceleração - Agtechs Digitais	Campinas	2020	Brasil	
Campo Digital	Aceleração - Agtechs Digitais		2020	Brasil	
Agroven (*)	Investimentos em Agtechs		2019	Regiões	
Acelera Esalq	Ideação para Agtechs	Piracicaba	2020	Brasil	
Pré-Incubação – Esalqtec	Ideação para Agtechs		2022	Local	
Esalq Tec	Incubação de Agtechs		1994/ 2005	Local	
Sebrae-SP Agro	Aprimoramento de Agtechs		2017	Estado de São Paulo	
Pulse	Hub de Inovação da Raízen		2017	Brasil	
WBGI - We Believe in Great Ideas	Venture builder		2019	Brasil	
Ventur Agtech (**)	Aceleração de Agtechs com investimento		2020	Local	
Sancathon 2019 - Future Farms	Ideação para Agtechs		São Carlos	2019	Local
Pitch Dech 2019	Conexão com atores do ecossistema			2019	Brasil
SPVentures	Investimentos em Agtechs		São Paulo	2007	América Latina

(*) Situado em Uberlândia (MG) mas é parceiro de iniciativa em Campinas;

(**) Tem sede em São Leopoldo (RS). Promoveu um Pitch Day em Piracicaba em 2020.

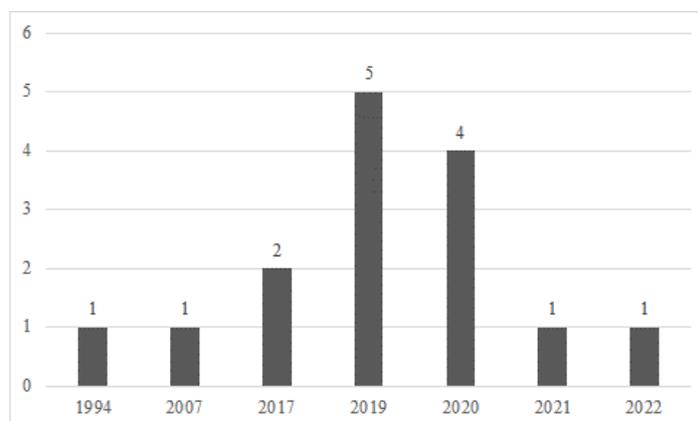
Horizonte temporal, estrutura e duração dos programas

A Figura 25 apresenta a distribuição das iniciativas por ano de início. Percebe-se que 87% das iniciativas investigadas se iniciou após 2017, confirmando que as ações de fomento ao empreendedorismo Agtech no estado de São Paulo, e no Brasil, são bastante recentes.

Em geral, participam de cada iniciativa cerca de dez Agtechs, tendo sido considerado pelos entrevistados como uma quantidade “adequada”. Mais startups tornam difícil a gestão, menos empresas também dificulta a interação, oferecendo menos

oportunidades às Agtechs. A duração das iniciativas de incubação, aprimoramento e aceleração, fica entre quatro e nove meses.

Figura 25: Distribuição das iniciativas investigadas por ano de início



Venture Capital

No campo do investimento de risco em Agtechs, destaca-se a criação da investidora SP Ventures, em São Paulo (Capital), em 2007. A investidora iniciou suas atividades para gerir o fundo de investimento em participações em micro, pequenas e médias empresas (MPME) inovadoras - Criatec I, como consultora regional do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), um fundo de capital semente. A partir de 2015, a SP Ventures foi gradativamente direcionando seus aportes para o segmento AgriFoodTech, a partir de alguns casos de sucessos obtidos junto a este segmento. Ressalta-se que a investidora foi promissora no fomento ao setor AgriFoodTech no Brasil, sendo uma das parceiras do estudo Radar Agtech Brasil, juntamente com a Embrapa e a *Homo Ludens* (DIAS et al., 2019; FIGUEIREDO et al., 2021).

A SP Ventures está presente em praticamente todos os ecossistemas Agtech brasileiros e já investiu em cerca de e trinta startups do setor. Em 2021, foi criado um novo fundo de investimentos com escopo Agtech e abrangência para América Latina. O AgVentures 2 tem participação de Corporate Venture Capital - Adisseo (nutrição animal), Mosaic (produtos químicos), Yara (nutrição de culturas), BASF Venture Capital e Syngenta Ventures - além de investidores financeiros, como o FoF Capria, líder em Venture Capital nos mercados emergentes, e bancos de desenvolvimento multilaterais como o IDB Lab (laboratório de inovação do Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID) e o IFC - *International Finance Corporation*, braço do Banco Mundial.

Além do retorno financeiro, o novo fundo incluiu estabeleceu critérios de investimento com foco nas melhores práticas ambientais, sociais e de governança práticas, *environmental, social and governance*, em inglês, comumente representadas pela sigla ESG. O objetivo, segundo a investidora, contribuir para que o campo seja mais sustentável e justo (SPVENTURES, 2021).

Venture Building

A WBGi – *We Believe in Great Ideas* é uma gestora de investimentos e uma venture builder criada em Piracicaba em 2019. O modelo *venture building* pode ser considerado um processo sistemático de criação e crescimento de novos negócios. A WBGi possui um espaço e utiliza vários instrumentos para fazer a startup crescer: Capital Semente, preparação e organização do modelo de negócios, mentoria, técnicas de negociação e preparação para atuação no mercado, assessoria comercial, investimento financeiro certo na hora certa, conexão com pessoas estratégicas para fazer o negócio acontecer e serviços de apoio administrativo.

A WBGi utiliza uma abordagem de “*smart money*” expressão que, segundo Gitahy (2014) descrever investidores que não apenas aportam capital, mas trazem importantes diferenciais para a startup. Em função de sua experiência e envolvimento contribuem com conhecimento gerencial, oferecem insights sobre o modelo de negócios, têm histórico no ramo de atuação e um amplo networking com potenciais clientes. Segundo Gitahy (2014) uma combinação destes fatores em um investidor pode fazer a diferença e ser forte o suficiente para uma grande aceleração no negócio.

Engajamento corporativo com startups

Kitsuta (2021) investiga mecanismos de engajamento de grandes corporações com startups, como é o caso do Corporate Venture Capital (CVC) que pode envolver tanto objetivos estratégicos quanto financeiros.

A participação de grandes empresas do setor agropecuário no fundo de Venture Capital AgVentures 2, gerido pela SP Ventures, é um exemplo de CVC. Outra forma de participação das corporações junto ao segmento empreendedor envolve investimentos minoritários diretos em novos negócios empreendedores. Neste sentido, as corporações buscam um retorno financeiro do investimento efetuado,

Corporações que têm um foco estratégico visam internalizar a inovação em seu escopo de atividades (KITSUTA, 2021). Os Hubs de inovação são exemplos de iniciativas que permitem entrar em contato com as novos conhecimentos e práticas das startups e inseri-los nas rotinas e práticas da empresa por intermédio de processos de aprendizado.

O Pulse Hub foi criado em 2017 em Piracicaba é um exemplo de engajamento corporativo de uma grande empresa, a Raízen, joint-venture do setor de energia criada em 2010 entre a Cosan e a Shell no Brazil. Em 2017, a empresa criou o PulseHub, um Hub de Inovação que tem por objetivo conectar startup a oportunidades da Raízen, como um programa de inovação aberta com foco em necessidades e demandas da empresa. O hub envolve tanto uma rede de relacionamentos quanto um espaço físico de coworking e as propriedades da Raízen como campo de provas para validações tecnológicas.

O Pulse atua com cerca de 500 pessoas no sentido de prospectar as demandas corporativas da Raízen em relação a melhores processos produtivos, novos fornecedores de tecnologias ou novas práticas gerenciais. O outro lado do processo, é estabelecer contatos e relacionamentos com startups, a fim de promover a inovação aberta na empresa.

Vale destacar que existe um esforço de curadoria para qualificar os dados de empresas/ startups que se cadastram no site do Pulse: podem ser startups, fornecedores de insumos estabelecidos e até grandes empresas interessadas em parceria. A metodologia de trabalho do Pulse envolve experimentação e co-criação; sendo o Hub se torna um ambiente especializado para endereçar demandas de parcerias e oportunidades para o setor. Utilizam todos os instrumentos de parcerias como memorandos de entendimento, termos de sigilo, a fim de preservar as partes envolvidas.

No relacionamento com startups, o Pulse segue uma estratégia chamada “Jornada de Inovação” que envolve: o mapeamento da demanda corporativa, priorização, prospecção de startups potenciais para apresentar aom demandante. O Hub pode empregar vários mecanismos para identificar empresas de interesse como Hackathons, chamadas abertas direcionadas a desafios específicos, contatos diretos com startups de seu portfólio ou pesquisas de novos contatos. Algumas vezes, a área corporativa da Raízen pede ao PulseHub que avalie uma startup de interesse.

Caso a oferta da startup seja considerada relevante para a área de negócios, pode-se partir para uma validação tecnológica, chamada Prova de Conceito, custeada pela

Raízen. Esta iniciativa pode levar a um projeto em parceria e um eventual contrato de fornecimento da startup para a Raízen. Os critérios para efetivação do projeto envolvem o atendimento às demandas da área de negócios solicitante que podem envolver: redução de custos, obtenção de benefícios para atividade ou promoção de práticas sustentáveis.

O PulseHub é um exemplo de ação de inovação aberta e engajamento com startups estruturado metodologicamente e gerencialmente, a partir de um importante investimento da Raízen neste sentido. Além de identificar e monitorar novas tecnologias e práticas mercadológicas no ambiente, sejam de empresas constituídas ou startups, o Hub oferece uma inteligência competitiva no sentido de avaliar possibilidades de aquisição e investimentos em startups. Tendo em vista sua atuação, poderia ser considerada um “Programa Outside-In de Startups”, descrito por Kitsuta (2021) como uma iniciativa em que uma grande empresa se relaciona com um conjunto amplo de startups, por meio de relações contratuais, atuando como um intermediário entre a complexidade da organização e a agilidade da startup.

Ideação

Competições no modelo Hackathon têm sido promovidas nos três ecossistemas, destacando-se o Sancathon, promovido anualmente em São Carlos desde 2018. Promovido pelos estudantes locais, envolve uma maratona de programação para buscar soluções inovadoras de negócios, tecnologia, produtos e serviços para enfrentar desafios da sociedade. Já foram abordados os temas: problemas locais, fazendas inteligentes, *food servisse* e mobilidade urbana.

Outra iniciativa para o estágio de ideação é o programa de pré-incubação de startups da incubadora EsalqTec, com previsão de início para 2022. A universidade busca fomentar os estágios iniciais do empreendedorismo com foco em seus docentes e alunos, que hoje não têm apoio para etapas de ideação e construção de MVP. De forma complementar, disciplinas sobre ferramentas como *Design Thinking* e *Business Model Canvas* têm sido promovidas na universidade, assim como iniciativas com foco em ideação.

Outra iniciativa para incentivar o empreendedorismo Agtech em seus estágios iniciais foi a 1ª edição do Acelera Esalq, promovida em 2020, com a participação de equipes buscando desenvolver ideias inovadoras para o agronegócio. Em virtude da pandemia da Covid-19 o evento foi totalmente virtual, tornando sua abrangência fosse

mais ampla. Segundo um entrevistado (E12) houve inscritos de localidades próximas e também das regiões nordeste e sul do país. O programa contou com 100 universitários, teve a duração de noventa dias, e ofereceu uma formação de trinta e duas horas sobre temáticas relacionadas ao empreendedorismo, com certificado de um Programa de Atualização aos participantes. Destaca-se que foi uma iniciativa teve um alcance maior do que o ecossistema de Piracicaba, contribuindo para fomentar o empreendedorismo e formar estudantes de várias localidades.

Programas de aprimoramento e incubação de Agtechs

A iniciativa mais longeva identificada no mapeamento dos ecossistemas foi a criação da EsalqTec Incubadora Tecnológica da Esalq/USP, implementada em 1994 sob o nome “Incubadora de Empresas Agrozootécnicas”. Em 2005 adotou a nomenclatura atual.

A EsalqTec é uma das incubadoras de empresas mais antigas do país e certamente a mais antiga a se especializar em startups com foco em tecnologias agropecuárias. É uma iniciativa importante no contexto Agtech uma vez que apoia as iniciativas empreendedoras tanto de alunos como docentes da Esalq, inserindo-os no ecossistema de inovação local e regional, aumentando as chances de sucesso destes novos empreendimentos.

Além disso, a Esalqtec foi um importante articulador do movimento de criação e comunicação do Agtech Valley, contribuindo para o fortalecimento do movimento Agtech local em 2016 e que vem rendendo frutos para a cidade, seus articuladores e empreendedores locais.

Outro ator importante é Regional do Sebrae de Piracicaba que vem articulando iniciativas para desenvolver o empreendedorismo e fortalecer as Agtechs no estado. A regional vem promovendo, desde 2017, um programa de aprimoramento de Agtechs com foco em startups iniciantes. O enfoque em Agtechs foi uma estratégia pioneira do Sebrae na cidade. O programa tem duração de 4 meses e oferece capacitações, acompanhamento de negócios e mentoria com parceiros de mercado e do ecossistema de startups (SEBRAE, 2021).

O lançamento do programa Sebrae STARTUP-SP em 2017 tinha como objeto o desenvolvimento de empreendedorismo digital. Naquele momento, o escritório de Piracicaba considerou o lançamento do Agtech Valley em 2016, em processo de

fortalecimento. Isto posto, pediu autorização da Diretoria Estadual do Sebrae para promover um programa local com foco em Agtechs (não necessariamente digitais). Na aquele momento, a visão da equipe local era de que as Agtechs ainda estavam surgindo, ainda não eram digitais. Existiam muitas tecnologias e conhecimentos representados na Esalq que poderiam se transformar em novos negócios. Assim foram promovidas edições em 2017, 2018, 2019 e 2020.

Programas de Aceleração com foco Agrodigital

Em Campinas, tendo em vista as competências da cidade tanto em TIC quanto em agropecuária, as iniciativas buscadas foram o incentivo ao empreendedorismo Agrodigital a partir de dois programas de aceleração:

- **TechStart Agrodigital:** programa de aceleração e inovação aberta criado pela Embrapa e pela Venture Hub®, atualmente na 3ª edição, para ajudar startups, grandes empresas e centros de pesquisa a acelerarem negócios e tecnologias para o agronegócio;
- **Campo Digital,** conduzido pela Baita Aceleradora em parceria com o Facebook, é um programa de aceleração de empresas com foco em promover inovação que beneficie pequenos e médios produtores agrícolas brasileiros, criado pela Baita Aceleradora (BAITA) com apoio do Facebook, com os objetivos de estimular a digitalização da agricultura nacional; preparar as startups participantes para um crescimento sustentado ou para receber investimentos e/ou parcerias.

Articulação de relacionamentos

Foram identificadas algumas iniciativas com foco na articulação de relacionamentos entre Agtechs, investidores e outros atores dos ecossistemas de inovação como aceleradoras.

O programa “Pontes para Inovação”, promovida a partir de 2017, pela Embrapa e seus parceiros, em sua maioria investidores e aceleradoras. A Embrapa tinha uma dupla motivação: (i) fomentar a inovação e empreendedorismo tecnológico no campo da agropecuária; (ii) fortalecer ou estabelecer parcerias com empresas nascentes que possam adotar tecnologias da Embrapa ou desenvolver conjuntamente soluções

inovadoras. O perfil buscado era de Agtechs operacionais com produtos, serviços e clientes, com escopo de atuação nacional, e potencial de alto impacto e crescimento. O programa tinha três etapas principais: inscrição e envio de informações; qualificação; avaliação através de pitch e seleção das finalistas; evento de apresentação das finalistas.

Este evento foi promovido em 2017, 2018 e 2019, sendo interrompido no contexto da pandemia. A iniciativa foi integrada a outras iniciativas locais da Embrapa que ofereciam à startup vencedora apresentar-se no evento final do Pontes para Inovação. Este foi o caso do evento promovido em 2019, em São Carlos, o Pitch Deck Agtech.

O “Pitch Deck Agtech” foi realizado na Embrapa Instrumentação (São Carlos), no contexto do SIAGRO – Simpósio Nacional de Instrumentação Agropecuária 2019, com a temática da Agricultura 4.0. O evento incluiu palestras acadêmicas e de mercado, juntamente a apresentação de Agtechs.

O Pitch Deck teve o objetivo de apresentar as startups selecionadas para investidores e parceiros da Embrapa através de uma apresentação rápida e visual de forma a evidenciar ao público os principais diferenciais de cada empresa. Foram cinco etapas de organização: inscrição; qualificação; comitê de avaliação e seleção; apresentação das finalistas, e uma premiação. Participou do evento uma Agtech vencedora de um programa local – Sancathon Future Farms 2019 – evidenciando ações colaborativas promovidas na cidade. Da mesma forma, a startup vencedora do Pitch Deck Agtech participou do evento de apresentação das finalistas do “Pontes para Inovação”, em uma ação de integração institucional da Embrapa.

Outra ação nacional para articulação de relacionamentos entre Agtechs e atores do ecossistema foi o MAPA Conecta, na temática Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), promovido pelo MAPA em parceria com a Embrapa, a Rede ILPF, Federação da Agricultura e Pecuária de Mato Grosso do Sul (Famasul) e a Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar (SEMAGRO) do Mato Grosso do Sul. A iniciativa teve o objetivo de aproximar Agtechs dos principais investidores privados e de aceleradoras do setor que podem incentivar a atuação das startups no ecossistema de inovação. Participaram dessa chamada 14 fundos de investimentos e 3 aceleradoras: SP Ventures, Agroven, Startup Connection, Venture Hub, Cedro Capital, Möbius Capital, Food Tech Hub, NT Agro, Mauá Capital, 10b, Cotidiano e Cyklo Aceleradora (ILPF CONECTA, 2021).

5.4 Contribuição das Agtechs e dos ecossistemas de inovação agrícola para a TDC

5.4.1 Sobre as iniciativas mapeadas

Em relação às missões enunciadas nas entrevistas, pelos organizadores de programas de incentivo a Agtechs, existe um ponto comum - promover conexões entre os atores do ecossistema - conforme as falas apresentadas no Quadro 24. Estes relacionamentos são fontes de oportunidades tanto para organizadores quando ara as startups participantes.

Quadro 24: Missões declaradas das iniciativas convergindo pra “conexões e relacionamentos”

Entrevistado	Missão declarada da iniciativa
E1	<i>(...) busca, com o programa, conectar seus ativos e tecnologias com o mercado, de uma forma mais ágil, (...) através de interações com o mercado, em especial o universo das startups, muito mais ágil.</i>
E2	<i>O objetivo geral (...) foi que as startups aparecessem, se mostrassem, para abrir portas. (...) uma ruptura, pois não se falava em startups do Agro e as startups existentes não tinham acesso aos outros atores (...). Este programa abriu uma “mesa de conversa” para as startups e as grandes empresas, com uma oportunidade de se conversar sobre demandas e soluções.</i>
E4	<i>Fazer a conexão ou a ponte entre uma startup do Agro (...) e vários atores do ecossistema como aceleradoras, investidores, hubs de inovação para o desenvolvimento dos seus negócios.</i>
E6	<i>O programa (...) tem o objetivo de conectar startups maduras com investidores.</i>
E7	<i>E esse é o grande objetivo do (...) plataforma de aceleração de startups e inovação aberta com o grande objetivo de ter muitas e muitas conexões.</i>
E9	<i>O (...) tem vários papéis tanto no sentido de gerar novas relações ou preservar relações existentes.</i>
E10	<i>O programa tem o objetivo de apoiar o desenvolvimento de Agtechs, evoluindo MVP, alavancando PMF (Product Market Fit), estruturação de processos e aproximação com parceiros (conexões), juntamente com investimento.</i>
E13	<i>(...) o objetivo de apresentar startups a investidores e líderes do setor agro.</i>

Outro aspecto relevante das entrevistas é a visão de que existe um processo evolutivo tanto em relação às características do ecossistema Agtech digital quanto em relação ao estágio de maturidade das próprias startups do segmento. Nos últimos anos, passou a existir um contingente de Agtechs brasileiras, mais estruturadas e maduras, permitindo que os programas de incentivo pudessem focar em Agtechs em um estágio operacional mais avançado, e, com isso evoluir suas práticas e instrumentos buscando

resultados mais robustos. Destaca-se também uma preocupação dos organizadores de programas em aprender com sua experiência ou de parceiros para fazer evoluir estas iniciativas.

Em relação ao estágio de digitalização das Agtechs, foi destacada também uma evolução neste sentido, desde 2017. Um entrevistado (E2) destaca que até aquele momento, os novos conhecimentos e as tecnologias digitais aplicadas ao campo estariam ainda represados no ambiente acadêmico. Já alguns anos mais tarde, estes novos conhecimentos começam a ser utilizados para embasar novas Agtechs e em 2019 começam a surgir programas de aceleração específicos para este setor, como o Techstart Agrodigital e o Campo Digital, em 2020.

Ressalta-se que nem sempre uma startup que atua com tecnologias agrodigitais é um empreendedor digital, conforme destaca um entrevistado (E11):

“(…) uma coisa é ser digital e a outra é usar a digitalização como um processo, que é irrelevante para a estratégia de crescimento da sua startup. (deve envolver) a etapa da cadeia produtiva em que a startup atua, tentando cobrir todas as etapas.”

“No caso do digital, muitas vezes a startups é digital, mas o sócio não é. E por isso, não entende a parte operacional de como desenvolver a ferramenta.”

Os critérios de seleção das agtechs para as iniciativas envolvem um processo seletivo definido que incluem o encaminhamento de documentação da startup e a condução de entrevistas por uma comissão avaliadora. A maioria das iniciativas investigadas buscou startups operacionais já com produto validado, preferencialmente com clientes, que deviam atender a um desafio ou atuar em determinado campo tecnológico. Poucos programas tinham foco nos estágios de ideação ou *early-stage*.

O caráter agropecuário da startup e do empreendedor é essencial. Como diz o entrevistado (E10): “É preciso que seja um “empreendedor pé no barro” (...) que conheça as dores do campo, que tenha uma equipe – *founders* com foco em agro e tecnologia, tem que ser uma startup escalável, ter um diferencial em relação aos concorrentes.”

Dentre os critérios considerados na avaliação estão: (a) time, envolvendo mais de um *founder*, preferencialmente com formações complementares (gestão e tecnologia) e um deles com dedicação exclusiva; (b) tamanho ou potencial do mercado pretendido; (c) ter um produto ou serviço funcional (utilizável); (d) apresentar um modelo de negócios tecnológico e escalável; (e) já ter clientes usando e comprando a solução

(mesmo que gratuitamente), eventualmente vendas; e (f) já ter a empresa constituída, com CNPJ.

Outros critérios mencionados: já ter participado de um programa de aceleração/ investimento anterior e atender a aspectos ambientais, sociais e de governança (ESG) associados à Agtech e seu negócio.

Uma outra etapa importante em programas de aceleração e investimentos é a análise da documentação financeira e jurídica da startup, envolvendo *Cap Table* (estrutura societária) e eventuais passivos financeiros, que podem impactar em programas de equity e/ou na entrada de novos investidores, impedindo a startup de crescer.

Em relação às características que levam uma Agtech a se graduar no programa (critérios de sucesso) foram apontados: a dedicação da startup à iniciativa considerada, as entregas dos *founders*, a qualidade do produto/ serviço e sua atuação no mercado. No caso de um programa de aceleração, a startup deve ter passado com sucesso pelas etapas de validação do problema (da dor do cliente) e da solução no mercado.

5.4.2 Percepção de resultados obtidos pelas Agtechs no âmbito destas iniciativas

Em relação dos resultados obtidos pelas Agtechs a partir da participação em iniciativas de incentivo e fortalecimento, foram destacados dois grupos de resultados: outputs de inovação digital (envolvendo produtos/ serviços e aspectos relacionados ao mercado) assim como resultados organizacionais (que sustentam a geração dos resultados de inovação). O Quadro 25 apresenta os resultados de inovação e o Quadro 26 os resultados organizacionais, citados pelos respondentes.

Quadro 19: Principais resultados de inovação apontados pelos respondentes

Resultado de Inovação	Quant.
Captação de novos clientes	9
Fortalecimento de modelo de negócios	8
Validação de protótipo/ produto/ serviço	7
Aprimoramento produtos/serviços digitais já existentes	7
Aumento de faturamento	6
Criação de novos produtos/ serviços digitais	4
Atuação em mercados adicionais	3
Proteção de ativos de propriedade intelectual junto ao INPI	3
Desenvolvimento de novos mercados	1

Quadro 20: Principais resultados organizacionais apontados pelos respondentes

Resultados organizacionais	Quant.
Investida por fundo de Venture Capital (VC).	11
Maior visibilidade da Agtech; mais conhecida em seu mercado/ cadeia agropecuária.	10
Melhoria na gestão da startup.	9
Parceria(s) tecnológica(s) com universidade e/ou instituto de pesquisa.	8
Parceria com grande empresa do setor agropecuário ou de tecnologia.	8
Parceria(s) com outras Agtechs.	7
Aprimoramento das capacidades tecnológicas da Agtech.	6
Venda de parte (ou o total) de suas ações para corporação.	2

Ressalta-se que o tipo de resultado obtido também é dependente do estágio do ciclo de vida em que se encontra a Agtech. Startups mais estruturadas e com mais capital possuem potencial para resultados mais agressivos.

A expectativa dos organizadores é que, após participar de uma iniciativa de fortalecimento de startups, espera-se que a Agtech valide ou aprimore seu produto ou serviço, fortaleça seu modelo de negócio e capte mais clientes, aumentando seu faturamento em decorrência dos novos clientes captados. Parcerias com centros de pesquisa e universidades, corporações e outras Agtechs são instrumentos para alcançar estes resultados.

Em relação aos resultados organizacionais obtidos pela startup, espera-se que a Agtech, com sua estrutura de gestão mais organizada, capte mais recursos, se torne mais conhecida em seu mercado.

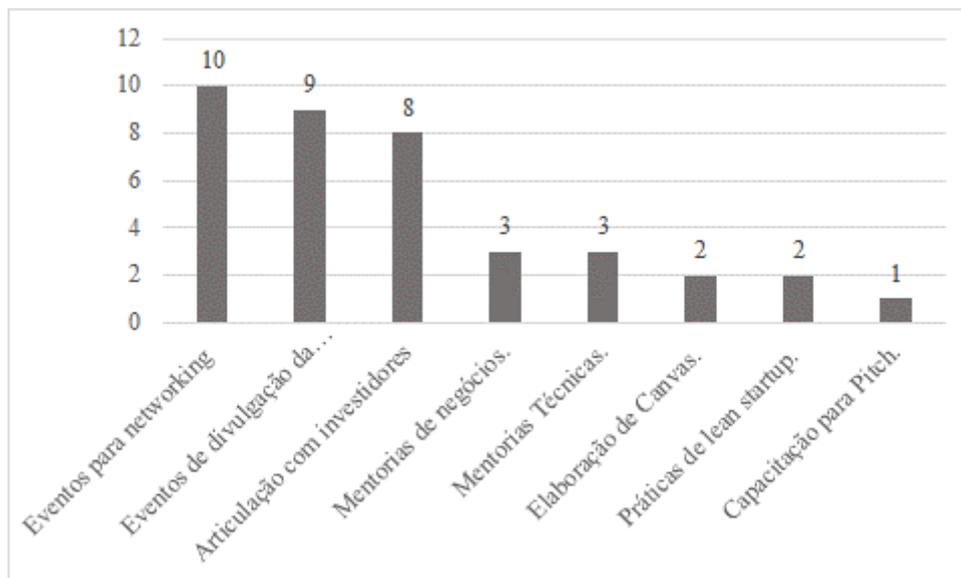
A Figura 27 destaca os instrumentos e metodologias empregados nas iniciativas citadas, com o objetivo de atingir os resultados pretendidos. De forma alinhada com a missão pretendida para cada programa, as práticas relacionadas a relacionamentos, networking e divulgação são as mais valorizadas pelos organizadores.

Um dos entrevistados (E5) destaca que a seleção das ferramentas depende do tipo de iniciativa e do estágio de negócio indicando que uma empresa mais amadurecida não precisa mais de ajuda em mentoria de negócios. Neste estágio, a articulação com investidores e o networking no ecossistema são mais desejados.

Outras ferramentas citadas nas entrevistas foram:

- workshops sobre temáticas para gestão da empresa, como marketing digital, mentorias em vendas e oferecimento de benefícios como acesso a sistemas e infraestruturas tecnológicas que possam ser úteis a startup, a fim de enviar gastos neste sentido (E10);

Figura 26: Principais ferramentas/ métodos utilizados nas iniciativas investigadas



- criação de um conselho consultivo para as Agtechs com participantes do mercado e do seu segmento de atuação; são consultores renomados para discutir os rumos da empresa (E10);
- capacitação em práticas de negócios e métricas de governança de forma que a Agtech atue de forma ética e com boas práticas fiscais e financeiras (E10);
- uma prática mencionada por mais de um entrevistado foi a promoção de reuniões semanais com objetivos e metas a serem cumpridas pela startup durante a execução do programa, com a organização de eventos conjuntos para todas as Agtechs.

Entrevistados destacam o papel do capital (investimento) para o fortalecimento e geração de resultados por parte das Agtechs:

“(...) um recurso eficiente para acelerar de uma forma eficiente é o capital. É preciso ter capital para poder escalar: o investimento permite testar hipóteses e fazer a empresa crescer. O dinheiro é necessário para validar as hipóteses”. (E10)

“O investimento, que é o combustível, para que este processo possa rodar, com maior velocidade, com maior escala, maior eficiência.” (E7)

Investimentos têm funções diferentes nos diferentes estágios da vida da startup, não só pelo montante, mas em relação à finalidade. Agtechs inexperientes podem não saber a melhor maneira de alocar estes recursos e, com isso, não conseguem “decolar”. As iniciativas de aprimoramento e aceleração de startups, por intermédio de várias técnicas para melhorar a gestão da empresa e estabelecer relacionamentos significativos destas com atores do ecossistema, atuam no sentido de oferecer a estrutura necessária ao crescimento da empresa, validando produto e mercado, captando novos clientes e até mercados adicionais e estabelecendo as bases para o crescimento sustentado da startup.

5.4.3 Influência da Covid na condução das iniciativas investigadas

A última pergunta referia-se à influência da pandemia da Covid-19 sobre as iniciativas investigadas, destacando aspectos positivos e negativos. Entrevistados lembraram que, ainda que o setor agropecuário tenha sido influenciado pelas medidas sanitárias e de isolamento, as atividades continuaram presenciais, com o acompanhamento de processos em campo.

“Porém mesmo nesta condição é preciso ir ao campo para ver o que está acontecendo. Entendo que tecnologias de comunicação como satélites e conectividade facilitaram em 20% a vida dos produtores e startups do campo, mas o resto continua na mesma. O Agro foi um dos setores que menos parou, pela logística mesmo”. (E2)

“No caso do Agro foi positivo, porque a startup tem que estar no campo, não tem que estar no escritório. As reuniões eram no fim da tarde; muitos viajavam as 5h da manhã, no pior caso, todos já estariam em casa ou voltando pra casa (pois começam muito cedo). Todos pegavam o carro, iam pra fazenda, conversar com clientes, mesmo durante a pandemia. O outro lado do negócio não era digital.” (E11)

Em relação às mudanças impostas pela pandemia, o Quadro 28 apresenta os principais pontos positivos e negativos, consolidados a partir das falas dos entrevistados.

Quadro 21: Aspectos positivos e negativos sobre as iniciativas com a pandemia da Covid-19

Temas	Aspectos Positivos	Aspectos negativo
Ferramentas Digitais	Na pandemia ficou evidente que as ferramentas digitais permitem realizar muitas atividades à distância, online, sem deslocamentos e custos correspondentes. Os entrevistados acreditam que isso continuará no pós-pandemia.	Existem demandas de aprendizado relacionadas ao uso eficiente de ferramentas, controles e atividades de trabalho online, o que pode deixar o processo mais cansativo, com a necessidade de um time dedicado.
Virtual x presencial	As iniciativas que foram mantidas durante a pandemia passaram ao modelo online, que ofereceu mais flexibilidade aos envolvidos, como empreendedores, mentores e investidores, e maior acesso aos indivíduos estivessem no Brasil ou em outros países. A interação (virtual) e participação de startups e mentores, foi bem maior.	Vários entrevistados relataram a perda da interação presencial, do “olho no olho” e do senso de pertencimento que se tem com a convivência. Ainda que tenha existido um aumento de produtividade para as startups digitais, houve uma perda no surgimento de ideias criativas, sem a convivência e o “bate papo” informal que incentivam parcerias, boas ideias e boas conexões.
Mudança nos negócios e no acesso à informação.	Foi destacada a mudança nos negócios com o contexto digital desenvolvido na pandemia, com a criação de novos modelos de negócios, novas formas de interação com clientes e novas tecnologias para suportar e resolver estes problemas (da startup).	O acesso à informação é muito grande e conectou mais ainda as empresas em âmbito internacional. As startups do Agro tiveram um aumento na oferta de conhecimento online, com menores despesas.
Eventos virtuais x presenciais	Como não era possível conduzir atividades presenciais as atividades foram adaptadas com etapas intermediárias virtuais ou com a promoção de novas iniciativas virtuais destinadas às Agtechs como <i>webinars</i> e mentorias online.	Um entrevistado destaca que o glamour dos eventos presenciais de divulgação de startups se perdeu. No modelo virtual, diminuiu a participação dos atores externos, como investidores e outras corporações.
Ampliação do alcance das iniciativas atendendo mais Agtechs	Um aspecto importante destacado foi a possibilidade de atender a Agtechs que não estavam na sua área geográfica de influência, levando a uma expansão relevante. Muitas iniciativas que começaram locais, em virtude da necessidade de deslocamento, se tornaram nacionais e até internacionais.	Um aspecto negativo sobre a capacidade de atender mais startups, é o processo se torna mais frio mais focado nos procedimentos do que na essência do que o empreendedor quer passar, perdendo um pouco deste <i>feeling</i> no relacionamento com a startup.
Crise econômica		O aspecto negativo foi a crise econômica, que levou a uma maior “quebra” de startups e a necessidade dos <i>founders</i> buscarem outra fonte de renda.

A situação de um “novo normal” influenciou grande parte da sociedade a estabelecer um novo cenário relacionado ao trabalho: home office, educação à distância e uma profusão de eventos e atividades on-line como os *webinars*. Especialistas destacam que estas novas formas de trabalhar, aprender e se relacionar não irão desaparecer, farão parte do novo cenário pós-pandemia.

As tendências mencionadas envolvem: aumento da aceitação da tecnologia como mediadora de conexões tanto no âmbito profissional como pessoal, acelerando o processo de transformação digital das empresas e da sociedade; continuação do home office como uma alternativa profissional viável, com a possibilidade mudar-se para locais mais distantes dos hubs tecnológicos em função de projetos pessoais de vida; redução de viagens corporativas com a condução reuniões via plataformas digitais; desenvolvimento de um *mindset* digital em âmbito profissional e pessoal; e fortalecimento da telemedicina (CABROL; POMBO, 2021).

Segundo OECD (2020) no contexto da pandemia da Covid-19, as startups continuaram com um papel-chave para o crescimento econômico e a criação de emprego, assim como para as inovações mais disruptivas e crescimento da produtividade nos países. Esta contribuição se manteve, pois, algumas startups inovadoras vêm reagindo de forma rápida e flexível ao novo cenário, apoiando, em muitos países, as atividades remotas e digitais de trabalho, educação e saúde a oferecendo inovações em produtos médicos e de saúde.

No caso do setor agropecuário, a natureza das atividades envolvidas – principalmente cultivos, criações e logística de produtos - fez com que o isolamento social preconizado durante a pandemia, fosse substituído pelo “distanciamento social” de forma a que a atividade não fosse interrompida evitando problemas de desabastecimento e mantendo a renda do produtor.

No caso das iniciativas para promover a inovação e o empreendedorismo Agtechs, especialmente no caso dos programas investigados, muitas passaram ao modelo online, o que teve efeitos positivos no sentido de: aumentar o alcance das Agtechs atendidas, uma vez que não havia a limitação geográfica de participação e custos associados a transporte e estadia; e permitir a interação virtual entre os participantes, os eventos de formação e acompanhamento com os organizadores. Muitos entrevistados destacaram efeitos negativos relacionados ao modelo virtual, no que se refere ao estabelecimento de senso de camaradagem e pertencimento gerados pela falta de contatos presenciais e convivência no mesmo local de trabalho.

As Agtechs continuaram seus trabalhos de campo envolvendo validação de produtos e serviços e atendimento e captação de clientes. Como os processos biológicos continuam, nas propriedades, os testes e atividades tecnológicas envolvendo testes em câmara de crescimento, no campo ou junto a animais foram mantidos. Destacou-se, no

entanto, que o modelo virtual permitiu maior flexibilidade e participação, sem a necessidade de deslocamentos com as reuniões promovidas no final da tarde, em home office.

Alguns entrevistados citaram que a pandemia ofereceu oportunidades de criação de novas etapas virtuais, relacionadas a programa de aceleração, assim como a promoção de novas formas de eventos, como webinars para a interação entre mentores e Agtechs. Mesmo assim, ressaltou-se que existe uma necessidade importante de convivência presencial entre as startups, com a aceleradora e com os mentores.

Foi relatado que as iniciativas virtuais de incentivo às Agtechs passaram a ter um alcance nacional ou até internacional, aumentando o alcance de suas atividades. A tendência relatada é que pelo menos parte deste modelo online será mantido, acrescido de momentos presenciais. A nova proposta é desonerar as Agtechs de partes dos custos de transporte e hospedagem, mas criar oportunidade de convivência presencial a fim de criar laços e interações mais efetivas entre as Agtechs, os organizadores, mentores e parceiros.

5.4.4 Proposições estabelecidas a partir do resultado da pesquisa empírica

A partir de um raciocínio indutivo, foi promovido um processo de construção teórica a partir da observação do fenômeno investigado: as contribuições dos ecossistemas de inovação agrícola e das startups Agrodigitais para a Transformação Digital do Campo.

A teoria foi empregada para analisar os dados coletados, sendo complementada a posteriori, a partir dos resultados obtidos. O maior valor da metodologia indutiva é o seu poder de descoberta de novos fenômenos ou relacionamentos (LEÃO et al., 2009).

No entanto, em virtude da pequena quantidade de observações, pode-se dizer que o método sugere uma verdade, mas não a garante. Neste contexto, foram estabelecidas premissas coerentes com a literatura analisada (em especial, SCHROEDER et al., 2021; TRENDONOV et al., 2019) que podem ser alvo de estudos futuros, de natureza dedutiva, como possíveis hipóteses.

(1) Proposições sobre a contribuição das Agtechs digitais para a TDC

As principais contribuições das Agtechs para TDC envolvem (ii) geração de novos produtos e serviços digitais; (iii) a disseminação destas novas tecnologias aos elos das cadeias produtivas, a partir de processos de validação de mercado, levando à captação de novos clientes; (iv) a promoção de fluxos de novos conhecimentos e tecnologias digitais a partir da celebração de parcerias com empresas e institutos de pesquisa.

A validação de mercado leva a tecnologias mais ajustadas às dores?? dos clientes, aumentando as oportunidades de captação de novos clientes para as startups, em um movimento de difusão de novas tecnologias digitais no campo.

As inovações digitais (produtos e serviços novos/ aprimorados) e novos modelos de negócios contribuem para ampliar o universo de tecnologias digitais disponíveis no mercado agropecuário, assim como seus efeitos disruptivos.

(2) Proposições sobre os instrumentos que contribuem para a geração de resultados

Uma das ferramentas empregadas para a geração de resultados tecnológicos refere-se às interações com outros atores do ecossistema de inovação agrícola como universidades, centros de pesquisa e corporações do setor agropecuário no sentido de promover intercâmbios de conhecimentos, dados e tecnologias e gerar produtos e serviços superiores.

O desenvolvimento de relacionamentos e aprendizado a partir do “capital social” estabelecido no ecossistema e oportunizado no contexto de uma iniciativa de apoio ao empreendedorismo Agtech se torna um de seus “benefícios principais”. O termo “capital social”, segundo Scrivens e Smith (2013), transmite a ideia de que as relações humanas e as normas de comportamento (juntamente ao prazer associado ao convívio social) têm um valor instrumental na melhoria de vários aspectos da vida das pessoas. Os autores indicam que, entendido de forma ampla, capital social se refere ao valor produtivo das conexões sociais, tanto no que se refere à produção de bens e serviços quanto em relação à geração de bem-estar.

As características das startups que contribuem para a geração de resultados tecnológicos, de mercado e organizacionais são agilidade e flexibilidade em virtude do estágio inicial da jornada, pensamento disruptivo, aproveitamento de oportunidades oferecidas por mecanismos de incentivo a Agtechs.

(3) Proposições sobre o inter-relacionamento entre ecossistema de inovação e Agtechs

Iniciativas que incentivam a atuação de Agtechs contribuem para gerar resultados de inovação e fortalecer a imagem do próprio ecossistema.

Os mecanismos de incentivo ao empreendedorismo Agtech são dependentes dos recursos e capacidades dos ecossistemas de inovação agrícola onde se inserem, especialmente o capital social disponível.

Considerações

Este capítulo apresenta a análise as entrevistas conduzidas com organizadores de programas de fortalecimento de Agtechs com o intuito de levantar informações sobre a contribuição das Agtechs e dos ecossistemas de inovação agrícola digital para a evolução da TDC.

Os dados coletados evidenciaram a percepção dos entrevistados em relação aos resultados esperados de uma Agtech que participe de uma iniciativa de fortalecimento, e a contribuição dos programas em criar um capital social por intermédio de relacionamentos, processos de formação e disseminação de boas práticas entre as startups.

Ao final do capítulo foram estabelecidas premissas que representam insights obtidos a partir de procedimentos indutivos, estabelecendo generalizações teóricas a partir da revisão da literatura pesquisada e a observação dos resultados da pesquisa empírica.

A próxima seção apresenta as conclusões desta pesquisa.

CONCLUSÕES

Esta tese foi desenvolvida com o objetivo de investigar a Transformação Digital do Campo, movimento recente e inovador, que se intensifica a partir dos anos 2010.

A primeira etapa da pesquisa identificou os fatores que direcionam a evolução da TDC divididos em condições básicas e fatores habilitadores. As condições básicas envolvem aspectos estruturais e tecnológicos relacionadas a uma nação. No entanto, apesar de necessárias, sua simples existência não garante a digitalização. Os fatores habilitadores são complementares às condições básicas e se referem à promoção da adoção e disseminação de tecnologias digitais; ao desenvolvimento de habilidades digitais entre produtores e potenciais empreendedores; a um ambiente favorável para os negócios; ao estímulo ao investimento privado e governamental; ao fomento a uma cultura de inovação; e ao incentivo e apoio ao empreendedorismo Agtech. Estes fatores estão associados ao fortalecimento do ecossistema de inovação agrícola em uma dada localidade.

Uma vez investigados os fatores direcionadores da TDC, foi analisada a performance do Brasil em um contexto internacional. Os principais pontos de aprimoramento para o avanço da digitalização no caso brasileiro, de uma maneira geral, envolvem o aprimoramento de indicadores estruturais como: capacitação do capital humano e nível de educação; investimento privado; investimento em Ciência e Tecnologia; empreendedorismo tecnológico e participação do *venture capital*.

A evolução da digitalização do campo no país é limitada, principalmente, pela baixa e desigual cobertura de conectividade no território brasileiro. Maule (2020) estima que a cobertura do sinal 4G com qualidade excelente contempla apenas cerca de 6% do país, existindo uma grande discrepância entre as regiões. O Norte e o Centro-Oeste brasileiros apresentaram a maior área sem cobertura de conexão em banda larga. Mesmo o estado de São Paulo, possui apenas cerca de 7% de seu território com cobertura 4G de qualidade. Além do acesso à conectividade, outro aspecto limitante em relação à digitalização do campo é a dificuldade financeira em adquirir dispositivos e serviços de conectividade, provocada por efeitos de desigualdade econômica, e que prejudica principalmente pequenos produtores familiares.

Pode-se dizer, assim, que a revolução digital do campo é um fenômeno marcado por muitas potencialidades, mas também por desigualdades, seja entre países ricos e pobres, entre urbano e rural e entre produtores de diferentes portes.

O MAPA vem promovendo estudos e ações no sentido de vencer estas desigualdades ao desenvolver uma Política de Conectividade Rural. Dentre as ações empreendidas no ministério estão o aumento da infraestrutura digital a partir da instalação de antenas 4G e a adoção de tecnologias digitais para a condução de políticas agrícolas, como monitoramento via satélite e a promoção de Assistência Técnica digital. Adicionalmente, a concretização da licitação de frequências do espectro 5G no âmbito do MCOM pode também contribuir para a conectividade rural.

Ainda que existam limitações, destaca-se que este momento de transição para uma digitalização da agropecuária vem introduzindo várias mudanças no setor. Apresentam-se muitas oportunidades de negócios e novos entrantes, interessados em explorar as oportunidades oferecidas pela conectividade no campo. O movimento de empreendedorismo Agtech e agrodigital passa a ser mais valorizado e existe uma maior colaboração entre vários atores em contextos de ecossistemas de inovação, com uma cultura de trocas e compartilhamento de informações, contatos, aprendizado e adaptação. Nesta direção, vêm se desenvolvendo mecanismos de fomento e apoio a novos empreendimentos, voltados para a agropecuária e suas especificidades, como incubadoras, aceleradoras de empresas, parques tecnológicos, hubs de inovação, fundos de investimento em novas empresas de base tecnológica, entre outros.

A fim de compreender esta nova dinâmica da agropecuária no Brasil foi investigado o ecossistema regional de inovação agrícola paulista e selecionados três ecossistemas locais como estudos de caso – Piracicaba, Campinas e São Carlos. O objetivo foi mapear os atores-chave de cada ecossistema e as iniciativas de incentivo e apoio ao empreendedorismo Agtech promovidas nestas cidades. Identificou-se quinze iniciativas de diversas naturezas: ideação, pré-incubação, incubação, aprimoramento, aceleração, aceleração com investimento, *venture builder*, investidor, hub de inovação, conexão com o ecossistema. Cada iniciativa tem como alvo startups em determinados estágios de seu ciclo de vida e, geralmente, desafios tecnológicos (desafios agrícolas, digitalização, perfil de produtor).

Na análise das entrevistas, “Conectar” foi um dos verbos mais frequentes. Grande parte delas, se não todas, tinham, em sua missão ou como método de trabalho,

promover conexões e relacionamentos entre as Agtechs e outros atores do ecossistema de inovação. Percebeu-se que, mais do que o conhecimento técnico relativo a ferramentas como *lean startup*, *pitch* e *canvas*, o desenvolvimento de “capital social” se torna o principal “benefício” que uma iniciativa de apoio ao empreendedorismo Agtech pode oferecer.

Ainda que as chamadas “redes de relacionamentos interpessoais”, como família, amigos, profissional e de negócios, e os tipos de relacionamentos existentes possam ser importantes fontes de capital social (SCRIVENS; SMITH, 2013), as iniciativas de apoio e incentivo ao desenvolvimento das Agtechs possibilitam aos envolvidos – sejam Agtechs, grandes empresas, centros de pesquisa, incubadoras, aceleradoras, mentores, investidores – alcançar novas redes, conexões, laços e negócios.

Pode-se dizer que o capital social existente na localidade ou na região é um dos fatores que contribui para a “qualidade” dos ecossistemas de inovação agrícola digital e para a ampliação da oferta de soluções digitais para o campo, assim como para sua disseminação entre os produtores. Neste contexto, o capital social é desenvolvido “no ecossistema” e “para o ecossistema” podendo ser compartilhado com outros ecossistemas locais com o aproveitamento de oportunidades externas. Incubadoras e aceleradoras promovem capacitações e disseminam práticas e comportamentos que podem facilitar a integração das startups ao mercado pretendido, tornarem-se mais conhecidas em uma cadeia produtiva e mais propensas a receberem investimentos no contexto de seu estágio da jornada empreendedora.

Iniciativas de aprimoramento e fomento a Agtechs levam à melhoria da gestão das startups, à validação e aprimoramento de sua oferta de produtos e serviços e ao fortalecimento de seu modelo de negócios. São resultados que permitem à empresa captar novos clientes e aumentar seu faturamento, promovendo o crescimento do seu negócio. De maneira geral, os programas buscam estruturar uma startup para receber investimentos e saber como empregá-los. Outros resultados são: aumento da visibilidade na mídia, através de divulgações, e desenvolvimento de parcerias.

As parcerias são instrumentos e, ao mesmo tempo, resultados importantes para uma Agtech. Parcerias com grandes empresas podem levar ao compartilhamento de recursos (como dados e ferramentas tecnológicas), aprendizado, inovações criadas conjuntamente e, eventualmente, aportes de recursos e a aquisição da startup. Cooperações com universidades e centros de pesquisa oferecem oportunidades para

validação e/ou melhoramento dos produtos e serviços das startups por intermédio de experimentos e/ou do licenciamento de tecnologias e dados acadêmicos.

Há um destaque para a relevância das parcerias estabelecidas entre Agtechs, após sua convivência em programas de aprimoramento. As startups convivem em eventos de formação e reuniões de acompanhamento e, com isso, passam a aprender com as experiências umas das outras, tomando conhecimento de produtos, serviços e demandas existentes, vislumbrando possibilidades de colaboração e co-criação. Foram citados produtos desenvolvidos conjuntamente, assim como compartilhamento de dados entre startups. É um tipo de colaboração mais informal e flexível, que acontece com frequência e contribui para o crescimento das startups.

Startups Agtech são atores-chave no contexto dos ecossistemas de inovação agrícola digital, por sua flexibilidade, agilidade e caráter inovador. Ao participar de programas de incentivo, as Agtechs passam a desenvolver relacionamentos, acessar novos conhecimentos – de gestão e tecnológicos – e validar (ou não) suas ideias e propostas quanto a produtos, mercados e clientes. Startups estruturadas, com produtos validados e novos clientes, contribuem para que tecnologias inovadoras cheguem aos produtores, levando a maior produtividade, redução de desperdícios e maior sustentabilidade, de forma a contribuir para o enfrentamento dos desafios do setor agropecuário.

Os principais resultados gerados no âmbito destas iniciativas, que contribuem para a digitalização do campo, são: o desenvolvimento e validação de novos produtos e serviços; a disseminação de novas tecnologias, por meio da captação de novos clientes; a promoção de fluxos de novos conhecimentos e tecnologias digitais a partir da celebração de parcerias.

Estes resultados evidenciam que além da infraestrutura de conectividade, dos aspectos institucionais e regulatórios e das tecnologias e habilidades digitais, a qualidade dos relacionamentos estabelecidos no contexto dos ecossistemas de inovação agrícola digitais é um fator determinante para a digitalização do campo, sejam relacionados ao desenvolvimento e disseminação de novos produtos e serviços pelas Agtechs ou à estruturação destas startups no sentido de prepará-las para fazer bom uso de eventuais investimentos recebidos e potencializar seu crescimento e/ou escala.

Ressalta-se que os modelos de iniciativas de fomento a startups na versão online, criados na pandemia, ampliaram o alcance destas iniciativas proporcionando a interação entre startups oriundas de várias localidades. Da mesma forma, mentores e

investidores de todo o Brasil puderam ser acessados virtualmente no contexto do “novo normal”. No entanto, ressalta-se a necessidade de combinar as estratégias – real e virtual - de forma que se possa reduzir custos de deslocamentos, mas manter também o convívio, na medida do possível, para que a construção de capital social se fortaleça contribuindo para a obtenção de resultados digitais.

Ainda que a digitalização do formato dos programas de aceleração tenha contribuído para um maior alcance de público e um maior acesso a mentores e investidores, ficou claro que a reputação, a notoriedade do ecossistema promotor e dos parceiros envolvidos, assim como a presença de parceiros-chave, a presença de fontes de conhecimento locais com domínio de uma base de conhecimento relacionada ao setor agropecuário ou agricultura digital, assim como o capital social oferecido pela a iniciativa, fazem toda a diferença.

Quando se atinge essa “notoriedade” – do ecossistema, do programa ou de seus organizadores – as iniciativas locais de desenvolvimento ou aceleração de Agtechs passam ser relevantes e atrativos para startups localizadas em uma grande área de influência. Assim, o ecossistema local passa a atingir uma zona de influência regional, nacional ou até internacional.

Um exemplo é o caso do programa de potencialização de startups *Intensive Connection* que, em sua 3ª edição, abriu inscrições para toda a América Latina (AGTECH GARAGE, 2021). Infere-se que o reconhecimento internacional do *Agtech Valley* (de Piracicaba) como um ecossistema de inovação agrícola promissor no contexto brasileiro, contribuiu para este alcance.

A notoriedade da cidade de Campinas estruturada a partir de sua base de conhecimento em TIC juntamente à presença da Unicamp e duas unidades da Embrapa atuando em tecnologias digitais (Embrapa Agricultura Digital e Embrapa Territorial), acabou levando a uma especialização das iniciativas de fomento, com foco em startups agrodigitais como os programas Techstart Agrodigital e Campo Digital. As iniciativas campineiras, no formato virtual, atraíram startups do Brasil todo, ainda que as Agtechs selecionadas estejam majoritariamente localizadas nas regiões Sudeste, Sul e Centro Oeste, o que dá a dimensão da amplitude de ações como essa.

Em São Carlos, ainda que seja um importante ecossistema de inovação, com uma grande densidade de ICTEs com foco em Ciências Exatas (USP e UFCAR) e agropecuária (Embrapa Instrumentação e Embrapa Pecuária Sudeste), não foram

identificadas muitas iniciativas com foco específico em Agtechs. Aparentemente o contexto da pandemia dificultou a concretização de programas com este enfoque. A expectativa é que, a partir de 2022, as iniciativas sejam renovadas. Parcerias com os ecossistemas investigados – como Piracicaba e Campinas (que congrega outras unidades da Embrapa) – poderiam contribuir para potencializar o incentivo e apoio às Agtechs de São Carlos e seus arredores.

Outra ação no sentido de potencializar os ecossistemas investigados é a proposta do Corredor Tecnológico de Inovação Agropecuária de São Paulo (MONDO et al., 2021), um programa de inovação regional apoiado pelo MAPA que incentivará o desenvolvimento dos ecossistemas de inovação agrícola e de Agtechs do interior paulista.

Destaca-se que atualmente existem importantes ecossistemas de inovação Agtech desenvolvendo-se em vários estados brasileiros, como apontado por Bambini e Bonacelli (2019). Neste sentido, o estabelecimento de relacionamentos entre atores destas diversas localidades permite o aproveitamento de oportunidades relevantes no contexto do território nacional e até internacional, quando se pensa nas estratégias de crescimento das startups. Agtechs participando de iniciativas de aprimoramento próximas aos seus clientes potenciais podem expandir seu mercado, sua atuação e seus relacionamentos. Este processo promove, como disse um entrevistado, um ecossistema virtuoso, colaborativo e forte.

Agtechs, especialmente as digitais, estão se estabelecendo não só no contexto local, mas em âmbito global, atraindo aceleradoras e investidores mundiais, assim como muita cobertura da mídia, como indicativo ao aumento da maturidade do ecossistema brasileiro. Destaca-se o recente programa de aceleração *Google for Startups Accelerator Growth Academy*, que pela primeira vez selecionou dez startups brasileiras atuando no agronegócio (INGIZZA, 2021). O programa oferece às Agtechs suporte tecnológico, especialmente com produtos que possam usar suas tecnologias de nuvem, *machine learning* e publicidade para desenvolver um projeto por mais de setenta e cinco por mentores.

A evolução destas startups tem levado a processos de “saída”, ou desinvestimento, com sua aquisição por grandes corporações. No caso brasileiro, dois exemplos recentes são: em 2020, a compra da Agfintech Gira, que atua em recebíveis, pelo Santander; e em 2021, a aquisição da *Brain Agriculture*, com foco no mercado de crédito, pela Serasa Experian (FIGUEIREDO et al., 2021). Ainda que a aquisição de

startups por grandes corporações internacionais seja um movimento esperado por investidores, há que se observar com ressalvas esta prática uma vez que contribui para aumentar a concentração de capital do setor de tecnologia agrícola, em uma tendência similar à que ocorre com a digitalização da economia.

No mercado brasileiro já começa também a ser visto o caminho inverso: a aquisição de startups Agrodigitais por startups brasileiras em fase de crescimento. Um exemplo recente é a compra da startup argentina BoosterAgro – detentora do principal aplicativo agrometeorológico na América Latina – pela startup brasileira Agrosmart, fundada em 2014, que almeja aumentar sua presença na América Latina.

A tendência de investimentos brasileiros em startups internacionais é um claro sinal de que o ecossistema agrícola digital brasileiro adquire mais maturidade e robustez.

Destacam-se algumas possibilidades de estudos futuros para a continuidade das investigações sobre as contribuições oferecidas pelo fortalecimento do ecossistema de inovação agrícola digital para a evolução da TDC.

Um campo de investigação é identificar as percepções das startups Agtech em relação ao papel dos mecanismos de incentivo ao empreendedorismo para a geração de inovações digitais de forma a entender os principais gargalos que as Agtechs encontram, principalmente para o desenvolvimento de produtos e serviços digitais. Esta análise poderia contribuir para o aprimoramento dos diferentes programas existentes, assim como para elevar os resultados digitais gerados. Da mesma forma, uma outra linha de pesquisa seria mapear os efeitos e impactos destas iniciativas em ICTEs que promovem estas iniciativas, de forma a investigar se há efeitos nas práticas organizacionais, no comportamento dos pesquisadores e nos resultados de inovação.

Um estudo sobre os processos de construção de construção de capital social nos diferentes ecossistemas locais é promissor, buscando identificar os principais mecanismos, boas práticas e pontos a melhorar.

Em relação às formas de incentivo às Agtechs, outro estudo relevante envolve o entendimento do engajamento das grandes corporações do setor agropecuário junto às Agtechs, especialmente digitais, a fim de mapear as empresas que vêm atuando neste sentido, os mecanismos existentes e seus resultados.

Por fim, analisar o movimento das Agtechs nacionais, tanto sendo cobiçadas por empresas do país e do exterior, assim como adquirindo startups além das fronteiras

nacionais, também pode se juntar a um conjunto de investigações que ajudaria a iluminar os próximos desafios e oportunidades, tanto da iniciativa privada como pública, voltados à evolução da TDC no país.

REFERÊNCIAS

- 100 OPEN Startups. Disponível em: <https://www.openstartups.net/site/> Acesso em: 15 de maio 2021.
- ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. FGV – Fundação Getúlio Vargas. **A Indústria de Private Equity e Venture Capital – 2o Censo Brasileiro**. Brasília: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2011. 420p.
- ABIA – **Associação Brasileira da Indústria de Alimentos**. Disponível em: <https://www.abia.org.br/> Acesso em: 17 jun.2021.
- ABMRA - Associação Brasileira de Marketing Rural e Agronegócio. **7ª Pesquisa de Hábitos do Produtor Rural 2017**. São Paulo: ABMRA, 2017. 38p. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/VeronicaRRSouza/pesquisa-hbitos-do-produtor-rural-2017-abmra> Acesso em: 02 jun. 2017.
- ABSTARTUPS - Associação Brasileira de Startups. Tudo Que Você Precisa Saber Sobre Startups. 05/07/2017. **Blog ABStartups**, 2017. Disponível em: <https://abstartups.com.br/o-que-e-uma-startup/> Acesso em: 13 mai.2021.
- AGFUNDER. **2020 Farmtech Investment Report**. 2020. 46p. Disponível em: <https://agfunder.com/research/2020-farm-tech-investment-report/> Acesso em: 26.Jul.2020. (b)
- AGFUNDER. **AgFunder Agri-FoodTech – Investing Report**. '19 Year in Review. 2020. 68p. Disponível em: <https://agfunder.com/research/agfunder-agrifood-tech-investing-report-2019/> Acesso em: 27.Fev.2020.
- AGFUNDER. **AgTech Investing Report: Year in Review 2015**. Disponível em: www.agfunder.com Acesso em: 15 mai.2021.
- AGROSMART acquire startup argentina BoosterAgro. 20/04/2021. **Press Release**. Disponível em: <https://agrosmart.com.br/blog/agrosmart-acquire-startup-argentina-boosteragro/> Acesso em: 10 nov.2021.
- AGTECH GARAGE. **Report Agtech Garage - Os impactos do AgTech Garage no Ecosistema de Inovação**. Piracicaba: Agtech Garage, 2021. 10p.
- ALBUQUERQUE, E. da M. Capitalismo pós-www: uma discussão introdutória sobre uma nova fase na economia global. **Cadernos do Desenvolvimento**, v. 14, n. 24, 2019. pp. 131-154.
- ALVES, A.C., FISCHER, B., VONORTAS, N.S. Ecosystems of entrepreneurship: configurations and critical dimensions. **The Annals of Regional Science**, v. 67, n. 1, 2021.
- ALVES, A.C., FISCHER, B., VONORTAS, N.S., QUEIROZ, S.R.R.D. Configurações de ecossistemas de empreendedorismo intensivo em conhecimento. **Revista de Administração de Empresas**, 59, 2019. pp.242-257.
- AMARAL, B. TIM assina acordo com hub de agronegócio para soluções em NB-IoT. **Teletime** 11/12/2019. Disponível em: <https://teletime.com.br/11/12/2019/tim-assina-acordo-com-hub-de-agronegocio-para-solucoes-em-nb-iot/> Acesso em: 10 Mar 2020.
- ANATEL – **Agência Nacional de Telecomunicações**. Espaço 5G. Disponível em: <https://www.gov.br/anatel/pt-br/assuntos/5G> Acesso em: 18 mai.2021
- ANPROTEC - Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores. **Mapeamento dos mecanismos de geração de Empreendimentos Inovadores no Brasil**. Brasília: Anprotec, 2019. 225p.
- ANTOLINI, L. S., SCARE, R. F. Condicionantes de Adoção de Inovações e Tecnologias de Agricultura de Precisão por Produtores Rurais: Revisão Sistemática de Literatura e Proposição de um Modelo Conceitual. In: **XI Congresso Online – Administração**, 2014.

- AQUINO, M. (Ed.) **Relatório Exclusivo Tele.Síntese** - Campo Digital 2021. São Paulo: Momento Editorial, 2021. 39p.
- AQUINO, M. (Ed.) **Relatório Exclusivo Tele.Síntese** - Campo Digital. São Paulo: Momento Editorial, 2020. 70p.
- ARANHA, J., A., S. **Mecanismos de geração de empreendimentos**: mudança na organização e na dinâmica dos ambientes e o surgimento de novos atores. Brasília, DF: ANPROTEC, 2016. 28 p.
- ASHEIM, B.T., GERTLER M.S. The geography of innovation: regional innovation systems. In: FAGENBERG, J., MOWERY, D., NELSON, R. **The Oxford handbook of innovation**. Oxford: Oxford University Press, 2005. pp.291-317.
- AUTIO, E., THOMAS, L. D.W. Value co-creation in ecosystems: Insights and research promise from three disciplinary perspectives. In: NAMBISAN, S., LYYTINEN, K., YOO, Y. **Handbook of Digital Innovation**. Edward Elgar Publishing, 2020. pp.107–132.
- AZEVEDO, L. J. P. de. Marco Legal das Startups começa a se tornar uma realidade. 15 de março de 2021. **Consultor Jurídico**. <https://www.conjur.com.br/2021-mar-15/azevedo-marco-legal-startups-comeca-tornar-realidade> Acesso em: 15 mai.2021.
- BAITA Aceleradora. **Campo Digital**. Disponível em: <https://www.baita.ac/campodigital/> Acesso em: 15 mai.2021.
- BAMBINI, M. D.; BONACELLI, M. B. M. Ecosistemas Agtech no Brasil: localização, caracterização e atores envolvidos. In: **Anais da Chamada de Trabalho 2019. Workshop 2019 - O futuro dos ambientes de inovação - Anprotec | Innovation Summit Brasil 2019**. Brasília: Anprotec, 2019. pp.789-802.
- BAMBINI, M. D., BONACELLI, M. B. M. Evolução das capacidades dinâmicas para empreendedorismo e inovação no polo de alta tecnologia de Campinas. In: **Anais dos Seminários em Administração SEMEAD**, 21., 2018, São Paulo, 2018.
- BAMBINI, M. D.; BONACELLI, M. B. M.; HIGA, R. H. Pesquisa Agropecuária No Contexto da E-Science: Monitoramento de Temas e Plataformas de Data Science. In: **Anais Eletrônicos do 56º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural - SOBER**, Campinas. Brasília: SOBER, 2018.
- BAMBINI, M. D., GIMENEZ, A.M.N., BONACELLI, M. B. M., TORKOMIAN, A.L.V. Intellectual property & technology transfer practices of public Brazilian science and technology institutes: multiple case studies. In: **Anais do Research Workshop on Institutions and Organizations – RWIO**, 9. São Paulo: Center for Organization Studies, 2014.
- BAMBINI, M. D.; HIGA, R. H.; BONACELLI, M. B. M. Direcionadores tecnológicos da Pesquisa Agropecuária Intensiva em Dados: mapeamento de competências, ferramentas e infraestrutura. In: **Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroinformática - SBIAGRO 2017**, 2017. Campinas, SP: Embrapa Informática Agropecuária, 2017.
- BAMBINI, M. D., LUCHIARI JUNIOR, A., ROMANI, L. A. S. Mercado de aplicativos móveis (Apps) para uso na agricultura. In: Anais do **Simpósio Nacional de Instrumentação Agropecuária**. São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2014. (a)
- BAMBINI, M. D., MENDES, C. I. C., MOURA, M. F., OLIVEIRA, S. D. M. Adoção de TIC e oferta de software na agropecuária: breve relato dos resultados do estudo SWAgro. In: **Simpósio Nacional de Instrumentação Agropecuária**, 2014, São Carlos, SP. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2014. (b)
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011. 279p.

- BARROS, G.S.C.; CASTRO, N.R.; MACHADO, G.C.; ALMEIDA, F.M.S; SILVA, A.F.; FACHINELLO, A.L. **Boletim PIB do Agronegócio São Paulo** - 2020. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), 2021.
- BASSOI, L. H., INAMASU, R. Y., BERNARDI, A. D. C., VAZ, C. M. P., SPERANZA, E. A., & CRUVINEL, P. E. Agricultura de precisão e agricultura digital. **TECCOGS - Revista Digital de Tecnologias Cognitivas**, 20, 2019. pp.17-36.
- BERALDO, P. De olho na agricultura digital, Embrapa aproxima startups de investidores. **ESTADÃO**. 04/03/2020. Disponível em: <https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,de-olho-na-agricultura-digital-embrapa-aproxima-startups-de-investidores> ,70003222417 Acesso em: 10 mar.2020.
- BLIJLEVEN, V., VAN ANGEREN, J., JANSEN, S., BRINKKEMPER, S. An evolutionary economics approach to ecosystem dynamics. In: **7th IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies (DEST)**. New York: IEEE, 2013. pp. 19-24.
- BOLFE, E.L., JORGE, L. A. de C., SANCHES, I. D. A., LUCHIARI JÚNIOR, A, COSTA, C. C. da, VICTORIA, D. de C., INAMASU, R.Y., GREGO, C. R., FERREIRA, V.R., RAMIREZ, A.R. Precision and Digital Agriculture: Adoption of Technologies and Perception of Brazilian Farmers. **Agriculture**, v. 10, n. 12, 653, 2020. 16p.
- BOLFE, E.; JORGE, L.; SANCHES, I.; COSTA, C.; LUCHIARI JR, A.; VICTORIA, D.; INAMASU, R.; GREGO, C.; FERREIRA, V.; RAMIREZ, A. **Agricultura digital no Brasil: tendências, desafios e oportunidades: resultados de pesquisa online**. Campinas: Embrapa, 2020. 44p.
- BONACELLI, M. B. M., FUCK, M. P., CASTRO, A.C. O Sistema de Inovação Agrícola: Instituições, competências e desafios do contexto brasileiro. In: BUAINAIN, A. M., BONACELLI, M. B. M., MENDES, C. I. C. **Propriedade intelectual e inovações na agricultura**. Brasília/ Rio de Janeiro: CNPq, FAPERJ, INCT/PPED, IdeiaD, 2015. pp.89-109.
- BOCKSCHECKER, A.; HACKSTEIN, S.; BAUMÖL, U. Systematization of the term digital transformation and its phenomena from a socio-technical perspective - A literature review. In: **Proceedings of 26th European Conference on Information Systems, ECIS 2018**. United Kingdom: AIS, 2018.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cenários e perspectivas da conectividade para o agro**. Brasília: MAPA/AECS, 2021. 72p. (a)
- BRASIL. **Governo do Brasil**. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br> Acesso em: 15 mai. 2021. (b)
- BROHM, K. The Digital Transformation of Agriculture. **IAETSD Journal for Advanced Research in Applied Sciences**. Volume VI, Issue V, MAY/2019. pp.43-46.
- BUCCO, R. Primeiro dia do Leilão 5G movimentou R\$ 7,08 bilhões. 04/11/2021. **Telesíntese**. Disponível em: <https://www.telesintese.com.br/primeiro-dia-do-leilao-5g-movimentou-r-708-bilhoes/> Acesso em: 10 nov. 2021.
- BUAINAIN, A. M., CAVALCANTE, P., CONSOLINE, L. **Estado atual da agricultura digital no Brasil: inclusão dos agricultores familiares e pequenos produtores rurais**. Documentos de Projetos (LC/TS.2021/61). Santiago: Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), 2021. 95p.
- BUENO, R. Vale do Piracicaba é lançado oficialmente na sede da Acipi. 09 de maio de 2016. **Notícias. Facesp** (Federação das Associações Comerciais do Estado de São Paulo). Disponível em: <https://www.facesp.com.br/noticia/vale-do-piracicaba-e-lancado-oficialmente-na-sede-da-acipi> Acesso em: 18 ago. 2021.
- BV FAPESP. **Biblioteca Virtual da FAPESP**. Disponível em: <https://bv.fapesp.br/pt/> Acesso em: 15 Out. 2021.

CABROL, M., POMBO, C. How **Digitalization Can Transform Health, Education and Work as Latin America and the Caribbean Emerge from the Pandemic**. Washington: Inter-American Development Bank, 2021. 16p.

CAMPINAS. Prefeitura Municipal. **Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Social e de Turismo**. Disponível em: <https://www.campinas.sp.gov.br/governo/desenvolvimento-economico/> Acesso em: 18 Ago. 2021.

CAMPINASTECH. Disponível em: www.campinas.tech Acesso em: 18 Ago.2021.

CHAMOCHUMBI, P. Como Piracicaba se consolidou como o AgTechValley? **LinkedIn**. 12/03/2021. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/como-piracicaba-se-consolidou-o-agtech-valley-pedro-chamochumbi/?originalSubdomain=pt> Acesso em: 10 Out.2021.

CASE, S. **A terceira onda da internet: como reinventar os negócios na era digital**. São Paulo: HSM, 2017. 260p.

CASTELLS, Manuel. **A Galáxia Internet: reflexões sobre a Internet, negócios e a sociedade**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2003. 243p.

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. ESALQ - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. USP - Universidade de São Paulo. **PIB do Agronegócio Brasileiro**. Disponível em: <https://cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx> Acesso em: 15.jun.2021.

CHESBROUGH, H. **The Era of Open innovation**. MIT Sloan Management Review. Spring 2003.

CISCO. Cisco Global Digital Readiness Index 2019. **White Paper Cisco Public**, 2020. 16p. Disponível em: https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/csr/reports/global-digital-readiness-index.pdf Acesso em: 12 de jul. de 2020.

CLP – Centro de Liderança Pública. **Ranking de Competitividade dos Municípios 2020**.

COLBARI, A. A Análise De Conteúdo e a Pesquisa Empírica Qualitativa. In: SOUZA, E. M. de (Org.) **Metodologias e analíticas qualitativas em pesquisa organizacional: uma abordagem teórico-conceitual**. Vitória: EDUFES, 2014. pp.241-272.

CONNOLLY, A. Digital agriculture. **Research World**. Volume 2018, Issue 72. October 2018. pp. 34-36.

COOKE, P. Introduction: Regional innovation systems – an evolutionary approach. In: COOKE, P. N., HEIDENREICH, M., BRACZYK, H.-J. (Ed.). **Regional Innovation Systems: The role of governance in a globalized world**. London: UCL Press, 2004.

COOKE, P. **Regional innovation systems: guidance for conducting field research**. Cardiff, Wales: Centre for Advanced Studies. 2001.

COOKE, P. **Regional Innovation Systems: Competitive Regulation in the New Europe**. Geoforum. Vol. 23. No. 3, 1992. pp. 365-382.

COOKE, P., BOEKHOLT, P., SCHALL, N., SCHIENSTOCK, G. Regional innovation systems: concepts, analysis and typology. In: **Proceedings of EU-RESTPOR Conference**. Brussels, 1996. pp. 19-21.

COOKE, P., DE LAURENTIS, C. Evolutionary economic geography: regional systems of innovation and high-tech clusters. In: BOSCHMA, R., MARTIN, R. (Eds) **The Handbook of Evolutionary Economic Geography**. Cheltenham: E.Elgar, 2010. Pp. 239-57.

COOKE, P., URANGA, M. G., ETXEBARRIA, G. Regional innovation systems: Institutional and organisational dimensions. **Research policy**, v. 26, n. 4-5, 1997. pp. 475-491.

COOKE, S. What is a start-up? **Startups**. 13/09/2018. Disponível em: <https://startups.co.uk/what-is-a-startup/> Acesso em: 29 Abr.2020.

- COURTOIS, J. **Harnessing the power of AI to transform agriculture**. 07/08/2019. Disponível em: <https://blogs.microsoft.com/blog/2019/08/07/harnessing-the-power-of-ai-to-transform-agriculture/> Acesso em 10 Mar. 2020.
- CRESTANA, S. Apresentação. FOLZ, C., CARVALHO, F. (Eds) **Ecosistema Inovação**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. pp.9-11.
- CRESTANA, S., MORI, C. De. Tecnologia e Inovação no Agro: Algumas tendências, premências e drivers de mudanças. In: BUAINAIN, A. M., BONACELLI, M. B. M., MENDES, C. I. C. **Propriedade intelectual e inovações na agricultura**. Brasília/ Rio de Janeiro: CNPq, FAPERJ, INCT/PPED, IdeiaD, 2015. pp.59-85.
- CRESWELL, J. W. **Research design**: qualitative, quantitative and mixed methods approaches. — 4th ed. Sage Publications, 2014.
- CULOT, G., NASSIMBENI, G., ORZES, G., SARTOR, M. Behind the definition of Industry 4.0: Analysis and open questions. **International Journal of Production Economics**, 2020. 107617.
- DAHMEIN, E. ‘Development blocks’ in industrial economics. **Scandinavian Economic History Review**, v. 36, n. 1, 1988. pp. 3-14.
- DAUM, T. ICT Applications in Agriculture. In: **Encyclopedia of Food Security and Sustainability**. Vol.1. Elsevier, 2019. pp. 255-260.
- DAVIS, J. H., GOLDBERG, R.A. **A concept of agribusiness**. Boston, MA: Harvard University, 1957. 136p.
- DAY, S. Farmtech Landscape 2020. **Better Food Ventures**. 2020. 1p. Disponível em: <https://betterfoodventures.com/agtech-landscapes/farm-tech-landscape-2020#oriented-around-the-farmer> Acesso em: 26 Jul.2020.
- DEITOS, P. Os 4 estágios de crescimento de uma startup.15/02/202. **Artigos STARSE**. Disponível em: <https://app.startse.com/artigos/> Acesso em: 15 Out.2021.
- DESJARDINS, J. The Rising Speed of Technological Adoption. 14/02/2018. **Technology Visual Capitalist**. Disponível em: <https://www.visualcapitalist.com/rising-speed-technological-adoption/> Acesso em: 15 Out.2021.
- DIAS, C. N.; JARDIM, F.; SAKUDA, L. O. (Orgs.) **Radar AgTech Brasil 2019**: Mapeamento das Startups do Setor Agro Brasileiro. Embrapa, SP Ventures e Homo Ludens: Brasília e São Paulo, 2019. Disponível em: www.radaragtech.com.br . Acesso em: 30 Set. 2019.
- DIAS, C. N., NASCIMENTO, D. T. de, ROMMINGER, A. E., BORSATO, A.V., FIGUEIREDO, S. S.de S. Pontes para Inovação: Complementaridade de Recursos para Empreendedorismo, Desenvolvimento de Tecnologias e Inovação Aberta. In: **Anais do EMPRAD – Encontro dos Programas de Pós-Graduação Profissionais em Administração**. São Paulo, 2020. 10p.
- DOPFER, K., NELSON, R. R. The Evolution of Evolutionary Economics. In: NELSON, R. R., DOSI, G., HELFAT, C. E., PYKA, A, WINTER, S. G., SAVIOTTI, P. P., LEE, K., MALERBA, F., DOPFER, K. **Modern Evolutionary Economics - An Overview**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2018. pp.208-229.
- DOLOREUX, D., PARTO, S. Regional innovation systems: Current discourse and unresolved issues. **Technology in society**, 27(2), 2005. pp.133-153.
- DOSI, G., NUVOLARI, A. Introduction: Chris Freeman’s “History, Co-Evolution and Economic Growth”: an affectionate reappraisal. **Industrial and Corporate Change**, v. 29, n. 4, 2020. pp. 1021-1034.

DOSI, G., NELSON, R. R. Technical change and industrial dynamics as evolutionary processes. In: HALL, B. H., ROSENBERG, N. (Eds) **Handbook of the Economics of Innovation** Vol 1. Amsterdam: North-Holland, 2010. pp. 51–127.

DUARTE, D.A. John Deere apresenta “pacote tecnológico” na Expodireto. **AgEvolution Canal Rural**. 03/03/2020. Disponível em: <https://agevolution.canalrural.com.br/john-deere-apresenta-ecossistema-tecnologico-na-expodireto/page/159/> Acesso em: 21.set.2020.

DUBE, L. Foreword. In: ANNOSI, M. C., BRUNETTA, F. (Ed.). **How is Digitalization Affecting Agri-food?** New Business Models, Strategies and Organizational Forms. Routledge, 2020.

DURIC', I. 2020. **Digital technology and agricultural markets** – Background paper for The State of Agricultural Commodity Markets (SOCO) 2020. Rome: FAO, 2020. 53p.

DUTIA, S. G. Agtech: Challenges And opportunities for sustainable growth. **Innovations: Technology, Governance, Globalization**, v. 9, n. 1-2, 2014. pp. 161-193.

DUTTA, S., LANVIN, B., WUNSCH-VINCENT, S. (Eds). **The Global Innovation Index 2017: Innovation Feeding the World**. 10a Ed. Geneva/ New Delhi: Cornell University, INSEAD, World Intellectual Property Organization, 2017. 432p.

EARTH MAP. Disponível em: <https://earthmap.org/login> Acesso em: 16 jun 2021.

EDQUIST, C. Systems of Innovation. In: FAGERBERG, J., MOWERY, D. C., NELSON, R. R. (Eds.). **The Oxford handbook of innovation**. New York: Oxford university press, 2005. pp 181-208.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira**. Brasília, DF: Embrapa/SIRE, 2018. 212 p.

_____. VII Plano Diretor da Embrapa: 2020–2030. Brasília, DF: Embrapa, 2020. 31 p.

EMENDA fortalece ecossistema de inovação do agro em São Paulo. **Forbes Tech**. 26/01/2021. Disponível em: <https://forbes.com.br/forbes-tech/2021/01/emenda-fortalece-ecossistema-de-inovacao-do-agro-em-sao-paulo/> Acesso em: 27 out. 2021.

ESALQTEC. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/relacoes-institucionais/esalqtec> Acesso em: 10 de Out.2021.

ENDEAVOR BRASIL. Disponível em: <https://endeavor.org.br/> Acesso em: 18 ago. 2021.

ENDEAVOR, ENAP. **Índice de Cidades Empreendedoras - Brasil 2020**. Endeavor, Enap: 2021. 75p.

FACEBOOK e Baita Anunciam Programa de Aceleração para Agtechs. 28/09/2020. StartAgro 2020. Disponível em: <http://www.startagro.agr.br/facebook-e-baita-anunciam-programa-de-aceleracao-para-agtechs/> cesso em 24 abr 2021.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **International Digital Council for Food and Agriculture**. Disponível em: <http://www.fao.org/e-agriculture/international-digital-council-food-and-agriculture> Acesso em: 27 abr. 2021.

_____. **The future of food and agriculture** – Alternative pathways to 2050. Rome: FAO, 2018. 224 pp. (a)

_____. **Transforming Food and Agriculture to Achieve the SDGs: 20 interconnected actions to guide decision-makers**. Rome: FAO, 2018. 71p. (b)

- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nation, CEPAL – Commission Económica para América Latina y Caribe. Sistemas alimentarios y COVID-19 en América Latina y el Caribe: La oportunidad de la transformación digital. **Boletín FAO/CEPAL N.º8**. FAO: Santiago, 2020. 20p.
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP, WHO. **The State of Food Security and Nutrition in the World 2020**. Transforming food systems for affordable healthy diets. Rome: FAO, 2020. 289p.
- FAO - Food and Agriculture Organisation, ITU - International Telecommunication Union. **E-Agriculture in Action**. Disponível em: <https://www.itu.int/en/ITU-D/ICT-Applications/Pages/e-agriculture-in-action.aspx> Acesso em: 27 abr. 2021.
- FAOSTAT. **Food and agriculture data**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/> Acesso em: 20.mar.2021.
- FELD, B. **Startup communities: Building an entrepreneurial ecosystem in your city**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2012.
- FERNANDES, A.C. de A. Tecnologia, Cidade e Região: Considerações sobre o Conceito de Sistema Territorial De Inovação. In: **Anais do XVI ENANPUR**, v. 16 n. 1, 2015. 25p.
- FERNANDES, A.C., CÔRTEZ, M.R. Caracterização da base industrial do município de São Carlos: da capacidade de ajuste local à reestruturação da economia brasileira. **Planejamento e Políticas Públicas** (21), 2000. pp.167-210.
- FERRETTI, M., PARMENTOLA, A. Local innovation systems in emerging countries. In: **The Creation of Local Innovation Systems in Emerging Countries**. Cham: Springer, 2015. pp. 7-36
- FETTERS, M., GREENE, P. G., RICE, M. P. (Eds.). **The development of university-based entrepreneurship ecosystems: Global practices**. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing, 2010. 203p.
- FFCi – **Fundação Fórum Campinas Inovadora**. Disponível em: <https://www.forumcampinas.org.br/> Acesso em: 18 ago. 2021.
- FIELKE, S. J., GARRARD, R., JAKKU, E., FLEMING, A., WISEMAN, L.; TAYLOR, B. M. Conceptualising the DAIS: Implications of the ‘Digitalisation of Agricultural Innovation Systems’ on technology and policy at multiple levels. **NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences**, 90, 2019.
- FIGUEIREDO, S. S. S., JARDIM, F. SAKUDA, L. O. (Coods.) **Relatório do Radar Agtech Brasil 2020/2021**: Mapeamento das Startups do Setor Agro Brasileiro. Embrapa, SP Ventures e Homo Ludens: Brasília, 2021. Disponível em: www.radaragtech.com.br>. Acesso em: 28 mai. 2021.
- FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos. **Centelha**. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/apoio-e-financiamento-externa/programas-e-linhas/centelha> Acesso em: 20 dez. 2021.
- FIRETTI, R., CARRER, C. da C., CARDOSO, J., BONACELLI, M. B. M. Instituições Científicas e Tecnológicas no estado de São Paulo: Distribuição Geográfica de Unidades com Atuação no Agronegócio. In: CARRER, C. da C., RIBEIRO, M. M. De L. de O. FIRETTI, R. **Inovação e Empreendedorismo no Agronegócio** - 1ed. Curitiba: Editora CRV, 2020. pp. 18-56.
- FIRETTI, R., PINATTI, E., BONAELLI, M. B. M. Especialização Produtiva da Agropecuária em Diferentes Regiões do Estado de São Paulo: Ensaio para Identificação e Caracterização de Sistemas Locais de Produção e Inovação Agrícola. **Blucher Engineering Proceedings**, v. 3, n. 4, p. 463-479, 2016.
- FLICK, U. **Designing Qualitative Research**. The Sage Qualitative Research Kit. London/ New Delhi: SAGE Publications, 2007. 130p.

- FRANÇA, R. de S., ZIVIANI, F., MUYLDER, C. F. de. Agricultural digitalisation and digital transformation: the future of agricultural competitive excellence in the 4.0. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 2, 2020. pp. 7240-7260.
- FRANCIS, S. Evolution of Technology in the Digital Arena: Theories, Firm-level Strategies and State Policies. **Centre For WTO Studies Working Paper**. New Delhi, Indian Institute Of Foreign Trade, 2018, 74p.
- FRASER, E. D.G., CAMPBELL, M. Agriculture 5.0: reconciling production with planetary health. **One Earth**, v. 1, n. 3, 2019. pp. 278-280.
- FREEMAN, C. **National systems of innovation**: the case of Japan. Technology policy and Economic Performance. London: Printer Publishers, 1987.
- FREEMAN, C., LOUÇÃ, F. **Ciclos e crises no capitalismo global** - Das revoluções industriais à revolução da informação. Porto: Edições Afrontamento, 2004.
- FREEMAN, C., SOETE, L. **The economics of industrial innovation**. 3rd Ed. New York, London: Routledge, 1997. 472p.
- FUGLIE, K., GAUTAM, M., GOYAL, A., MALONEY, W. F. **Harvesting Prosperity: Technology and Productivity Growth in Agriculture**. Washington, DC: World Bank, 2020. 231p.
- FURTADO, A. Difusão tecnológica: um debate superado. In: PELAEZ, V., SZMRECSÁNYI, T. **Economia da Inovação Tecnológica**. São Paulo: Ed. Hucitec, 2006. pp. 168-192.
- FOUNTAS, S., ESPEJO-GARCÍA, B., KASIMATI, A., MYLONAS, N., DARRA, N. The future of digital agriculture: technologies and opportunities. **IT Professional**, 22(1), 2020. pp.24-28.
- G1 Piracicaba e Região. **Assembleia Legislativa aprova criação da Região Metropolitana de Piracicaba**. 18/08/2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/google/amp/sp/piracicaba-regiao/noticia/2021/08/18/assembleia-legislativa-aprova-criacao-da-regiao-metropolitana-de-piracicaba.ghtml> Acesso em: 18 Ago.2021.
- GALINARI, G. Embrapa lança plataforma pioneira e firma parcerias para impulsionar a agricultura digital. 30/04/19. **Notícias**. Embrapa. 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/42958307/embrapa-lanca-plataforma-pioneira-e-firma-parcerias-para-impulsionar-a-agricultura-digital> Acesso em: 15 mai. 2021.
- GARCIA, R., SERRA, M., MASCARINI, S., BASTOS, L., MACEDO, R. Sistemas Regionais de Inovação: fundamentos conceituais, aplicações empíricas, agenda de pesquisa e implicações de políticas. **Texto para Discussão n. 394**. Campinas, IE/ Unicamp, 2020.
- GASKELL, G. Entrevistas individuais e grupais. BAUER, M.W., GASKELL, G. (Eds). **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som**: um manual prático. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2002. pp.64-89.
- GARBA, A.A. **Connecting the Last Mile**, a Fundamental of Digital Transformation. Apresentação realizada no ITU Workshop for Europe and CIS “ICT Infrastructure as a Basis for Digital Economy” em 14 de Maio de 2019. Kiev/ Ukraine: International Telecommunications Union, 2019. 17p.
- GETSCHKO, D. Apresentação. In: NIC.br - Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR (Ed.). **Desigualdades digitais no espaço urbano**: um estudo sobre o acesso e o uso da Internet na cidade de São Paulo. São Paulo: São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil., 2019. pp.13-16.
- GIL, A.C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2008. 200p.

- GIMENEZ, A. M. N., BONACELLI, M. B. M., BAMBINI, M. D. O novo marco legal de ciência, tecnologia e inovação no Brasil: desafios para a universidade. **Desenvolvimento em Debate**, v.6, n.2, p.99-119, 2018.
- GITAHY, Y. Entenda o que é Smart Money. 17/01/2014. **Artigo. SEBRAE**. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/entenda-o-que-e-smart-money,905813074c0a3410VgnVCM1000003b74010aRCRD> Acesso em: 15 Out.2021.
- GOBBLE, M. M. Charting the Innovation Ecosystem. **Research-Technology Management**, 57:4, 2014. pp.55-59.
- GOLLEY, F. B. The ecosystem concept: A search for order. **Ecological Research**, v. 6, n. 2, p. 129-138, 1991.
- GRANSTRAND, O., HOLGERSSON, M. Innovation ecosystems: A conceptual review and a new definition. **Technovation**, v. 90, p. 102098, 2020.
- GRIJPIK, F., KUTCHER, E., MÉNARD, A., RAMASWAMY, S., SCHIAVOTTO, D., MANYIKA, J., CHUI, M., HAMILL, R., OKAN, E. **Connected world** - An evolution in connectivity beyond the 5G revolution. McKinsey Global Institute Discussion paper. February 2020. 87p.
- GROVERMANN, C., GAIJI, S., NICHTERLEIN, K., MOUSSA, A. S., DIAS, S., SONNINO, A., CHULUUNBAATAR, D. The Potential of a Global Diagnostic Tool for Agricultural Innovation Systems. In: DUTTA, S., LANVIN, B., WUNSCH-VINCENT, S. (Eds). **The Global Innovation Index 2017: Innovation Feeding the World**. 10a Ed. Geneva/ New Delhi: Cornell University, INSEAD, World Intellectual Property Organization, 2017. Pp.81-87.
- GUIMARÃES, L. S. P. Evolução do espaço rural brasileiro. In: FIGUEIREDO, A. H. (Org.) **Brasil: uma visão geográfica e ambiental no início do século XXI**. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Geografia, 2016. pp. 119-137.
- HALL, A., MYTELKA, L. K. OYEYINKA, B. O. The innovation systems concept: implications for agricultural research policy and practice, **ILA Policy Brief**, No.2., International Plant Genetic Resources Institute, 2005.
- HAUSBERG, J. P., LIERE-NETHELER, K., PACKMOHR, S., PAKURA, S., VOGELSANG, K. Research streams on digital transformation from a holistic business perspective: a systematic literature review and citation network analysis. **Journal of Business Economics**, Volume 89, 2019. pp.931-963.
- HELSPER, E. J. Introdução. Por que estudos baseados em localização oferecem novas oportunidades para uma melhor compreensão das desigualdades sociodigitais? In: NIC.br - Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR (Ed.). **Desigualdades digitais no espaço urbano: um estudo sobre o acesso e o uso da Internet na cidade de São Paulo**. São Paulo: São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil., 2019. pp.19-43.
- HENRIETTE, E., FEKI, M., BOUGHZALA, I. The Shape of Digital Transformation: A Systematic Literature Review. In: **MCIS 2015 Proceedings**. 10. 2015. 13p.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produto Interno Bruto – PIB**. Dados 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php> Acesso em: 31 mai.2021.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias**: 2017. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. 82p.
- IBM. **Da fazenda ao prato**: IBM ajuda a transformar a agricultura e a indústria de alimentos na América Latina. 15/02/2019. Disponível em: <https://www.ibm.com/blogs/ibm-comunica/da-fazenda-ao-prato-ibm-ajuda-a-transformar-a-agricultura-e-a-industria-de-alimentos-na-america-latina/> Acesso em: 15 mai. 2021.

ILPF CONECTA. Disponível em: <https://www.wccf2021.com.br/conecta> Acesso em: 15 out.2021.

INGIZZA, C. Google aposta no agronegócio com novo programa de aceleração de startups. **Exame In.** 29/09/2021. Disponível em: <https://exame.com/exame-in/google-aposta-no-agronegocio-com-novo-programa-de-aceleracao-de-startups/> Acesso em: 15 Out. 2021.

INSTITUTO MICROPOWER. **BRASIL 5.0.** Disponível em: <https://institutomicropower.org/brasil5-0/> Acesso em: 15 mai. 2021.

INVESTE-SP - **Agência Paulista de Promoção de Investimentos e Competitividade.** SP em Mapas. Disponível em: <https://www.investe.sp.gov.br/sp-em-mapas/> Acesso em 10 Out.2021.

INVESTOPEDIA. **Gig Economy.** 4 feb 2021. Disponível em: <https://www.investopedia.com/terms/g/gig-economy.asp> Acesso em: 02.mar2021.

ITU - International Telecommunication Union. **About.** Disponível em: <https://www.itu.int/en/about/Pages/default.aspx> Acesso em: 27 abr 2021.

ITU - International Telecommunication Union; FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Status of Digital Agriculture in 18 countries of Europe and Central Asia.** Geneva, Switzerland: ITU, 2020. 80p.

JACKSON, D. J. What is an innovation ecosystem. **National Science Foundation**, v. 1, n. 2, 2011. pp. 1-13

JACQUINET, M. Artificial intelligence, big data, platform capitalism and public policy: an evolutionary perspective. In: **WEA On-Line Conference - Going Digital: What is The Future of Business and Labour?** Bristol: World Economics Association, 2019. pp. 1-9.

JAPÃO. Cabinet Office. Society 5.0. Disponível em: https://www8.cao.go.jp/cstp/english/society5_0/index.html Acesso em: 09.out.2020.

JOGULU, U. D.; PANSIRI, J. Mixed methods: A research design for management doctoral dissertations. **Management research review**, 2011.

KENNEY, M., ZYSMAN, J. The rise of the platform economy. **Issues in science and technology**, v. 32, n. 3, 2016. pp. 61-69.

KEOGH, J. G., DUBE, L., REJEB, A., HAND, K. J., KHAN, N., DEAN, K. The Future Food Chain: Digitization as an Enabler of Society 5.0. In: DETWILER, D. (Ed.). **Building the Future of Food Safety Technology.** Uk, US: Elsevier, 2020. pp.11-38.

KITSUTA, C. de M. **Engajamento corporativo com startups:** ambiente de negócios, capacidades em gestão da inovação e modos de engajamento. Tese. (Doutorado em Política Científica e Tecnológica). Universidade Estadual de Campinas. 2021.294f.

KLERKX, L., ROSE, D. Dealing with the game-changing technologies of Agriculture 4.0: How do we manage diversity and responsibility in food system transition pathways? **Global Food Security**, v. 24, p. 100347, 2020.

KLERKX, L., VAN MIERLO, B., LEEUWIS, C. Evolution of systems approaches to agricultural innovation: Concepts, analysis and interventions. In: DARNHOFER, I., GIBBON, D. AND DEDIEU, B. (eds), **Farming systems research into the 21st century: The new dynamic.** Dordrecht: Springer: 2012. 457–83.

KLINE, S.J.; ROSENBERG, N. An overview of innovation. In: LANDAU, R., ROSENBERG, N. (Ed.). **The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth.** The National Academy of Science, USA, 1986. pp.275-305

KLIMAS, P., CZAKON, W. Species in the wild: a typology of innovation ecosystems. **Review of Managerial Science**, 2021. pp.1-34.

- KOSIOR, K. Digital transformation in the agri-food sector—opportunities and challenges. **Roczniki Naukowe SERiA XX** (Annals), 2018. pp.98-104.
- KRIPPENDORFF, K. **Content analysis: an introduction to its methodology**. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc, 2004. 412p.
- LACA, E. A. Precision livestock production: tools and concepts. **Revista brasileira de zootecnia**, v. 38, n. SPE, 2009. pp. 123-132.
- LEÃO, A. L. M. DE S., MELLO, S. C. B. DE, VIEIRA, R. S. G. O papel da teoria no método de pesquisa em Administração. **Revista Organizações em Contexto**, 5(10), 2009. pp. 1-16.
- LECLERC, R. TILNEY, M. AgTech is the New Queen of Green. **Crunch Network**. 1st of April, 2015. Disponível em: <https://techcrunch.com/2015/04/01/the-new-queen-of-green/> Acesso em: 22 fev.2018.
- LESC – Liga de Empreendedorismo de São Carlos. **Report Sanca Hub - Mapeamento Do Ecossistema do Empreendedorismo de São Carlos**. Dezembro de 2020. São Carlos: LESC, 2020. 66p.
- LOH, Y. A. C. Approaches to ICT for development (ICT4D): vulnerabilities vs. capabilities. **Information Development**, v. 31, n. 3, 2015. pp. 229-238.
- LOUÇÃ, F. As Time Went by - Long Waves in the Light of Evolving Evolutionary Economics. **SPRU Working Paper Series** 2019-05. 2019. 69p.
- LUNVALL, B. **National Systems of Innovation: towards a theory of innovation and interactive learning**. London, UK: Pinter Publishers, 1992.
- LUSCH, R. F., NAMBIAN, S. Service innovation: A service-dominant logic perspective. **MIS quarterly**, v. 39, n. 1, 2015. pp. 155-176.
- MALERBA, F. Sectoral systems of innovation and production. **Research policy**, v. 31, n. 2, 2002. pp. 247-264.
- MALERBA, F.; MCKELVEY, M. Knowledge-intensive innovative entrepreneurship integrating Schumpeter, evolutionary economics, and innovation systems. **Small Business Economics**, Volume 54, 2020. pp. 503–522.
- MANYIKA, J., RAMASWAMY, S., KHANNA, S., SARRAZIN, H., PINKUS, G., SETHUPATHY, G., YAFFE, A. **Digital America: A tale of the haves and have-mores**. McKinsey Global Institute, 2015. 107p.
- MAPA – **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br> Acesso em: 15 mai. 2021.
- MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Programa levará tecnologias 4.0 para o agronegócio - Edital do programa Agro 4.0 foi lançado nesta quinta-feira. Inscrições podem ser feitas até o dia 26 de setembro. **Notícias**. 04/09/2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/programa-levara-tecnologias-4-0-para-o-agronegocio> Acesso em: 06.set.2020.
- MARR, B. 35 Amazing Real World Examples Of How Blockchain Is Changing Our World. Jan 22, 2018. **Forbes**. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/01/22/35-amazing-real-world-examples-of-how-blockchain-is-changing-our-world/?sh=523b5c1143b5> Acesso em: 02.mar.2021.
- MARTHA JÚNIOR, G. B. Forças motrizes para a agropecuária brasileira na próxima década: implicações para a agricultura digital. In: MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A.; OLIVEIRA, S. R. de M.; MEIRA, C. A. A.; LUCHIARI JUNIOR, A.; BOLFE, E. L. (Ed.). **Agricultura digital: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. pp. 358-379.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A.; LUCHIARI JUNIOR, A.; EVANGELISTA, S. R. M. A transformação digital no campo rumo à agricultura sustentável e inteligente. In: MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A.; OLIVEIRA, S. R. de M.; MEIRA, C. A. A.; LUCHIARI JUNIOR, A.; BOLFE, E. L. (Ed.). **Agricultura digital: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. pp. 20-45.

MASSRUHÁ, S. M. F. S., LEITE, M.A. de A. Agro 4.0-rumo à agricultura digital. In: MAGNONI JÚNIOR, L.; STEVENS, D.; SILVA, WTL da; VALE, JMF do; PURINI, SR de M.; MAGNONI, M. da GM; SEBASTIÃO, E.; BRANCO JÚNIOR, G.; ADORNO FILHO, EF; FIGUEIREDO, W. dos S.; SEBASTIÃO, I.(Org.). **JC na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: mobilizar o conhecimento para alimentar o Brasil**. 2. ed. São Paulo: Centro Paula Souza, 2017. pp.28-35.

MAULE, R. F. **Método multidisciplinar de análise territorial para o fortalecimento da agricultura irrigada: aplicação em políticas públicas**. 2020. 97 p. Tese (Doutorado em Ciências – Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2020.

MAZOYER, M., ROUDART, L. **História das agriculturas no mundo: do Neolítico à crise contemporânea**. São Paulo: Editora UNESP, 2008.

MAZZUCATO, M., ROBINSON, D. K.R. Co-creating and directing Innovation Ecosystems? NASA's changing approach to public-private partnerships in low-earth orbit. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 136, 2018. pp. 166-177.

MCOM - **Ministério das Comunicações**. Disponível em: <https://www.gov.br/mcom/pt-br> Acesso em: 15 mai. 2021.

MCTI - **Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações**. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br> Acesso em: 15 mai. 2021.

MCKINSEY & Company. **A mente do agricultor brasileiro na era digital**. Edição 2021. 23p.

MCKINSEY & Company. **A mente do agricultor brasileiro na era digital**. 2020. 25p.

MEGIDO, J. L. T.; XAVIER, C. **Marketing & agribusiness**. São Paulo: Atlas, 1993. 157 p.

MENDES, C. I. C.; MASSRUHÁ, S. M. F. S.; MARANHÃO, J. S. de A.; RIBEIRO, P. G. G.; SANTOS, L. C. X. O direito frente à digitalização da agricultura. In: MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A.; OLIVEIRA, S. R. de M.; MEIRA, C. A. A.; LUCHIARI JUNIOR, A.; BOLFE, E. L. (Ed.). **Agricultura digital: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. pp. 306-329.

MIAN, S. A., KLOFSTEN, M., LAMINE, W. Introduction. In: MIAN, S. A., KLOFSTEN, M., LAMINE, W. (Eds.), **Handbook of Research on Business and Technology Incubation and Acceleration**. Edward Elgar Publishing, 2021. pp.1-15.

MILANEZ, A. Y., MANCUSO, R. V., MAIA, G. B. D. S., GUIMARÃES, D. D., ALVES, C. E. A., MADEIRA, R. F. Conectividade rural: situação atual e alternativas para superação da principal barreira à agricultura 4.0 no Brasil. **BNDES Setorial**, v. 26, n. 52, set. 2020. pp.7-43.

MINISTÉRIO lança programa de extensão rural digital. 12/10/2020. Digital. **AgEvolution Canal Rural**. Disponível em: <https://agevolution.canalrural.com.br/ministerio-lanca-programa-de-extensao-rural-digital/> Acesso em: 25 mar.2021.

MONDO, V. H. V., MASSRUHÁ, S. M. F. S., PACKER, A. P. C., MORANDI, M. A. B. **Corredor de Inovação Agropecuária**. 2021. 19p.

MOTHE, J. DE LA, PAQUET, G. Local and regional systems of innovation as learning socio-economies. In: **Local and regional systems of innovation**. Boston: Springer, 1998. pp 1-16.

MOWERY, D.C., ROSENBERG, N. **Trajetórias da inovação: a mudança tecnológica nos Estados Unidos da América no século XX**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2005. 230p.

- MYRON, D. What is Digital Transformation and Why is it Important Now? **Customer relationship management** July 2016. p.2
- NAIME, J. de M., CAMARGO NETO, J., VAZ, C. M. P. Avaliação geral, resultados, perspectivas e uso de ferramentas de agricultura de precisão. In: BERNARDI, A. C. de C., RESENDE, A.V. de, BASSOI, L.H., INAMASU, R. Y. (Eds) **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. pp.69-72.
- NAMBISAN, S., LYYTINEN, K., MAJCHRZAK, A., & SONG, M. Digital Innovation Management: Reinventing innovation management research in a digital world. **Mis Quarterly**, 41(1), 2017.
- NAMBISAN, S., LYYTINEN, K., YOO, Y. Digital innovation: towards a transdisciplinary perspective. In: NAMBISAN, S., LYYTINEN, K., YOO, Y. (Ed.). **Handbook of digital innovation**. Cheltenham/Northampton: Edward Elgar Publishing, 2020. pp.2-12.
- NAMBISAN, S.; WRIGHT, M.; FELDMAN, M. The digital transformation of innovation and entrepreneurship: Progress, challenges and key themes. **Research Policy**, v. 48, n. 8, p. 103773, 2019.
- NELSON, R. R. **A perspective on the evolution of evolutionary economics**. Industrial and Corporate Change, 2020. pp.1-18.
- NELSON, R.R. (ed.) **National Innovation Systems: A Comparative Analysis**. New York: Oxford University Press, 1993. 541 p.
- NELSON, R. R., WINTER, S. G. **An Evolutionary Theory of Economic Change**. Cambridge: Harvard University Press, 1982. 437 pp.
- NICOLELLA, A., LIMA, M. S. de, ARAÚJO, P. F. C. de. Contribuição da FAPESP ao Desenvolvimento da Agricultura Paulista. In: ARAÚJO, P. F. C. de, NICOLELLA, A. (Orgs) **Contribuição da FAPESP ao desenvolvimento da agricultura do Estado de São Paulo**. São Paulo: FAPESP, 2018. Pp. 277-355.
- NUVOLARI, A. Understanding successive industrial revolutions: A “development block” approach. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 32, 2019. pp. 33-44.
- NIC.BR - Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nos domicílios brasileiros: TIC Domicílios 2019**. 1. ed. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2020. 340p. (a)
-
- A Era da interdependência**
- digital**: relatório do painel de alto nível sobre cooperação digital do Secretário-Geral da ONU. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2020. 141p. (b)
- O DESAFIO da conectividade no meio rural. 12/12/2019. **Novo Rural**. disponível em: <https://novorural.com/noticia/2139/o-desafio-da-conectividade-no-meio-rural>. Acesso em: 05 jan. 2020.
- OECD/Eurostat. **Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation**, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, Paris/ Luxembourg: OECD Publishing/ Eurostat: 2018.
- OECD - Organization for Economic Co-operation and Development. **Making Better Policies for Food Systems**. Paris: OECD Publishing, 2021. 279p.
-
- Going Digital: Shaping**
- Policies, Improving Lives**. Paris: OECD Publishing, 2019. 168p. (a)
-
- Agricultural Policy**
- Monitoring and Evaluation 2019**. Paris: OECD Publishing, 2019. (b)

How digital technologies are impacting the way we grow and distribute food. Global Forum on Agriculture 2018 “Digital technologies in food and agriculture: reaping the benefits”. Paris: OECD/ Trade and Agriculture Directorate Committee for Agriculture, 2018.

Science, Technology and Industry Scoreboard 2017: The digital transformation. Paris: OECD Publishing, 2017. 220p. (a)

The Next Production Revolution: Implications for Governments and Business. Paris: OECD Publishing, 2017 438p. (b)

OECD Digital Economy Outlook 2017. Paris: OECD Publishing, 2017. 321p. (c)

Data-Driven Innovation: Big Data for Growth and Well-Being. Paris: OECD Publishing, 2015. 452p.

OINAS, P., MALECKI, E.J. The evolution of technologies in time and space: from national and regional to spatial innovation systems. **International regional science review**, 25(1), 2002. pp.102-131.

OSMUNDTSEN, K.; IDEN, J.; BYGSTAD, B. Digital Transformation: Drivers, Success Factors and Implications. In: **Proceedings of Mediterranean Conference on Information Systems (MCIS)**, 2018.

PARKER, G. G., VAN ALSTYNE, M. W., CHOUDARY, S.P. **Platform Revolution: How Networked Markets are Transforming the Economy— and How to Make them Work for You.** New York/ London: W.W.Norton, 2016.

PAUNOV, C., SATORRA, S.P. How are digital technologies changing innovation? Evidence from agriculture, the automotive industry and retail. **OECD Science, Technology and Industry Policy Papers**. No. 74, 2019. 53p.

PEREIRA, C. N., CASTRO, C. N. O Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária e a Análise dos Investimentos no Fundo Setorial do Agronegócio. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 58(2), 2020. e181041.

PEREZ, C. **Second Machine Age or Fifth Technological Revolution?** (Part 2) The periodization of history into technological revolutions: why, what, how many and when? Different interpretations lead to different recommendations – Reflections on Erik Brynjolfsson and Andrew McAfee’s book *The Second Machine Age* (2014). 24.Feb.2017. Disponível em: <http://beyondthetechrevolution.com/blog/second-machine-age-or-fifth-technologicalrevolution-part-2/> Acesso em 31.out.2019

PEREZ, C. **Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages.** Cheltenham, UK: Edward Elgar, 2002. 198 p.

PEREZ, C. Technological change and opportunities for development as a moving target. **CEPAL Review** 75, 2001. pp.109-130.

PEREZ, C. Structural change and assimilation of new technologies in the economic and social systems. **Futures**, v. 15, n. 5, 1983. pp. 357-375.

PHILLIPS, D., KINGSLAND, S. (Eds.). **New Perspectives on the History of Life Sciences and Agriculture.** Archimedes 40. Cham: Springer International Publishing Switzerland, 2015

PIGFORD, A.A. E.; HICKEY, G. M.; KLERKX, L. Beyond agricultural innovation systems? Exploring an agricultural innovation ecosystems approach for niche design and development in sustainability transitions. **Agricultural Systems**, v. 164, 2018. pp. 116-121.

- PIHIR, I., TOMIČIĆ-PUPEK, K., FURJAN, M. T. Digital Transformation Playground- Literature Review and Framework of Concepts. **Journal of Information and Organizational Sciences**, v. 43, n. 1, 2019. pp. 33-48.
- PIMENTEL-NETO, J.G., SANTOS, R.A. de A., SILVEIRA, K.C. da, FERNANDES, A.C. de A. Aprendizagem, interação e proximidade: os sistemas de inovação e a ciência geográfica. **Revista de Geografia** (Recife), 23(1), 2008. pp.91-97.
- PIRACICABA. **Prefeitura Municipal. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico**. Disponível em: <http://semdec.piracicaba.sp.gov.br/sobre-a-semdec/> Acesso em: 18 ago. 2021.
- PIVOTO, D., MORES, G. de VARGAS, SILVA, R. F. da, KAWANO, B. R., TALAMINI, E. Smart Farming. Pode trazer ganhos ao agronegócio? **AgroANALYSIS**, 36(3),2016. pp. 31-33.
- POWELL, W. W., KOPUT, K. W., SMITH-DOERR, L. Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology. **Administrative science quarterly**, 1996. pp.116-145.
- PRESCOTT, R. A Força dos pequenos - Provedores regionais cumprem papel essencial ao levar banda larga para o interior do país. **Revista.br**, Nº 13, dezembro de 2017. pp.48-52.
- PUTNAM, R. The prosperous community: Social capital and public life. **The american prospect**. 13(Spring), Vol. 4, 1993.
- RAJALAHTI, R. Sourcebook Overview and User Guide. In: **WORLD BANK. Agricultural Innovation Systems: An Investment Sourcebook**. Washington (DC): The World Bank, 2012. pp.1-13.
- RALLET, A., TORRE, A. Geography of innovation, proximity and beyond. In: Bathelt,H., Cohendet, P., Henn, S., Simon, L. The Elgar companion to innovation and knowledge creation. Cheltenham, UK/ Northampton, US: Edward Elgar Publishing, 2017. pp. 421-439.
- RAMOS, P. Referencial teórico e analítico sobre a agropecuária brasileira. In: RAMOS, P. (Org.) **Dimensões do agronegócio brasileiro: políticas, instituições e perspectivas**. Brasília: MDA, 2007. pp. 18-47.
- RAZA, U., SALAM, A. Zenneck waves in decision agriculture: An empirical verification and application in embased underground wireless power transfer. **Smart Cities**, v. 3, n. 2, 2020. pp. 308-340.
- REIS, J., AMORIM, M., MELÃO, N., MATOS, P. Digital transformation: a literature review and guidelines for future research. In: ROCHA Á., ADELI H., REIS L.P., COSTANZO S. (Eds). **Trends and Advances in Information Systems and Technologies**. WorldCIST'18. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 745. Springer Cham., 2018. pp. 411-421.
- RENDA, A., REYNOLDS, N., LAURER, M., COHEN, G. **Digitising Agrifood: Pathways and Challenges**. Brussels/ Parma: CEPS and BCFN, 2019. 140p.
- RIBEIRO, N. M., SOUZA, C. R. B. DE, FREITAS. A. E. S. (Org.) **Ecosistemas de inovação: análise para além das fronteiras**. Salvador: EDIFBA, 2019. 273 p.
- RIES, E. **A startup enxuta**. Rio de Janeiro: Ed. Leya, 2012. 273p.
- RIJSWIJK, K.; KLERKX, L.; TURNER, J. A. Digitalisation in the New Zealand Agricultural Knowledge and Innovation System: Initial understandings and emerging organisational responses to digital agriculture. **NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences**, v. 90, 2019.14p.
- ROBERTSON, M., MOORE, A., HENRY, D., BARRY, S. Digital agriculture: what's all the fuss about. **agriculture and food**, csiro. au. (2018).
- RODRIGUES, R., SANTANA, C.A. M., BARBOSA, M. M. T. L., PENA-JÚNIOR, M. A. G. Drivers de mudanças no sistema agroalimentar brasileiro. **Parcerias Estratégicas** v.17 n.34 Junho 2012. pp.07-43.

- RODRIGUES, N. Ferramentas de sensoriamento remoto serão usadas para comprovar perdas agrícolas. 06/04/2020. **Notícias**. Embrapa. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/51254387/ferramentas-de-sensoriamento-remoto-serao-usadas-para-comprovar-perdas-agricolas> Acesso em: 15 mai. 2021. (a)
- RODRIGUES, N. Desenvolvedores contam com a plataforma AgroAPI para criar soluções para o campo. 13/10/20. **Notícias**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/56366082/desenvolvedores-contam-com-a-plataforma-agroapi-para-criar-solucoes-para-o-campo> Acesso em: 15 mai. 2021. (b)
- ROJKO, A. Industry 4.0 Concept: Background and Overview. **International Journal of Interactive Mobile Technologies**. Vol. 11, Issue 5, 2017. pp.77-90.
- ROMANI, L. A. S.; BAMBINI, M. D.; BARIANI, J. M.; DRUCKER, D. P.; MINITTI, A. F.; GONZALEZ, A. F.; KUROMOTO, V. M.; TELLES, G. A. de S.; ARAÚJO, R. F.; DIAS, C. N.; ASSUNÇÃO, B. S. B. de; SOUZA, S. S. de; LUCHIARI JÚNIOR, A.; MEIRA, C. A. A. Ecosistema de inovação em agricultura: evolução e contribuições da Embrapa. In: MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A.; OLIVEIRA, S. R. de M.; MEIRA, C. A. A.; LUCHIARI JUNIOR, A.; BOLFE, E. L. (Ed.). **Agricultura digital: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. pp. 278-304.
- ROXO, I. R. F. C. Fórum de Inovação para Agropecuária e Polos de Inovação Tecnológicos para Agropecuária. **Relatório Apresentado para Prêmio Ceres 2019 – Categoria Qualidade Agropecuária**. Brasília: MAPA, 2019. 18p.
- SAIZ-RUBIO, V., ROVIRA-MÁS, F. From smart farming towards agriculture 5.0: A review on crop data management. **Agronomy**, v. 10, n. 2, 2020. 21p.
- SALDAÑA, J. **The coding manual for qualitative researchers**. Cornwall, Great Britain: SAGE Publications Ltd, 2009. 227p.
- SAA/CRDS. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. **Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável**. Disponível em: <https://www.cdrs.sp.gov.br/portal/institucional/quem-somos> Acesso em: 15 Out.2021.
- SANCAHUB. **Report Mapeamento do Ecosistema de Empreendedorismo de São Carlos**. Disponível em: <https://www.reportsancahub.com.br/> Acesso em: 15 nov.2021.
- SÃO CARLOS. Prefeitura Municipal. *Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Ciência, Tecnologia e Inovação*. 2021. Disponível em: <http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/secretarias-municipais/115254-secretaria-municipal-de-desenvolvimento-sustentavel-ciencia-e-tecnologia.html> Acesso em: 18 ago. 2021.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Instituto de Economia Agrícola. Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável. **Projeto LUPA 2016/2017: Censo Agropecuário do Estado de São Paulo**. São Paulo: SAA: IEA: CDRS, 2019.
- SÃO PAULO. **Secretaria de Desenvolvimento Econômico**. Disponível em: <https://www.desenvolvimentoeconomico.sp.gov.br/> Acesso em: 15 Out. 2021.
- SCHAEFFER, P.R. **O papel das universidades na dinâmica dos ecossistemas de inovação: evidências para o estado de São Paulo**. Tese. (Doutorado em Política Científica e Tecnológica). Universidade Estadual de Campinas. 2020. 279f.
- SCHOT, J., STEINMUELLER, W. E. Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change. **Research Policy**, v. 47, n. 9, 2018. pp. 1554-1567.
- SCHROEDER, K., LAMPIETTI, J., ELABED, G. **What's Cooking: Digital Transformation of the Agrifood System**. Washington, DC: World Bank, 2021. 229p.
- SCHUMPETER, J. A. **Capitalism, Socialism, and Democracy**. New York: Harper and Brothers, third edition, 1934.

SCHWAB, K. **The fourth industrial revolution**. Cologny/Geneva: World Economic Forum®, 2016. 171p.

SCRIVENS, K., SMITH, C., Four interpretations of social capital: An agenda for measurement. **OECD Statistics Working Paper Series**, 2013. 70p.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Tecnologia da Informação no Agronegócio** – Produtor Rural. Brasília: Sebrae, 2017. 26p. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Pesquisa%20SEBRAE%20-%20TIC%20no%20Agro.pdf> Acesso em: 10.jul.2020.

O Sebrae faz articulação de políticas públicas. Saiba como atuamos para criar um ecossistema favorável ao empreendedorismo no Brasil. 05/05/2021. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/sebraeaz/o-sebrae-faz-articulacao-de-politicas-publicas,d53facf2e0e39710VgnVCM100000d701210aRCRD> Acesso em: 20 Dez.2021

SELLTIZ, C., JAHODA, M., DEUTSCH, M., COOK, S. W. **Pesquisa nas relações sociais**. São Paulo: Editora Pedagógica da Universidade de São Paulo, 1975.

SHARMA, K.; MATHUR, H. P. A Step Towards Digital Agronomy by Startups. **International Journal of Business Insights & Transformation**, v. 12, n. 1, 2018.

SILVA, J. G. da. Agora, defender-se do vírus... E depois? **Segur. Aliment. Nutr.**, Campinas, v. 27, e020019. 2020. pp. 1-4.

SILVA NETO, V. J. da Platform capitalism. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 18, n. 2, 2019. pp. 449-454.

SILVA, C. N. da, SILVA, J. M. P. da. Território. In: IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Centro de Documentação e Disseminação de Informações. **Brasil em números = Brazil in figures**. vol. 26. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. pp. 45-66.

SIMMIE, J., CARPENTER, J. CHADWICK, A., MARTIN, R. History Matters: Path dependence and innovation in British city-regions. **Research report**: July 2008. London: Nesta, 2008. 94p.

SINCLAIR, S., ROCKWELL, G. **Voyant Tools**. 2016. Disponível em: <http://voyant-tools.org/> Acesso em: 15 Out. 2021.

SOETE, Luc. Towards the digital economy: scenarios for business. **Telematics and Informatics**, v. 17, n. 3, 2000. pp. 199-212.

SOETE, L., VERSPAGEN, B., TER WEEL, B. Systems of innovation. In: HALL, B. H., ROSENBERG, N. (Ed.). **Handbook of the Economics of Innovation**. North-Holland, 2010. pp. 1159-1180.

SOUZA FILHO, H. M. de, BUAINAIN, A. M., DA SILVEIRA, J. M. F. J., VINHOLIS, M. D. M. B. Condicionantes da adoção de inovações tecnológicas na agricultura. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, 28(1), 2011. pp. 223-255.

SPIELMAN, D. J., BIRNER, R. **How innovative is your agriculture?** Using innovation indicators and benchmarks to strengthen national agricultural innovation systems. Washington, DC: World Bank, 2008.

SPINA, F. Rodada de investimento: qual a chance de uma startup ir do Series A ao Series E? 18/06/2020. **Distrito**. Disponível em: <https://distrito.me/rodada-investimento-seed-series-a/> Acesso: 15 Out. 2021.

STARTUP COMMONS. **Startup Development Phases** - from idea to business and talent to organization. Disponível em: <https://www.startupcommons.org/startup-development-phases.html> Acesso em: 15 Out. 2021.

- STURGEON, T. J. Upgrading strategies for the digital economy. **Global Strategy Journal**, 2019. pp.1-24.
- SUOMINEN, A., SEPPÄNEN, M. AND DEDEHAYIR, O. A bibliometric review on innovation systems and ecosystems: a research agenda. **European Journal of Innovation Management**, Vol. 22 No. 2, 2019. pp. 335-360.
- TANSLEY, S., TOLLE, K., HEY, T. (Eds.). **The fourth paradigm: data-intensive scientific discovery**. Redmond, WA: Microsoft Research, 2009. 252p.
- TENG, P. Knowledge intensive agriculture: the new disruptor in world food? **RIS commentary**, n. 124. Nanyang Avenue: Nanyang Technological University, 2017. 3p.
- THE ECONOMIST. The future of agriculture. **Technology Quarter**. Jun 11th, 2016. Disponível em: <http://www.economist.com/technology-quarterly/2016-06-11> Acesso em: 18 dez.2016.
- THOMAS, L. D. W., AUTIO, E. Innovation ecosystems. In: ALDAG, R. (Ed.) **Oxford Research Encyclopedia of Business and Management**. UK: Oxford University Press, 2019.
- TIMMER, C. P. The agricultural transformation. In: CHENERY, H., SRINIVASAN, T.N. (Eds) **Handbook of Development Economics**. Vol. I, 1988. pp. 275-331.
- TRENDOV, N. M., VARAS, S., ZENG, M. **Digital Technologies in Agriculture and Rural Areas - Status Report**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2019. 141p.
- TRIVELLI, L., APICELLA, A., CHIARELLO, F., RANA, R., FANTONI, G., TARABELLA, A. From precision agriculture to Industry 4.0. **British Food Journal**, 2019. pp. 1730-1743.
- ULEZ'KO, A., DEMIDOV, P., TOLSTYKH, A. The effects of the digital transformation. In: **International Scientific and Practical Conference "Digital agriculture-development strategy"** (ISPC 2019). Atlantis Press, 2019. pp125-129.
- UN - United Nations, PA Consulting Group. Digital Agriculture: Feeding the future. Project Breakthrough. **The Disruptive Technology Executive Briefs**. 2017. 6p. Disponível em: <http://breakthrough.unglobalcompact.org/disruptive-technologies/digital-agriculture/> Acesso em: 21 mar. 2021
- UNCTAD - United Nations Conference on Trade and Development. **Technology and Innovation Report 2021**. New York: UN, 2021. 170p.
-
- Maximizing sustainable agri-food supply chain opportunities to redress COVID-19 in developing countries.**
- 23/12/2020. New York: UN, 2020. 17p. (a)
-
- Impact of the Pandemic on Trade and Development: Transitioning to a New Normal.** New York: UN, 2020(b)
-
- Digital Economy Report 2019: Value Creation and Capture: Implications for Developing Countries.** New York: United Nations Publications, 2019. 172p.
- UOL. **Decreto recompõe orçamento para pesquisas científicas da Fapesp em 2021.** 04/01/2021. <https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2021/01/04/decreto-recompoe-orcamento-integral-para-pesquisas-cientificas-da-fapesp.htm> Acesso em: 19.jan.2021.
- VAN ES, H.; WOODARD, J. Innovation in agriculture and food systems in the digital age. In: DUTTA, S.; LANVIN,B.; WUNSCH-VINCENT, S. (Eds). **The Global Innovation Index 2017 - Innovation Feeding the World**. 10th Ed. Ithaca, Fontainebleau, and Geneva: Cornell University, INSEAD, and WIPO, 2017. p. 99.

VAN VELDHOVEN, Z.; VANTHIENEN, Jn. Designing a comprehensive understanding of digital transformation and its impact. In: **32nd Bled eConference: Humanizing Technology for a Sustainable Society**, 2019. pp. 745-763.

VASCONCELOS, Y. A força das agtechs. **Revista Pesquisa FAPESP**. No 287. Janeiro 2020. pp. 21-23.

VIAL, G. Understanding digital transformation: A review and a research agenda. **Journal of Strategic Information Systems** 28(2), 2019. pp. 118-144.

VITÓN, R.; CASTILLO, A.; LOPES-TEIXEIRA, T. **AGTECH**: Mapa de inovação Agtech na América Latina e no Caribe. Washington: BID LAB, 2019. 65p.

VON VELTHEIM, F.R., HEISE H. The AgTech Startup Perspective to Farmers Ex Ante Acceptance Process of Autonomous Field Robots. **Sustainability**, 12(24),10570, 2020.

WALTZ, E. Digital farming attracts cash to agtech startups. **Nat Biotechnol** 35, 397–398 (2017). <https://doi.org/10.1038/nbt0517-397>

WBGi – **We Believe in Great Ideas**. Disponível em: <https://wbgi.com.br/#quem-somos> Acesso em: 15 Out. 2021.

WEF, ACCENTURE. **Digital Transformation Initiative in Collaboration with Accenture**. Executive Summary, 2017. 3 Cologny/Geneva: World Economic Forum, 2017. Disponível em: <https://www.accenture.com/acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/WEF/PDF/Accenture-DTI-executive-summary.pdf> Acesso em: 01.mar.2021.

WEF - World Economic Forum. **Platforms**. Disponível em: <https://www.weforum.org/platforms> Acesso em: 27 abr 2021

_____ **Data-Driven Food Systems for Crisis Resiliency. White Paper**. Sept.2020. Geneva/Cologny: WEF, 2020. 23p.

_____ **Digital Transformation: Powering the Great Reset**. July 2020. Geneva/Cologny: WEF, 2020. 17p.

WHO – World Health Organization. WHO Coronavirus Dashboard. Disponível em: <https://covid19.who.int/> Acesso em: 15 Nov.. 2021.

WILLIS, A. J. The Ecosystem: An Evolving Concept Viewed Historically. **Functional Ecology**, Vol. 11, No. 2 (Apr., 1997), 1997. pp. 268-271.

WOLFERT, S., GE, L., VERDOUW, C., BOGAARDT, M. J. Big data in smart farming—a review. **Agricultural systems**, 153, 2017. Pp. 69-80.

WORLD BANK - International Bank for Reconstruction and Development. **Gini index** (World Bank estimate). Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicator/SI.POV.GINI> Acesso em: 15 Out.2021.

_____ **World Bank**. Disponível em: <https://www.worldbank.org/en/what-we-do> Acesso em: 27 abr. 2021.

_____ **Future of Food: Harnessing Digital Technologies to Improve Food System Outcomes**. Washington, DC: World Bank Group, 2019. 40p.

_____ **Development Report 2016: Digital Dividends**. Washington DC: The World Bank Group, 2016. 333p.

WU, Y. J.; LIN, S.-J.; HSIEH, Y.-J. Entrepreneurship and Innovation in the Digital Era. **Computers in Human Behavior**, v. 95, 2019. pp. 233-237,

X – The moonshot factory. Disponível em: <https://x.company/projects/mineral/> Acesso em: 16 jun.2021.

XIN, J., ZAZUETA, F. Technology trends in ICT—towards data-driven, farmer-centered and knowledge-based hybrid cloud architectures for smart farming. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, v. 18, n. 4, 2016. pp. 275-279.

YIN, R. K. **Case study research and applications: design and methods** - Sixth edition. Los Angeles: SAGE, 2018.

YIN, R. K. **Qualitative research from start to finish**. Second Edition. New York: The Guilford Press, 2016. 386p.

YOUNG, J. C. Rural digital geographies and new landscapes of social resilience. *Journal of Rural Studies*, v. 70, 2019. pp. 66-74.

ZAHEER, H., BREYER, Y., DUMAY, J. Digital entrepreneurship: An interdisciplinary structured literature review and research agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 148, 2019. p. 119735.

ZHENMIN, L. Introduction. Recovering better: economic and social challenges and opportunities. A compilation of the High-level Advisory Board on Economic and Social Affairs. In: UN - United Nations United Nations, Department of Economic and Social Affairs. Recover Better: Economic and Social Challenges as Opportunities. New York, US: UN, 2020. UN - United Nations. **World Population Prospects 2019: Highlights**. New York: UN/ Department of Economic and Social Affairs, Population Division., 2019. 39p.

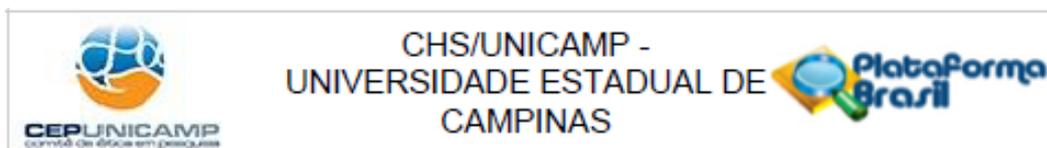
ZIEGLER, S., SEGURA, J. A., BOSIO, M., CAMACHO, K. **Conectividad Rural En América Latina y El Caribe**. San José, Costa Rica/ Washington, DC/ Redmond, US: IICA, BID, MICROSOFT, 2020. 119p.

ZYLBERSZTAJN, D. Agribusiness systems analysis: origin, evolution and research perspectives. *Revista de Administração* (São Paulo), v. 52, n. 1, 2017. pp. 114-117.

ZYSMAN, J. The algorithmic revolution - the fourth service transformation. *Communications of the ACM*, v. 49, n. 7, 2006. p. 48.

ANEXO 1

Parecer do Comitê de Ética em Ciências Humanas da Unicamp emitido em 2021



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: TRANSFORMAÇÃO DIGITAL DO CAMPO: CONTRIBUIÇÃO DOS ECOSISTEMAS DE INOVAÇÃO AGRÍCOLA E DAS AGTECHS NO ESTADO DE SÃO PAULO

Pesquisador: MARTHA DELPHINO BAMBINI

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 23283419.7.0000.8142

Instituição Proponente: Instituto de Geociências

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.984.497

Apresentação do Projeto:

INFORMAÇÕES FORNECIDAS PELA EQUIPE DE PESQUISA VIA PLATAFORMA BRASIL

Esta pesquisa tem como panorama de fundo o processo de transformação digital entendido como uma 2ª onda de transformação tecnológica baseada em Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) impulsionada por processos de digitalização e de interconexão, sustentados por um amplo ecossistema de tecnologias inter-relacionadas. Este processo vem alterando a forma como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos em uma escala, escopo e complexidade nunca antes vistos. Processos de inovação digital têm um papel de crescente importância em toda a economia, incluindo o setor agropecuário, ainda que em uma velocidade menor do que na indústria. A terminologia Agricultura 4.0 ou Agricultura Digital vem sendo usada de uma forma mais ampla, para abarcar a questão da Transformação Digital no Campo (TDC), que pode levar a redução de custos, aumentar a produtividade e a sustentabilidade agropecuária com perspectivas para uma grande revolução tecnológica da qual participariam tanto pequenos agricultores quanto grandes produtores de commodities. As startups Agtech têm hoje um protagonismo no processo de transformação digital do campo e se localizam, em geral, próximas a ecossistemas de inovação que oferecem acesso a: mercados de interesse, conhecimento e tecnologias geradas em universidades e centros de pesquisas, capital e diferentes tipos de financiamento e ambientes de inovação como incubadoras, aceleradoras, coworkings e laboratórios compartilhados (living labs,

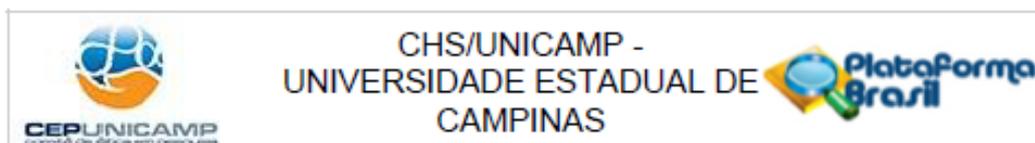
Endereço: Av. Bertrand Russell, 801, 2º Piso, Bloco C, Sala 5, Campinas-SP, Brasil.

Bairro: Cidade Universitária "Zeferino Vaz" **CEP:** 13.083-865

UF: SP **Município:** CAMPINAS

Telefone: (19)3521-6836

E-mail: cepchs@unicamp.br



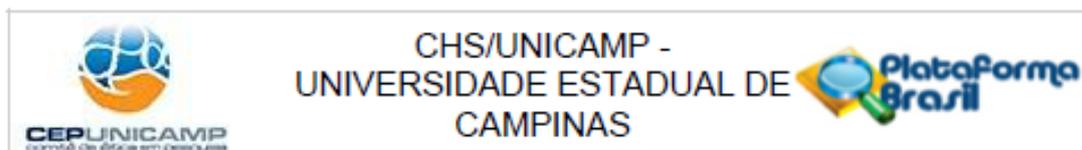
Continuação do Parecer: 4.984.497

fab labs, espaços maker, etc).O objetivo principal do estudo é INVESTIGAR A CONTRIBUIÇÃO DOS ECOSISTEMAS DE INOVAÇÃO AGRÍCOLA DIGITAL DO ESTADO DE SÃO PAULO PARA O FENÔMENO DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL DO CAMPO. Tendo em vista a grande relevância do setor agropecuário para a economia brasileira, o Estado de São Paulo foi selecionado tanto pela sua representatividade no PIB nacional e quanto no PIB Agropecuário do país. O estado reúne uma grande quantidade de centros de pesquisa e universidades de excelência, um parque empresarial importante que inclui tanto o campo das Ciências Agrárias quanto das TICs, e por seus importantes ecossistemas regionais de empreendedorismo e inovação próximos aos municípios de São José dos Campos, São Paulo, Campinas, Piracicaba, São Carlos e Ribeirão Preto. Esta pesquisa possui caráter qualitativo, com elementos quantitativos, e será conduzida em quatro etapas, a saber: (1) Análise do Ambiente competitivo envolvendo a Transformação Digital do Campo, considerando panorama internacional; (2) PANORAMA DO CONTEXTO BRASILEIRO PARA A DIGITALIZAÇÃO DO CAMPO, COM DESTAQUE PARA A ATUAÇÃO DAS AGTECHS DIGITAIS SITUADAS NO PAÍS; (3) Análise Descritiva do ecossistema Agtech do Estado de São Paulo; (4) ESTUDO EMPÍRICO SOBRE A INFLUÊNCIA DE AÇÕES PARA FORTALECIMENTO DE ECOSISTEMAS DE INOVAÇÃO E EMPREENDEDORISMO PAULISTAS PARA A EVOLUÇÃO DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL DO CAMPO. Os métodos de coleta de dados previstos no estudo são: revisão de literatura acadêmica; pesquisa documental e em base de dados quantitativas; entrevistas semiestruturadas e questionários on-line. Os resultados esperados do projeto são: (i) análise dos fatores de influência na transformação digital no campo (básicos e habilitadores) e monitoramento internacional de sua aplicação; (ii) mapeamento e análise do ecossistema paulista de inovação agrícola; (III) DESCRIÇÃO DO CONTEXTO BRASILEIRO DE DIGITALIZAÇÃO DO CAMPO, COM DESTAQUE PARA AS ATIVIDADES DA ESFERA PÚBLICA E A CULTURA DE INOVAÇÃO E DO EMPREENDEDORISMO AGTECH; (IV) ANÁLISE DOS RESULTADOS DE AÇÕES DE FOMENTO AO EMPREENDEDORISMO AGTECH DIGITAL E IMPACTOS PARA A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL DO CAMPO.

Critério de Inclusão:

Poderão ser incluídos como participantes da pesquisa, indivíduos vinculados a:• Instituições de Ensino e Pesquisa atuando em campos de docência e pesquisa relacionadas a Ciências Agrárias (e especializações correlatas), Economia Agrícola e Tecnologia de Informação (Ciência da Computação, Engenharia da Computação, Engenharia Elétrica, Análise de Sistemas e carreiras afins);• Centros de Pesquisa públicos e privados;• Startups que atuam ou pretendem atuar em temas da agricultura digital;• Parques Tecnológicos, Aceleradoras, Hubs de Inovação, Incubadoras,

Endereço: Av. Bertrand Russell, 801, 2º Piso, Bloco C, Sala 5, Campinas-SP, Brasil.
Bairro: Cidade Universitária "Zeferino Vaz" **CEP:** 13.083-865
UF: SP **Município:** CAMPINAS
Telefone: (19)3521-6836 **E-mail:** cepchs@unicamp.br



Continuação do Parecer: 4.984.497

coworkings com representatividade de empreendedores do ramo Agtech;• Instituições de Fomento à Pesquisa Tecnológica;• Grandes empresas do ramo de Tecnologia Agrícola ou Tecnologia de Informação aplicada a agropecuária;• Consultorias e prestadores de serviços do ramo agropecuário e de tecnologia de informação;• Investidores com atuação no segmento Agtech (de várias categorias: Corporativo, Venture Capital, Anjo, etc).Poderão ser consultados também indivíduos com experiência no setor agropecuário e de tecnologia que participam de processos de mentoria junto a startups Agtech.

Critério de Exclusão:

Não serão incluídos na pesquisa indivíduos que não se enquadrarem na relação acima, em especial aqueles que não atuarem profissionalmente em temas relacionados com os objetivos desta pesquisa.

Objetivo da Pesquisa:

INFORMAÇÕES FORNECIDAS PELA EQUIPE DE PESQUISA VIA PLATAFORMA BRASIL

O objetivo-geral da pesquisa É INVESTIGAR A CONTRIBUIÇÃO DOS ECOSSISTEMAS DE INOVAÇÃO AGRÍCOLA DIGITAL DO ESTADO DE SÃO PAULO PARA O FENÔMENO DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL DO CAMPO.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

É informado no TCLE que "Esta pesquisa não apresenta riscos previsíveis aos participantes". O texto inserido na Plataforma Brasil extrapola o que se pede neste campo.

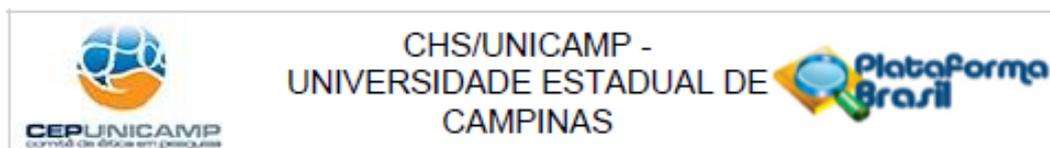
Também é informado que "Não há previsão de benefícios diretos ao participante."

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Emenda a protocolo já aprovado neste CEP com a seguinte justificativa:

"Justificativa de Emenda de Projeto –16/09/2021 Título: Transformação Digital do Campo: Contribuição dos Ecossistemas de Inovação Agrícola e das Agtechs no Estado de São Paulo Aluna: Martha Delphino Bambini (RA 890848) Orientadora: Profa. Dra. Maria Beatriz Machado Bonacelli CAAE: 23283419.7.0000.8142 Prezados, O processo de submissão da proposta inicial de pesquisa junto ao CEP- CHS se deu no ano de 2019, com parecer emitido em novembro de 2019. Em função

Endereço: Av. Bertrand Russell, 801, 2º Piso, Bloco C, Sala 5, Campinas-SP, Brasil.
Bairro: Cidade Universitária "Zeferino Vaz" **CEP:** 13.083-865
UF: SP **Município:** CAMPINAS
Telefone: (19)3521-6836 **E-mail:** cepchs@unicamp.br



Continuação do Parecer: 4.984.497

da ocorrência da pandemia de 2019, com a pesquisadora principal contraído a doença, a pesquisa sofreu um atraso, em virtude de manifestações pós-covid e dificuldades cognitivas. Quando a pesquisa foi retomada, foram conduzidas as etapas iniciais de pesquisa, com caráter exploratório (etapas 1 e 2), a partir de literatura acadêmica, pesquisa documental e bases de dados quantitativas. O resultado destas etapas indicou a necessidade de um ajuste relacionado à pergunta de pesquisa e ao enfoque da investigação. Ressalta-se que os mecanismos de coleta junto a seres humanos não foram alterados em relação à proposta aprovada em 2019. Houve principalmente um ajuste dos roteiros de coleta, apresentados no Anexo 1. Os procedimentos relacionados à ética em pesquisa serão os mesmos. Em função da pandemia, optou-se por conduzir a pesquisa de campo após o exame de qualificação, que ocorreu em meados de julho, quando foram obtidas várias indicações da banca sobre o estudo de campo. A submissão dessa emenda se dá no sentido de informar o CEP sobre a alteração nos objetivos selecionados para projeto, que influenciaram o título da tese a ser defendida. Assim, entende-se ser necessário indicar que a autorização de projeto CAAE: 23283419.7.0000.8142 tem um novo título de referência, a saber: • Novo título: Transformação Digital do Campo: Contribuição dos Ecossistemas de Inovação Agrícola e das Agtechs no Estado de São Paulo • Título anterior: Desafios e Oportunidades da Agricultura Digital para Startups Agtech: panorama do ecossistema do Estado de São Paulo. Outras alterações, além do título, ao objetivo-central e às Etapa 2 e à Etapa 4 da pesquisa, indicadas a seguir, no sumário. O detalhamento do texto modificado está apresentado no projeto, assinalado em amarelo, conforme solicitado. Foram também atualizados o cronograma e orçamento. Em virtude do contexto da pandemia e seu impacto na condução de minha pesquisa, eu tenho uma urgência relacionada à condução da pesquisa de campo, pois tenho um prazo máximo para defesa concedido pelo meu empregador, 31/12/2021. Fico à disposição para quaisquer esclarecimentos que se façam necessários. Agradeço a atenção e o retorno."

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

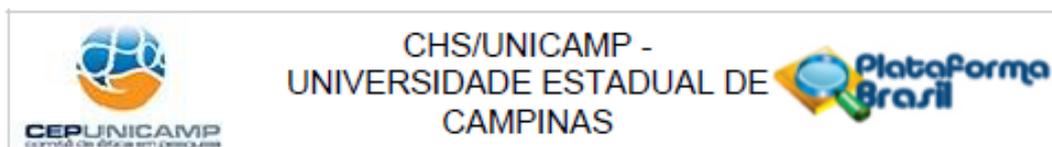
ver "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações"

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

1. Considerando que nenhum dado foi obtido até o momento, o cronograma é inadequado e não considera o prazo de apreciação ética.

De todo modo, considerando que se trata de protocolo já aprovado, a emenda foi considerada excepcionalmente aprovada neste CEP apesar desta inadequação, desde que nenhum dado tenha sido coletado em data anterior a este parecer.

Endereço: Av. Bertrand Russell, 801, 2º Piso, Bloco C, Sala 5, Campinas-SP, Brasil.
Bairro: Cidade Universitária "Zeferino Vaz" **CEP:** 13.083-865
UF: SP **Município:** CAMPINAS
Telefone: (19)3521-6836 **E-mail:** cepchs@unicamp.br



Continuação do Parecer: 4.984.497

Não estão sob o escopo deste parecer

- Eventuais alterações documentais realizadas sem aviso prévio e/ou não solicitadas pelo CEP em forma de pendência ou de recomendação;
- Dados coletados em data anterior a este parecer;
- Caso, eventualmente, os dados sejam coletados com autorizações pendentes;
- Caso, eventualmente, os dados sejam coletados sem a aprovação/autorização do centro co-participante (se necessário).

* Conforme a Resolução 510/16, art.28 inciso V, ao término do estudo deve ser apresentado ao CEP um relatório final da pesquisa via NOTIFICAÇÃO.

** Relatório parcial deve ser apresentado em caso de qualquer intercorrência.

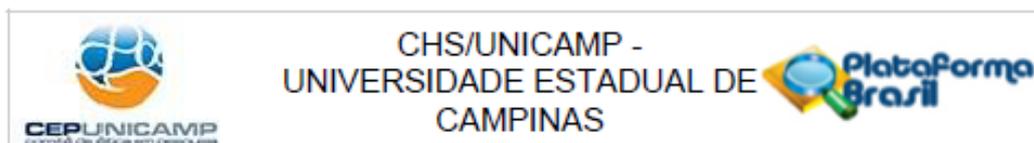
*** Potenciais alterações no protocolo podem ser solicitadas via EMENDA. Em caso de submissão de emenda, a coleta de dados fica suspensa até que a emenda seja aprovada.

**** Documentação pendente pode ser submetida via NOTIFICAÇÃO, não sendo necessário aguardar novo parecer para a continuidade da pesquisa.

Considerações Finais a critério do CEP:

1. Vale lembrar que a interação com os participantes de pesquisa só pode ser iniciada a partir da aprovação desse protocolo no CEP. Os cronogramas de geração/coleta de dados deve acompanhar o relatório final de pesquisa
2. Cabe enfatizar que, segundo a Resolução CNS 510/16, Art.28 Inciso IV, o pesquisador é responsável por "(...) manter os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período mínimo de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa".
3. O participante da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado. (Res.510/16, Cap.III, Art.9, inciso II)
4. A responsabilidade de obtenção de registro de consentimento, bem como o de sua guarda adequada, é de inteira responsabilidade da equipe de pesquisa. Tais documentos podem ser

Endereço: Av. Bertrand Russell, 801, 2º Piso, Bloco C, Sala 5, Campinas-SP, Brasil.
 Bairro: Cidade Universitária "Zeferino Vaz" CEP: 13.083-865
 UF: SP Município: CAMPINAS
 Telefone: (19)3521-6836 E-mail: cepchs@unicamp.br



Continuação do Parecer: 4.984.497

solicitados a qualquer momento pelo sistema CEP-CONEP para fins de auditoria, bem como servem de proteção para os próprios pesquisadores em caso de eventuais reclamações ou denúncias por parte dos participantes.

5. A responsabilidade pelo planejamento e boa gestão de dados é de inteira responsabilidade da equipe de pesquisa.

6. Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas e aguardando a aprovação do CEP para continuidade da pesquisa.

7. Conforme a Resolução 510/16, art.28 inciso V, ao término do estudo deve ser apresentado ao CEP um relatório final da pesquisa via NOTIFICAÇÃO.

8. Caso a pesquisa seja realizada ou dependa de dados a serem observados/coletados em uma instituição (ex. empresas, escolas, ONGs, entre outros), essa aprovação não dispensa a autorização dos responsáveis. Caso não conste no protocolo no momento desta aprovação, estas autorizações devem ser submetidas ao CEP em forma de notificação antes do início da pesquisa.

9. Vale também ressaltar o Art. 3o, inciso VIII da Resolução 510/16:

"São princípios éticos das pesquisas em Ciências Humanas e Sociais:

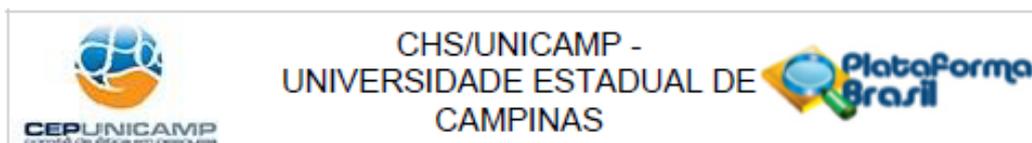
VIII - garantia da não utilização, por parte do pesquisador, das informações obtidas em pesquisa em prejuízo dos seus participantes;"

10. O papel do CEP é proteger e garantir os direitos do participante de pesquisa. Está além das funções e das capacidades técnicas do CEP a validação jurídica de documentos como termos de licenciamento de uso/reprodução de imagem e voz e demais tipos de autorizações.

11. As declarações preenchidas na Plataforma Brasil são feitas sob documento público e estão sujeitas a todas as responsabilidades legais e administrativas relacionadas.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Endereço: Av. Bertrand Russell, 801, 2º Piso, Bloco C, Sala 5, Campinas-SP, Brasil.
 Bairro: Cidade Universitária "Zeferino Vaz" CEP: 13.083-865
 UF: SP Município: CAMPINAS
 Telefone: (19)3521-6836 E-mail: cepchs@unicamp.br



Continuação do Parecer: 4.984.497

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1822411_E1.pdf	16/09/2021 23:00:20		Aceito
Orçamento	OrcamentoEmendaProjetoMarthaBambiniVF.pdf	16/09/2021 22:57:17	MARTHA DELPHINO BAMBINI	Aceito
Cronograma	CronogramaEmendaVF.pdf	16/09/2021 22:58:57	MARTHA DELPHINO BAMBINI	Aceito
Declaração de Pesquisadores	JustificativaEmendaProjetoMarthaBambini.pdf	16/09/2021 22:58:34	MARTHA DELPHINO BAMBINI	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoDoutoradoMarthaBambiniVF.pdf	16/09/2021 22:53:48	MARTHA DELPHINO BAMBINI	Aceito
Folha de Rosto	FOLHADEROSTOMARTHABAMBINI2021.pdf	15/09/2021 12:02:51	MARTHA DELPHINO BAMBINI	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEQuestionarioOnlineMarthaBambini2021.pdf	10/09/2021 21:37:14	MARTHA DELPHINO BAMBINI	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEModeloEntrevistaVirtual2021.pdf	10/09/2021 21:37:06	MARTHA DELPHINO BAMBINI	Aceito
Outros	Anexo1RoteirosEntrevistaQuest2021.pdf	10/09/2021 21:34:31	MARTHA DELPHINO BAMBINI	Aceito
Outros	AtestadoMatriculaMartha2osem2021.pdf	10/09/2021 21:34:06	MARTHA DELPHINO BAMBINI	Aceito
Parecer Anterior	PB_PARECER_CONSUBSTANCIADO_CEP_3679506.pdf	10/09/2021 21:26:03	MARTHA DELPHINO BAMBINI	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CAMPINAS, 19 de Setembro de 2021

Assinado por:
Thiago Motta Sampaio
 (Coordenador(a))

Endereço: Av. Bertrand Russell, 801, 2º Piso, Bloco C, Sala 5, Campinas-SP, Brasil.
 Bairro: Cidade Universitária "Zeferino Vaz" CEP: 13.083-865
 UF: SP Município: CAMPINAS
 Telefone: (19)3521-6836 E-mail: cepchs@unicamp.br