



UNIVERSIDADE FUMEC

FACULDADE DE CIÊNCIAS EMPRESARIAIS - FACE
DOUTORADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E GESTÃO DO
CONHECIMENTO

RENATA DE SOUZA FRANÇA

**AGRICULTURA DIGITAL 4.0: UM MODELO INOVATIVO DE
TRANSFORMAÇÃO AGRÍCOLA DIGITAL NO BRASIL**

Área de Concentração

GESTÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E DO CONHECIMENTO

Linha de Pesquisa

GESTÃO DA INFORMAÇÃO E DO CONHECIMENTO

Belo Horizonte - MG
2020

RENATA DE SOUZA FRANÇA

AGRICULTURA DIGITAL 4.0: UM MODELO INOVATIVO DE TRANSFORMAÇÃO
AGRÍCOLA DIGITAL NO BRASIL

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Sistemas de Informação e Gestão de Conhecimento, da Universidade Fumec, como requisito para a obtenção do Título de Doutora em Sistemas de Informação e Gestão de Conhecimento.

Área de concentração: Gestão de Sistemas de Informação e do Conhecimento.

Linha de Pesquisa: Gestão da Informação e do Conhecimento.

Orientador: Prof. Dr. Fabricio Ziviani

Belo Horizonte - MG
2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F814a França, Renata de Souza, 1985-
Agricultura digital 4.0: um modelo inovativo de transformação agrícola digital no Brasil / Renata de Souza França. - Belo Horizonte, 2020.

161 f.: il.; 29,7 cm

Orientador: Fabrício Ziviani

Tese (Doutorado em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento), Universidade FUMEC, Faculdade de Ciências Empresariais, Belo Horizonte, 2020.

1. Tecnologia da informação. 2. Agricultura. 3. Sistemas agrícolas. 4. Inovações agrícolas. I. Título. II. Ziviani, Fabrício. III. Universidade FUMEC, Faculdade de Ciências Empresariais.

CDU: 631.171

Tese intitulada “**AGRICULTURA DIGITAL PARA O CENÁRIO 4.0: indicação de aspectos que incutem em um modelo inovativo de Transformação Agrícola Digital no Brasil**” de autoria de Renata de Souza França, aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Fabricio Ziviani

Prof. Dr. Fabrício Ziviani – Universidade FUMEC(Orientador)

Fernando Silva Parreiras

Prof. Dr. Fernando Silva Parreiras – Universidade FUMEC(Examinador Interno)

Armando Sérgio de Aguiar Filho

Prof. Dr. Armando Sérgio de Aguiar Filho – Universidade FUMEC(Examinador Interno)

Ana Luiza Lara de Araújo Burcharth

Profa. Dra. Ana Luiza Lara de Araújo Burcharth – FDC(Examinador Externo)

Diego Mathias Natal da Silva

Prof. Dr. Diego Mathias Natal da Silva –IFSudesteMG(Examinador Externo)

Fernando Silva Parreiras

Prof. Dr. Fernando Silva Parreiras

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento da Universidade FUMEC

Belo Horizonte, 06 de maio de 2020.

Dedico este estudo a todos os produtores deste país que, com garra e perseverança, fazem da agricultura um meio de sustento e sobrevivência. Acompanhá-los durante esse período, além de conhecimento, me proporcionou momentos de alegria e compaixão. Sou uma pessoa, pesquisadora e profissional melhor após essa pesquisa. Nós precisamos de vocês!

AGRADECIMENTOS

Chegar até aqui para escrever este agradecimento me faz sentir um misto de alegria, inquietação e orgulho. Neste momento, recordo-me de cada etapa que percorri no período doutoral. Foram desafios pessoais, participação na banca seletiva dois dias após a “partida” da minha mãe, depressão pós trauma, a suspensão da bolsa, a readaptação em Minas Gerais...quantas incertezas e inseguranças...e as aulas continuavam, as demandas não paravam...escrita de artigos, decisão de temática, participação em eventos...ufaa...não foi fácil. Mas pude contar com o apoio de muitas pessoas, que hoje são essenciais para mim.

Agradeço a Deus, que me sustentou e me segurou em seus braços em cada passo que dei, que me mostra o bom caminho e que me ama, mesmo quando não o sigo, me dá muito mais do que eu mereço e me faz querer ser melhor todo o tempo. Esse título é a realização de um sonho que o Senhor me proporcionou, mas não muda em nada a minha essência e a vontade de estar sempre mais perto de ti.

Agradeço a minha querida mãe “Sol” que, mesmo ausente neste mundo, me faz recordar de suas palavras e seus sentimentos a todo instante. Sei que está comigo em todos os momentos e é isso que preenche o vazio que sinto depois que você partiu. Nunca me esquecerei do dia em que, em um leito de hospital e sedada, você chorou quando eu disse que faria a prova do doutorado, e por isso não iria na visita do dia posterior (único dia por sinal em que eu não estava com você). Podiam acreditar que você não escutava, mas eu tinha certeza que você estava ali, como ainda está no dia de hoje, me apoiando e incentivando como sempre fez.

Ao meu pai querido, Waltinho, companheiro e amigo, obrigada por me incentivar a buscar o que é melhor para mim. Obrigada por estar ao meu lado e por acreditar nas decisões que tomei e tomo. O apoio que tenho de você é essencial para minhas conquistas. Mínimos são os espaços e as palavras para definirem o que o senhor representa para mim e para todos aqueles que o rodeiam. Você é sensacional!!!

Agradeço imensamente aos meus irmãos Ricardo e Jeanne. Cacá, obrigada por me levar à presença de Deus, e por me proporcionar um caminho guiado de amor, fé e esperança. Obrigada pela parceria e por compreender meu retorno a Minas Gerais. Sei que o abandonei muitas vezes, mas esse sonho hoje realizado trará benefícios para todos nós. A você, Je, agradeço por compreender minhas alterações de humor, por estar comigo quando eu não via saídas, por me apoiar também quando minhas bolsas foram cortadas, e por permitir que eu continuasse nessa caminhada. Agradeço também pelos incentivos nessas frases diárias: “Quando isso vai acabar?”, “Até agora você não terminou isso?” e “Foca aí para terminar isso logo, você está surtando!” (risos). O maior presente que minha mãe me deixou foram vocês!!!

Florindo, meu noivo, também não encontro palavras para descrever a gratidão e a importância que você possui na minha vida. Obrigada por me apoiar em todos os momentos, por embarcar nas mudanças e nas decisões que tomei. Por compreender minha ansiedade, meu estresse, minha falta de paciência e até esperar essa fase acabar para o casamento acontecer. Agora não tenho mais desculpas (risos). Obrigada por crescermos juntos...Não sei se conseguiria sem você.

Ao meu orientador Fabrício Ziviani, um master agradecimento. Com você aprendi o paradoxo da simplicidade e a responsabilidade de ser um doutor. As oportunidades que tive

ao seu lado foram imensuráveis: viagens nacionais e internacionais, acompanhamento em hospitais, confidências, mensagens de apoio, carinho e puxões de orelha. Mas nada comparado à amizade e à gratidão que tenho por você. Estaremos sempre juntos!

Com carinho também agradeço ao professor Dr. Fernando que, com maestria, nos direcionou, lutou pelo nosso curso e pelo nosso desenvolvimento, e presenciou cada crescimento que tivemos. À professora Dra. Cristiana de Muylder, que com sua elegância e delicadeza, apoia continuamente todos os alunos que têm o prazer de compartilhar suas aulas. Você é uma inspiração (já te disse isso e hoje deixo registrado). Ao professor Dr. Armando, meu muito obrigada pelas parcerias e pelas dicas. Não tivemos muitas oportunidades, mas as poucas que nos encontramos foram de muitos aprendizados e dedicação. Professora Dra. Ana Burchart, por permitir escutá-la e por preencher as nossas lacunas científicas com grandes ideias. Ao professor Dr. Diego Natal, que sempre se dispôs a estar conosco e compartilhar seu conhecimento. Aos professores Dra. Juliana e Dr. Fernando Zaidan, que, sem questionar, enviaram a carta indicação para meu início nesta trajetória.

Agradeço à “Família de Cá” (França) e “Grande Família” (Souza), que mesmo não sendo as pessoas mais normais do mundo (risos), compartilham risadas e muito amor. Em especial, obrigada Daniela e Natália, primas e irmãs que compreenderam minha ausência durante o curso, que também me apoiaram enquanto eu decidi trilhar caminhos em outro estado, diminuindo a distância física que existia entre nós. Os telefonemas e mensagens diárias me faziam reerguer e lutar pelos meus objetivos. Obrigada Dani, por me dar as filhas de coração (como elas mesmas dizem) que tenho hoje, Alê e Ana. Muitas vezes elas me tiraram de momentos que eu mesma não acreditava que sairia.

Em especial, também agradeço às tias Vilmice, Valéria e Vera: vocês são os reflexos da garra, luta e bondade. Tenho muito orgulho quando dizem que eu me pareço com vocês. Aos meus cunhas, Alex e Fabrine. As diversões e parcerias foram essenciais para que eu chegasse aqui. Os parques de diversão, as barracas de praia e as ideias mirabolantes que surgem quando estamos juntos demonstram o quanto somos felizes por termos uns aos outros e, por hoje, integrarmos uma mesma família.

Aos amigos que percorreram esse caminho comigo: Fábio, Eric, Jurema, Paulo Isnard e Elaine, obrigada por me apoiarem nos momentos em que mais precisei. Uma vez me falaram que o doutorado seria solitário, mas afirmo que nunca me senti só. Tomamos as dores uns dos outros, enfrentamos as pessoas uns pelos outros... Foram vocês que não me deixaram desistir, as vezes, com um simples whatsapp de “Olá!”. As conversas, brincadeiras, telefonemas e viagens ficarão para a vida, Marília e Florianópolis serão eternos. Sei que “andando com vocês, eu merendo no recreio”, por isso, “segue o baile” (risos).

Agradeço também às minhas amigas, Flávia e Nayhara, que tiveram a paciência de escutar meus áudios de, no mínimo, 5 minutos, contando meu projeto, minhas frustrações e minhas vitórias, que choraram e riram comigo, que compartilharam memes e me lembravam T-O-D-O-S O-S D-I-A-S que “Agro é Tec...Agro é Pop...Agro é Tudo”...À Priscila Lima, por sempre me socorrer e escutar meus lamentos e corrigir minhas traduções (risos). Às professoras Liliane Rezende e Ana Paula Pedroso, companheiras de UEMG, por me levantar com suas conversas quando eu desanimava. À melhor terapeuta, Shirley, por não desistir de mim e por me mostrar o quanto eu posso e devo prosseguir. Vocês são demais!!!

Parceiras e colaboradoras da Clínica Santuário do Corpo, agradeço, sem exceção, a cada uma de vocês. Obrigada pela confiança, pelo comprometimento e pela colaboração. Nossa Clínica não seria a mesma sem vocês. Somos mais fortes juntos. Vocês são demais!

Amigxs do Colégio Santa Rita, vocês não seriam esquecidos. Nesse “Lugar de Gente Feliz”, tive experiências e muito apoio. Tive os melhores abraços em todas as tardes. Tive exemplos de grandes lideranças (coordenações e DEPAS), de amor à docência e de preocupação com o próximo. Vocês me fazem acreditar em um mundo melhor. Renato e Irmã Luzia, obrigada por me permitirem sentir tudo isso.

Pr. Andrews e família, agradeço as orientações, as preocupações e o empenho me colocar mais próxima de Deus. Cada dia mais sentindo a gratidão em meu coração, percebo o quanto nosso Deus é TOP, assim como vocês.

Júlio e Evelyn, vocês são muito especiais. Agradeço o apoio e a paciência em solucionar todos os nossos problemas acadêmicos, que pareciam simples diante de tanta compreensão e competência. Priscila, o que seria de nós sem você e sem seus Xerox... Obrigada, de coração.

Agradeço às pessoas que me apoiaram de diferentes formas, direta e indiretamente. Com vocês cheguei aos agricultores, participei de grandes eventos e conheci lugares e pessoas inesquecíveis. Muito obrigada à minha sogra Ana Maria, ao Carlos André, à Michele e Marcela, Janaína Morais, Bárbara Camargos, Raquel Monteiro, Fê Raggi, Yane, Selma Cubel, Tatiana Spinelli (O Estadão), Luciana Giamellaro (O Estadão), Erivelton (Eterna Agricultura) e muitos outros (Graças a Deus \0/). Minha eterna gratidão.

Aos agricultores que me receberam de braços abertos, que compartilharam um pouco de suas vidas, de suas dificuldades e até de seus produtos (risos), meu muito obrigada!!! Isso é por e para vocês.

Gratidão...de “todo” o meu coração!!!

Bem-aventurado o homem que acha sabedoria, e o homem que adquire conhecimento”

(Provérbios 3:13)

RESUMO

A dinamicidade proposta pelas tecnologias de informação e comunicação adentram setores econômicos e exigem novas condutas para alcance de vantagens competitivas. A necessidade de mitigação entre os mundos físico e virtual são cada vez maiores e colocam a Transformação Digital como possibilidade de estruturação e revitalização dos modelos de negócios para a era digital. Contudo, o movimento de modernização exige que os tratamentos e visões das indústrias agrícolas sejam repensadas, inclusive para o cenário brasileiro. Para o Brasil, a agricultura é fonte de subsistência e desempenho e o país é considerado um dos principais produtores e exportadores de produtos primários e *commodities*. Entretanto, esse tipo de produção é demarcado pela quantidade e não pela qualidade, exigindo elevados índices de produtividade. Nesse contexto, esta pesquisa tem por objetivo analisar aspectos para proposição de um modelo de Transformação Agrícola Digital que vise à criação de valor nas indústrias agrícolas Brasileiras e, por isso, buscou-se entender: quais aspectos incutem na criação de valor na agricultura brasileira, por meio da Transformação Agrícola Digital? Para atender ao objetivo e responder ao problema de pesquisa, foram utilizadas abordagens quantitativas e qualitativas, representadas pelas análises de conteúdo e equações estruturais. Inicialmente, teve-se uma pesquisa qualitativa, com coleta de dados secundária, na qual buscaram-se modelos da Agricultura Digital e Transformação Digital na agricultura, presentes na literatura. *A posteriori*, criou-se um modelo de Transformação Agrícola Digital para criação de valor. Todas as hipóteses propostas na pesquisa foram confirmadas e concluiu-se que os aspectos de Soluções Digitais, Parcerias e Cocriação, Cultura de Conhecimento e Inovação, Sistemas de Gestão de Negócio e Mercado e Desenvolvimento Humano são capazes de criar valor para as indústrias agrícolas brasileiras, e que esses fatores, ao compor a Transformação Agrícola Digital são influenciados pelo ambiente externo. Com o modelo, a agricultura pode ser integrada, automatizada e promovida como algo econômico, automatizado, inteligente, sustentável, de alta qualidade e alto rendimento, oferecendo valor ao que é entregue aos clientes, inclusive em *commodities*.

Palavras-chave: Agricultura; Inovação; Transformação Digital; Criação de Valor; Cenário 4.0

ABSTRACT

A dynamism proposed by information and communication technologies enters economic sectors and requires new approaches to make competitive advantages. The need for mitigation between the physical and virtual worlds is increasing and places Digital Transformation as a possibility for structuring and revitalizing business models for the digital age. However, the modernization movement demands that the treatments and visions of the agricultural industries be compensated, including for the Brazilian scenario. In Brazil, agriculture is a source of livelihood and performance and the country made one of the leading producers and exporters of primary products and commodities. This type of production is marked by quantity than quality, requiring high use rates. This research aims to propose of a model of digital agricultural transformation that aims at value create in Brazilian agricultural industries and, therefore, sought to understand the aspects related to create value in Brazilian agriculture, through Agricultural Transformation. Digital? To meet the aims and answer the research problem, quantitative and qualitative approaches used, represented by content analysis and structural equations. Initially, there was a qualitative research with secondary data collection, which sought models of Digital Agriculture and Digital Transformation in agriculture, present in the literature. Afterwards, a Digital Agricultural Transformation model created for value creation. All hypotheses proposed in the research were confirmed and concluded that the aspects of Digital Solutions, Partnerships and Co-creation, Innovation and Knowledge Management, Business and Market Management Systems and Human Development are able to create value for the Brazilian agricultural industries and that these factors, when composing the Digital Agricultural Transformation is influenced by the external environment. With the model, agriculture will could be integrated, automated and promoted as economical, automated, intelligent, sustainable, high quality and high yield, offering value to what delivered to customers, including commodities.

Keywords: Agriculture; Innovation; Digital Transformation; Value Create; Envirement 4.0

LISTA DE FIGURAS

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 1 Modelo Transformação Digital proposto por Demirkan, Spohrer e Welser (2016).. | 39 |
| Figura 2 Modelo Transformação Digital proposto por Rogers (2016)..... | 40 |
| Figura 3 Modelo Transformação Digital proposto por Sánchez e Zuntini (2018)..... | 40 |
| Figura 4 Modelo Transformação Digital proposto por Shinde et al. (2014)..... | 41 |
| Figura 5 Modelo Transformação Digital proposto por Vaz et al. (2017)..... | 42 |
| Figura 6 Revoluções Sociais..... | 48 |
| Figura 7 Revoluções agrícolas..... | 50 |
| Figura 8 Modelo proposto por Liang <i>et al.</i> (2002)..... | 59 |
| Figura 9 Modelo proposto por Liang <i>et al.</i> (2003)..... | 60 |
| Figura 10 Modelo proposto por Weltzien (2016)..... | 61 |
| Figura 11 Modelo proposto por Yang, Wang e Zhuang (2009)..... | 61 |
| Figura 12 Modelo proposto por Baozhu e Lei (2011)..... | 62 |
| Figura 13 Modelo proposto por Nehra e Nehra (2005)..... | 63 |
| Figura 14 Modelo proposto por Wang (2011)..... | 64 |
| Figura 15 Modelo de Agricultura Digital proposto por Souza <i>et al.</i> (2017)..... | 64 |
| Figura 16 Modelo proposto por Fresco e Ferrari (2018)..... | 65 |
| Figura 17 Modelo proposto por Alencar <i>et al.</i> (2017)..... | 66 |
| Figura 18 Modelo proposto por Ting <i>et al.</i> (2011)..... | 67 |
| Figura 19 Modelo proposto por Tang <i>et al.</i> (2002)..... | 69 |
| Figura 20 Modelo proposto por Bingwen (2005)..... | 70 |
| Figura 21 Modelo proposto por Duan (2010)..... | 71 |
| Figura 22 Modelo proposto por Nie <i>et al.</i> (2010)..... | 72 |
| Figura 23 Modelo proposto por Liu <i>et al.</i> (2017)..... | 72 |
| Figura 24 Modelo proposto por Zhang (2011)..... | 73 |
| Figura 25 Modelo proposto por Jayaraman <i>et al.</i> (2014)..... | 74 |
| Figura 26 Modelo proposto por Navalur, Sastry e Giri Prasad (2017)..... | 75 |
| Figura 27 Modelo proposto por Rajeswari, Suthendran e Rajakumar (2017)..... | 76 |
| Figura 28 Modelo proposto por Chen <i>et al.</i> (2011)..... | 77 |
| Figura 29 Modelo proposto por Yao e Wu (2011)..... | 77 |
| Figura 30 Modelo proposto por Wang <i>et al.</i> (2017)..... | 78 |
| Figura 31 Modelo Agricultura Digital proposto por Speranza e Ciferri (2017)..... | 79 |
| Figura 32 Modelo proposto por Shamshiri <i>et al.</i> (2018)..... | 80 |
| Figura 33 Modelo proposto por Shen, Basist e Howard (2010)..... | 81 |
| Figura 34 Resultado da pesquisa..... | 98 |
| Figura 35 Relação entre pesquisadores..... | 101 |
| Figura 36 Modelo de pesquisa..... | 104 |
| Figura 37 Ilustração do modelo estrutural..... | 121 |
| Figura 38 Ilustração do modelo estrutural para os indivíduos para produção comercial..... | 128 |
| Figura 39 Ilustração do Modelo Estrutural para os indivíduos para Produção Familiar..... | 128 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Quadro 1 Modelos de Criação de Valor Agrícola..... | 33 |
| Quadro 2 Propostas de conceitos da Transformação Digital..... | 36 |
| Quadro 3 Modelos de Transformação Digital..... | 38 |
| Quadro 4 Modelos de Transformação Digital..... | 41 |
| Quadro 5 Exemplificação de conceitos propostos pela literatura referente ao termo "Agricultura Digital" | 53 |
| Quadro 6 Modelos prescritivos de Agricultura Digital..... | 58 |
| Quadro 7 Modelos Descritivos de Agricultura Digital..... | 68 |
| Quadro 8 Procedimentos metodológicos por objetivo..... | 89 |
| Quadro 9 Descrição da Pesquisa..... | 97 |
| Quadro 10 Estudos recuperados..... | 99 |
| Quadro 11 Proposição de variáveis do modelo de Transformação Agrícola Digital..... | 103 |
| Quadro 12 Resultado das hipóteses..... | 123 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 1 Análise descritiva e comparação dos itens dos construtos..... | 112 |
| Tabela 2 Modelo de mensuração..... | 120 |
| Tabela 3 Validação do modelo de mensuração..... | 121 |
| Tabela 4 Modelos de Mensuração de acordo com o tipo de cultura de produção..... | 125 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gráfico 1 Relação das publicações por ano..... | 100 |
| Gráfico 2 Atividades agrícolas..... | 111 |
| Gráfico 3 Intervalo de confiança para a média dos construtos SD e PC..... | 115 |
| Gráfico 4 Intervalo de confiança para a média dos construtos EIG e GMN..... | 116 |
| Gráfico 5 Intervalo de confiança para a média dos construtos DH E CV..... | 117 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AC- Árvore do Conhecimento
- AD- Agricultura Digital
- AGEITEC- Agência Embrapa de Informação Tecnológica.
- DEM- Modelo de Elevação Digital
- DM- Modelo Digital
- DOM- Modelo de Ortografia Digital
- ES- Expert System
- EUA- Estados Unidos da América
- FAO- Food and Agriculture Organization
- GPRS- Serviço geral de rádio por pacote
- GPS- Sistema de Posicionamento Global
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IoT- Internet of Things
- MAPA- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
- MIS- Management Information System
- MS- Model System
- MDVI- Índice de Vegetação da Diferença Normalizada
- RBV- Visão Baseada em Recursos
- RS- Sensoriamento Remoto
- SIG- Sistema de Informação Gerencial
- SIGeo- Sistema de Informação Geográfica
- SNA- Serviço Nacional de Agricultura
- TD- Transformação Digital
- TIC- Tecnologia de Informação e Comunicação

SUMÁRIO

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 20 |
| 1.1 Cenário Brasileiro..... | 23 |
| 1.2 Problema de pesquisa | 25 |
| 1.3 Objetivos..... | 26 |
| 1.3.1 Objetivo geral | 26 |
| 1.3.2 Objetivos específicos | 26 |
| 1.4 Justificativa..... | 27 |
| 1.5 Aderência ao objeto de pesquisa do programa | 30 |
| 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... | 32 |
| 2.1 A criação de valor nas indústrias agrícolas | 32 |
| 2.2 O imperativo da Transformação Digital na agricultura..... | 35 |
| 2.3 Análise dos modelos propostos para a Transformação Digital: tipos e aspectos | 38 |
| 2.3.1 Modelos descritivos da Transformação Digital encontrados na literatura | 38 |
| 2.3.2 Modelos prescritivos da Transformação Digital encontrados na literatura | 41 |
| 2.4 Pilares da Transformação Digital emergidos da literatura | 43 |
| 2.4.1 Pilar da Transformação Digital: cliente | 43 |
| 2.4.2 Pilar da Transformação Digital: conhecimento e inovação | 44 |
| 2.4.3 Pilar da Transformação Digital: identificação de habilidades e treinamento | 45 |
| 2.4.4 Pilar da Transformação Digital: plataformas de cooperação, competição, parcerias e cocriação | 45 |
| 2.4.5 Pilar da Transformação Digital: sistemas de gestão de negócios, roteiros e processos de implantação da Transformação Digital | 46 |
| 2.4.6 Pilar da Transformação Digital: soluções digitais e tecnologias modernas..... | 47 |
| 2.5 Agricultura Digital: o meio de desenvolvimento da agricultura moderna | 47 |
| 2.6 Análise dos modelos propostos para a Agricultura Digital: tipos e aspectos..... | 57 |
| 2.6.1 Modelos descritivos da Agricultura Digital encontrados na literatura | 58 |
| 2.6.2 Modelos prescritivos encontrados na literatura | 67 |
| 2.7 Pilares da Agricultura Digital emergidos da literatura | 82 |
| 2.7.1 Pilar da Agricultura Digital: aplicativos de código aberto | 82 |
| 2.7.2 Pilar da Agricultura Digital: banco de dados com estrutura uniforme e padrão de dados sobre agricultura | 83 |
| 2.7.3 Pilar da Agricultura Digital: construção de informação e cooperação governo, indústria e sistemas científicos | 84 |
| 2.7.4 Pilar da Agricultura Digital: cultura baseada no conhecimento e nos sistemas de pesquisa e inovação | 84 |
| 2.7.5 Pilar da Agricultura Digital: infraestrutura e estruturas tecnológicas agrícolas | 85 |
| 2.7.6 Pilar da Agricultura Digital: sistema de dados e informações compartilhados | 86 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.7.7 Pilar da Agricultura Digital: sistemas de informação operacionais e gerenciais | 86 |
| 2.7.8 Pilar da Agricultura Digital: sistemas de mercado, leis, investimentos e regulamentações..... | 87 |
| 2.7.9 Pilar da Agricultura Digital: soluções sistêmicas, redes e mobile | 87 |
| 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS | 89 |
| 3.1 Coletas de Dados e fontes de pesquisa | 90 |
| 3.2 Validação de Face..... | 90 |
| 3.3 Análises dos dados e validação das hipóteses | 91 |
| 3.3.1 Análise do modelo de Transformação Agrícola Digital | 91 |
| 3.3.2 Normalidade e Linearidade..... | 93 |
| 4 MODELOS E PILARES DA AGRICULTURA DIGITAL E TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NA AGRICULTURA | 95 |
| 5 PROPOSIÇÃO DO MODELO DE TRANSFORMAÇÃO AGRÍCOLA DIGITAL: uma nova maneira de pensar na agricultura | 102 |
| 5.1 Proposição de um modelo de Transformação Agrícola Digital baseado na literatura..... | 102 |
| 5.1.1 Construto Transformação Agrícola Digital | 104 |
| 5.1.2 Construto Soluções Digitais de Controle e Integração | 105 |
| 5.1.3 Construto Parcerias e Cocriação | 106 |
| 5.1.4 Construto Gestão de conhecimento e inovação | 107 |
| 5.1.5 Construto Sistemas de Gestão de Negócios e Mercados | 108 |
| 5.1.6 Construto Desenvolvimento Humano..... | 109 |
| 6 RESULTADO DA PESQUISA: A TRANSFORMAÇÃO AGRÍCOLA DIGITAL NO CENÁRIO BRASILEIRO | 110 |
| 6.1 Análise descritiva do modelo de Transformação Agrícola Digital | 110 |
| 6.2 Discussão do Modelo de Mensuração da Transformação Agrícola Digital | 119 |
| 6.3 Discussão do Modelo de Mensuração da Transformação Agrícola Digital por tipo de produção | 125 |
| 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 133 |
| REFERÊNCIAS | 135 |
| APÊNDICE A- QUESTIONÁRIO DE PESQUISA | 152 |
| APÊNDICE B- VALIDAÇÃO DE FACE E CONTEÚDO..... | 157 |

1 INTRODUÇÃO

Mudanças sociais têm ocorrido devido às ofertas das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). A sociedade perpassa por diferentes revoluções, até adentrar os caminhos atuais. Revoluções econômicas, como agrícola, industrial e do conhecimento (TOFFLER, 1987; MOURA, 2009; ZIVIANI, 2012; CORREA; RIBEIRO; ZIVIANI, 2017), propõem diferentes meios e recursos de subsistência e valoração, essenciais para cada tempo perpetuado. As TICs abrem espaços para estratégias que se voltam para a automatização e geração contínua de informações, e oferecem novas oportunidades para a transferência rápida e eficiente de conhecimento (NEHRA; NERHA, 2005). Nerha e Nerha (2005) e Weltzien (2016) afirmam que, no mundo de competição, o fator chave é a informação disponibilizada no momento certo, que possibilite tomadas de decisões baseadas em conhecimento e que assegure satisfação de demandas sociais e necessidades individuais. A vantagem competitiva é proporcionada por transformações digitais (DEMIRKAN; SPOHRER; WELSER, 2016) e “o processo tradicional de planejamento estratégico, baseado em ações episódicas de definição de visão e prioridades fixas, para períodos de quatro ou cinco anos, precisa ser revisitado” (EMBRAPA, 2014, p. 16). A Transformação Digital (TD) surge como um meio de revitalizar os negócios e melhorar a efetividade, sustentabilidade e eficiência, por meio de inovações, aumenta a produtividade e criatividade das organizações, e permite níveis mais altos de colaboração e conhecimento (DEMIRKAN; SPOHRER; WELSER, 2016).

Shinde *et al.* (2014) enfatizam que a Transformação Digital é a necessidade da maioria das organizações que buscam qualidade, sustentabilidade e expansão. A agricultura é uma fonte de subsistência e possui um papel significativo na maioria dos países. Há necessidade de que se torne “inteligente” e sejam direcionadas a modernização e a Transformação Digital. Isso evita que se desperdice tempo em monitoramento e gerenciamento de dados e foque realmente no campo agrícola e nas suas estratégias (NAVULUR; SASTRY; GIRI PRASAD, 2017).

Segundo Duan (2010) e Wang (2011), a agricultura deve se transformar em uma agricultura mecânica, que economiza água, que saiba usar recursos e mantenha alto rendimento. Entretanto, esse movimento de modernização exige que a gestão e os modos de tratamentos das indústrias agrícolas sejam repensados.

Wang (2011) salienta que a Agricultura Digital (AD) é caminho para o desenvolvimento da agricultura moderna e para uma nova era das indústrias agrícolas que, segundo Navulur, Sastry e Giri Prasad (2017), ficaram anos dependentes de países

específicos, como a China. Esse tipo de agricultura é o link especial entre o processo pré, durante e pós-produção, promovendo o progresso dessa indústria (WANG, 2011).

A Agricultura Digital (AD) se torna a possibilidade da modernização, integração e automação da agricultura e a promove como algo econômico e de alta qualidade (ANDERSEN; JENSEN; SKOVSGAARD, 2016). A Agricultura Digital é a visão macro da aplicação das tecnologias na agricultura e derivou-se do conceito de Terra Digital na década de 90 (SHEN; BASISTB; HOWARDC, 2010). A AD é o pano de fundo da Terra Digital em busca da modernização agrícola e é a base de implementação da agricultura de precisão (TANG *et al.* 2002). Por meio da AD é possível que métodos e processos de cultivo mais específicos e pontuais sejam realizadas. A agricultura de precisão é caracterizada como meio de cultivo moderno e de alto nível técnico, que se baseia em informações tecnológicas avançadas e que necessita do desenvolvimento da Agricultura Digital para que suas técnicas sejam aplicadas (TANG *et al.* 2002).

A agricultura de precisão é o destino do desenvolvimento agrícola, e a Agricultura Digital é a base e os meios para perceber esse destino. Não há inconsistência entre eles. A Agricultura Digital não deve ser ignorada porque estão desenvolvendo Agricultura de Precisão. Pelo contrário, para perceber Agricultura de Precisão, devemos desenvolver a Agricultura Digital. (TANG *et al.* 2002, p. 3027).

Em síntese, a AD é vista como a gestão de sistemas de produção agrícola unidos aos conceitos de terra digital e agricultura de precisão. Integra-se ferramentas a modelos inovadores, proporcionando a utilização de informações valiosas que foram anteriormente ignoradas pelos métodos tradicionais de produção (SHAMSHIRI *et al.* 2018).

Os métodos tradicionais utilizam as informações com métodos de medições que consomem mão de obra e exigem elevado conhecimento técnico. Nos métodos modernos, há maior precisão e velocidade nas análises devido às automações utilizadas (DUAN, 2010; ZHANG, 2011). Há integração de ferramentas digitais que executam atividades e coletam dados, desde a digitalização de plantas a detalhamentos temporais, e que controlam e aceleram a modernização agrícola.

Para Zhang (2011), a AD melhora o nível de informações, reduz a intensidade de trabalho e otimiza a utilização de recursos e custo, e Wang (2011) complementa que a AD vem construir um novo campo, com tecnologias limpas. Consequente, a AD começa a se preocupar com o agrupamento *cyber* físico e chega à Agricultura 4.0.

A Agricultura 4.0 é vista como um arcabouço tecnológico capaz de automatizar os sistemas *cyber* físico, por meio de redes e diferentes máquinas (WELTZIEN, 2016). O

objetivo dessa agricultura 4.0 é apoiar a integração entre plataformas e possibilitar que os sistemas, propostos pela AD, sejam interoperáveis. Mais que informatização, a Agricultura 4.0 passa a abranger a integração das ferramentas e sistemas aos recursos físicos e humanos, para que respondam às exigências produtivas do setor e apoiem o seu gerenciamento (LIANG *et al.*, 2005). Shamshiri *et al.* (2018) defendem que a maior parcela de valor agregado é oriunda de novas tecnologias das maquinarias e não somente dos produtos agrícolas. A produção agrícola deve ocupar um regime global e focar também nos processos de exportações, atendimento ao mercado interno e atração de capital (COSTA *et al.* 2013). Incide em ganhar velocidade, precisão, consistência e suporte de armazenamento de dados e ter fluxos de informações para soluções de problemas e apoio a tomadas de decisão (ALENCAR, 2017; KOSHKAROW, 2018). Contudo, Weltzien (2016) afirma que os termos de Terra Digital, AD e Agricultura 4.0, apesar de distintos, são amplamente aplicados com mesmo significado e não há como afirmar um estabelecimento amplo de aplicação da Agricultura Digital e suas derivações, haja vista que dados sozinhos apoiam somente o tempo das coletas das produções, mas não são suficientes para suas estratégias.

Aspectos da Agricultura Digital e Agricultura 4.0 ainda se relacionam ao desenvolvimento técnico e tecnológico, com algoritmos e ferramentas que automatizam alguma parte dos processos produtivos (SHAMSHIRI *et al.*, 2018), mas não o processo como um todo. Rogers (2016, p. 250) diz que “a disrupção de negócios ocorre quando um setor estabelecido enfrenta um desafiante que fornece mais valor para os clientes, mediante ofertas com as quais as empresas tradicionais não podem competir diretamente”. Logo, tratar a Transformação Digital na agricultura alinhada aos aspectos de Agricultura Digital possibilita a criação de um modelo que visualize a tecnologia como meio estratégico que gera valor e não mais como recurso agrícola fim. Somente assim será possível obterem-se processos automatizados (NIE *et al.* 2010), sistemas integrados (JAYARAMAN, 2014), mão de obra capacitada (WELTZIEN, 2016) e aplicação eficaz dos dados (SHAMSHIRI *et al.* 2018) para ganho de valor, fatores estes alinhados às estratégias individuais do negócio (ALENCAR *et al.*) e condizentes à realidade de cada ambiente. Um modelo de Transformação Agrícola Digital pode proporcionar ao Brasil o que Wang (2011) oferece nos seus estudos sobre a China, a redução de diferenças de competitividade entre a agricultura nacional e a agricultura mundial. Por isso, apresenta-se esta pesquisa composta por 10 seções. A seção 1 é representada por esta introdução, que esclarece os objetivos, problemas de pesquisa, justificativa e aderência da pesquisa ao PPGSIGC-FUMEC.

A sessão 2 apresenta o referencial teórico e os principais conceitos para compreensão da pesquisa, bem como os modelos de Agricultura Digital e Transformação Digital encontrados na literatura. Em seguida, a sessão 3 contém os procedimentos metodológicos utilizados para atenderem ao objetivo proposto. A seção 4 é composta pela apresentação dos modelos de Agricultura Digital e Transformação Digital. Consequente, apresenta-se a proposição de um modelo de Transformação Agrícola Digital na seção 5, e os resultados da pesquisa realizada no cenário Brasileiro, na seção 6.

Por final, têm-se as considerações finais (seção 7), as referências utilizadas para a construção desta pesquisa (seção 8) e os apêndices, representados pelos questionários de validação de face da pesquisa no cenário brasileiro (seções 9 e 10).

1.1 Cenário Brasileiro

O Brasil é um país importante no cenário mundial agrícola, fazendo com que outros países dependam de suas produções junto à Índia e à China (NAVULUR; SASTRY; GIRI PRASAD, 2017).

Segundo Maranhão e Vieira Filho (2017), os anos 90 representaram elevado desenvolvimento de mercado, com aberturas econômicas menos intervencionistas e que estimularam a integração de países por meio de acordos bilaterais e multilaterais. Consequentemente, elevaram-se os preços de *commodities* nos anos seguintes. Como o Brasil é grande produtor de *commodities*, essas aberturas de mercado foram benéficas ao país e provocou efeito econômico positivo e de competitividade (MARANHÃO; VIEIRA FILHO, 2017).

A agricultura representa uma parte importante da economia no Brasil, com a composição de $\frac{1}{4}$ do Produto Interno Bruto (PIB) nacional. Há 351 milhões de hectares de áreas e estabelecimentos agropecuários no país, ocupando 15 milhões de pessoas em atividades, segundo o último censo Agro, realizado em 2017. No terceiro trimestre de 2018, o PIB agropecuária foi de R\$ 248.842 milhões, enquanto em todo o ano de 2017 fechou em R\$ 303.751 milhões (MAPA, 2019). Com relação às exportações, o Brasil exportou 42,3% de seus produtos do agronegócio, o que fez o país ocupar a quarta maior posição de exportador mundial de produtos agropecuários, atrás da União Europeia, EUA e China, (CNA, 2019). MAPA (2019) descreve que os produtos destaques de exportação foram o milho, carnes e algodão, sendo o milho superior (43,25 milhões de toneladas) ao recorde de 2017 (29,25 milhões de toneladas). Nota-se que as indústrias agrícolas brasileiras ocuparam

espaços importantes em 2019 na balança comercial, junto a países como Japão, Taiwan, EUA, México e Vietnã. Segundo a CNA (2019, p.25), “esses países têm importância estratégica para o agronegócio nas áreas de promoção comercial e de imagem, além de serem vistos como referência por outras nações para questões de segurança do alimento”. Diante de todo o cenário, Artioli e Beloni (2016) apontam que o Brasil tem chance de se tornar um dos principais produtores de alimentos do mundo em razoável espaço de tempo (10 a 20 anos), e suprir a demanda populacional dos próximos anos, que é caracterizado por Massrhuá e Leite (2017) como crítica, devido aos seguintes fatores:

[...] população mundial atingindo nove bilhões de habitantes em 2050; crescente escassez dos recursos terra e água; mudanças climáticas e eventos extremos; níveis de renda per capita e urbanização em crescimento ascendente e aumentos decrescentes de produtividade em alguns países (MASSRUHÁ; LEITE, 2017, p. 28).

Entretanto, alguns percalços existem no caminho. A EMBRAPA, por meio de seu documento “Visão 2014 a 2034”, aponta que:

[...] os avanços até agora alcançados, embora reconhecidamente relevantes, dificilmente garantirão competitividade com sustentabilidade no futuro. Diversos estudos e análises recentes demonstram que a nossa agricultura será desafiada por transformações substanciais ao longo das próximas décadas. Esses desafios são, sobretudo, tecnológicos, econômicos, sociais e ambientais (EMBRAPA, 2014, p. 9).

Os produtos primários, na era atual, apesar de vendidos constantemente pelo Brasil, possuem pouco valor agregado (OLIVEIRA; BUHLER, 2017), o que obriga o país a produzir mais para suprir as quedas dos valores dos produtos exportados. Esse resultado já pode ser visto pelo MAPA (2019), o qual aponta a redução de preços de exportação brasileira em 6,9% no ano de 2019, e um incremento de volume de 2,7%. Outro ponto desafiador está nas parcerias comerciais que podem surgir ao longo dos anos. Atualmente, a China se tornou o principal país importador de carne bovina brasileira, representando 26,8% da produção (MAPA, 2019), o que pode não ocorrer com acordos comerciais passíveis de surgir, retirando do Brasil grandes volumes de exportação. A questão da digitalização das indústrias agrícolas também merece atenção. Segundo a Sociedade Nacional da Agricultura (SNA, 2020), há muitas soluções disponíveis no mercado que não atendem aos produtores e que geram dispêndios e não resultados. A simples aplicação das tecnologias não será a solução dos problemas agrícolas no Brasil, haja vista que há também deficiências em conhecimentos técnicos e digitais. É preciso preparar o produtor para as soluções tecnológicas implantadas

e para a análise das informações que serão geradas e podem ser efetivamente aplicadas ao negócio para gerar soluções, interatividade e redução de custo (NEVES *et al.*, 2019). Desse modo,

Para lidar com essa complexidade, a agricultura brasileira demandará sistemas de inteligência capazes de capturar, organizar e qualificar dados e informações, cada vez mais sofisticados, para apoiar a tomada de decisão. Ampliar a capacidade de antecipação de oportunidades, desafios e riscos fornecerá elementos para fortalecer o planejamento da agricultura brasileira em bases bem informadas e sustentáveis (EMBRAPA, 2014, p. 10).

Esses sistemas de inteligência e as soluções digitais poderão apoiar as respostas das complexidades ambientais, que também são constantes no país. O Brasil possui uma diversidade de culturas e é favorecido pelo clima tropical e pela extensão territorial, entretanto, demanda de processos e metodologias produtivas diferentes para cada região de cultivo devido a essas variações edafoclimáticas (SUMMIT AGRO, 2019), o que constituem fatores que exigem diversidade de conhecimentos. Outro ponto chave ainda está na ausência de conectividade em áreas rurais. Apesar de se falar e apoiar a internet, as coberturas digitais rurais ainda são falhas (CONNECTARAGRO, 2020). A ausência dessa conectividade se torna ainda mais relevante quando se pensa nos caminhos da Agricultura 4.0.

Magalhães e Saurez (2018) salientam que o cenário é desafiador, rico e ao mesmo tempo estimulante, principalmente para países em desenvolvimento como o Brasil, que ainda não possuem recursos e estruturas imediatas para o desenvolvimento. Mas, ao mesmo tempo, criam oportunidades ainda inexploradas. O governo brasileiro tem investido em políticas públicas/agrícolas (WANDER; TOMAZ; PINTO, 2016) e em processos de modernização (SANTOS, 2014a).

Contudo, sem inovação, ciência e tecnologia, não há uma indústria agrícola competitiva (Citado pelo Governador de São Paulo no Summit Agro 2019). O Brasil precisa criar valor mesmo que nas *commodities*, necessita trabalhar o cooperativismo e assegurar valores competitivos com maior força perante o cenário mundial, ocupar espaços de produtos mais elaborados e criar valor no que é entregue interna e externamente.

1.2 Problema de pesquisa

Laville e Dionne (1999) apontam que um problema de pesquisa é definido como um problema que se consiga construir soluções por meio de conhecimentos e dados disponíveis ou que são passíveis de produção. As indústrias agrícolas são ricas em informações e, assim

como o setor industrial, desenvolvem-se e agrupam-se às ações tradicionais, processos automatizados e máquinas inteligentes (WANG, 2011) para tratamento das informações e tomadas de decisões eficazes (ANDERSEN; JENSEN; SKOVSGAARD, 2016).

É importante que se compreendam os aspectos que ofereçam oportunidades de criação de valor nesse cenário. Vaz *et al.* (2017) enfatizam a necessidade de se criar meios de revitalizar os negócios e melhorar a efetividade, sustentabilidade e a eficiência. É necessário adaptar e melhorar os modelos de negócio, atender a globalização do mercado, as regras de exportação, os desejos dos consumidores e planejar sistemas de inovação (ANTUNES; DIAS; MAEHLER, 2016; BOLFE, 2016).

Todos os fatores supracitados exigem novas visões e estratégias que afetam a cultura da operação de trabalho, as relações humanas e profissionais e os modelos de negócio agrícolas (VUPPALAPATI, 2017). Considerando a expansão das temáticas aqui relatadas, apresenta-se como pergunta: **quais aspectos incutem a criação de valor na agricultura brasileira, por meio da Transformação Agrícola Digital?**

Vergara (2015) enfatiza que uma pergunta busca entender como as variáveis de um estudo estão relacionadas. É a partir da pergunta que o pesquisador progredirá em sua pesquisa e entenderá os caminhos a serem percorridos para compreender os fatores de criação de valor para a Transformação Agrícola Digital.

1.3 Objetivos

O cerne do objetivo de pesquisa está em responder e operacionalizar o problema. Gerhardt e Silveira (2009) enfatizam que o objetivo de uma pesquisa determina seu caráter e, por isso, deixa claro o que se deseja alcançar. Esta subseção apresenta os objetivos geral e específicos deste estudo.

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo geral desta pesquisa está em propor um modelo de Transformação Agrícola Digital para criação de valor nas indústrias agrícolas Brasileiras.

1.3.2 Objetivos específicos

Como desdobramento do objetivo geral, têm-se como objetivos específicos:

- i) Analisar os aspectos da literatura que orientam a Transformação Digital e a Agricultura Digital para a criação de valor na indústria agrícola.
- ii) Validar os aspectos desdobrados da literatura com a realidade da agricultura no Brasil.

1.4 Justificativa

O momento é de digitalização! Tem-se uma variedade e elevada quantidade de dados que são gerados por todos os meios. Surge a era *Petabyte*, denominada por Souza *et al* (2017) e caracterizada pelo tratamento, armazenamento e aglutinação de milhares de dados complexos e até então indisponíveis. Tais dados se sobrecarregam pela inserção das tecnologias modernas, sejam elas Internet das Coisas (IoT), Sensores Remotos, Big Datas e Sistemas Inteligentes.

Porém, dados isolados não geram conhecimento, provocando novas visões de mundo e de se pensar em ciência. O cenário agrícola é modificado e o setor passa a ser valorizado pela sua riqueza de dados. Deixa de se apresentar apenas como meio de cultivo e domesticação de animais e se torna capaz de fornecer informações importantes para as atuais demandas.

Tem-se a aplicação da tecnologia moderna, maximizando as oportunidades de extração e armazenamento de dados (SOUZA *et al.*, 2017) e desenvolvendo a cadeia produtiva da ciência agrícola. As divergências de visões dos pesquisadores e dos formatos para realização de estudos provocaram um estado pré-paradigmático que levou estudiosos da agricultura a entenderem o ambiente no campo e as melhores metodologias para se trabalhar (MAZOYER; ROUDART, 2008).

O interesse pela descoberta proporcionou o entendimento profundo das relações dos objetos para a busca de uma maturidade futura. Diferentes paradigmas foram preconizados e uma ciência normal de pesquisa (KORHN, 1973) se desenvolveu em todos os momentos que foram necessárias explicações para os fenômenos do campo. As revoluções científicas instauraram proposições de novos olhares e novos instrumentos de pesquisa. O progresso científico ocorreu quando se decidiu aprofundar no conhecimento dos fatos e no aperfeiçoamento dos métodos (MENDONÇA, 2012).

As revoluções aconteceram quando se propôs cultivar e domesticar além dos limites territoriais (ANDERSEN; JENSEN; SKOVSGAARD, 2016), quando se incitaram as primeiras trocas comerciais (MAZOYER; ROUDART, 2008; GUPTA, 2004), quando se

implantaram tecnologias na agricultura (agricultura industrial) e quando se desenvolveram sistemas inteligentes para as práticas agrícolas (Agricultura moderna) (WANG *et al.* 2017).

Automatizar mecanismos da agricultura só geram dados para as fazendas. Tratar os dados com austeridade não garante a prática científica ou a aplicação eficiente dos conhecimentos agrônomos. Apesar de se esperar que as tecnologias produzam mais em rendimento, qualidade e sustentabilidade, Shamshiri *et al.* (2018) afirmam que ainda se têm pesquisas incipientes sobre a tecnologia na agricultura. Algumas explicações se concentram nas complexidades do próprio setor, nos tipos de informações (SHAMSHIRI *et al.* 2018) e até mesmo na falta de integração dos sistemas digitais (JAYARAMAN, 2015). Os resultados do estudo de Bingwen (2005) e Shamshiri *et al.* (2018) chamam a atenção quando é relatada a importância dada às pesquisas isoladas na área da Agricultura Digital. Tais pesquisas se concentram em aspectos técnicos e enfatizam a automatização, o processamento de dados e imagens e algoritmos para desenvolvimento de robôs. Questiona-se então, como entender uma abrangência sistemática com apenas uma parte da ciência, se é com o aprofundamento dos fenômenos (LEFF, 2011) e princípios teóricos que se entende o estudo como um todo. A agricultura não deve ocorrer pela prática tecnológica sem ser embasada em um fundamento real de aplicação, viabilidade e concatenada aos fatores físicos e científicos. Uma visão abrangente dos dados e das pesquisas na área agrícola é essencial para que as informações sejam visualizadas de maneira holística (YAO; WU, 2011; RAJESWARI; SUTHENDRAN; RAJAKUMAR, 2017) e para que haja metodologias que atendam às exigências do ambiente (WELTZIEN, 2016; MASSRUHÁ; LEITE, 2017).

Ainda que defendido por autores, como Anderson (2008), que a correlação em uma pesquisa científica possa substituir o princípio de causa e efeito, e que a ciência avance sem teorias unificadas, as investigações dos fenômenos na indústria agrícola não ocorrem com a ausência de princípios teóricos que ensejem a integração de todos os processos. Koshkarov (2018) defende que tanto agricultores quanto governos procuram, de maneira incessante, aumentar rendimentos e desenvolver programas de apoio à agricultura, conjuntamente. Ações de empresas privadas têm sido suplantadas como apoio ao desenvolvimento da indústria agrícola. A integração tecnológica permite que haja uma visão completa dos mecanismos e maquinários agrícolas e que ações possam ser tomadas baseadas na visão do todo. Exemplos são as ações de algumas empresas como John Deere e BASF Brasil. A empresa John Deere, por exemplo, tem como cerne que inovar é construir o futuro. Por isso, propõe em suas ações de apoio à agricultura Brasileira: financiamentos e banco próprio; programas de agricultura de precisão, com o objetivo de conectar máquinas, tecnologias,

pessoas e inteligência; tecnologias que visam mais que a operação, mas também a eficiência, rentabilidade e sustentabilidade; soluções para gerenciamento de informações de dados da indústria agrícola; entre outros (JOHN DEERE, 2019). A BASF Brasil (2019), como outro exemplo, tem a química como facilitadora de novas ideias e soluções para o setor agrícola. Por isso, tem investido na criação de soluções e tecnologias para uma agricultura mais sustentável. O resultado está nos programas fomentados, como o AgroStart, que, por meio de parcerias, oferece inovação digital à cadeia agrícola, acelerando empresas e criando *know-how* para consolidação no mercado. Determinado parceiro entra com investimento financeiro e outro com o conhecimento e estrutura agrícola. A prática não pode ser longínqua à ciência e a ciência na Agricultura Digital não pode ser tão somente ilustrativa. É a partir desse contexto que o caminho para reflexão da Agricultura Digital junto à Transformação Digital é promovido. A Agricultura Digital deveria inibir os isolamentos de pesquisas científicas relacionadas às indústrias agrícolas e aos seus sistemas digitais (HERLITZIUS, 2017), o que não tem sido aplicado como proposto. Os conceitos não são tratados baseados no campo teórico e o desenvolvimento da agricultura, apesar de esforçar-se para acompanhar o da indústria, ainda não se chegou ao universo 4.0. Retrato disso é o resultado de pesquisa realizada neste estudo e nas bases pré definidas que, ao buscar atividades sobre a proposta da Agricultura Digital, recuperaram-se modelos de aplicações tecnológicas na agricultura, atendendo partes específicas das indústrias agrícolas e sem a integração necessária de toda a tecnologia e ambiente.

A inclusão da Transformação Digital nos processos de digitalização pode mitigar as dificuldades no setor e propiciar que o valor tecnológico sobressaia as porteiras da fazenda e passe a fazer parte de todo o processo da cadeia global e de suprimentos. O valor passa a ser agregado não só na produção, mas em tudo que envolva o produto e o cliente. Desse modo, a pesquisa, aqui desenvolvida, se torna original a partir do fato de que não foram detectados modelos que relatem o vínculo da Transformação Digital com o tipo de agricultura veemente citado nos dias modernos: a Agricultura 4.0. A explicação da originalidade também se dá pela necessidade de mudanças no modo de recuperação de artigos, devido à escassez dos resultados. Esses fatores são apresentados no item 2 referente aos trabalhos relacionados. A pesquisa se atenta aos critérios de viabilidade e exequibilidade, buscando suprir lacunas e demandas científicas relacionadas ao aprimoramento da Agricultura Digital junto aos fundamentos atuais e validados sobre a Transformação Digital e a Agricultura 4.0. A Transformação Digital tem sido amplamente utilizada e debatida nos meios acadêmicos e organizacionais e abre espaço para esse novo modo de fazer ciência. Nada mais enriquecedor

que estudar as literaturas sobre os temas supracitados e se relacionar diretamente com os envolvidos no setor, conforme demonstrado na seção metodológica deste estudo. Consequente, atendendo as proposições de Mendonça (2012), a intenção da pesquisa não é propor soluções “verdades” e “únicas” para a agricultura, mas apresentar solução para problemas à luz do paradigma da Transformação Digital e agricultura moderna. Essas soluções são concebíveis ao prazo de uma pesquisa doutoral e há a existência de recursos para seu cumprimento, como literaturas das temáticas e pesquisas de campo. Ao final deste estudo, tem-se a problematização das lacunas científicas encontradas, como: a presença excedente de pesquisas técnicas e isoladas (BINGWEN, 2005; SHAMSHIRI *et al.*, 2018), a necessidade de estudos que envolvam o desenvolvimento da agricultura (ARTIOLI; BELONI, 2016), a mudança da visão de mercado quanto a produtos primários, que são fortemente desenvolvidos no país (OLIVEIRA; BUHLER, 2017), entre outras. Essas problematizações acentuam a necessidade de desenvolvimento e de estudo das práticas da Agricultura Digital e abre caminhos para proposição de mecanismos de pesquisas para o novo campo, capaz de apoiar o meio agrícola e a sociedade acadêmica.

1.5 Aderência ao objeto de pesquisa do programa

O Programa de Pós-graduação em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento, oferecido pela Universidade Fumec (PPGSIGC-FUMEC), visa a promover e aplicar conhecimento e difundir pesquisas acadêmicas de forma interdisciplinar e integrativa à Ciência da Informação. As ideias cartesianas e empiristas, acumuladas no positivismo, e que dividem as áreas dos conhecimentos questionadas (ALVARENGA; SOMMERMAN; ALVAREZ, 2005; CHOI; PAK, 2006). Não é questão de desconsiderar a lógica, a disciplina e a especialização, mas de desmistificar um caminho único para a solução dos problemas complexos (LEFF, 2011). Ações disciplinares não são mais suficientes na solução dos problemas enfrentados pela era digital. Deve haver um diálogo entre as disciplinas da agricultura, tecnologia, Transformação Digital e inovação. Esse diálogo é uma forma de prover conhecimentos e ocupar lacunas científicas, gerados pelo movimento interdisciplinar (ARAUJO, 2014; BERNSTEIN, 2014).

[...] longe de restringir-se a simples metodologia de ensino e aprendizagem, a interdisciplinaridade é também uma das molas propulsoras na reformulação do saber, do ser e do fazer, à busca de uma síntese voltada para a reorganização do mundo (COIMBRA, 2000, p. 53).

Essa pesquisa se adere de maneira condizente ao programa, ao relatar temáticas e preocupação que envolvem os desígnios da Ciência da Informação. A preocupação, não somente com a informação em si, mas com sua circulação e disseminação, faz com que a área de Ciência da informação ofereça a utilização do conhecimento de maneira produtiva e significativa (ARAÚJO, 2014). A agricultura é “um setor intensivo em conhecimento. Informação e conhecimento desempenham um papel essencial para ajudar os agricultores a melhorar a produtividade e sustentabilidade, promovendo e adotando as mais eficazes e relevantes inovações e tecnologias” (HU; ZHANG; DUAN, 2015, p. 63). É preciso que haja transformações tecnológicas, de informação, inovação e capacidade de respostas rápidas ao mercado (TAPSCOTT, 2015), além da reintegração ao conhecimento e do entendimento da realidade dinâmica e complexa. A pesquisa sobre a temática Agricultura 4.0 abarca elementos de Agricultura Digital e Transformação Digital que compactuam com a linha de pesquisa Gestão da Informação e do Conhecimento, e se faz presente na proposta do curso em questão.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Dados capturados e informações apresentadas sem preparação “se tornam inutilizáveis na construção do saber” (LAVILLE; DIONNE, 1999, p. 198). Por isso, há a necessidade de entendimento dos significados das temáticas propostas e a evolução da ciência para se chegar a tais conceitos. Visando a compreender toda a abordagem proposta no estudo, apresenta-se o capítulo fundamentação teórica, composto pelos pilares que sustentam esta pesquisa.

2.1 A criação de valor nas indústrias agrícolas

Criação de Valor é o objetivo de diferentes estudos relacionados à gestão ou ao comportamento de uma organização. A criação de valor é caracterizada como processos de inovação que criam ou elevam os benefícios de consumo (OLIVEIRA; ALVEZ, 2013).

Collis e Montgomery (2014) relacionam a criação de valor por meio de três forças: escassez, adequação e demanda. Segundo os autores, há uma necessidade dos consumidores em adquirir algum recurso da organização (demanda). A organização, por meio de suas capacidades e durabilidades de recursos (escassez), se move para atender os consumidores, gerando propriedade de lucros (adequação). As três forças se relacionam continuamente e a intercessão geram zonas de criação de valor.

Randeree e Alyouha (2009) explicam que, para atender a zona de criação de valor, as organizações necessitam definir capacidades e implementação de estratégias efetivamente eficazes, para o alcance dos objetivos organizacionais. Influida-se que as organizações criam valor quando são capazes de integrar seus conhecimentos aos recursos das empresas, aumentando a capacidade de inovação e posicionamento mercadológico.

A criação de valor pode ser representada pelas formas intangíveis, em qualidade do produto, inteligência, capacidades organizacionais, cultura, entre outras, ou em formas tangíveis- financeira e física (ROMAN *et al.*, 2012; ARAUJO; MOTTIN; REZENDE, 2013).

Oh Teak *et al.* (2015) explicam também que a Criação de Valor possui visões de valores distintos e isso precisa ser considerado nos sistemas organizacionais. No meio agrícola, a criação de valor pode surgir pelo desenvolvimento dos meios produtivos, pela transferência do conhecimento, pela qualidade de insumos, por exemplo. O quadro 1 apresenta alguns aspectos de criação de valor para as indústrias agrícolas.

Quadro 1- Modelos de Criação de Valor Agrícola

| Autor (es) | Aspecto(s) de Geração de Valor |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tang <i>et al.</i> (2002) | Modernização da Agricultura Construção da terra digital Recursos e compartilhamento de informações |
| Jiménez e Vale (2011) | Desenvolvimento sustentável Liderança |
| Matitz e Bulgacov (2011) | Multidimensionalidade Efetividade Estratégias |
| Wang (2011) | Rede de Informação Acesso a canais de crédito Desenvolvimento Humano |
| Santos <i>et al.</i> (2014) | Processos de Germinação Qualidade de insumos |
| Rajab <i>et al.</i> (1992) | Práticas agrícolas inovadoras Insumos de qualidade |
| Nilssen, Bertheussen e Dreyer (2015) | Entrega Capacidade de utilização de recursos Qualidade e custo de matéria prima |
| Tomal e Jones (2015) | Comparação entre entrada e saída Objetivos organizacionais |
| Silva <i>et al.</i> (2015) | Compartilhamento de informações Melhoramentos genéticos Sistema agroflorestal |
| Almatrooshi, Singh e Farouk (2016) | Desenvolvimento da liderança Compartilhamento de informações Cultura do conhecimento |
| Vaz <i>et al.</i> (2017) | Integração dos dados Disponibilidade de dados |
| Souza <i>et al.</i> (2018) | Informação compartilhadas Programas de melhoramento Recursos |

Fonte: adaptado de Tang *et al.* (2002), Jiménez e Vale (2011), Matitz e Bulgacov (2011), Wang (2011), Santos *et al.* (2014), Rajab *et al.* (1992), Nilssen, Bertheussen e Dreyer (2015), Tomal e Jones (2015), Silva *et al.* (2015), Almatrooshi, Singh e Farouk (2016), Vaz *et al.* (2017) e Souza *et al.* (2018).

Matitz e Bulgacov (2011) entendem que a Criação de Valor nas indústrias agrícolas deve ser vista de uma maneira ampla, multidimensional, que remete à ideia de efetividade organizacional, proporcionando estratégias que outras indústrias agrícolas não são capazes de alcançar.

Complementando, os autores Tomal e Jones (2015) enfatizam que a efetividade é o resultado real ou as saídas das indústrias agrícolas, medidas de acordo com o que os resultados planejados e pretendidos.

Partindo do mesmo princípio, Rajab *et al.* (1992) relatam que se criam valores ao adotar práticas agrícolas eficientes e que promovem crescimento de raças e ganho de

vantagem competitiva. Com melhores insumos e estratégias de cultivo e produção, agrega-se valor ao que está sendo destinado ao mercado e aos clientes.

Para a proposição dessas estratégias, têm-se os modelos de Tang *et al.* (2002), Wang (2011), Vaz *et al.* (2017), Silva *et al.* (2015) e Souza *et al.* (2018). Os autores propõem aspectos de criação de valor voltados para o desenvolvimento digital, a colaboração e o desenvolvimento humano. Por meio de acessos a informação das indústrias agrícolas, geram-se conhecimentos que podem solucionar decisões importantes. Essas informações são captadas e até compartilhadas pelos recursos digitais, o que promove as tecnologias como ferramentas importantes na criação de valor organizacional. Quando um conjunto de informações essenciais para as práticas diárias orientam programas de melhoramento e utilização eficiente de recursos nos campos, a indústria agrícola mantém crescimento constante e superior. Tais fatores apresentam ao agricultor um sistema agroflorestal que aumenta a produtividade e gera mais renda (SILVA *et al.* 2015).

Souza *et al.* (2018) defendem modelos de plantações e germinações para atingir resultados de maiores produções e oferta de melhores produtos. Já Nilssen, Bertheussen e Dreyer (2015) citam que empresas que buscam a criação de valor tem maior proporção de entrega de seus produtos, de condições de pagamento e acesso a qualidades superiores de matéria prima a melhor custo benefício, o que influencia na produção final e dificulta a competição dos demais concorrentes. Em continuidade, Almatrooshi, Singh e Farouk (2016) complementam que a competência das lideranças se torna uma variável importante para criação de valor, pois são elas que terão habilidades para envolver e guiar o trabalho de seus liderados. Para isso, a utilização de verdadeiros conhecimentos deve ser implementada (ALMATROOSHI; SINGH; FAROUK, 2016).

Para atender ao objetivo do estudo, considera-se a definição da integração de todos os aspectos dos modelos propostos. Define-se então a Criação de Valor como estratégias competitivas por meio de aplicação de conhecimentos úteis, implantação de tecnologias digitais e maximização da velocidade e flexibilidade inovativa das indústrias agrícolas para um desempenho sustentável e competitivo, difícil de ser imitado.

Frente a um mercado de competição, a busca por clientes e bons insumos agrícolas é essencial para a sobrevivência dos negócios (RICHARD *et al.* 2009). Qualquer benefício gerado para ganho de vantagem competitiva e valoração das indústrias agrícolas será considerado fator positivo para Criação de Valor.

2.2 O imperativo da Transformação Digital na agricultura

As tecnologias são ativamente utilizadas e se tornam ferramentas essenciais para o dia a dia de uma organização. Individualmente, as tecnologias já representam valores que, em momentos anteriores, não representaram. Entretanto, por serem consideradas recursos tradicionais de trabalho, acabam por mudar a forma com que uma organização é tratada (PARRA, 2007).

Surgem novos comportamentos sociais, novas demandas de mercado e de consumo, novas formas de interação e de envolvimento com clientes (VUPPALAPATI, 2017; ROGERS, 2016).

Tais fatores exigem a criação de visões e estratégias, até então não aplicadas, que afetam a cultura da operação de trabalho, as relações humanas e a velocidade da mudança das indústrias agrícolas, haja vista que a tecnologia passa a ser o *core operation* do negócio. Segundo o World Economic Forum (WEF, 2016), são essas mesmas tecnologias que transformam as oportunidades de criação de valor e que, ao serem agrupadas aos modelos de negócio, fornecem vantagens competitivas incomparáveis.

O termo Transformação Digital foi inserido, a princípio, como a implantação de tecnologias que facilitam a digitalização e armazenamento de informações organizacionais. No decorrer dos anos e com a evolução contínua das tecnologias, a Transformação Digital se aprimorou e passou a se preocupar não só com o armazenamento, mas com todo o processo de operações digitalizadas (ROGERS, 2016; SANCHEZ; ZUNTINI, 2018).

Há uma junção da tecnologia ao negócio, reestruturando o *modus operandi* de como os negócios são realizados, comunicados e desenvolvidos. Na Transformação Digital, a tecnologia deixa de ser uma parte das indústrias agrícolas e passa a ser o centro de todos os processos de negócios. O objetivo principal da Transformação Digital é o aumento de produtividade e criatividade, para que a produção, conectividade e inovação sejam maximizadas (DEMIRKAN; SPOHRER; WELSER, 2016). Não se utiliza mais a tecnologia apenas para capturar dados ou para chegar a um objetivo fim. Utilizam-se as tecnologias para transformar os processos e criar valor com modelos inovadores e ágeis. “A tecnologia deixou de ser um instrumento para se tornar um fator determinante da estratégia de negócio” (PATEL; McCARTHY, 2001, p. 31).

A Inovação se concentra na realização de experimentos e protótipos de maneira cautelosa, capaz de gerar elevados aprendizados, mas com redução de risco, custo e processos rápidos (ROGERS, 2016). As indústrias agrícolas criam possibilidade de se sobressaírem,

porque possuem modelos e negócios mais disruptivos (ITO; HOWE, 2016), e com processos (ASHWELL, 2017) que realmente apoiam a agilidade dos processos agrícolas. Os processos são constituídos por repetições, nas quais o cliente é a principal fonte de informação e de valor (ITO; HOWE, 2016; ROGERS, 2016). Não se trata de uma disruptura global e ampla ou uma implantação da mais alta tecnologia (ROGERS, 2016). Trata-se de preparar o cenário da cultura organizacional para a adaptação das tecnologias emergentes que surgem. Alguns conceitos de Transformação Digital são encapsulados no quadro 2.

Quadro 2- Propostas de conceitos da Transformação Digital

| Citado por | Definição |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Porter e Heppelmann (2014) | Conjunto de oportunidades tecnológicas, regras de competência e vantagem competitiva. |
| Shinde <i>et al.</i> (2014) | Necessidade de todas as empresas que estão em busca de crescimento, expansão, qualidade e sustentabilidade. |
| Demirkan, Spohrer e Welser (2016) | Profunda e aceleradora transformação de atividades empresariais, processos, competências e modelos para alavancar as mudanças e oportunidades trazidas por tecnologias digitais e seu impacto na sociedade de forma estratégica e priorizada. |
| Rogers (2016) | Conjunto de cinco elementos: i) clientes,; ii) competição, iii) dados; iv) inovação, v) valor para proporcionar criação de valor às organizações. |
| Herlitzius (2017) | Oportunidades de produção mais eficiente usando Cyber Sistemas Físicos (CPS), que permitirá novos conceitos para futuros sistemas. |

Fonte: adaptado de Porter e Heppelmann (2014), Shinde *et al.* (2014), Demirkan, Spohrer e Welser (2016), Rogers (2016), Herlitzius (2017) e Vaz *et al.* (2017).

Diferente de Agricultura Digital, os conceitos de Transformação Digital encontrados nos estudos são mais recentes e harmoniosos. Para este estudo, optou-se pela definição de Demirkan, Spohrer e Welser (2016), pois, para estes, a Transformação Digital é um meio de acelerar as transformações das atividades organizacionais, aproveitando os benefícios que as tecnologias propõem ao mercado, em consonância com o delineamento desta pesquisa. Ademais, todos os conceitos apresentados aparecem propondo uma visão organizacional digital e holística, que realmente seja capaz de acompanhar as novas regras de negócios, proporcionar a geração de valor e os novos perfis de inovação.

Rogers (2016, p. 250) traz uma visão mercadológica da Transformação Digital e diz que “a disrupção de negócios ocorre quando um setor estabelecido enfrenta um desafiante que fornece mais valor para os clientes, mediante ofertas com as quais as empresas

tradicionais não podem competir diretamente”. Trata-se de trabalhar as tecnologias a favor das organizações, mas visualizando integração, crescimento, eficácia e criação de valor e ter o cliente como cerne da transformação.

A Transformação Digital vem como uma possibilidade de transformar as indústrias agrícolas, por meio do desenvolvimento digital, mas com foco nos clientes (ROGERS, 2016). Os clientes não possuem apenas o papel de compra e venda. Eles fazem parte de conexões que interagem entre si e com as indústrias. A indústria agrícola continua protagonista do processo, mas agora se depara com clientes ativos. Os clientes, em determinados momentos, são caracterizados pelos próprios fornecedores, por usuários finais ou até mesmo indústrias concorrentes. É preciso partir do pressuposto de que informações úteis para o negócio advêm de qualquer ambiente. O foco está em estreitar e otimizar as interações, seja por meios de conteúdos digitais, comércios ou até mesmo redes (PATEL; McCARTHY, 2001; SÁNCHEZ; ZUNITI, 2018).

São as interações que fornecerão informações pertinentes ao andamento do negócio e que permitirão a implantação de estratégias equilibradas, voltadas para valor e que considerem os custos incorridos e as mudanças organizacionais (PATEL; McCARTHY, 2001; SÁNCHEZ, 2018). Por um lado, o cliente faz parte do processo de criação de valor, e direciona de maneira conjunta opiniões sobre a agricultura, sobre produtos e serviços e sobre a própria marca. Por outro, a indústria agrícola entende, escuta e trabalha as informações. As indústrias agrícolas retiram as informações de que necessitam para o desenvolvimento sustentável e sistemático do seu negócio e devolvem a ideia do cliente por meio de valor. É uma nova forma de fazer negócios, capaz de estimular organizações, governos e países na construção de políticas digitais para soluções de problemas cotidianos, no crescimento inovador (GOERZIG; BAUERNHANSL, 2018) e sistemático (KOTARBA, 2018). Essa visão também modifica a maneira de criar novos empreendimentos na agricultura (DEMIRKAN; SPOHER; WELSER, 2016) e possui a tecnologia como ferramenta capacitadora (PATEL; McCARTHY, 2001).

Embora se tenha o conhecimento do impacto positivo da Transformação Digital, ainda é necessário se preparar para a mudança, para encarar riscos, criar novas culturas e novas abordagens de operação. Demirkan, Spohere e Wetser (2016), WEF (2016), Kotarba (2018) e Sánchez e Zuniti (2018) enfatizam que é preciso, mesmo que complexo, criar forças de trabalho com habilidades digitais e ascensão sob demanda, e entender a necessidade do envolvimento multidisciplinar durante o processo de Transformação Digital. Ademais, Patel e McCarthe (2001) salientam que não há modelos de Transformação Digital idênticos que

podem ser aplicados nas organizações por meio de um *framework* ou fluxograma. É preciso aceitar as limitações e as expectativas dos clientes, parceiros e ambiente. O valor com a Transformação Digital só será realmente gerado quando os modelos forem aplicados de acordo com a disponibilização real de recursos e do cenário organizacional (SIRMON; HITT; IRELAND, 2014). Portanto, a Transformação Digital terá sucesso se acrescentar eficiência (PATEL; McCARTHE, 2001) às indústrias agrícolas.

2.3 Análise dos modelos propostos para a Transformação Digital: tipos e aspectos

Durante a busca por estudos que contemplassem a Transformação Digital na agricultura, foram recuperados cinco modelos. Considerando as mesmas análises dos modelos de Agricultura Digital, os modelos apresentados pelos autores e relacionados a Transformação Digital também são avaliados como modelos prescritivos e modelos descritivos.

2.3.1 Modelos descritivos da Transformação Digital encontrados na literatura

Classificam-se como modelos descritivos aqueles que apresentam fatores macro de gestão e implantação da Transformação Digital. Destes, são citados os estudos de Demirkan, Spohrer e Welser (2016), Rogers (2016) e Sánchez e Zuniti (2018), como apresentado no quadro 3.

Quadro 3- Modelos de Transformação Digital

| Autor (es) | Proposta do modelo |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Demirkan, Spohrer e Welser (2016) | Modelo de Transformação Digital que se baseia em quatro dimensões: Roteiro de TD, definição dos objetivos de negócio, identificação dos recursos e habilidades e soluções digitais. |
| Rogers (2016) | Proposta de modelo baseado em cinco domínios da Transformação Digital, sendo eles: i) clientes; ii) competição, iii) dados; iv) inovação; v) valor, |
| Sánchez e Zuniti (2018) | Modelo que tem como objetivo formular uma estrutura que explique os recursos, as capacidades e as opções de gerenciamento para responder ao ambiente da Transformação Digital por meio da junção de ferramentas utilizadas na administração |

Fonte: Dermikan, Spohrer e Welser (2016); Rogers (2016) e Sánchez e Zuniti (2018).

A Transformação Digital é capaz de acelerar e modificar os processos e atividades organizacionais, competências e até modelos. Tudo isso ocorre devido às oportunidades proporcionadas pelo desenvolvimento digital. Demirkan, Spohrer e Welser (2016), na pesquisa intitulada “Digital Innovation and Strategic Transformation”, propõem um modelo

para que a Transformação Digital possa ser implantada. Os autores enfatizam que é necessário começar a jornada e permanecer no curso, considerando cada dimensão apresentada na figura 1. O modelo ensina que as organizações devem identificar um objetivo e deixá-lo claro a todos os envolvidos. Uma área deve ser escolhida e a Transformação Digital aplicada, para depois expandir a outras áreas. Isso inclui a construção das habilidades necessárias por mudanças na tecnologia e a busca por especialização externa como meio de auxílio para as transformações e para as habilidades de treinamento de funcionários.

Figura 1- Modelo Transformação Digital proposto por Demirkan, Spohrer e Welser (2016)



Fonte: Adaptado de Demirkan, Spohrer e Welser (2016)

Os profissionais de TI, executivos e empreendedores precisam entender o novo negócio, modelos, paradigmas tecnológicos, evoluções culturais e práticas de gestão que promovem a inovação. Os autores enfatizam que, ainda assim, serão necessárias mudanças na força de trabalho, na cultura corporativa, no ecossistema de parceiros, regulamentos e leis. Outro autor que complementa as ideias de Transformação de Demirkan, Spohrer e Welser (2016) é Rogers (2016). Em seu estudo, “The digital transformation playbook: rethink your business for the digital age”, o autor apresenta cinco domínios da Transformação Digital: i) clientes,; ii) competição, iii) dados; iv) inovação; v) valor, descritas na figura 2.

Rogers (2016), além da visão de habilidades, propõe uma visão de inovação. Pós era digital uma nova abordagem organizacional se assume. O cliente é quem dita o valor do seu negócio, o que proporciona uma mudança de visão global. As organizações atendem às demandas dos clientes e criam valor quando aproveitam as oportunidades do mercado. A ideia é pensar primeiro e evoluir quantas vezes forem necessárias (ROGERS, 2016).

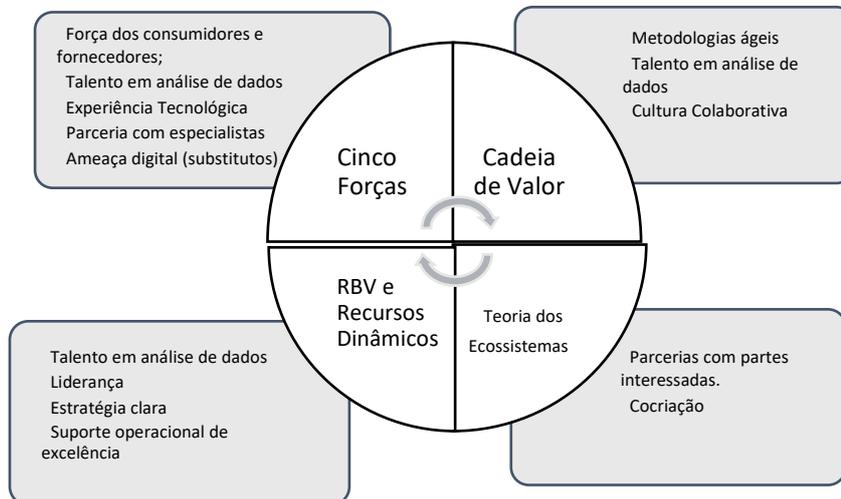
Figura 2- Modelo Transformação Digital proposto por Rogers (2016)



Fonte: adaptado de Rogers (2016)

Sánchez e Zuntini (2018), no estudo intitulado “Organizational readiness for the digital transformation: a case study research”, trazem um planejamento mais mercadológico da Transformação Digital. Com o objetivo de formular uma estrutura que explique os recursos, as capacidades e as opções de gerenciamento para responder ao novo ambiente, Sánchez e Zuntini (2018) fazem a junção de ferramentas utilizadas na administração para propor recursos e capacidades para a Transformação Digital nas organizações (FIGURA 3).

Figura 3- Modelo Transformação Digital proposto por Sánchez e Zuntini (2018)



Fonte: adaptado de Sánchez e Zuntini (2018)

De maneira geral, a ideia do modelo é que se identifique o espírito empreendedor, a abertura às mudanças e o grau de inovação presente na organização. Além disso, foca-se na transição para inovações digitais criativas e novas oportunidades de negócio. O autor utiliza os quatro grupos de ferramentas para identificar a situação atual da organização e construir

o cenário futuro. A partir dessa visão, tem-se uma ideia clara do modelo de negócio atual para traçar estratégias, com o objetivo de chegar à digitalização.

2.3.2 Modelos prescritivos da Transformação Digital encontrados na literatura

Os modelos prescritivos são classificados ao apresentarem práticas tecnológicas para a implantação da temática, e deles citam-se: Shinde *et al.* (2014) e Vaz *et al.* (2017). Percebe-se que, além dos desmembramentos tecnológicos, os modelos trazem a ideia de planejamento, crescimento e criação de valor, por isso são considerados válidos e complementares para a este estudo (QUADRO 4).

Quadro 4- Modelos de Transformação Digital

| Autor (es) | Proposta do modelo |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Shinde <i>et al.</i> (2014) | Modelo de gestão digital que atenda os problemas enfrentados pela Bharatiya Agro Industries Foundation (BAIF) no fornecimento de serviços agropecuários na Índia, baseado nas interações técnicas e tecnológicas. |
| Vaz <i>et al.</i> (2017) | Modelo que propõe a criação de valor na Agricultura com a oferta de dados e serviços via APIs. |

Fonte: Shinde *et al.* (2014) e Vaz *et al.* (2016)

A Transformação Digital é uma necessidade de quase todas as organizações que estão em busca de crescimento, expansão, qualidade e sustentabilidade. Nessa perspectiva, Shinde *et al.* (2014) realizaram o estudo “mKRISHI BAIF: Digital transformation in livestock services”, com o objetivo de propor um modelo de gestão digital que atenda os problemas enfrentados no fornecimento de serviços agropecuários na Figura 4.

Figura 4 Modelo Transformação Digital proposto por Shinde et al. (2014)



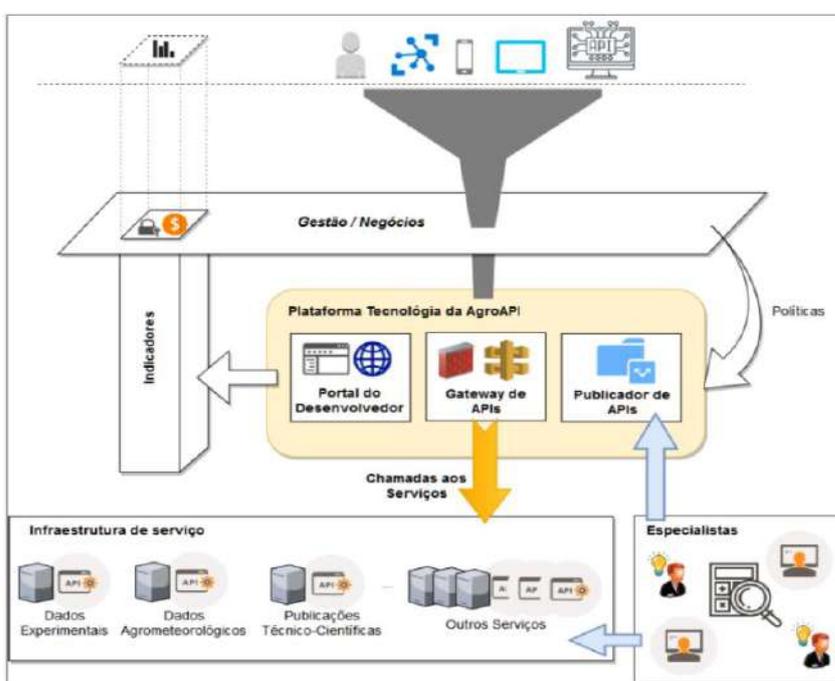
Fonte: Adaptado de Shinde et al. (2014)

O objetivo não é propor uma ferramenta, e sim um modelo de gestão que mitigue os problemas de conhecimento agrícola. Os autores partem do princípio de integração, em que especialistas e agentes se interagem por meio de integrações *mobiles* para a solução de problemas. Shinde *et al.* (2014) citam que alguns fatores precisam ser levados em consideração, como os *gaps* de geração, que podem dificultar a comunicação, a facilidade do fluxo de interação e a habilidade técnica e tecnológica.

Para isso, tem-se que haver treinamento e recursos eficazes de infraestrutura. Também se preocupando com estruturas e com a defesa de que as organizações devem buscar implementações tecnológicas para atender ao mercado de Transformação Digital, Vaz *et al.* (2017) apresentam, em “AgroAPI: criação de valor para a Agricultura Digital por meio de APIs”, uma iniciativa da Embrapa para promover a criação de valor na Agricultura com a oferta de dados e serviços via APIs, mostrado na figura 5.

O modelo oferece serviços capazes de disponibilizar digitalmente experimentos, informações sobre publicações técnico científicas e dados agrometeorológicos para uma Transformação Digital nas indústrias agrícolas.

Figura 5- Modelo Transformação Digital proposto por Vaz *et al.* (2017)



Fonte: Vaz *et al.* (2017, p. 65)

Essa API é capaz de integrar sistemas de informação e criar oportunidade de redução de custo, tempo de integração, reuso e compartilhamento de dados e serviços. Suas

informações são confiáveis e padronizadas e possuem elevado potencial de coleta de dados, capaz de enriquecer bases de dados de pesquisas agrícolas. Além disso, a plataforma é capaz de promover o estabelecimento de parcerias, oportunidades de inovação tecnológica, compartilhamento de melhores práticas, *crowdsourcing*, entre outros benefícios para o negócio. Vaz *et al.* (2017) tratam o modelo como uma ferramenta para além da tecnologia e uma possibilidade de inovação aberta, promovendo a criação de valor para a Agricultura Digital. A partir da análise dos modelos de TD, foram identificados os aspectos que compõem os modelos de Transformação Digital propostos na literatura. Percebeu-se que tais fatores se preocupam com o envolvimento tecnológico para valoração da indústria agrícola, de maneira a atendê-la com processos digitais eficazes e características de resiliência, integração e interoperabilidade. Esses relatos são advindos da própria definição de Transformação Digital enfatizada por Demirkan, Spohrer e Welser (2016). Os autores apontam que a Transformação Digital é a transformação das atividades e modelos de negócios com base nas oportunidades advindas das tecnologias digitais.

2.4 Pilares da Transformação Digital emergidos da literatura

Por meio da análise de todos os modelos encontrados na literatura referentes à TD na agricultura, chegou-se aos pilares cliente, conhecimento e inovação, identificação de habilidades e treinamento, plataformas de cooperação, competição, parcerias e cocriação, sistemas de gestão de negócios, roteiros e processos de implantação da Transformação Digital e soluções digitais e tecnologias modernas.

2.4.1 Pilar da Transformação Digital: cliente

O primeiro pilar pertencente à Transformação Digital e apresentada nos modelos recuperados na pesquisa, relaciona-se ao pilar Cliente. Para Rogers (2016), autor do modelo que enfatiza prioritariamente esse fator, os clientes são compostos por conexões e redes de relacionamentos que influem no processo de tomada de decisão e possuem como características predominantes as necessidades de relacionamento, de informações, de comunicação e de diversão. Formam conexões e redes de relacionamentos que influem no processo de tomada de decisão, que passou a ser uma questão cognitiva e de experimentação (ROGERS, 2016; SÁNCHEZ; ZUNITI, 2018).

É necessário verificar a força dos clientes quanto às expectativas e desempenho de produtos e serviços. Isso porque são os clientes que ditam o valor dos negócios e proporcionam mudanças de visões globais no mercado (SÁNCHEZ; ZUNITI, 2018). Por meio de interações e conexões, os clientes fornecem *feedbacks* capazes de fomentarem culturas inovativas. Mesmo após o lançamento do produto, o cliente ainda se mantém ligado à organização, promovendo sugestões e crítica (ROGERS, 2016).

Vale salientar que os clientes não são apenas o consumidor final, mas também empresas que adquirem insumos ou até mesmo produtos acabados para composição de novos produtos e serviços (CHRISTENSEN; CHRISTENSEN, 2001). A empresa continua protagonista do processo, mas agora se depara com clientes ativos e que sabem o que querem e que participam do negócio. Já se percebem como fonte de informação, inovação e criadores de produtos e serviços inovadores, que atendam aos anseios do mercado.

2.4.2 Pilar da Transformação Digital: conhecimento e inovação

A cadeia de valor da Transformação Digital contempla a utilização de metodologias ágeis, o desenvolvimento de pessoas para análise dos dados digitais e o trabalho para propagação de uma cultura voltada para inovação e colaboração.

Demirkan, Spohrer e Welser (2016) salientam que o objetivo geral da Transformação Digital é aumentar a produtividade e a criatividade de indivíduos e organizações e promover meios de inovação.

A Inovação se concentra na realização de experimentos e protótipos de maneira cautelosa, mas rápida (ROGERS, 2016). Há processos de repetições, nos quais o cliente se torna a principal fonte de informação perante um produto ou serviço.

Não há longos planejamentos de inovação, que podem se tornar obsoletos após lançamento, mas sim processos mais eficazes, com menor custo, risco e elevado aprendizado. Para isso, os líderes possuem papel fundamental na implantação da Transformação Digital. São eles que apoiarão a promoção de mudanças na força de trabalho, na cultura corporativa, no ecossistema de parceiros. São eles também responsáveis pelas definições claras das estratégias e suportes, permitindo níveis mais altos de colaboração para compartilhar informações (DERMIKAN; SPOHRER; WELSER, 2016; ROGERS, 2016).

Estratégias de comunicação cuidadosamente definidas neutralizam lacunas socioeconômicas entre os colaboradores (SHINDE *et al.* 2014), que devem entender e

aprender como se tornar flexíveis e ágeis, reduzirem custos e aumentarem a qualidade, gastando esforços em soluções digitais (DERMIKAN; SPOHRER; WELSER, 2016).

2.4.3 Pilar da Transformação Digital: identificação de habilidades e treinamento

A Agricultura apresenta evidências de baixa consciência sobre as melhores práticas nas indústrias. Retrato disso é citado no estudo de Shinde *et al.* (2014). Na Transformação Digital, é preciso desenvolver habilidades necessárias para mudanças na tecnologia. Os profissionais de TI, executivos e empreendedores, precisam entender o novo modelo de negócios, paradigmas tecnológicos, evoluções culturais e práticas de gestão que promovam a inovação (DERMIKAN; SPOHRER; WELSER, 2016).

Shinde *et al.* (2014) propõem o treinamento dos agentes como solução a essa complexidade. Para os autores, a alfabetização, conhecimento de domínio, familiaridade com tecnologia, facilidade de uso e rentabilidade dos colaboradores são essenciais para o desempenho do setor.

Outra forma de apoiar a lacuna de treinamentos foi complementada por Demirkan, Spohrer e Welser (2016): o importante é identificar as habilidades e técnicas de seus colaboradores, experiências tecnológicas e poder de análise de dados e inseri-los em atividades estratégicas e apoiar o desenvolvimento de todos. Para isso, pode-se contar também com plataformas de treinamento (BIGWEN, 2011) e desenvolvimento, com custos menores e maior grau de abrangência.

Demirkan, Spohrer e Welser (2016) apontam que, quando não se têm pessoas especializadas, a busca por especialização externa como meio de auxílio para as transformações e para as habilidades de treinamento de funcionários também deve ser considerada.

2.4.4 Pilar da Transformação Digital: plataformas de cooperação, competição, parcerias e cocriação

A Transformação Digital traz um novo modelo de negócio, que conecta as pessoas e se preocupa em construir ou implantar tecnologias e plataformas de negócios com o objetivo de fornecer novas fontes de informação e entrega de valor. Os novos modelos exigem parcerias e interdependência para atendimento aos desafios mercadológicos, e as plataformas promovem relacionamentos com fornecedores, consumidores, universidades, entre outros.

Esses novos modelos são vistos como estratégias organizacionais e ganho de vantagem competitiva (ROGERS, 2016).

Informações podem ser compartilhadas, planejadas pelos especialistas de maneira específica, e diagnósticos podem ser repassados. Pode-se oferecer serviços capazes de disponibilizar, digitalmente, experimentos, informações sobre publicações técnico-científicas e dados agrometeorológicos, que, muitas vezes, são disponibilizados por especialistas (SHINDE *et al.*, 2014; VAZ *et al.*, 2017). Essas relações permitem que se inovem com ideias e recursos advindos de qualquer ambiente, desde que gerem valor aos negócios e criem flexibilidade para acompanhar o mercado global (CHESBROUGH, 2004) e o poder de barganha de fornecedores (SÁNCHEZ; ZUNITI, 2018).

A confiança, nesses casos, é essencial, pois os efeitos de tais plataformas podem ser positivos, como fonte principal de valor e ou, negativos. O próprio efeito de expansão de uma rede pode provocar a queda de uma plataforma, quando não bem estruturada (CARVALHO, 2012; BONNER; BAUMANN, 2012). Daí a importância de se entender toda a estrutura do modelo e a real troca entre os envolvidos.

2.4.5 Pilar da Transformação Digital: sistemas de gestão de negócios, roteiros e processos de implantação da Transformação Digital

O reconhecimento e aplicação de tecnologias na Transformação Digital é algo importante, mas não devem ser realizados isoladamente. Boas estratégias tecnológicas podem se iniciar por meio de negócios já estabelecidos nas indústrias agrícolas (VAZ *et al.*, 2017) ou por meio de novos negócios, maximizando valores de produção e eficiência.

É importante que as tecnologias sejam alinhadas e aplicadas aos modelos de negócio, sendo essa uma complexidade trazida por Vaz *et al.* (2018). Um planejamento de como realizar a Transformação Digital nas indústrias agrícolas é essencial. Sánchez e Zuntini (2018) fazem a junção de ferramentas utilizadas na administração para propor recursos e capacidades para a Transformação Digital. Em complemento, Vaz *et al.* (2017) demonstram um roteiro de perguntas que direcionam todo o processo. Ambas as propostas enfatizam a identificação do cenário atual para se construir um cenário futuro de digitalização.

É importante definir um roteiro de Transformação Digital e de planejamento de negócios. Os objetivos que se desejam alcançar no negócio devem ficar claros e definidos, as capacidades e serviços a serem desenvolvidos precisam ser traçados e o que as tecnologias

oferecerão precisam ser compreendidas (DEMIRKAN; SPOHRER; WELSER, 2016). Por meio disso, sabe-se a jornada a ser percorrida e as vantagens alcançadas.

2.4.6 Pilar da Transformação Digital: soluções digitais e tecnologias modernas

Na Transformação Digital, os dados necessitam ser transformados em ativos que tragam algum benefício para a organização. Mais que ter dados é preciso saber aplicá-los para soluções de problemas e mantê-los integrados à organização e seus departamentos (ROGERS, 2016).

Quando bem tratados, os dados criam novas fontes de valor e podem ser transformados em informações que gerem vantagem competitiva. A forma com que esses dados são capturados, tratados, armazenados e avaliados, precisam ser considerados, haja vista que surgem de tecnologias, de clientes, fornecedores e ou qualquer rede em que a organização esteja inserida (ROGERS, 2016).

As soluções tecnológicas surgem como forma de melhorar serviços e são maximizados pelos dispositivos *mobiles* e pelos princípios da Transformação Digital. Por meio de interfaces tecnológicas, pessoas se conectam e podem acessar padrões de dados utilizados para tomadas de decisão. A facilidade de recuperação, o reuso e o compartilhamento de dados e serviços são características promovidas pela aplicação tecnológica, que também proporcionam informações de qualidade e com confiabilidade. As indústrias agrícolas devem buscar a implementação de tecnologias para criar valor organizacional (SHINDE *et al.*, 2014; ROGERS, 2016).

A possibilidade de pessoas conectadas por dispositivos móveis, o poder de processamento, a capacidade de armazenamento e o acesso ao conhecimento via máquinas inteligentes emergem oportunidades para empresários e gestores inovadores (DEMIRKAN; SPOHRER; WELSER, 2016). Por isso, Vaz *et al.* (2017) enfatizam que as empresas que não conseguirem se adaptar ao novo cenário estão fadadas ao fracasso.

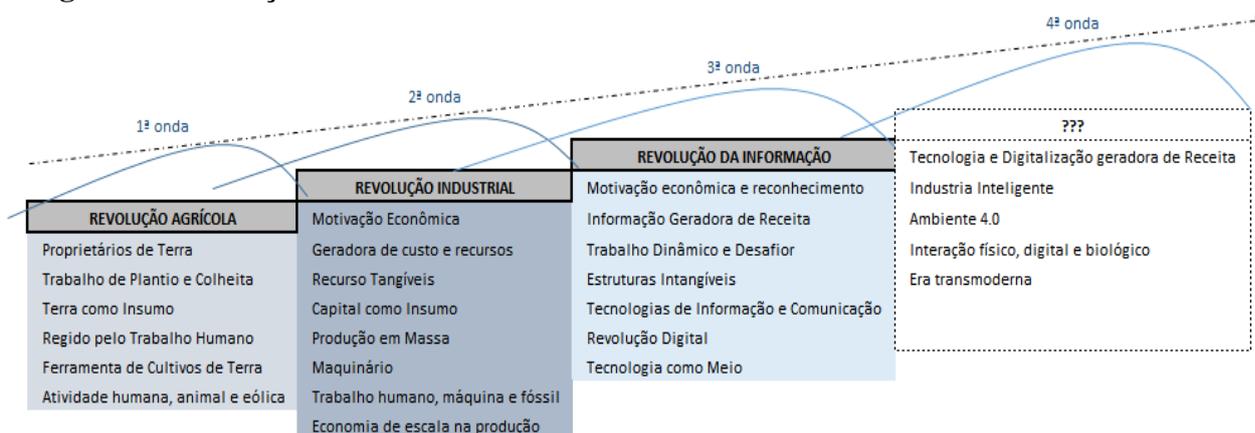
2.5 Agricultura Digital: o meio de desenvolvimento da agricultura moderna

Ao longo da história, as organizações passaram por mudanças que causaram efeito de reverberação social, processual e mercadológico. Dentre as eras da sociedade, os meios de geração de riquezas ditavam as atividades e os recursos a serem usados à busca do sucesso econômico (TOFFLER, 1987; HUNTINGTON, 1994).

A sociedade, então, vive ciclos de transformações econômicas e sistêmicas que provocam alterações nos mais diversos meios. Isso ocorre devido à falência de sistemas sociais e políticos que não atendem mais aos aspectos contemporâneos e acaba por emergir um novo sistema social (MOURA, 2009; SCHWAB, 2016;). Buscando relatos da visão de Toffler (1987), a sociedade caminhou entre três ondas principais: agricultura, indústria e informação. A ilustração do desdobramento das revoluções sociais é apresentada na figura 6.

A primeira era, composta pela subsistência agrícola, teve a terra e a mão de obra como elementos fundamentais de riquezas. Essa era ocorreu de 1650 a 1750 D.C. e relacionou o poder à dominação e cultivos de terras. Schwab (2016) enfatiza que nessa era as forças dos animais unidas aos dos seres humanos foram utilizadas em benefício social e econômico, como produção, transporte e comunicação.

Figura 6- Revoluções Sociais



Fonte: adaptado de Ziviani (2012), Correa, Ribeiro e Pinheiro (2017, pp. 190-192) e Schwab (2016, p. 17)

Em seguida, a era industrial abriu espaço para elementos fabris. Esse foi um processo de mudança dominada pela indústria e caracterizada pelas novas fontes de energia, de riquezas, de transporte e comunicação. O trabalho manual se perdeu para os maquinários e a agricultura foi afetada pelos novos processos de trabalho, aparecendo a energia mecânica (TOFFLER, 1987; SCHWAB, 2016). Teve-se valor às produções em escala, que se voltaram ao mercado internacional e não somente a produção local. Por meio da revolução industrial, as cidades cresceram e novas classes sociais surgiram (HARTWELL, 2017). O elemento tangível se tornou símbolo de poder e riqueza. A onda industrial teve o início decretado em 1760 na Inglaterra e se alastrou para o mundo (ALMEIDA NETO *et al.*, 2016), por meio de outras revoluções industriais em XIX.

A terceira revolução (onda) de Toffler (1987) foi caracterizada pela informação e, segundo Schwab (2016), também é conhecida como onda digital ou revolução tecnológica. Os bens de informação são gerados por máquinas especializadas e, em consequência, a informação e a tecnologia passaram a ser chaves para o desempenho econômico da sociedade (PARRA, 2007). Vislumbrou-se um novo modelo econômico em que relaciona o desempenho mercadológico com a capacidade de produzir, armazenar e disseminar a informação (MOURA, 2009). Não há mais barreiras mercadológicas e é constante o apoio das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) como fontes de riqueza.

Em detrimento da revolução digital, autores como Tapscott (2015) e Schwab (2016) defendem a quarta onda, iniciada no século XXI. A quarta onda se baseia na terceira e é composta pela tecnologia e digitalização como meios de revolução. Tapscott (2015) acresce que a revolução da informação se desdobra em uma condição transmoderna e é baseada na estrutura de geração do conhecimento aplicável. A informação não deve ser apenas utilizada para serem capturadas e armazenadas, mas sim para aplicá-la na solução de um problema concreto.

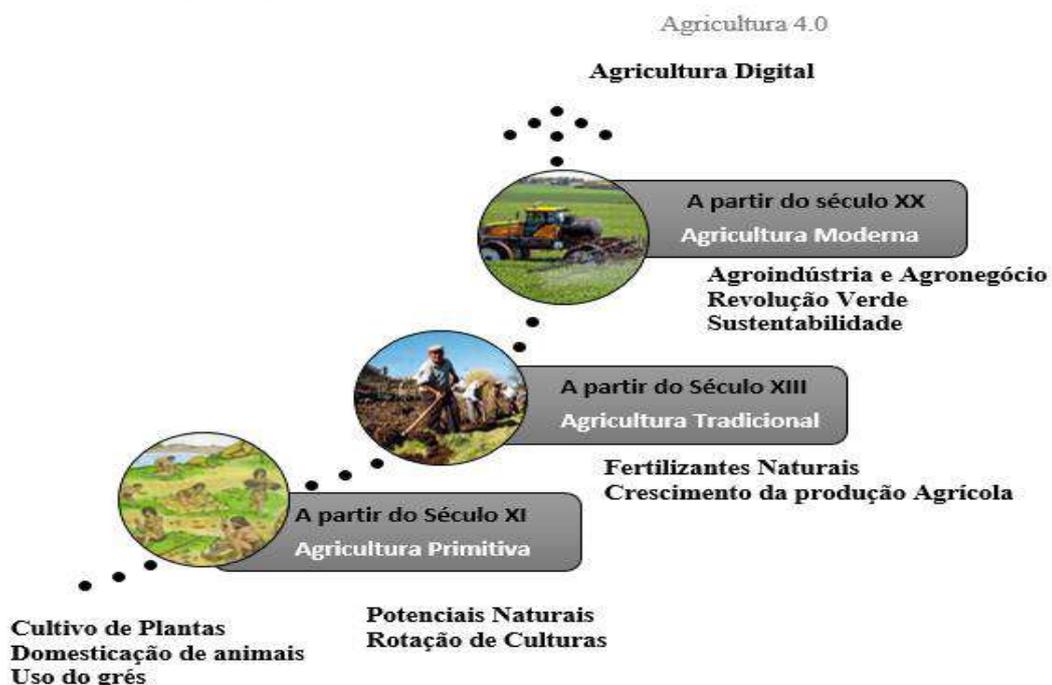
Cowhey e Aronson (2012) explicam que há um conjunto bem distinto de capacidades, habilidades e arquitetura mercadológica nessa era transmoderna, e que não foram vistas nas eras anteriores. Na quarta onda, há fusões de tecnologias e interações e dos domínios físicos, digitais e biológicos até então não vistos (SCHWAB, 2016). Novos recursos são propostos: i) disponibilidade de redes de internet de banda larga acessíveis; ii) integração e armazenamento em escala de informações junto à nova arquitetura de redes e serviços; iii) o crescimento de sistemas de computação virtual para controles de computadores, atendimento à demanda dos usuários e aumento de eficiência, entre outros. Tem-se, além do crescimento mercadológico e de máquinas móveis, a disponibilização sem fronteira de informações e serviços que criam impactos favoráveis nos mercados (COWHEY; ARONSON, 2012, p. 62). Nehra e Nehra (2005) complementam, apontando que as consequências das novas arquiteturas também criam uma estrutura de “Nuvem Humana”, em que atividades são executadas por trabalhadores em qualquer localidade. Avaliam-se o saber e o potencial cognitivo humano em prol de resultados de negócios (ZIVIANI; CORREA; DE MUYLDER, 2018). Essa quarta onda abre espaço para discussões como a Indústria 4.0 com a formação de fábricas inteligentes e *cyber* espaços que cooperam entre si e criam novos modelos de negócio (SCHWAB, 2016). Abre espaço também para a economia digital, em que a informação, a tecnologia e o conhecimento passam a ser utilizados adequadamente e são

considerados recursos tradicionais de trabalho e chaves para o êxito da riqueza econômica (PARRA, 2007).

Os países recorrem às especializações e exportações para ganhos de eficiência e apoio aos desafios de produtividade. As tecnologias emergentes e as inovações são mais facilmente difundidas (SCHWAB, 2016). Os impactos da nova era direcionam o caminho para as aplicações tecnológicas em serviços e produtos, como a agricultura. Como meio de subsistência de diferentes povos, as práticas agrícolas são encontradas desde os primórdios. Para autores como Gupta (2004) e Andersen, Jensen e Skovsgaard (2016), a agricultura é um fator pontual da formação social. Pode ser classificada como uma prática econômica de transformação do espaço geográfico (RAKSHIT, 2010) e domesticação de animais (GUPTA, 2004), capaz de modificar e trabalhar os solos com o objetivo de cultivo e criação de produtos.

Para que se compreenda, Tang *et al.* (2002) separam a agricultura em três fases. A primeira é denominada pela Agricultura Primitiva, caracterizada pelo trabalho realizado por Grés. A segunda, denominada Agricultura Tradicional, se dá pela utilização de ferramentas e ferragens, sendo essa fase também relatada por Zhang (2011). E, por fim, a terceira e atual fase, caracterizada pela utilização de máquinas avançadas e chamada de Agricultura Moderna (FIGURA 7).

Figura 7- Revoluções agrícolas



Fonte: elaborado pela autora a partir de Gupta (2004), Andersen, Jensen e Skovsgard (2016) e Garcia e Buainain (2016)

A origem de novas práticas de cultivo se ligava à disponibilidade de como as plantas e os animais poderiam ser domesticados para gerar benefício às pessoas. Logo, a introdução de plantas e animais propagavam-se em diferentes ambientes e os ambientes naturais se transformavam em ambientes cultivados e explorados pelo homem (MAZOYER; ROUDART, 2008). A agricultura ganhou espaço e o aumento de produtividade incitou as primeiras trocas, tendo da revolução concentrada na Europa durante o século XI. Produtos excedentes propiciaram a possibilidade de troca entre os povos da região (MAZOYER; ROUDART, 2008; GUPTA, 2004) e tornou os campos essenciais para a formação da sociedade e para o início do comércio de troca.

As práticas agrícolas ocorriam somente em locais propícios para a produtividade, ou seja, em solos ricos em nutrientes e água e com climas ideais (GARCIA; BUAINAIN, 2016). As modificações começaram a surgir a partir da revolução industrial. Com o advento dos recursos tecnológicos propostos pela era industrial, os espaços rurais puderam ser modificados e as práticas agrícolas automatizadas (ANDERSEN; JENSEN; SKOVSGARD, 2016), além da utilização de recursos naturais, como fertilizantes. Nos tempos atuais, esses fatores podem ser flexibilizados em virtude das práticas tecnológicas e das tecnologias agrícolas modernas.

No século XX houve a ocorrência de um dos principais marcos do setor agrícola, denominada na época como: a Revolução Verde. Seu objetivo era o fim da fome do mundo, o qual não foi atingido. Os resultados da Revolução Verde foram a aplicação de novas tecnologias, um padrão de cultivo intensificado em capital e tecnologia e uma segregação da agricultura (ALVES, 2016). Apenas uma determinada minoria, com condições de investimento, conseguia atender a alta demanda. Essa revolução ocorreu na década de 70, embora se defenda que algumas tecnologias e inovações tenham sido implantadas no meio agrícola após a Segunda Guerra Mundial (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação – FAO, 2012).

Surgiu a era da sustentabilidade e da geração de produtos orgânicos. Preocupados não só com o benefício dos sistemas produtivos, o novo momento reflete o desenvolvimento e utilização dos recursos naturais para as sociedades vindouras e a conscientização sustentável. Mais que comprar um produto, o consumidor apoia o meio ambiente e as empresas sustentáveis e exigem a adição de valores aos produtos agrícolas comercializados (HUANG, 2016).

Massrhuá e Leite (2017, p. 24) enfatizam que “o mundo contemporâneo e globalizado remete todos a uma busca por uma economia sustentável e justa, na qual a bioeconomia ganha força e visibilidade porque a sustentabilidade entrou definitivamente como uma das prioridades da sociedade”. A Agricultura, com um conceito então aprimorado, passou a ser identificada como um setor da economia, composto por atividades de cultivo de terra, criação de animais e de suas distribuições e comercializações, apoiadas por TICs (ANDERSEN; JENSEN; SKOVSGARD, 2016).

As tecnologias, então empregadas na agricultura moderna, além de elevarem o sistema produtivo, atendem às exigências sociais e ambientais da nova era (WANG, 2016). Logo, percebe-se que, sem melhoria tecnológica na agricultura, não haverá desenvolvimento e visibilidade do setor. A era da Agricultura Digital aparece e as novas práticas da agricultura moderna passam a gerar uma grande quantidade de informações para ações cada vez mais eficientes. As relações são caracterizadas pela intensa competição internacional. A política de protecionismo já não traz mais segurança para as produções (ALENCAR, 2017).

Aguiar (1986) já explicava que a agricultura necessita passar por duas atenuações para se desenvolver: i) o processo de modernização por meio da utilização de inovações técnicas, que proporcionaram novos fertilizantes, meios de cultivo e até maquinários; ii) as relações mercantis, que proporcionam o desenvolvimento dos países e a inserção em mercados mundiais. Apesar da citação ser realizada na década de 80, retrata o cenário de desenvolvimento da agricultura. A modernização do setor surge pelas etapas perpassadas e pela aplicação de tecnologias avançadas, como *cloud computing*, *big data* e sensores, por exemplo, fatores estes integrados e inteligentes, capazes de levar a agricultura a um novo patamar além da digitalização.

Com o objetivo de atender a demanda populacional, que também se expande de maneira significativa, os aspectos de inovação e de construção de sistemas agrícolas (ŞERBU, 2014) tornam-se fatores chaves para o sucesso da Agricultura Digital. Tais aplicações já se expandem para o mundo em anos anteriores. Exemplo disso é o que Liang *et al.* (2003) retratam no estudo “Study on the framework system of digital agriculture”, referente ao ano de 2003. Na América, 82% dos acompanhamentos e amostragem de solos eram realizados via Sistema de Informação Gerencial (SIG), e 90% da agricultura já utilizavam tecnologia agrícola precisa. Nos Estados Unidos da América (EUA), sistemas de gerenciamento de culturas já estavam sendo aplicados em todo o país. Da mesma forma, o departamento de produção de plantas na França já tratava a digitalização de imagens, assim como o Japão, que construía banco de dados e sistemas agrícolas (LIANG *et al.*, 2003. p.

15).A expansão das TICs e sua utilização na agricultura ocorre principalmente pela possibilidade de coleta e processamento de dados que, originados de diferentes fontes, podem conter padrões capazes de propiciar inovações e apoiar a solução de problemas (KOSHKAROW, 2018). Entretanto, ainda há algumas complexidades nas definições dos termos voltados para o emprego da digitalização na agricultura. Nomes como Agricultura Digital, Agricultura 4.0, Agricultura de Precisão, Terra Digital, entre outros, ainda são empregados para definir um mesmo objeto de estudo. Inicialmente, apresentam-se as definições de Agricultura Digital (QUADRO 5).

Quadro 5- Exemplificação de conceitos propostos pela literatura referente ao termo "Agricultura Digital"

| Definição | Citado por | Área de Definição |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| A Agricultura Digital é uma forma para derrubar o custo e ajuste de plantação, economizar água, acompanhar a qualidade e poluição de alto rendimento para agricultura livre e mecanização inteligente de agricultura. | Liang <i>et al.</i> (2002) | Agricultura |
| Caracterizada pela digitalização de atividade agrícola e é agricultura dirigida por dígitos. O principal objetivo é criar um sistema agrícola integrado, que combina coleta de dados, transmissão de dados, processamento de dados e máquinas de controle digital em conjunto para realizar a digitalização, rede e automatização da atividade agrícola | Tang <i>et al.</i> (2002) | Geoprocessamento |
| A Agricultura Digital é o núcleo da informatização agrícola que promoverá a revolução da tecnologia agrícola e seu rápido desenvolvimento para aumentar o poder competitivo | Liang <i>et al.</i> (2003) | Agricultura |
| É um novo conceito para a sustentabilidade e a utilização dos recursos agrícolas | Bingwen (2005) | Informação |
| Sistema inteligente de gerenciamento e aplicação de computadores inclui novas tecnologias de ponta, como informatização, digitalização, rede, automação e assim por diante. | Duan (2010) | Computação e Informação |
| Conjunto de operação quantitativa da moderna tecnologia agrícola e sistemas de gestão e de agricultura de precisão. Incluem os dez sistemas de variedades: o Sistema de Posicionamento Global, sistema de coleta de informações, sistema de monitoramento para sensoriamento remoto agrícola, terras agrícolas, sistemas de informação geográfica, o sistema especialista em agricultura, sistemas de monitoramento ambiental, integração de sistemas, sistemas de gerenciamento de rede e sistema de treinamento | Nie <i>et al.</i> (2010) | Computação e Informação |

| Definição | Citado por | Área de Definição |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------|
| A Agricultura Digital é uma aplicação do conceito de “terra digital” proposta na década de 1990 e é uma expansão do conceito de “agricultura de precisão”, que enfatiza os procedimentos de produção agrícola. | Shen, Basistb e Howardc (2010) | Geoprocessamento |
| A Agricultura Digital é a gestão de sistemas de produção agrícola combinado com a tecnologia digital da terra e moderna tecnologia agrícola | Baozhu e Lei (2011) | Administração |
| A Agricultura Digital é um integração do sistema científico moderno, da agricultura da ciência, ciência global, ciência da informação, computador, comunicação digital, ciência do ambiente e ciência do sistema em todo um sistema científico com a cultura técnica de simulação de crescimento, tecnologia de sensoriamento remoto, sistema de informação geográfica, sistema de posicionamento global (GPS), tecnologia de realidade virtual, imagens de satélite com alta resolução, sistema de suporte de decisão. | Wang (2011) | Informação |
| Agricultura que exige novos métodos e abordagens para processar, armazenar, descobrir e recuperar dados. | Jayaraman <i>et al.</i> (2014) | Computação |
| A Agricultura Digital é a prática de tecnologias modernas, como sensores, robótica e análise de dados para mudar de operações tediosas para processos continuamente automatizados. | Shamshiri <i>et al.</i> (2018) | Agricultura |

Fonte: Adaptado de Liang *et al.* (2002), Tang *et al.* (2002), Liang *et al.* (2003), Bingwen (2005), Duan (2010), Nie *et al.* (2010), Shen, Basistb e Howardc (2010), Baozhu e Lei (2011), Wang (2011), Jayaraman *et al.* (2014) e Shamshiri *et al.* (2018).

Ao verificar com maior detalhe, nota-se um desenvolvimento de definições à medida que os anos transcorrem, haja vista que também foram incluídas diferentes ferramentas ao se relatar a Agricultura Digital. Da mesma forma, nota-se a multidisciplinaridade de áreas que buscam compreender e definir a temática. Apesar de se entender que as definições são complementares, para este estudo, optou-se pela utilização da definição de Wang (2011), que trata a Agricultura como a integração de diferentes tipos de sistemas, incluindo os sistemas físicos e tecnológicos, para acesso a informações e apoio à tomada de decisão.

No ano de 2002, Liang *et al.* (2002) e Tang *et al.* (2002) concentraram a AD na digitalização e processamento de informações, com o objetivo de economia de custos e utilização de recursos. O conceito se desdobrou em 2003, já tratando a informatização do setor como estratégia de negócios e ganho de vantagem competitiva (LIANG *et al.* 2003).

Novos recursos e modernas ferramentas, como sensores de campos, satélites GPS, banco de dados e armazenamento, sistemas inteligentes e de automatização são incluídos nos conceitos exemplificados a partir de 2010, com Nie *et al.* (2010), Baozhu e Lei (2011) e Jayaraman *et al.* (2014), por exemplo. Chega-se às práticas modernas e *cyber* espaços com a

ideia de Shamishiri *et al.* (2018). Pode-se apontar alguns apoios técnicos da Agricultura Digital (LIANG *et al.*, 2003, p, 7):

[...] as tecnologias de máquinas para agricultura inteligente; as tecnologias de coleta em tempo real das informações de campo; os sistemas de posicionamento global (GPS); os sistemas de informações geográficas (SIGeo); o sensoriamento remoto (RS); a tecnologia de gerenciamento de metadados; a tecnologia de rede de computadores de banda larga [...]

Todos esses recursos são utilizados para obtenção, análise e processamento de informações, que apoiam produtores e empresas na geração de conhecimento e solução de problemas. Permite também que sejam traçadas estratégias para todo o processo produtivo e crescimento do negócio agrícola. As ferramentas empregadas na agricultura devem ser capazes de tornar os processos produtivos mais gerenciáveis e as operações dos campos orientadas, produtivas, eficientes e até mesmo sustentáveis (WANG, 2016; WANG *et al.*, 2017), com informações confiáveis, precisas e inteligíveis. Acelera-se a produtividade rural e trabalha a construção de um país voltado para tecnologias limpas e harmoniosas.

As distâncias entre os países produtores são reduzidas e se cria um novo conceito de campo (WANG, 2011; WANG *et al.*, 2017). Nesse novo conceito, não existe a separação entre o mundo físico e virtual e aplica-se a Agricultura 4.0, que referencia as ideias da Indústria 4.0 (MASSURHÁ; LEITE, 2017) e a construção do espaço *cyber* físico.

A Agro 4.0 emprega métodos computacionais de alto desempenho, rede de sensores, comunicação máquina para máquina (M2M), conectividade entre dispositivos móveis, computação em nuvem, métodos e soluções analíticas para processar grandes volumes de dados e construir sistemas de suporte a tomada de decisões de manejo. Além disso, contribuirá para elevar os índices de produtividade, da eficiência do uso de insumos, da redução de custos com mão de obra, melhorar a qualidade do trabalho e a segurança dos trabalhadores e diminuir os impactos ao meio ambiente. Engloba a agricultura e pecuária de precisão, a automação e a robótica agrícola, além de técnicas de *bigdata* e a Internet das Coisas (MASSURHÁ; LEITE, 2017, p. 29)

Entretanto, a captura de grande quantidade de dados e seu armazenamento é complexa e propensa a erros (CHEN *et al.* 2011) e o campo agrícola já traz complexidades que necessitam ser pensados e que propiciem oportunidades para um desenvolvimento sustentável, competitivo e voltado para a Transformação Digital de qualquer região. Muitas dificuldades citadas na literatura não estão na tecnologia, mas na sua aplicação e nos resultados que essas trazem para a indústria agrícola.

As informações agrícolas por si só já possuem elevada complexidade, seja pela quantidade gerada, pela variedade de aspectos que impactam o setor, inclusive do ambiente

externo. Entre os relatos da literatura, encontram-se desafios, como variação climática, escassez de água, preocupação social, por exemplo, fatores estes que impactam de maneira direta a produção e tornam a gestão dos processos agrícolas complexos (TANG *et al.*, 2002; NIE *et al.*, 2010; JAYARAMAN *et al.*, 2014).

A complexidade é maximizada quando se encontram relatos da falta de integração das ferramentas tecnológicas e a ausência de padrão dos dados gerados, que tornam os sistemas inescaláveis e ineficientes (WANG *et al.*, 2017). Shamshiri *et al.* (2018), Rajeswari, Suthendran e Rajakumar (2017) salientam que as tecnologias, por si só, apresentam valores consideráveis, mas quando não compreendidas, geram valores ainda incipientes para uma competitividade real.

Wang *et al.* (2017) explicam que os sistemas atuais não possuem portabilidade de dados e não permitem que sejam conectados a ferramentas de marcas distintas, logo não conversam entre si e não compartilham informações.

Os sistemas são de difícil modificação, difícil integração a outras plataformas e, além de tudo, possuem o desafio de serem interoperáveis (VAZ *et al.*, 2017).

Tem-se um cenário de ferramentas que coletam dados continuamente, mas que precisam ser tratados por elevadas estatísticas para serem compreendidos (SHAMSHIRI *et al.*, 2018).

A ausência de conhecimento para o manuseio das ferramentas e a falta de conhecimento técnico (SHAMSHIRI *et al.*, 2018) e digital (HU; ZHANG; DUAN, 2015) para interpretar as informações, promovem usuários não preparados e treinados para tratarem as tecnologias e seus resultados.

Essas são causas que sugerem a dificuldade de entendimento dos benefícios gerados por as ferramentas e pela ausência de mecanismos de inovação no setor, como também o fato de ferramentas serem aplicadas a contextos parciais e altamente técnicos e seu desenvolvimento não atender de maneira abrangente (YAO, WU, 2011; SHINDE *et al.* 2014).

Tais fatores tornam a tecnologia simplista, em relação à visão que se tem sobre ela, e complexa, quanto à sua utilização (LIANG *et al.* 2003; NEHRA; NEHRA, 2005).

É necessário que a eminência das tecnologias supere os limiares das fazendas e, como consequência, coloque a indústria agrícola alinhada aos fatores de competitividade. Wang *et al.* (2011) e Rajeswari, Suthendran e Rajakumar (2017) enfatizam que, muitas vezes, os próprios gestores e agricultores não têm ciência das inovações aplicadas e do próprio conceito de Agricultura Digital.

Por isso, não conseguem aplicá-la de maneira satisfatória. A falta de conhecimento também pode elevar custos e demandar pesquisas onerosas no cenário (ALENCAR *et al.*, 2017) que, em contrapartida, é precário em investimentos e projetos de leis (LIANG *et al.*, 2003; RAJESWARI; SUTHENDRAN; RAJAKUMAR, 2017).

As políticas e projetos agrícolas necessitam apoiar demandas, de forma que as respostas às necessidades da população sejam implicadas e as intervenções digitais sejam realmente eficientes (MAZOYER; ROUDART, 2008). Apenas focar no cultivo de produtos não é suficiente para a era digital. É importante propor ações que visem às exportações de produtos, atendimento ao mercado interno e local, além de atrair investimentos e capitais (COSTA *et al.*, 2013). É preciso criar valor às indústrias agrícolas.

2.6 Análise dos modelos propostos para a Agricultura Digital: tipos e aspectos

Diante das complexidades apresentadas e também por meio de análise de conteúdo, identificaram-se os tipos de modelos apresentados com o objetivo de conceituar e apresentar soluções às complexidades da Agricultura Digital. Com um total de 26 modelos, percebeu-se que a multidisciplinariedade (Vaz *et al.* 2017) também impacta as soluções propostas na AD. Apesar de descartados os modelos que tratavam de desenvolvimento específicos de algoritmos ou máquinas, apontado por Bingwen (2005) e Shamshiri *et al.* (2018), algumas soluções propostas retratam *frameworks* tecnológicos como modelo.

Diante desse cenário, pode-se apontar que os modelos propostos pela Agricultura Digital se desdobram em dois grupos principais: os modelos descritivos, que citam os aspectos conteudistas sem detalhar especificamente como realizá-los, e os modelos prescritivos, que apresentam explicações mais específicas e, na sua maioria das vezes, de aplicação tecnológica.

Salienta-se que a própria definição de Agricultura Digital, realizada por Wang (2011), contempla além dos sistemas científicos a aplicação tecnológica. Portanto, tanto os modelos prescritivos quanto descritivos não podem ser apartados das discussões sobre a temática, e se tornam complementares para realização de novas proposições. Diante desse levantamento, foram identificados, por meio da análise minuciosa dos documentos, os principais elementos que compõem os modelos da Agricultura Digital.

2.6.1 Modelos descritivos da Agricultura Digital encontrados na literatura

Contemplando os modelos da literatura, apresentados no quadro 6, citam-se os estudos que apresentam visões macro de fatores que são importantes e presentes nas práticas da Agricultura Digital. Não são relatadas tecnologias específicas, mas sim fatores essenciais para funcionamento do setor.

Quadro 6- Modelos prescritivos de Agricultura Digital

| Autor(es) | Proposta do modelo |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Liang <i>et al.</i> (2002) | Apresenta a AD pela visão macro da construção de um banco de dados, sistemas de monitoramento e sistemas de apoio à decisão, incluindo consultorias técnicas. |
| Liang <i>et al.</i> (2003) | Propõem um modelo baseado na intensificação da agricultura com suporte informacional avançado e alta tecnologia. |
| Nehra e Nehra (2005) | Propõe um modelo de sistema cíclico e interativo, no qual os agricultores são os usuários finais de informações científicas e podem interagir entre si para troca de informações e solução de problemas. |
| Yang, Wang e Zhuang (2009) | Apresenta um modelo de gerenciamento unificado de operação de máquinas agrícolas sumarizados pela integração de submódulos de informações básicas da fazenda; sistemas de informação e decisão de maquinários e gestão e serviços remotos. |
| Baozhu e Lei (2011) | Framework para fortalecimento da Agricultura Digital, por meio da construção e integração de uma base de dados e infraestrutura agrícola. |
| Ting <i>et al.</i> (2011) | Apresenta uma perspectiva a nível de sistema da integração das tecnologias à agricultura considerando as etapas de produção. Ferramentas de TI são utilizadas distintivamente nas fases anteriores ao campo, durante o campo e pós campo. |
| Wang (2011) | Propõe a construção da Agricultura Digital no novo campo, unido a industrialização, modernização e digitalização agrícola. Para isso são implementados fatores de pesquisa e inovação, investimentos, sistemas de mercado e redes, treinamento e promoção de qualidade dos agricultores |
| Weltzien (2016) | O modelo tem como requisito a automação das tarefas de coleta de dados por meio do desenvolvimento de sensores inteligentes e sistemas de apoio à decisão. |
| Alencar <i>et al.</i> (2017) | Modelo que objetiva armazenar, tratar e divulgar informações tecnológicas e conhecimentos gerados pela Empresa e suas instituições parceiras, além de explicitar para toda a sociedade o envolvimento e utilização dos recursos público oriundos de impostos. |
| Souza <i>et al.</i> (2017) | Modelo de Agricultura Digital baseado no <i>Design Science</i> que tem como objetivo apoiar e trazer benefícios a pesquisadores, agricultores e agentes públicos. |
| Fresco e Ferrari (2018) | O modelo se baseia na proposta da Organização de Alimentação e Agricultura (FAO), que considera o sistema agrícola constituinte por dois sistemas globais: o sistema natural, composto por fatores ambientais e recursos naturais e o sistema humano, representado por serviços humanos, de alimentação e produtos agrícolas. |

Fonte: Liang *et al.*, (2002), Liang *et al.*, (2003), Nehra e Nehra (2005), Duan (2010), Yang, Wang e Zhuang (2009), Baozhu e Lei (2011), Ting *et al.*, (2011), Wang (2011), Weltzien (2016), Alencar *et al.*, (2017), Zullo Júnior e Romani (2017), Souza *et al.*, (2017) e Fresco e Ferrari (2018)

Os modelos descritivos retratam uma perspectiva de gestão e interação dos mecanismos de Agricultura Digital para o tratamento de informações que permeiam a indústria agrícola. Baseados na utilização de aplicações tecnológicas, como citado por

Baozhu e Lei (2011), Ting *et al.* (2011) e Weltzien (2016) e na integração das aplicações (YANG; WANG; ZHUANG, 2009), os modelos enfatizam o fortalecimento informacional (LIANG *et al.* 2003) e a construção do conhecimento por meio de interações dos envolvidos na cadeia de produção agrícola (SOUZA *et al.* 2017; FRESCO; FERRARI, 2018).Liang *et al.* (2002), no estudo “The Main Content, Technical Support and Enforcement Strategy of Digital Agriculture”, explicam a definição e os parâmetros necessários para que seja aplicada a Agricultura Digital. O modelo compõe a construção de um banco de dados, do padrão de metadados, do sistema de monitoramento, de sistema de previsão e decisão e a construção de sistemas informação e consultoria, que podem ser vistos na figura 8.

Figura 8- Modelo proposto por Liang et al. (2002)



Fonte: adaptado de Liang *et al.* (2002)

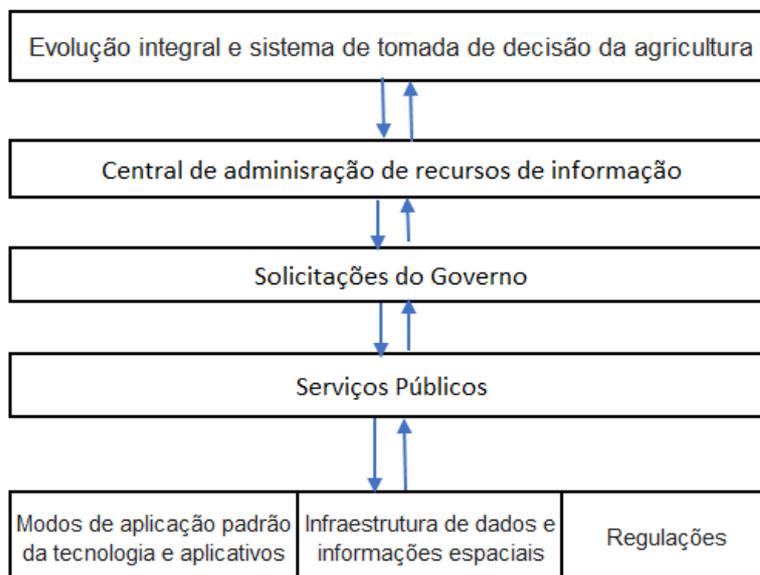
As informações devem ser colhidas de diferentes ambientes, meios e períodos, o que provoca a necessidade de padrões de conteúdo da construção de metadados, haja vista que tais informações serão também difundidas e compartilhadas. Os autores salientam que a Agricultura Digital, além de complexa, é contínua. Não se deve dar atenção ao *hardware* e ao software em proporções diferentes que ao planejamento e investimento da Agricultura Digital. É preciso o cultivo de uma cultura moderna de empreendimento e de modelos de inovação ligados à produção e a pesquisa no setor.

Com o mesmo objetivo, Liang *et al.* (2003) apresentam a pesquisa “Study on the framework system of digital agriculture”. Pensando no avanço a nível internacional, os autores apontam que Agricultura Digital inclui, principalmente, a construção de uma base informacional, com banco de dados, padrão metadado, rede de observação terrestre, sensoriamento remoto, GPS, entre outros, e o desenvolvimento de sistemas de aplicação integral.

É então proposto um modelo de implantação da Agricultura Digital composto, basicamente, por três níveis, sete componentes e doze sistemas de aplicação, que se integram e interagem constantemente entre si (FIGURA 9).

A reunião de todos os recursos faz com que o modelo seja baseado na intensificação da agricultura e proporcione suporte avançado por meio de informações e alta tecnologia. Todo o processo agrícola será digitalizado e inteligente, aumentará o poder competitivo e colocará a agricultura em um novo patamar de concorrência no mercado.

Figura 9- Modelo proposto por Liang *et al.* (2003)



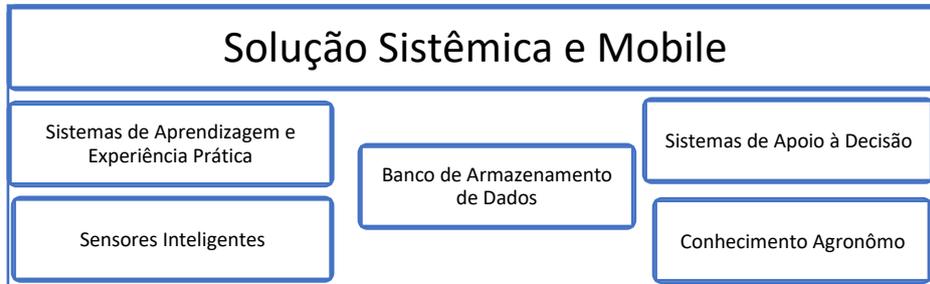
Fonte: daptado de Liang *et al.* (2003)

Por meio do modelo, os autores defendem uma agricultura viável, a abertura de redes de informação para a produção agrícola, gestão e desenvolvimento sustentável com um ambiente de proteção eficaz, além da divulgação do conhecimento, por meio de *softwares* e *hardwares*. Por um lado mais tecnológico, mas não descritivo, Weltzien (2016), no estudo “Digital Agriculture - or why agriculture 4.0 stills offers only modest returns”, esclarece que na agricultura moderna há uma preocupação com a integração e automatização de todos os sistemas ciber físicos, por redes, conforme figura 10.

Salienta-se, no modelo de Weltzien (2016), a criação de um caminho que permita a experiência prática do agricultor fluir, para que novos conhecimentos sejam gerados. Isso exige um meio de armazenamento e de fácil recuperação de dados. Por meio dessa proposta, decisões serão tomadas baseadas em conhecimento, nas necessidades individuais dos

produtores e nas demandas sociais, apresentando resultados não só tecnológicos, mas também com acréscimo de valor.

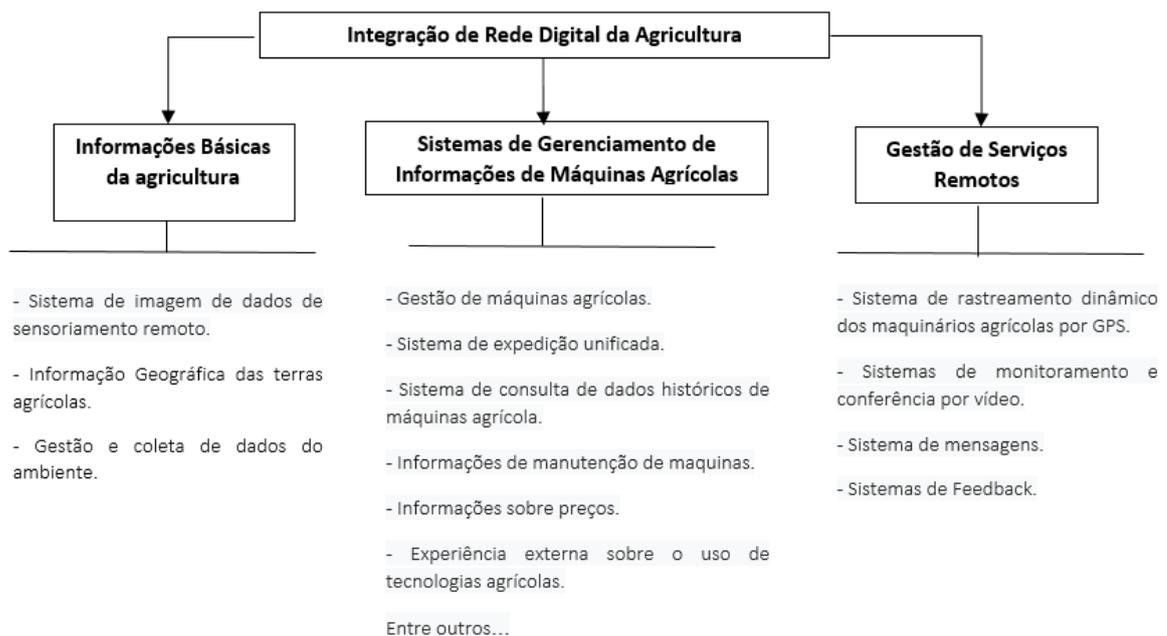
Figura 10- Modelo proposto por Weltzien (2016)



Fonte: daptado de Weltzien (2016)

Em completude à perspectiva de Weltzien (2016) os autores Yang, Wang e Zhuang (2009), no estudo “Case Analysis of Farm Agriculture Machinery Informatization Management Network System”, salientam que diferentes modelos de gestão agrícola surgem baseados nas habilidades, perfis e experiências de seus gestores. A fim de solucionar tais embargos e atender de maneira eficaz aos problemas da agricultura chinesa, é relatado um modelo de gerenciamento unificado de operação de máquinas agrícolas (FIGURA 11).

Figura 11- Modelo proposto por Yang, Wang e Zhuang (2009)



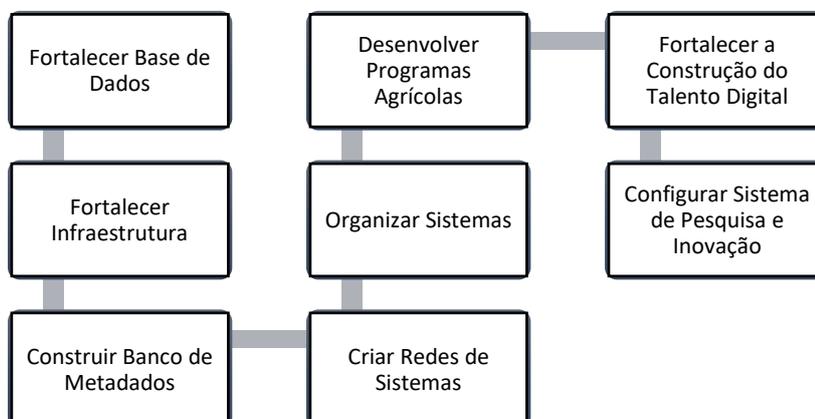
Fonte: Adaptado de Yang, Wang e Zhuang (2009)

O modelo propõe um planejamento global e de implementação uniforme das técnicas de operação e equipamentos agrícola, capaz de fornecer informações flexíveis e de orientação ao acompanhamento e mudanças do mercado. Os autores salientam que, com o modelo, tem-se a oportunidade de unir a ciência e a tecnologia como principal elo de modernização agrícola, mas, para isso, é preciso: ser orientado para pessoas, planejar os objetivos com detalhes, combinar sempre a informatização com a inovação e gestão, realizar trabalho de padronização das informações, além de se atentar quanto à avaliação e inspeção constante dos modelos e das informações, e também atentar-se à necessidade de cooperação.

A união da ciência e tecnologia vem proposta no estudo de Baozhu e Lei (2011). “Probing into application mode of digital agriculture in anhui province” foi realizado por Baozhu e Lei (2011) visando a mitigar a dispersão das pesquisas científicas, do Estado e da Universidade. Os autores propõem um *framework* para fortalecimento da Agricultura Digital (FIGURA 12).

O modelo origina a necessidade de construção de padrões de metadados agrícolas, para que se estabeleça um sistema de rede e troca de recursos ordenados. Essas trocas de recursos que formam as redes devem atender a todos os níveis agrícolas, para que tenha o resultado realmente satisfatório e atenda ao objetivo de compartilhamento, e por isso, criam-se redes de sistemas. Tais sistemas devem ser desenvolvidos e organizados para promover a industrialização da agricultura e de pesquisas no setor nas mais vastas áreas. É preciso, também, desenvolver programas agrícolas e sistemas de suporte à decisão que possibilitem apoiar discussões por meio da aplicação de soluções modernas e integradas.

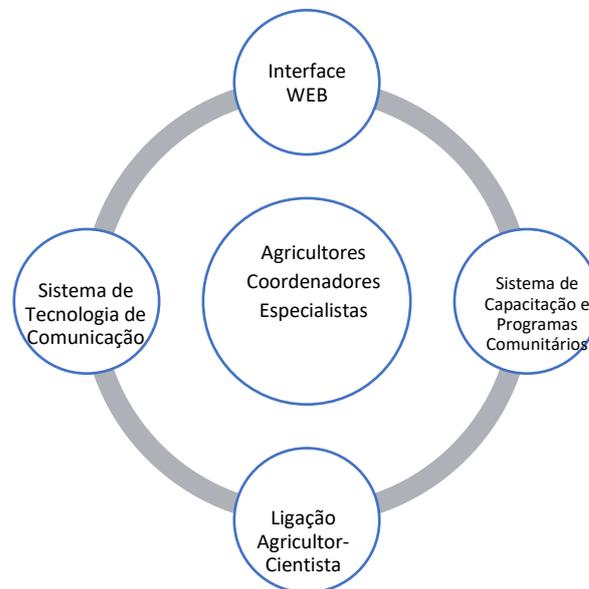
Figura 12- Modelo proposto por Baozhu e Lei (2011)



Fonte: Adaptado de Baozhu e Lei (2011),

Nehra e Nehra (2005) e Wang (2011) vão além dos estudos anteriores. Nehra e Nehra (2005) realizaram o estudo “ICT: A new horizon in Indian agriculture”, propondo um sistema cíclico em que os agricultores são os usuários finais de informações científicas. O modelo de Nehra e Nehra (2005) é rodeado por três partes fundamentais: agricultores, coordenadores e especialistas em agricultura. O principal objetivo do modelo é aplicar as TICs na agricultura para construção de sistemas especialistas econômicos, de baixo custo e que eleve a produção das indústrias agrícolas e os padrões de vida dos produtores rurais (FIGURA 13).

Figura 13- Modelo proposto por Nehra e Nehra (2005)



Fonte: Adaptado de Nehra e Nehra (2005)

A comunicação ocorre por meio dos sistemas de comunicação, disponibilizada via *web*. Após o recebimento das orientações, o agricultor envia *feedbacks*, formando uma rede agrícola de disseminação de informação e conhecimentos especializados.

Tais informações acabam por popular e formar sistemas de capacitação, que podem preparar e municiar agricultores com informações precisas e passíveis de recuperação em tempo oportuno (NEHRA; NEHRA, 2005).

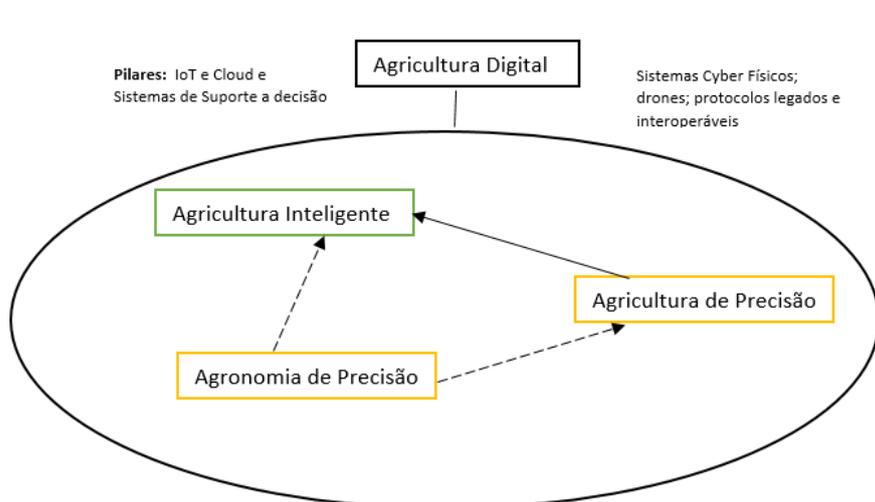
Já Wang (2011) realizou o estudo “The Effect and Development Strategies of Digital Agriculture during New Countryside Construction”, para propor a construção da Agricultura Digital no novo campo, unindo a industrialização, modernização e digitalização agrícola.

Para isso, o modelo proposto pelo autor segue os critérios mostrados na figura 14.

No modelo proposto pelos autores, as áreas de Agricultura Digital, políticas públicas e integração, modelagem e análise de dados se interagem (FIGURA 15). Souza *et al.* (2017) defendem que, com o modelo, há informações suficientes para aplicação de uma ferramenta abrangente e que podem beneficiar agricultores e governos.

Por meio da integração das áreas, passa-se a ter maior precisão nas previsões e nas informações adquiridas. Dessa forma, a elevada quantidade de dados transforma a sociedade e possibilita novas formas de pesquisa e inovações na agricultura. Na mesma linha de Souza *et al.* (2017), Fresco e Ferrari (2018) realizaram o estudo “Enhancing Precision Agriculture by Internet of Things and Cyber Physical Systems”, e demonstraram os pontos necessários para implantação da Agricultura Digital (FIGURA 16).

Figura 16- Modelo proposto por Fresco e Ferrari (2018)



Fonte: Adaptado de Fresco e Ferrari (2018)

Os autores afirmam que os mundos cibernéticos e físicos não podem ser vistos como paradigmas distintos.

Além disso, um ambiente agrícola moderno e sustentável é uma responsabilidade para todos os participantes do sistema, incluindo agricultores, trabalhadores, formuladores de políticas, pesquisadores, varejistas e consumidores.

A tendência é criar um diálogo multidisciplinar para aprimorar as ações de pesquisa com impacto social tangível, tendo em conta a necessidade de simplificar as interfaces e interações humanas e de sistema / máquina. Com uma abordagem simplificada da interação

e disponibilização de informações, tem-se o estudo intitulado Agência Embrapa de Informação Tecnológica (Ageitec): avaliação de seus impactos econômicos.

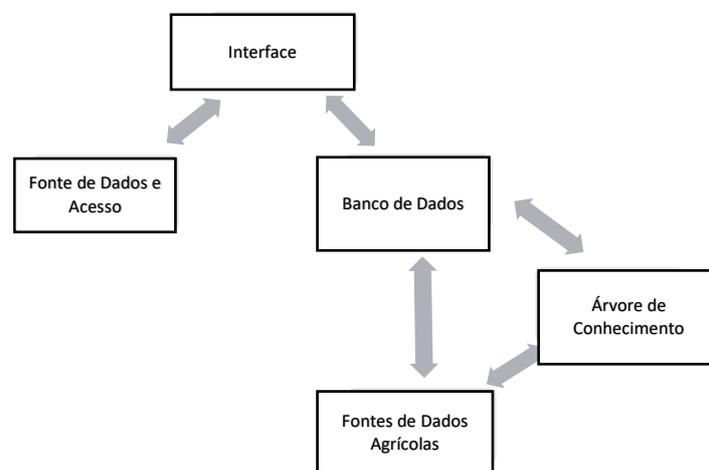
Seu objetivo é analisar os benefícios gerados pela redução de custos, do incremento de produtividade na agricultura e na mão de obra pela adoção das informações agropecuárias inseridas na Agência Embrapa de Informação Tecnológica (AGEITEC).

O modelo é desmistificado na figura 17. O objetivo da proposta é que esse seja um modelo tecnológico de informação, utilizado em todo o Brasil e também no exterior como fontes de informações confiáveis, atualizadas, de fácil recuperação e sob demanda. Isso permite que os usuários se concentrem nas tarefas de grande impacto, sem se preocuparem com a aquisição de informações.

Para isso, é necessário compreender e analisar as fontes de dados que utilizam a interface, buscando fatores de interesse e pertinência para os mesmos.

Tem-se como exemplo dessas fontes: o próprio público, o conteúdo acessado e as interfaces de compartilhamento (ALENCAR *et al.*, 2017).

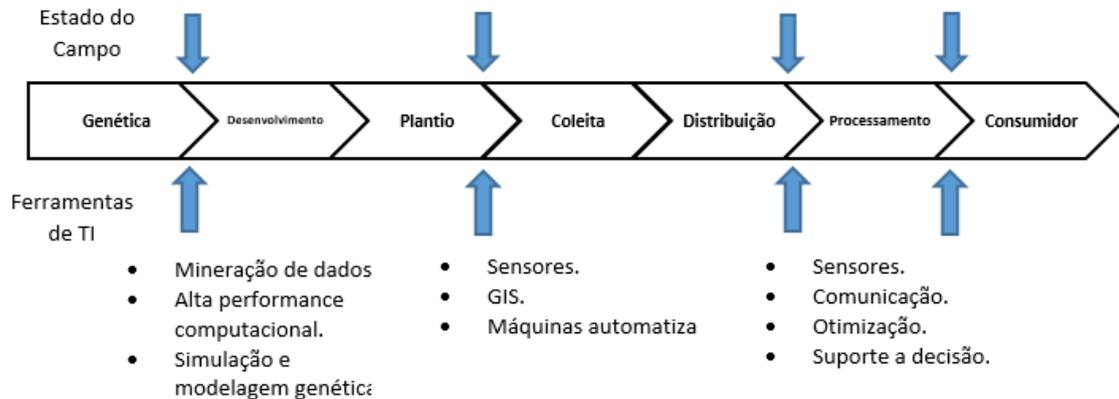
Figura 17- Modelo proposto por Alencar *et al.* (2017)



Fonte: Adaptado de Alencar, Dias, Maximo, Francisco (2017)

Em outra perspectiva, surgem os estudos de Ting *et al.* (2011) e Fresco e Ferrari (2018). Ting *et al.* (2011) são uns dos poucos autores que relatam as ações pós-campo. Apresentam, no estudo intitulado “Information Technology and Agriculture Global Challenges and Opportunities” (FIGURA 18), um modelo que segue a cadeia de processos agrícolas até seu final.

Figura 18- Modelo proposto por Ting *et al.* (2011)



Fonte: Adaptado de Ting *et al.* (2011)

Acredita-se que as informações necessitam circular entre os estados de produção até se chegar ao consumidor final e, para isso, tem-se o apoio das tecnologias digitais.

Acredita-se que, com esse modelo, o gestor estará munido de informações para soluções rápidas e tomadas de decisões hábeis, inclusive para alocação de recursos.

2.6.2 Modelos prescritivos encontrados na literatura

Há autores com soluções tecnológicas, que demonstram que tecnologias se aplicam à Agricultura Digital.

Não excludentes aos modelos descritivos, as propostas tecnológicas podem ser vistas como complementos às práticas da indústria agrícola propondo, além de soluções macros, a inserção de tecnologias digitais avançadas e interativas.

O quadro 7 apresenta autores com modelos de Agricultura Digital em viés prescritivo.

Quadro 7- Modelos Descritivos de Agricultura Digital

| Autor (es) | Proposta do modelo |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tang <i>et al.</i> (2002) | O modelo proposto pelos autores, baseia-se em cinco parâmetros: i) Banco de dados de informação básica da agricultura; ii) Sistema de coleta de informação em tempo real; iii) Sistema de transmissão de rede digital; iv) Sistema de Processamento Central e; v) Máquinas Agrícolas Digitalizadas |
| Bingwen (2005) | Construção de um banco de dados com uma estrutura uniforme, para que os dados possam ser compartilhados aos envolvidos de forma padronizada e por meio de uma plataforma de compartilhamento de dados. |
| Duan (2010) | Estabelece um modelo conceitual baseado nos níveis de informações internas e externas ao ambiente agrícola e na interação desses níveis por meio de interfaces web. |
| Nie <i>et al.</i> (2010) | Modelo contempla a criação de redes sem fio, módulos de GPS e mecanismos de controle elétrico para controle, coleta e disseminação de informações em tempo real para todos os envolvidos na cadeia produtiva |
| Shen, Basist e Howard (2010) | O modelo é composto por bancos de dados capaz de coletar dados internos e de comunidades externas. Tais bancos de dados também contam com um data Warehouse para que a grande quantidade de dados capturados sejam mineirados e fornecidos em formato de informações úteis. |
| Chen <i>et al.</i> (2011) | Propõem um modelo de Agricultura Digital baseado na construção de uma estrutura de armazenamento na nuvem, para compartilhamento de recursos digitais agrícolas e arquitetura de serviços aberta |
| Yao e Wu (2011) | Baseia-se na aplicação de sistemas GIS, banco de dados e tecnologia de rede para estabelecer um sistema de aplicação agrícola voltado para a gestão, a tomada de decisões e para os departamentos relevantes para o negócio. |
| Zhang (2011) | Propõe a integração de sistemas por meio da aplicação da IoT na produção, distribuição e segurança dos produtos agrícolas. |
| Jayaraman <i>et al.</i> (2014) | O modelo busca promover aplicativos que realizem a convergência da computação na nuvem com a IoT. |
| Liu <i>et al.</i> (2017) | Baseado na teoria de engenharia de sistemas, tecnologia de software e característica da tecnologia, o modelo é composto por três partes principais, chamadas pelos autores de camadas: i) camada de dados; ii) camada lógica operacional e; iii) camada de usuários. |
| Navulur <i>et al.</i> (2017) | Modelo integrado de aplicativos baseados na WEB e combinados com sensores sem fio para transformar a agricultura |
| Rajeswari, Suthendran e Rajakumar (2017) | Desenvolvimento de um modelo de um sistema integrado que contenha as tecnologias como, a internet das coisas (IoT), computação em nuvem, big data e tecnologia mobile. |
| Speranza e Ciferri (2017) | Modelo de Integração de ferramentas de SIG e mineração de dados para utilização em atividades de gestão espacialmente diferenciada aplicada na agricultura de precisão |
| Wang <i>et al.</i> (2017) | Modelo para coletar e processar dados de máquinas agrícolas para produzir análises e visualizações de dados úteis em tempo real. |
| Shamshiri <i>et al.</i> (2018) | Proposta de aplicação da Agricultura Digital, por meio da implementação de robôs nas indústrias agrícolas |

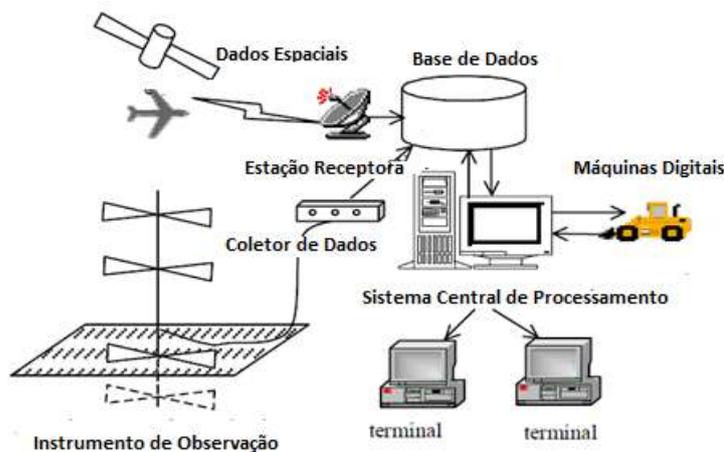
Fonte: Bingwen (2005), Nie *et al.* (2010), Shen, Basist e Howard (2010), Chen *et al.* (2011) Yao e Wu (2011), Zhang (2011), Jayaraman *et al.* (2014), Liu *et al.* (2017), Navulur *et al.* (2017), Rajeswari, Suthendran e Rajakumar (2017), Speranza e Ciferri (2017), Wang *et al.* (2017) e Shamshiri *et al.* (2018).

Os modelos de aplicação tecnológica detalham os princípios que algumas ferramentas digitais propiciam aos modelos de Agricultura Digital. Nas propostas surgem a aplicação de sistemas GPS (NIE *et al.* 2010), SIG (TANG *et al.* 2002), IoT (ZHANG, 2011; JAYARAMAN *et al.* 2014) e até mesmo robôs (SHAMSHIRI *et al.* 2018) como meio de valoração da Agricultura Digital.

Esses modelos integram a pesquisa, devido à explicitação abrangente dos fatores de Agricultura Digital que, apesar de também apresentarem aspectos tecnológicos amplamente

difundidos e utilizados, se preocupam com a explicação de seu funcionamento, atendendo a perspectiva de uma visão estratégica da Agricultura Digital. Os estudos são semelhantes quanto se trata da operacionalização tecnológica e são apresentados adiante. Dentre os modelos, tem-se o estudo “A Conception of Digital Agriculture”, realizado por Tang *et al.* (2002). Os autores definem a Agricultura Digital como a digitalização de atividade agrícola e agricultura dirigida por dígitos, que apresentam sistemas agrícolas integrados com transmissão, processamento de dados, máquinas de controle e redes. O modelo proposto baseia-se em cinco parâmetros: i) Banco de dados de informação básica da agricultura; ii) Sistema de coleta de informação em tempo real; iii) Sistema de transmissão de rede digital; iv) Sistema de Processamento Central e; v) Máquinas Agrícolas Digitalizadas (FIGURA 19).

Figura 19- Modelo proposto por Tang *et al.* (2002)

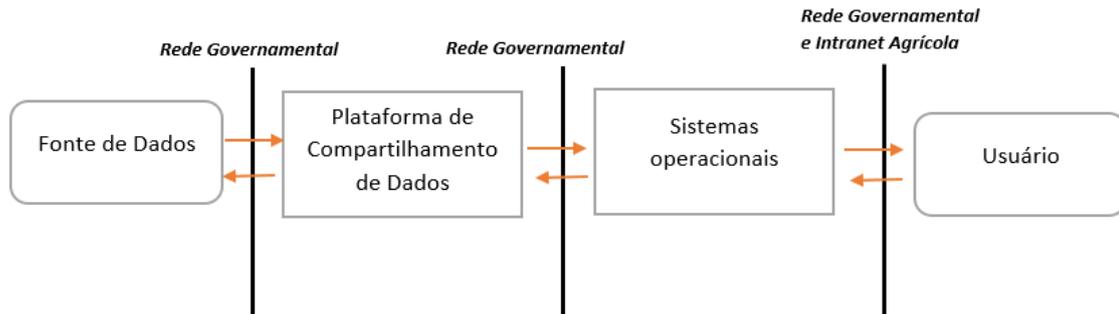


Fonte: Adaptado de Tang *et al.* (2002)

Os autores acreditam que é por meio da concepção da Agricultura Digital que se pode determinar o objetivo atual do desenvolvimento agrícola e tornar possível a realização de planejamentos. Haverá comunicação entre o setor e o impulsionamento de força produtiva, capaz de mudar o modo de produção e realizar um salto qualitativo da atividade agrícola. Deve ser realizado de forma planejada, sob a direção de departamentos relevantes e sob a participação e cooperação de governos, setores industriais, organizações científicas e instituições de pesquisa. Para isso, os autores apontam que devem ser fortalecidos os seguintes trabalhos: elaboração de planos globais, fortalecimento a construção de infraestrutura de informação agrícola, reforço do estudo de tecnologias-chave em Agricultura Digital e construção de bases de teste para Agricultura Digital. O estudo “Digital Agriculture

under the Framework of Digital Province”, realizado por Bingwen (2005), apresenta uma proposta de implementação da Agricultura Digital, baseando-se no princípio de província digital, ou seja, a informatização de uma província. Integram-se recursos, indústrias e departamentos de uma província, que forneça serviço de informação para a sociedade e acelere o desenvolvimento sustentável desta (FIGURA 20).

Figura 20- Modelo proposto por Bingwen (2005)



Fonte: adaptado de Bingwen (2005)

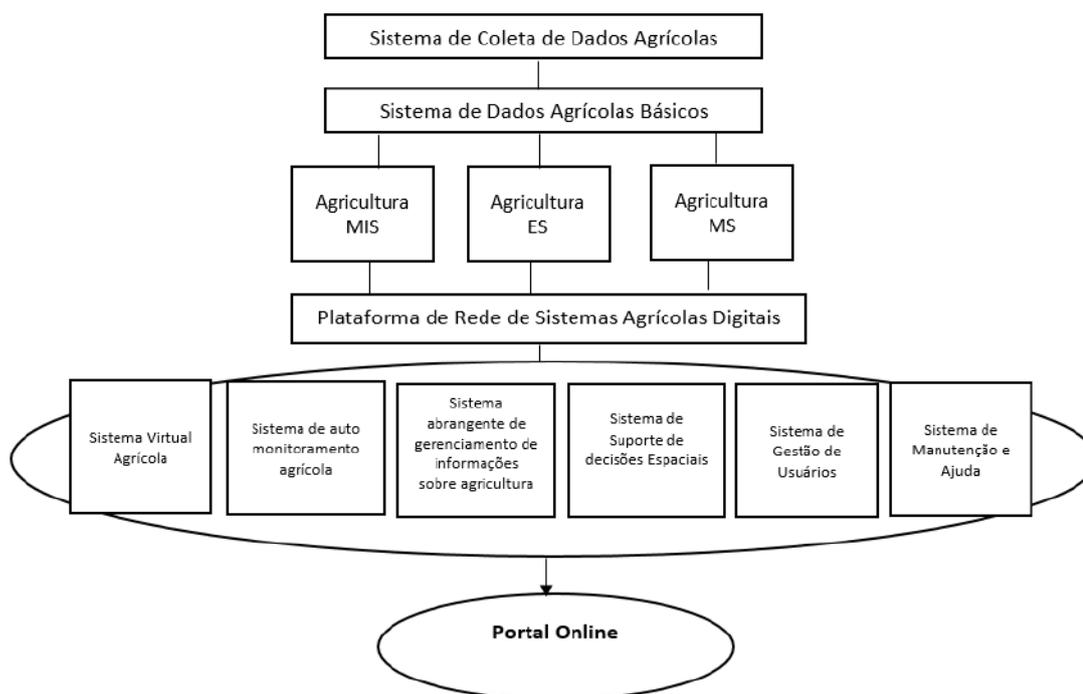
Para Bingwen (2005), há necessidade latente de ferramentas capazes de armazenar, processar, gerir e analisar dados agrícolas, da mesma forma que há a necessidade de uma padronização na troca de dados do setor.

Com a mesma consideração de Bingwen (2005), surgem os estudos de Duan (2010), que caracterizam a Agricultura Digital como um sistema inteligente, capaz de promover o gerenciamento agrícola por meio de tecnologias de ponta, informatização, redes e automação.

O modelo proposto nesta pesquisa pode ser contemplado na figura 21. Duan (2010) defende em seu modelo a criação de quatro níveis principais: i) nível de base de informação; ii) nível de módulos funcionais; iii) nível de aplicação integral e; iv) nível portal da web, que interagem entre si. Isso ocorre devido à complexidade e o alto volume de informações que surgem da indústria agrícola, que contempla não só as informações internas, como as informações relacionadas ao meio externo.

Com todos os dados de fácil acesso e com a automatização da captura e processamento de dados, todo o trabalho do campo será efetivo e cada espaço devidamente utilizado.

Figura 21- Modelo proposto por Duan (2010)



Fonte: Adaptado de Duan (2010)

Focando nas práticas de interação de tecnologias e disseminação de informações por meio de ferramentas de Geoprocessamento, estão os estudos de Nie *et al.* (2010) e Liu *et al.* (2017). Para os autores, essas propostas têm objetivo de melhorar a gestão da informação na Agricultura Digital moderna.

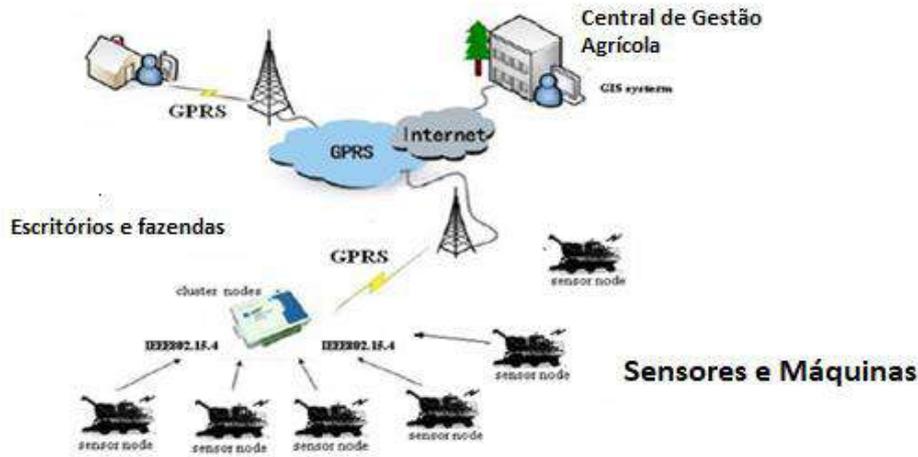
No estudo intitulado “Hybrid Combination of GIS, GPS, WSN and GPRS Technology in Modern Digital Agriculture Application”, os autores Nie *et al.* (2010) concentram a Agricultura Digital em valores práticos e benefícios sócio-econômicos.

A exposição do modelo proposto por Nie *et al.* (2010) pode ser visto na figura 22. O objetivo é manter uma Agricultura Digital por meio do gerenciamento do campo em tempo real.

O modelo apresenta a possibilidade de utilizar recursos de *hardware* para melhorar a gestão inteligente da informação nas indústrias agrícolas (NIE *et al.*, 2010).

Liu *et al.* (2017), em “Design and Realization of a VRGIS-Based Digital Agricultural Region Management System”, contempla todo o processo de digitalização e visualização de informações agrícolas para apoio à tomada de decisão e melhoria da agro região.

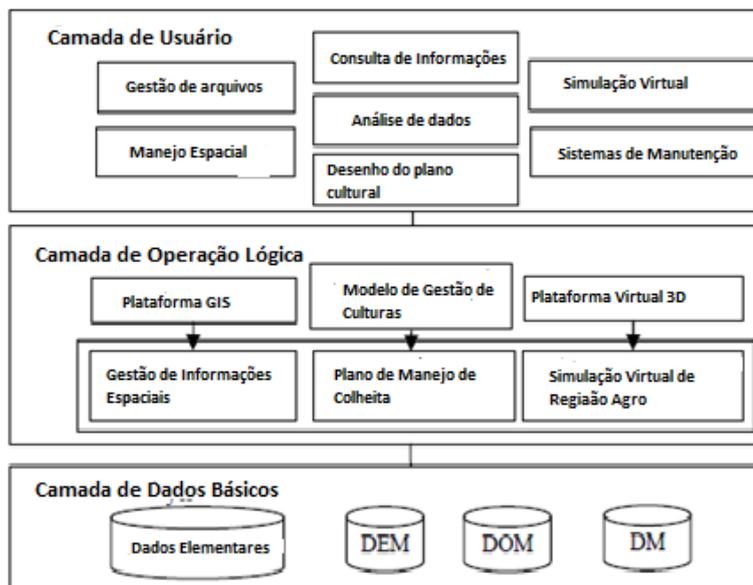
Figura 22- Modelo proposto por Nie *et al.* (2010)



Fonte: Nie *et al.* (2010, p. 1160)

Baseado na teoria de engenharia de sistemas, tecnologia de *software* e característica da tecnologia, o modelo é composto por três partes principais, chamadas pelos autores de camadas: i) camada de dados; ii) camada lógica operacional e; iii) camada de usuários, conforme figura 23.

Figura 23- Modelo proposto por Liu *et al.* (2017)

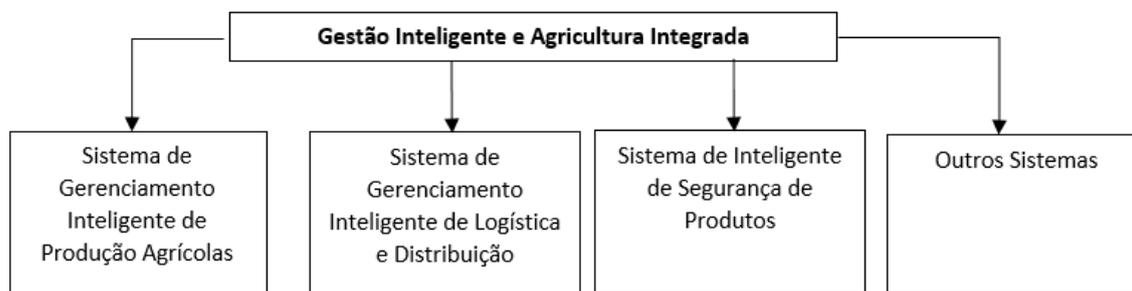


Fonte: Adaptado de Liu *et al.* (2017)

Como resultado, tem-se uma plataforma digital e visual para a gestão do campo que possibilita a visualização de informações espaciais de maneira dinâmica e comunicativa e a alternância de cenas virtuais e mapas digitais (LIU *et al.* 2017).

Com a mesma perspectiva tecnológica, mas agrupando ferramentas de IoT para integração das fazendas, surgem os estudos de Zhang (2011), Jayaraman *et al.* (2014) e Sastry e Giri Prasad (2017). Zhang (2011) propõe um estudo intitulado “Study about IoT's Application in Digital Agriculture Construction”, com um modelo composto por três sistemas principais, que podem ser acoplados a outros sistemas do campo (FIGURA 24). No modelo de Zhang (2011), informações importantes serão compartilhadas para que se acelere e melhore a velocidade de circulação dos produtos. Em seguida, tem-se o Sistema Inteligente de rastreabilidade de segurança de produtos agrícolas, responsável pela rastreabilidade da segurança dos produtos agrícolas. O governo, agricultores e pessoas de modo geral podem tomar conhecimento da segurança dos produtos distribuídos. Para o autor, a aplicação de IoT no mercado é uma boa oportunidade de crescimento, mas que ocorre a longo prazo. Aplicar a Agricultura Digital não é tarefa simples e envolve vários campos técnicos. Mas seu resultado proporciona melhorias significativas a nível de informações agrícolas.

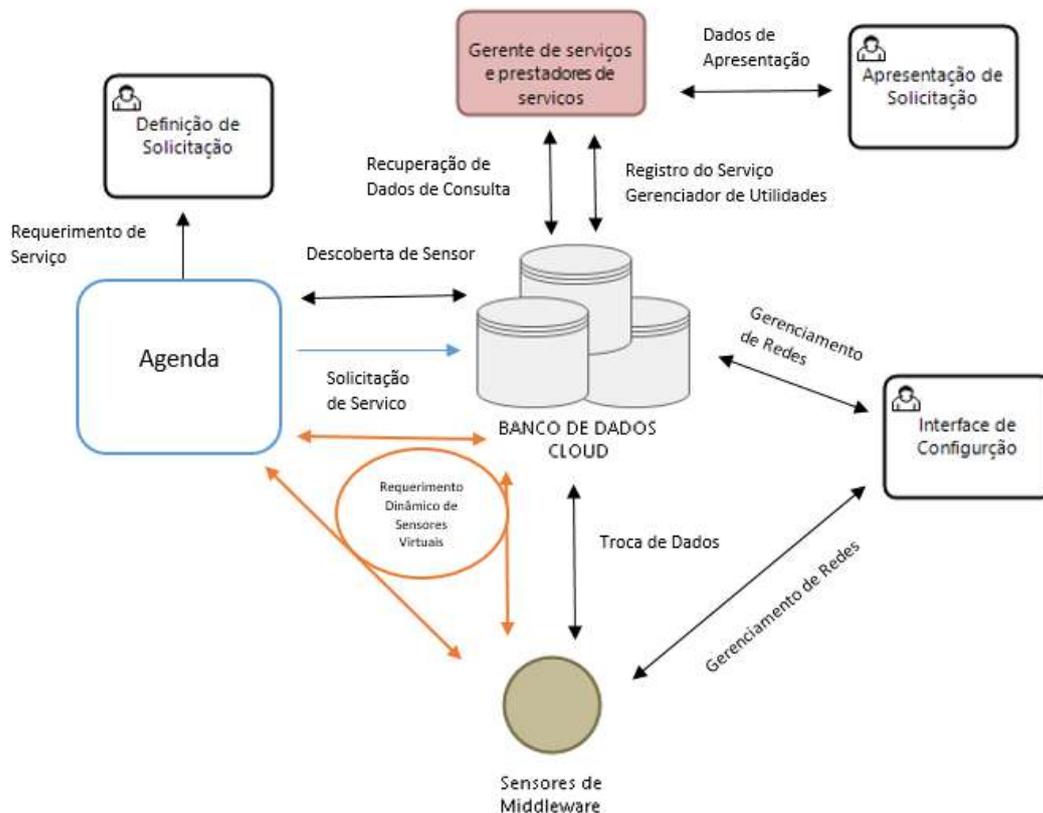
Figura 24- Modelo proposto por Zhang (2011)



Fonte: Adaptado de Zhang (2011)

Nesse mesmo cenário, Jayaraman, Pallmer, Zaslavsky, Salehi e Georgakopoulos (2014) propõem um modelo de Agricultura Digital no estudo intitulado “Addressing Information Processing Needs of Digital Agriculture with OpenIoT Platform” e explicitado na figura 25. Jayaraman *et al.* (2017) consideram a utilização da IoT para seguirem parâmetros importantes da Agricultura Digital como, a entrega de serviços sob demanda, haja vista a necessidade de fornecer meios para que se selecione dinamicamente os sensores que atendam a demanda do serviço; a descoberta semântica, facilitando o compartilhamento e os requisitos entre domínios; é baseado em nuvem e de forma escalável; além de ser orientada a serviços, permitindo que as solicitações resultem em implantação dos serviços.

Figura 25- Modelo proposto por Jayaraman *et al.* (2014)

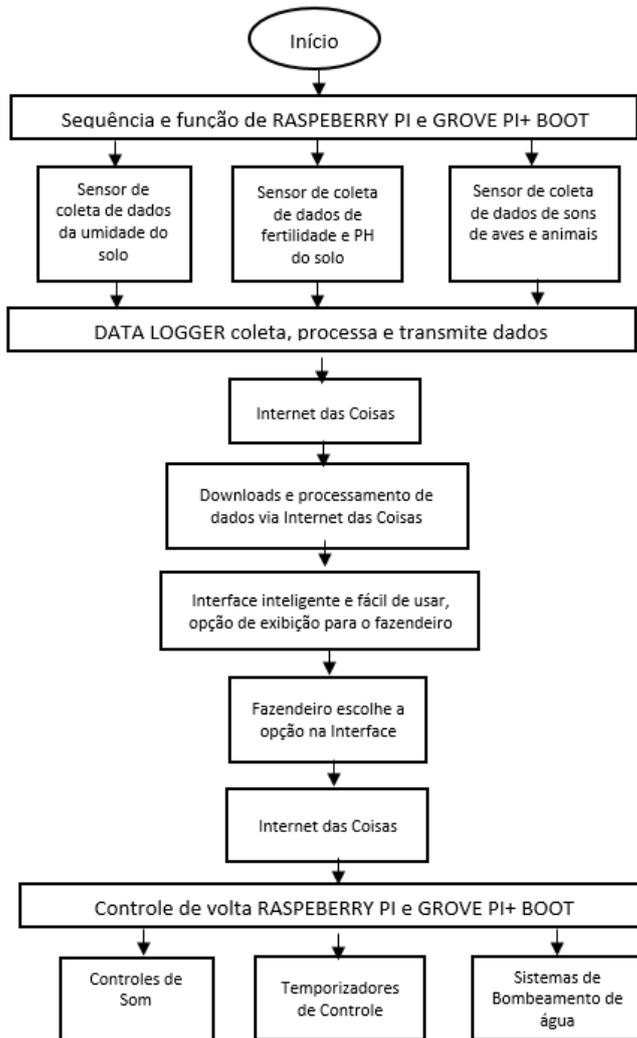


Fonte: Adaptado de Jayaraman, Pallmer, Zaslavsky, Salehi e Georgakopoulos (2014)

Navulur, Sastry e Giri Prasad (2017) propõem, no estudo “Agricultural Management through Wireless Sensors and Internet of Things”, um modelo integrado de aplicativos baseados na WEB e combinados com sensores sem fio para transformar a agricultura (FIGURA 26).

Os autores acreditam que o monitoramento remoto é importante e necessário para todo o processo agrícola preventivo. Por meio das tecnologias, pode-se acompanhar o crescimento das culturas, os fatores ambientais e até tomar medidas preventivas para detecção de danos e ameaça. A IoT, hoje, é uma solução essencial nas práticas de Agricultura Digital que, com suas variadas possibilidades de aplicações, desempenham papel importante para tomadas de decisões (NAVULUR; SASTRY; GIRI PRASAD, 2017).

Figura 26- Modelo proposto por Navalur, Sastry e Giri Prasad (2017)



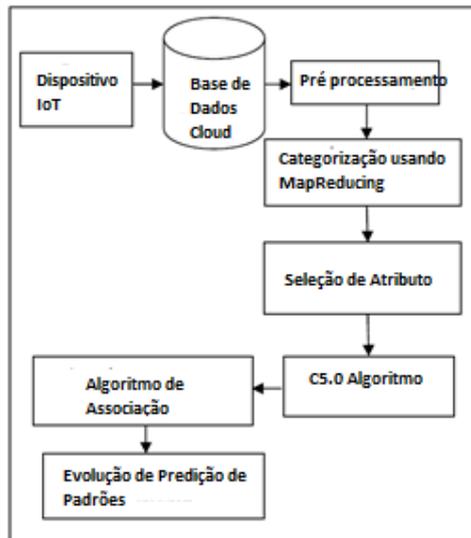
Fonte: Adaptado de Navalur, Sastry e Giri Prasad (2017)

No estudo de nome “A Smart Agricultural Model by Integrating IoT, Mobile and Cloud-based Big Data Analytics”, Rajeswari, Suthendran e Rajakumar (2017) apontam a Agricultura Digital, por meio da agricultura de precisão, como um meio de acompanhar o desenvolvimento do mundo inteligente. Para os autores, os diversos problemas enfrentados por agricultores, durante o cultivo e colheita, são solucionados com o desenvolvimento de um sistema integrado (FIGURA 27).

O estudo explora diferentes tecnologias de desenvolvimento para permitir que o agricultor tenha uma solução inteligente e prática para melhoria dos rendimentos das culturas com menores custos. Esse modelo fornece inteligência com flexibilidade, previsibilidade, escalabilidade e otimização para a indústria agrícola. Como os dados são coletados ao longo dos anos, o modelo fornece um *Big-Data* para melhor análise da sequência de cultura, próxima safra a ser cultivada, a melhor produção, o valor da produção agrícola total na área

de interesse, o total de fertilizantes, e outros dados de interesse. Nesse sentido, é capaz de fornecer informação para o agricultor, de uma forma econômica e a um custo razoável (RAJESWARI; SUTHENDRAN; RAJAKUMAR, 2017).

Figura 27- Modelo proposto por Rajeswari, Suthendran e Rajakumar (2017)

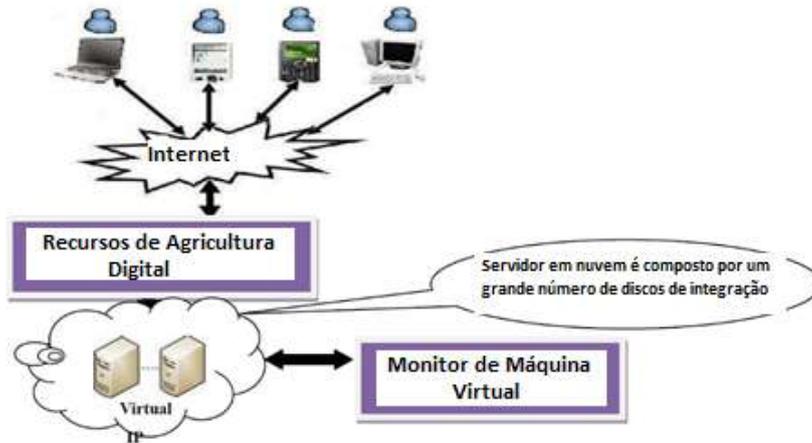


Fonte: Rajeswari, Suthendran e Rajakumar (2017, p. s/n)

Outros modelos, além dos aspectos tecnológicos de Iot e sistemas digitais, propõem práticas *web* para integração dos dados e facilidade de tomada de decisão. A pesquisa “Research on Digital Agricultural Information Resources Sharing Plan Based on Cloud Computing”, de Chen *et al.* (2011), retrata a dificuldade que se tem na construção do site de informações agrícolas, os quais, em grande parte, não utilizam tecnologias avançadas, como nuvem e redes.

Diante desse contexto, os autores Chen *et al.* (2011) propõem um modelo de Agricultura Digital baseado na construção de uma estrutura de armazenamento na nuvem, para compartilhamento de recursos digitais agrícolas e arquitetura de serviços aberta, exibido na figura 28. Por meio da tecnologia de virtualização, os usuários podem realizar atividades de gerência ou recuperação de informações agrícolas de forma fácil, transparente, além de publicar os resultados de suas ações e melhorar as informações ali contidas. Há um servidor constituído de discos rígidos e plataformas operacionais distintas, que dê à plataforma dinamicidade, flexibilidade e escalabilidade.

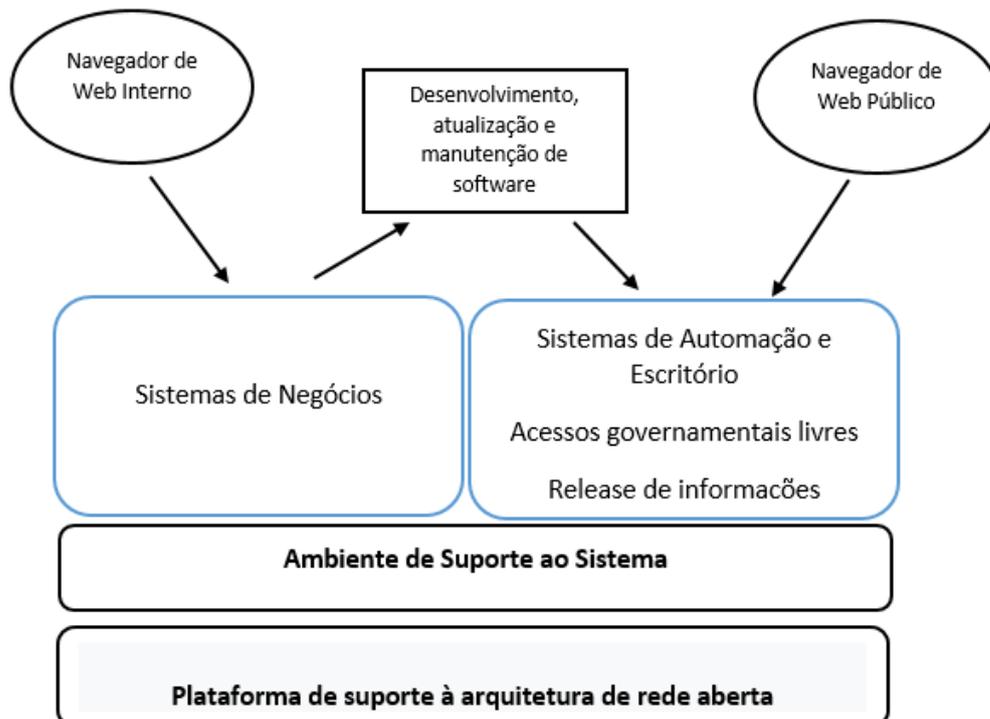
Figura 28- Modelo proposto por Chan *et al.* (2011)



Fonte: Adaptado de Chen *et al.* (2011)

Nesse mesmo sentido, os autores Yao e Wu (2011) relatam, no estudo “A Research about the Application of Information Technology in the Precision Agriculture – Taking the Operating System of Shanghai Agriculture Economy as an Example”, o modelo da figura 29 (FIGURA 29).

Figura 29- Modelo proposto por Yao e Wu (2011)

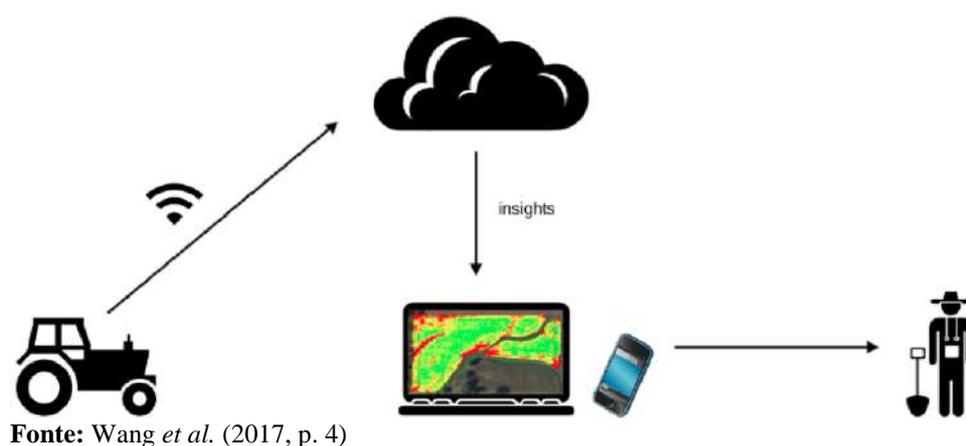


Fonte: Adaptado de Yao e Wu (2011)

Com o tratamento e análise abrangente, além de interfaces de coleta e apresentação de informações públicas, o modelo de Yao e Wu (2011) pode fornecer análise e avaliação das informações temáticas sobre a entrada e a saída do plantio e os dados dinâmicos de monitoramento nos subúrbios. Pode-se avaliar também o funcionamento do desempenho das culturas de verão, culturas de outono e culturas para rotação sob os diferentes padrões, tempo e espaço. Logo, de acordo com o tipo de cultura e gestão, os dados fornecidos são classificados e reclassificados, formando um banco de dados dinâmico e com potencial de apoio à economia agrícola. A utilização da tecnologia de informação moderna permite o monitoramento ágil e a avaliação oportuna de realização e resultado das principais informações da operação, fornecendo suporte para departamentos governamentais e de interesse. Assim, há um macrocontrole da gestão da agricultura em tempo hábil, científica e eficiente (YAO; WU, 2011).

Esse macrocontrole também pode ser visto no estudo “An Open-Source Infrastructure for Real-Time Automatic Agricultural Machine Data Processing”, dos autores Wang *et al.* (2017). Os autores relatam um modelo para coletar e processar dados de máquinas agrícolas, para produzir análises e visualizações de dados úteis em tempo real. O modelo pode ser observado na figura 30.

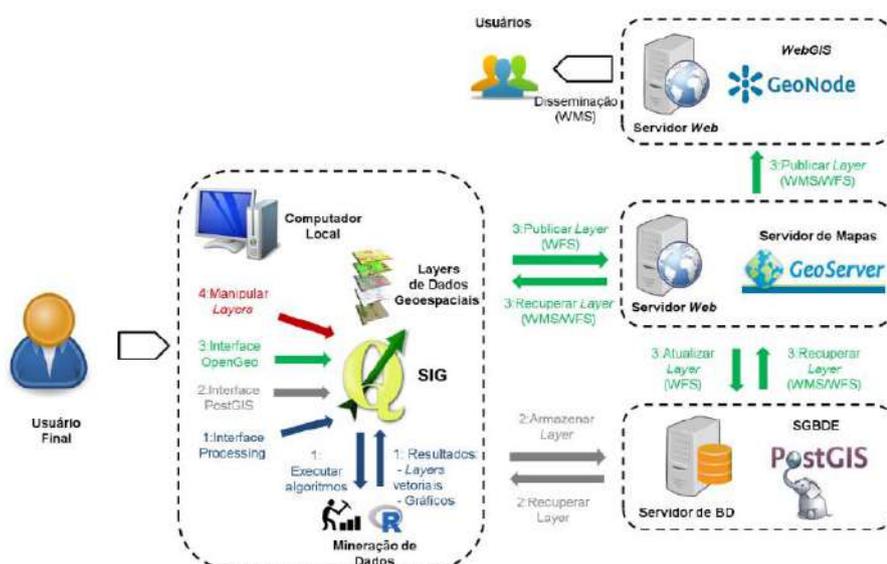
Figura 30- Modelo proposto por Wang *et al.* (2017)



Com esse modelo, os agricultores recebem, em tempo real, dados, alertas e até *feedback*, que são importantes para manutenção e monitoramento de suas atividades. Além disso, por meio da construção de uma infraestrutura de redes personalizada que incluem *wifi*, sensores, entre outros, o modelo busca mitigar a necessidade do fator humano para captura dos dados de máquinas.

Wang *et al.* (2017) enfatizam a importância da escalabilidade desses modelos para a gestão digital eficaz, o que também é contemplado por Speranza e Ciferri (2017). Integração de ferramentas de SIG e mineração de dados para utilização em atividades de gestão espacialmente diferenciada aplicada na agricultura de precisão é um estudo realizado por Speranza e Ciferri (2017), que tem como objetivo descrever uma proposta de arquitetura para apoiar o processo de delineamento de unidades de gestão diferenciada em agricultura de precisão, utilizando software livre e de distribuição gratuita. A figura 31 apresenta o modelo. Há uma arquitetura composta por quatro (4) macroprocessos principais, que podem ser executados pelo usuário final.

Figura 31- Modelo Agricultura Digital proposto por Speranza e Ciferri (2017)

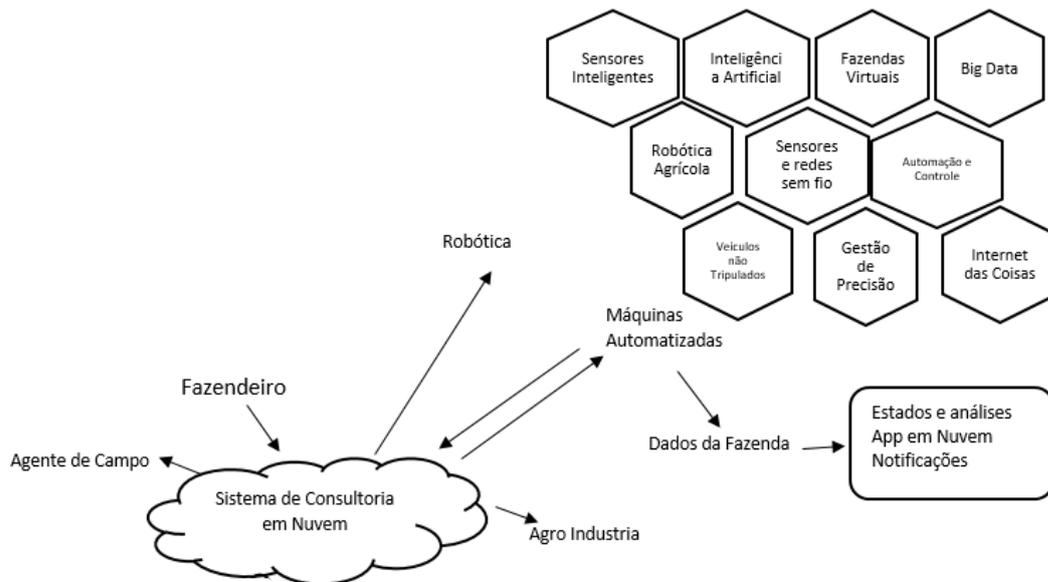


Fonte: Speranza e Ciferri (2017, p. 645)

Com dados armazenados e passíveis de recuperação, o usuário pode manipular *layers* compostos por mapas ou dados espaciais brutos, editando-os localmente, com as funcionalidades de geoprocessamento e publicados quando estiverem em sua versão final. Por fim, os autores sinalizam a tendência de se utilizar as TIC no campo para processos agrícolas interoperáveis e de maior apoio à decisão. A utilização das TIC livres e gratuitas em uma arquitetura integrada possibilita a descoberta de novos conhecimentos e experiências (SPERANZA; CIFERRI, 2017). Em continuidade, Shamshiri *et al.* (2018), no estudo “Research and development in agricultural robotics: A perspective of digital farming”, trazem uma nova proposta de aplicação da Agricultura Digital, por meio da implementação de robôs no campo. Os autores partem do princípio de que não é possível se ter um sistema

completamente automatizado, mas que os sistemas disponíveis devem proporcionar rendimentos e produção com qualidade, menores gastos, escalabilidade e ser sustentável. A figura 32 apresenta os fatores que compõem a Agricultura Digital.

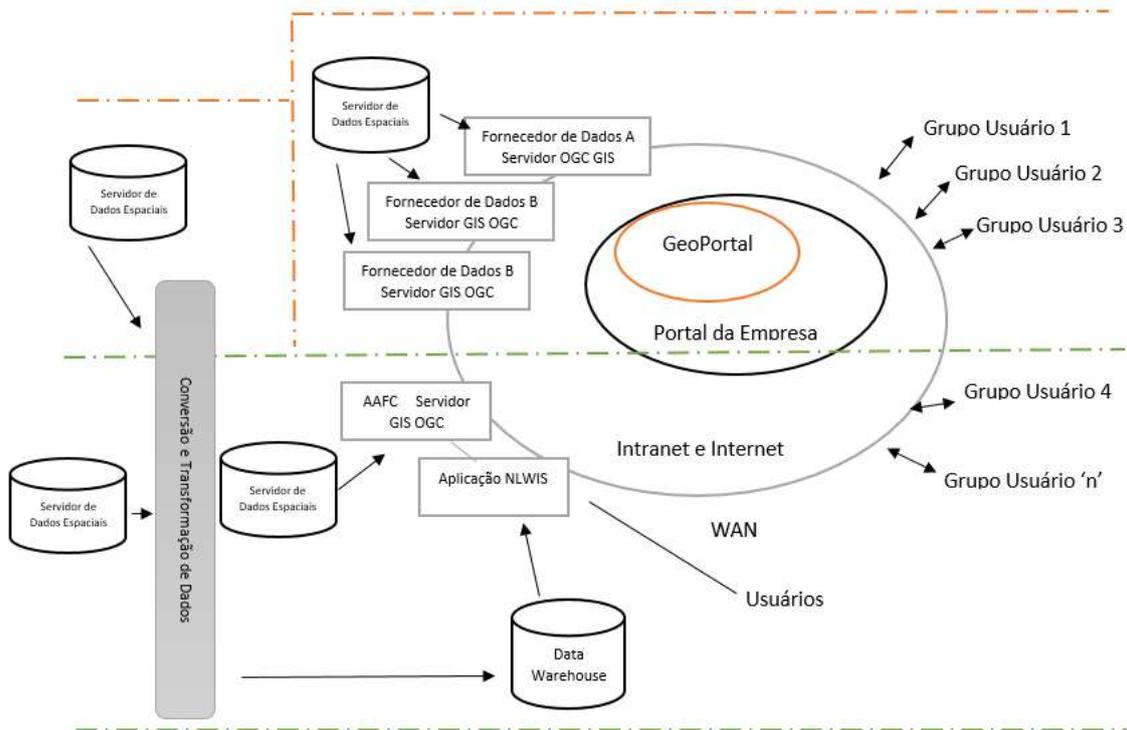
Figura 32- Modelo proposto por Shamshiri *et al.*(2018)



Fonte: Adaptado de Shamshiri *et al.* (2018)

Para os autores deve-se atentar para o fato de que o desenvolvimento dos robôs na agricultura requer uma abordagem holística e multidisciplinar e uma análise de custo benefício de acordo com o ambiente em que a proposta será aplicada. O interessante do modelo é que os autores retratam que pessoas com pouca experiência na área agrícola podem conectar suas fazendas a uma rede, gerando e compartilhando informações preciosas para seu desenvolvimento. “Usando a Agricultura Digital, os produtores podem coletar informações valiosas sobre seus campos que foram anteriormente ignorados ou usados para ser medido pelo uso de métodos tradicionais de exploração” (SHAMSSHIRI, 2018, p. 10). Munidos de informações do campo, é importante que haja também coletas de dados externos. Alguns modelos possuem descrições abrangentes, citando a importância de outros ambientes, como o de pesquisa. Um deles é o proposto Shen, Basist e Howerd (2010) na figura 33. O modelo é composto por bancos de dados capaz de coletar dados internos e de comunidades externas. Tais bancos de dados também contam com um *data Warehouse* para que a quantidade de dados capturados sejam mineirados e fornecidos em formato de informações úteis.

Figura 33- Modelo proposto por Shen, Basist e Howard (2010)



Fonte: Adaptado de Shen, Basist e Howard (2010)

Mas para que a proposta funcione, foram recomendados nove passos (SHEN; BASIST; HOWARD, 2010, p. 44):

- (1) A pesquisa e desenvolvimento deve exigir ampla e colaboração internacional.
- (2) Os dados devem ser fornecidos em formato de grade. O método de gridagem deve ser otimizado. Análise de erros, avaliação de variação climática e validação cruzada nos dados de grade também devem ser feitos.
- (3) Manter os extremos e suavizar um campo interpolado são necessários, dependendo da escala de tempo, parâmetros climáticos e acurácia dos instrumentos observacionais.
- (4) Os métodos de interpolação utilizados devem ter a flexibilidade de se adaptar dinamicamente a variação no número de estações com dados em determinado tempo.
- (5) Produtos de valor agregado dos dados climáticos devem ser gerados para auxiliar a gestão ótima do Terras agrícolas e recursos hídricos.
- (6) A interpolação de dados e sua análise de erros ajudarão a identificar os locais críticos para novas estações observacionais e as localizações de estações redundantes.
- (7) Levando em conta o avanço tecnológico, os dados de sensoriamento remoto e radar devem ser considerados.
- (8) As funções de decisão devem ser desenvolvidas usando a teoria de decisão estatística ótima. Decisões científicas baseadas em inferência estatística devem seguir um procedimento padrão em programas governamentais relacionados à agricultura.
- (9) Os produtores agrícolas e os planejadores governamentais devem ser convidados a fornecer informações para o Canadá.

Por fim, conclui-se que os modelos são capazes de gerar, além de vantagem competitiva, com a munção e o tratamento de informações e bancos de dados, pesquisas sobre fatores que impactam diretamente nas produções do setor e que contribuem para a solução de problemas globais.

2.7 Pilares da Agricultura Digital emergidos da literatura

A partir das análises dos modelos de AD e das quantificações dos pilares que os compõem, chegou-se aos seguintes aspectos para a criação de uma AD: aplicativos de código aberto, banco de dados com estrutura uniforme e padrão de dados sobre agricultura, construção de informação e cooperação governo, indústria e sistemas científicos, cultura baseada no conhecimento e nos sistemas de pesquisa e inovação, infraestrutura e estruturas tecnológicas agrícolas, sistema de dados e informações compartilhados, sistemas de informação operacionais e gerenciais, sistemas de mercado, leis, investimentos e regulamentações, soluções sistêmicas, redes e *mobile*. Tais aspectos estão explicitados nos subtópicos adiante.

2.7.1 Pilar da Agricultura Digital: aplicativos de código aberto

Têm sido utilizados na agricultura moderna *hardwares* e *softwares* para gerar dados, incluindo imagens, gráficos e relatórios, que apoiem as tomadas de decisões (WANG, 2016). Isso faz com que o cenário seja de grande manipulação de dados que precisam ser compreendidos para gerarem benefícios às indústrias agrícolas.

Speranza e Ciferri (2017) apontam que, com dados armazenados, integrados e passíveis de recuperação, os usuários são capazes de manipulá-los, tornando os processos de entendimento e tomada de decisão eficazes. Porém, os recursos tecnológicos de *software* e *hardware*, em sua maioria, não possuem portabilidade de dados, o que leva os agricultores à obtenção de dados operacionais que não acompanham as diferentes plataformas (WANG, 2016).

Esses dados deveriam fluir, independente de fabricante e da intervenção humana, propiciando processos agrícolas interoperáveis (SPERANZA; CIFERRI, 2017), fator este que pode ser mitigado com a implantação de sistemas de código aberto.

Wang *et al.* (2016) e Speranza e Ciferri (2017) partem do princípio de que são geradas elevadas quantidades de dados agrícolas capturadas por sensores. Tais dados poderiam ser

recebidos por *software* de código aberto que suportasse a captura de grande quantidade de dados e que poderiam ser utilizados em outras ferramentas da indústria agrícola. Isso permite que essas ferramentas formem uma arquitetura integrada e estimule a descoberta de novos conhecimentos e experiência. Os aplicativos de código aberto permitem que os recursos tecnológicos e informacionais sejam bem alocados (CHEN *et al.* 2011), além de mitigar o problema definido por Tang *et al.* (2002) como principal da Agricultura Digital: colocar as partes da indústria trabalhando juntas e harmoniosamente.

2.7.2 Pilar da Agricultura Digital: banco de dados com estrutura uniforme e padrão de dados sobre agricultura

Uma outra forma de manter as arquiteturas trabalhando harmoniosamente e de maneira que não se dependa da ação humana em todas as atividades da Agricultura Digital está em formar bancos de dados que possuam padrões. É importante que as técnicas de monitoramento ambiental que utilizam dados remotos apresentem escalabilidade, para que a intervenção humana e, conseqüentemente, o seu operacional, sejam os menores possíveis (SILVA; ZULLO JUNIOR; ROMANI, 2017).

Liang *et al.* (2002) salientam que a criação de um banco de dados deve manter a integridade, aplicabilidade e consistência dos dados. Tais informações devem ser colhidas de diferentes ambientes (interno e externo) (SHEN; BASIT; HOWARD, 2010), meios e períodos, o que provoca a necessidade de padrões de conteúdo da construção de metadados, haja vista que tais informações serão também difundidas e compartilhadas.

Shen, Basit e Howard (2010) complementam que tais bancos podem contar com *data Warehouse*, para que a quantidade de dados capturados sejam mineiradas e fornecidas em formato de informações úteis. Bingwen (2005) concorda com as afirmações de Shen, basit e Howard (2010), ao explicar que há necessidade latente de ferramentas capazes de armazenar, processar, gerir e analisar dados agrícolas, da mesma forma que há a necessidade de uma padronização na troca de dados do setor. Esse tipo de concepção permite a comunicação eficaz entre o setor e o impulsionamento de força produtiva, capaz de mudar o modo de produção e realizar um salto qualitativo da atividade agrícola (TANG *et al.* 2002).

A importância dessa dinâmica está também no fornecimento de dados históricos para melhoria de desempenhos e otimização do rendimento das culturas e, até mesmo, para criação de novos modelos de negócio (SHAMISHIRI *et al.* 2018).

2.7.3 Pilar da Agricultura Digital: construção de informação e cooperação governo, indústria e sistemas científicos

Os mundos cibernético e físico não podem ser vistos como paradigmas distintos. A utilização da tecnologia de informação moderna permite o monitoramento ágil e a avaliação oportuna de realização e resultado das principais informações da operação agrícola. Essas tecnologias possibilitam o fornecimento de informações e suporte para diferentes tipos de departamentos e setores, por meio de banco de dados dinâmicos e que apoiam a economia agrícola (YAO; WU, 2011).

Segundo Fresco e Ferrati (2018), um ambiente agrícola moderno e sustentável é uma responsabilidade para todos os participantes do sistema, incluindo agricultores, trabalhadores, formuladores de políticas, pesquisadores, varejistas e consumidores. Nessa mesma perspectiva, Souza *et al.* (2017) apontam a importância de modelos da Agricultura Digital que contemplem a integração para além das tecnologias.

A intenção é criar um diálogo multidisciplinar para aprimorar as ações de pesquisa com impacto social tangível, considerando a simplificação das interfaces e interações humanas e de máquinas (FRESCO; FERRARI, 2018) e propiciando uma gestão da agricultura em tempo hábil, científica e eficiente (YAO; WU, 2011).

Wang (2011) enfatiza que deve-se reforçar uma cooperação entre indústrias agrícolas, instituições científicas e universidades, para que haja um equilíbrio mercadológico e o estreitamento industrial e acadêmico. Assim, desenvolve-se o setor e evitam-se barreiras técnicas, de recursos e conhecimento e estabelecem-se sistemas de pesquisas multidisciplinares.

2.7.4 Pilar da Agricultura Digital: cultura baseada no conhecimento e nos sistemas de pesquisa e inovação

Outro fator importante na Agricultura Digital é o esforço para pesquisas e desenvolvimento, com o objetivo de promover novas e avançadas tecnologias e de uma cultura baseada em conhecimento intensivo, coleta, processamento e transmissão de informações e *feedback* de produção (WANG, 2011). O fato de a agricultura ser digitalizada eleva a quantidade de dados e abre caminho para novas formas de pesquisa, inovação e produção, mas também torna o cenário mais complexo que as indústrias (YANG; WANG; ZHUANG, 2009; SOUZA *et al.* 2017). Logo, a interação entre homem e máquina é

necessária e deve haver um laço entre as tecnologias inteligentes e os conhecimentos agrônomos (WELTZIEN, 2016), tornando a indústria agrícola conectada e baseada no conhecimento dos sistemas de produção (FRESCO; FERRATI, 2018). Essa cultura de pesquisa, conhecimento e inovação (WANG, 2011) pode ser estabelecida por meio de parcerias e cooperações, e até mesmo pelo desenvolvimento da equipe para novas demandas.

2.7.5 Pilar da Agricultura Digital: infraestrutura e estruturas tecnológicas agrícolas

A agricultura moderna exige que se abordem novos métodos para processar, armazenar, descobrir e recuperar dados de maneira que as percepções significativas sobre esses dados sejam descobertas (JAYARAMAN *et al.* 2011). Esse cenário traz a necessidade de desenvolvimento de estruturas tecnológicas que atendam a quantidade de dados e que permitam aos gestores acessá-los em tempo e utilidade.

As tecnologias como IoT, banda larga, computação móvel e dispositivos móveis inteligentes podem apoiar o entendimento de tais dados e de toda a produção agrícola, automatizando as tarefas e o compartilhamento em benefício da comunidade (WELTZIEN, 2016). Jayaraman *et al.* (2011) e Navulur, Sastry e Giri Prasad (2017) exemplificam a utilização de sensores, que vão desde uma simples captação de dados de plantio até o acompanhamento de grandes produções.

Os resultados fornecem informações que impactam diretamente a qualidade das produções e o rendimento das indústrias agrícolas. Por meio das estruturas tecnológicas, pode-se acompanhar o crescimento das culturas, os fatores ambientais e até tomar medidas preventivas para detecção de danos e ameaças (NAVULUR, SASTRY; GIRI PRASAD, 2017). Mitiga-se a necessidade do fator humano para captura dos dados de máquinas em uma infraestrutura de redes personalizada (WANG *et al.* 2017), haja vista que todas as comunicações e coletas são realizadas e transmitidas por essas estruturas.

Shamshiri *et al.* (2018) salientam que não é possível se ter um sistema completamente automatizado, mas que os sistemas disponíveis devem proporcionar rendimentos e produção com qualidade, menores gastos e sustentabilidade. A automatização deve substituir a força de trabalho humana para lidar com as tarefas com precisão e uniformemente a um custo menor e maior eficiência. Por isso, toda a infraestrutura deve estar preparada para receber a Agricultura Digital.

2.7.6 Pilar da Agricultura Digital: sistema de dados e informações compartilhados

Um passo importante da Agricultura Digital está na criação de um banco de armazenamento acessível e comum a todos. Essa base deve conter informações úteis aos usuários e que sejam de interesse e pertinência aos mesmos (ALENCAR *et al.*, 2017). Aplicativos de alto nível podem recuperar os dados, após processamento para visualização via *web* (WANG *et al.*, 2016), permitindo que os dados, independente das plataformas que os originam ou processam, sejam acessados em tempo real e compartilhados entre agricultores.

O compartilhamento de informações permite que novas ideias sejam construídas e proporcionem ganho de valor aos processos agrícolas e aos agricultores. Com as informações compartilhadas, *feedbacks* contínuos são implementados e novos conhecimentos gerados (SHAMISHIRI *et al.* 2018).

Assim, pessoas com pouca experiência na área agrícola podem conectar suas fazendas a uma rede, gerando e compartilhando informações preciosas para seu desenvolvimento. “Usando a Agricultura Digital, os produtores podem coletar informações valiosas sobre seus cultivos que foram anteriormente ignorados ou usados para ser medido pelo uso de métodos tradicionais de exploração” (SHAMSSHIRI, 2018, p. 10).

2.7.7 Pilar da Agricultura Digital: sistemas de informação operacionais e gerenciais

Diferentes tipos de sistemas fazem parte do controle agrícola. Nos estudos recuperados, aparecem diferentes tipos de sistemas de informação, com o objetivo de monitorar e gerir informações sobre a cultura. Para Rajeswari, Suthendran e Rajakumar (2017), diversos problemas relatados na Agricultura Digital podem ser mitigados, com o desenvolvimento de sistemas integrados. Os sistemas possuem como função realizar a construção de informações e imagens agrícolas de maneira autônoma e utilizar tecnologias de rede para envio de informações para monitoramento, além de possibilitar informações para previsões e análises agrícola (LIANG *et al.* 2002). Por meio dos sistemas de informação, os dados coletados ao longo dos anos podem fornecer informações sequenciais de cultura, indicando informações importantes como próxima safra, melhor produção e valores, fertilizantes e colheita. Com informações inteligentes, o rendimento da cultura é promovido e agricultores e gestores serão capazes de obter informações do setor agrícola e obter melhor meio de produção (RAJESWARI; SUTHENDRAN; RAJAKUMAR, 2017).

Vaz *et al.* (2017) enfatizam que, por meio dos sistemas de informação, têm-se informações confiáveis, padronizadas e que são capazes de enriquecer as bases de dados de pesquisas agrícolas.

2.7.8 Pilar da Agricultura Digital: sistemas de mercado, leis, investimentos e regulamentações

Alguns problemas da Agricultura Digital estão relacionados a conhecimento insuficiente e baixa qualidade de informações de mercado (WANG, 2011). Esses problemas fazem com que os modelos de Agricultura Digital comecem a pensar na popularização de informações que dizem respeito a leis, regulamentações e até políticas de investimento. Apesar de citado apenas nos estudos de Wang (2011) e Souza *et al.* (2017) e não ser passível de controle, manter informações sobre os sistemas de leis, investimentos e regulamentações são insumos para as tomadas de decisões e criação das políticas públicas. Foca-se na obtenção de dados advindos de modelagens e simulações de sistemas de produção agrícola, análise de agentes internos e externos ou até mesmo emissão de alertas. Investe-se em desenvolvimento de canais de crédito, políticas financeiras que forneçam subsídios para o desenvolvimento tecnológico e a construção de cooperação entre indústria e governo (WANG, 2011; SOUZA *et al.* 2017).

Shamishiri *et al.* (2018) esclarece que a falta de investimentos e orçamentos para a agricultura desacelera o processo de desenvolvimento e, por isso, precisam existir sistemas que viabilizem seu crescimento.

2.7.9 Pilar da Agricultura Digital: soluções sistêmicas, redes e mobile

A Agricultura Digital propõe a ideia de integração. Weltzien (2016) explica que, na agricultura 4.0, há uma preocupação com a integração e automatização de todos os sistemas *cyber* físicos, que sejam fáceis de operar, transparentes e com boa usabilidade.

A transmissão móvel de dados é aplicada como base para o estabelecimento de sistemas totalmente integrados, permitindo acesso a dados em tempo real e a partir de diferentes fontes. Os usuários podem acessar informações por meio de interfaces com menus, tabelas e cenas virtuais, operando funções de manipulação espacial, consulta de informação, análise de dados, plano cultural de cultura, simulação virtual e manutenção do sistema, por exemplo. A facilidade desse acesso permite que agricultores tenham informações de maneira

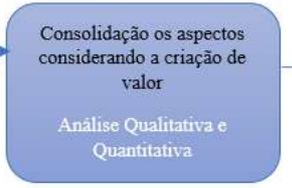
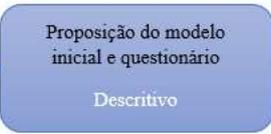
econômica a um custo razoável. Como resultado, têm-se plataformas digitais e visuais para a gestão das indústrias agrícolas, de maneira dinâmica e comunicativa (LIU *et al.* 2017; RAJESWARI, SUTHENDRAN; RAJAKUMAR, 2017). Decisões serão tomadas baseadas em informações reais e em tempo, nas necessidades individuais dos produtores e nas demandas sociais, apresentando resultados não só tecnológicos, mas também com acréscimo de valor.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Chegar a possíveis explicações sociais exigem métodos que proponham os caminhos na construção do saber e da solução. Minayo (2002) aponta que é por meio da metodologia que o pesquisador delinea suas escolhas teóricas para compreender o objeto de estudo.

Nesta sessão, são apresentados os procedimentos metodológicos utilizados para responder ao problema de pesquisa e atender aos objetivos propostos nesta pesquisa: propor um modelo de Transformação Agrícola Digital para criação de valor nas indústrias agrícolas Brasileiras. O quadro 8 apresenta os procedimentos metodológicos de acordo com cada objetivo levantado.

Quadro 8- Procedimentos metodológicos por objetivo

| | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Objetivos específicos: | <i>i) Analisar os aspectos da literatura que orientam a Transformação Digital e a Agricultura Digital para a criação de valor na indústria agrícola</i> | <i>ii) Validar os aspectos desdobrados da literatura com a realidade da agricultura no Brasil.</i> | |
|  |  |  |  |
| Identificação na pesquisa | Sessão 4 | Sessão 5 | Sessão 6 |

Fonte: Elaborado pela autora

A pesquisa é aplicada com objetivo metodológico exploratório-descritivo. O levantamento bibliográfico dos modelos, bem como entrevistas com atores da agricultura são enquadradas como exploratórias e propiciam maior entendimento sobre os fatores relacionados. As descrições dos fenômenos da Transformação Agrícola Digital são definidas como descritivas (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

A pesquisa possui como população estudos científicos que contemplem modelos da Agricultura Digital e Transformação Digital, bem como atores do cenário agrícola brasileiro.

Na primeira etapa, as principais amostras de análises foram constituídas pelos estudos científicos recuperados nas bases Scopus, Capes e Embrapa, e que apresentaram modelos de Agricultura Digital ou Transformação Digital na Agricultura. Não foram especificados tempo e linguagem; entretanto, fatores de disponibilidade e completude foram essenciais para a sua composição.

Posteriormente, em consonância aos objetivos propostos, a amostra se deu por agricultores e gestores com experiência nas indústrias agrícolas. Não foram considerados cargos e funções da população analisada, bem como regionalização ou tipo de digitalização empregada.

3.1 Coletas de Dados e fontes de pesquisa

Realizou-se uma pesquisa semiestruturada (MARCONI; LAKATOS, 2012) envolvendo produtores e gestores agrícolas brasileiros, acessados por conveniência e indicação. Nessa etapa, foi validado o modelo de pesquisa proposto. A pesquisa foi realizada por meio de um questionário do tipo likert de cinco pontos, perpassando pelos valores de 1- Discordo Totalmente a 5- Concordo Totalmente. O questionário foi constituído de 13 questões descritivas, relacionadas a informações dos respondentes e suas produções, e 39 questões que descrevem as variáveis propostas pela pesquisa. O questionário se encontra no Apêndice A- Questionário de Pesquisa.

3.2 Validação de Face

Para verificação do questionário, realizou-se uma validação de face e conteúdo aplicada a 17 especialistas, sendo 07 professores, 05 produtores agrícolas e 05 empresários do ramo. Foram avaliadas clareza, a especificidade e o quão bem os itens descritos refletiam as dimensões dos construtos. Composta pelas perguntas originais do estudo, os especialistas indicaram se as questões estavam: 1= claramente representativa; 2= pouco representativa; 3= não representativa.

Dessa validação, foram apontadas melhorias nas questões descritivas quanto à identificação do tipo de produção e atividade desenvolvidas pelas indústrias agrícolas. Além disso foi sugerida a utilização da palavra “produção” ao invés de “empresas”. Em relação às questões dos construtos, somente alterações linguísticas foram realizadas para aproximação

e facilidade de entendimento da população atingida. Esse questionário se encontra no Apêndice B.

3.3 Análises dos dados e validação das hipóteses

As análises utilizadas foram consideradas multimétodo, por compor características qualitativas e quantitativas. A pesquisa iniciou-se com uma análise qualitativa com o objetivo de identificar os estudos que propunham modelos para a AD e TD e que estivessem de acordo com os critérios de seleção propostos. Com os modelos em mãos identificaram-se os aspectos que os compunham e seus impactos para o modelo. Nessa etapa, foi utilizada a análise de conteúdo.

A análise de conteúdo é um conjunto de instrumentos metodológicos [...] que se aplicam a discursos (conteúdos e continentes) extremamente diversificados. O fator comum dessas técnicas múltiplas e multiplicadas- desde o cálculo de frequências que fornece dados cifrados, até a extração de estruturas traduzíveis em modelos - é uma hermenêutica controlada [...]. A análise de conteúdo oscila entre os dois pólos do rigor da objetividade e da fecundidade da subjetividade (BARDIN, 2003, p. 9)

Pela sua completude, apesar de estar assimilada a pesquisas qualitativas, a análise de conteúdo atende ao critério dos métodos multivariados como proposto pelas afirmativas de Bardin (2009). Essas análises resultam no objetivo (i) da pesquisa. Em continuidade, os aspectos que compunham o modelo para criação de valor às indústrias agrícolas foram consolidados por meio da análise qualitativa e descrito um modelo de pesquisa intitulado Transformação Agrícola Digital, o que atende ao objetivo (ii). Nessa fase, também foi elaborado o questionário de pesquisa para andamento da próxima etapa, a validação do modelo (objetivo iii), que se deu por meio de análises qualitativas- equações estruturais.

3.3.1 Análise do modelo de Transformação Agrícola Digital

Para a descrição das variáveis de caracterização da amostra do modelo de Transformação Agrícola Digital, foram utilizadas as frequências absolutas e relativas, por existirem apenas variáveis categóricas. Para descrever os itens dos construtos, foram utilizadas medidas de tendência central, posição e dispersão, além do intervalo percentílico *bootstrap* de 95% de confiança (EFRON; TIBSHIRANI, 1993), utilizado para comparação dos itens dos construtos. A escala *Likert* de concordância variou entre 1 e 5, sendo 1 atribuído

a “discordo totalmente” e 5 atribuído a “concordo totalmente”. Os intervalos de confiança estritamente menores que 3 (ponto médio da escala) evidenciam discordância quanto ao item, enquanto que intervalos estritamente maiores que 3 indicam concordância, e intervalos que contêm o 3 não evidenciam concordância nem discordância (imparcialidade). Foi verificada a existência de dois tipos de *outliers*: univariados, que representam respostas divergentes, com base em cada uma das variáveis do modelo, e os multivariados, que apresentam um padrão de resposta diferente, considerando todas as variáveis, ao mesmo tempo.

Os *outliers* univariados foram diagnosticados por meio da padronização dos resultados, de forma que a média da variável fosse 0 e o desvio padrão 1. Assim, foram considerados *outliers* univariados aquelas observações com escores padronizados fora do intervalo de $|-3,29|$ (HAIR *et al.*, 2009).

Já os *outliers* multivariados foram diagnosticados com base na medida D^2 de *Mahalanobis*. Os indivíduos que apresentaram uma significância da medida inferior a 0,001 foram considerados *outliers* multivariados. Para verificar a linearidade dos dados, inicialmente foram analisadas as correlações das variáveis par a par de *Spearman* (HOLLANDER; WOLFE, 1999), uma vez que um coeficiente de correlação significativo ao nível de 5% é indicativo da existência de linearidade.

Além disso, foi realizado o teste de *Bartlett* (MINGOTI, 2005) para verificar a linearidade em cada construto. A fim de avaliar as relações entre os construtos, foram realizados modelos de equações estruturais utilizando a abordagem *Partial Least Square – PLS*. O processo de modelagem de equações estruturais dividiu-se em duas partes: Modelo de Mensuração e Modelo Estrutural. A validade do modelo de mensuração, ou seja, a capacidade do conjunto de indicadores de cada construto representar com precisão seu respectivo conceito, foi observada por meio da validade convergente, confiabilidade, validade discriminante e dimensionalidade.

Para verificar a validade convergente, foi utilizado o critério da Variância Média Extraída – AVE (FORNELL; LARCKER, 1981), sendo que o construto atinge validade quando esse indicador for superior a 50% (HENSELER; RINGLE; SINKOVICS, 2009), ou 40%, no caso de pesquisas exploratórias (NUNNALLY; BERNSTEIN, 1994).

Para mensurar a confiabilidade, foi utilizado o *Alfa* de *Cronbach* (A.C.) e a Confiabilidade Composta (C.C.) (CHIN, 1998). Os indicadores A.C. ou C.C. devem ser maiores que 0,70 para uma indicação de confiabilidade do construto (TENENHAUS *et al.*, 2005), sendo que, em pesquisas exploratórias, valores acima de 0,60 também são aceitos (HAIR *et al.*, 2009). A validade discriminante é garantida quando a variância extraída (AVE)

de um construto for maior que a variância compartilhada desse construto com os demais (FORNELL; LARCKER, 1981). Para verificar a dimensionalidade dos construtos, foi utilizado o critério das Retas Paralelas (HOYLE; DUVALL, 2004).

O método *Bootstrap* foi utilizado para calcular os intervalos de confiança para os pesos do modelo de mensuração e dos coeficientes do modelo estrutural, fornecendo informações sobre a variabilidade dos parâmetros estimados, provendo, assim, uma importante validação dos resultados. O método *Bootstrap* (EFRON; TIBSHIRANI, 1993) é utilizado na realização de inferências, quando não se conhece a distribuição de probabilidade da variável de interesse. Para avaliar a qualidade dos ajustes, foram utilizados o R² e o GoF (TENENHAUS *et al.*, 2005).

O R² representa em uma escala de 0% a 100% o quanto os construtos independentes explicam os dependentes, sendo que, no geral, valores menores que 25% representam capacidade explicativa fraca, valores entre 25% e 50% indicam capacidade explicativa moderada e valores acima de 50% evidenciam uma capacidade explicativa substancial (HAIR *et al.*, 2009). O GoF é uma média geométrica das AVEs dos construtos e dos R² do modelo e varia também de 0% a 100%. Ele permite uma síntese das AVEs e dos R² do modelo em uma única estatística, podendo ser útil para futuras comparações de aderência de diferentes amostras ao modelo (HENSELER; RINGLE; SINKOVICS, 2009). Foi ajustado um modelo de equações estruturais via PLS para cada grupo relacionado ao tipo de cultura da produção, sendo que os modelos foram comparados utilizando as comparações multigrupo. Uma análise multigrupo pode ser conduzida no contexto de dados longitudinais ou agrupados para buscar potenciais mudanças na mensuração ou relações dos construtos, o que permitirá avaliar se o modelo teórico se apresenta ou não de forma estável ao longo do tempo ou em cada grupo (HAIR *et al.*, 2009).

Para os testes formais de comparação dos coeficientes estruturais entre os níveis, foi utilizado o teste T com o desvio padrão agrupado dos coeficientes dentro dos modelos testados (KEIL *et al.*, 2000). O *software* utilizado nas análises foi o R (versão 3.6.1).

3.3.2 Normalidade e Linearidade

Por definição, o conjunto de dados não apresenta distribuição normal univariada e nem mesmo multivariada, uma vez que estão limitados em uma escala discreta e finita. A abordagem PLS (*Partial Least Square*) (VINZI *et al.*, 2010) foi desenvolvida como uma alternativa à abordagem tradicional baseada na matriz de covariância (CBSEM), sendo uma

técnica que oferece maior flexibilidade na modelagem dos dados, uma vez que não é necessário satisfazer algumas suposições mais duras, tais como normalidade multivariada dos dados, independência entre as observações e tamanho amostral elevado. Mesmo utilizando o método tradicional (CBSEM), existem diversos estimadores robustos a desvios de normalidade. Sendo assim, a ausência de normalidade dos dados deixou de ser um problema quando se trabalha com Equações Estruturais. Para verificar a linearidade dos dados, inicialmente foram analisadas as correlações das variáveis par a par, uma vez que um coeficiente de correlação significativo ao nível de 5% é indicativo da existência de linearidade. Através da matriz de correlação de *Spearman* (HOLLANDER; WOLFE, 1999), 689 (92,98%) relações foram significativas ao nível de 5%. Além disso, foi realizado o teste de *Bartlett* (MINGOTI, 2005) para verificar a linearidade em cada construto. Como os construtos Percepção e Influência possuíam apenas um item, não houve necessidade de utilizá-los no teste, visto que o teste não se aplica a esse tipo de caso. Em todos os demais construtos, foram observados valores-p menores que 0,05, indicando que existem evidências significativas de linearidade.

4 MODELOS E PILARES DA AGRICULTURA DIGITAL E TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NA AGRICULTURA

Quando se fala em algum contexto “digital”, logo pensa-se em implantação de sistemas e ferramentas. A revolução digital se sobressai a esse cenário e fornece recursos para melhoria de inovações do produto e serviço, seja pela eficiência, eficácia ou sustentabilidade (DEMIRKAN; SPOHRER; WELSER, 2016).

As soluções tecnológicas modernas, com a aplicação de mineração de dados, sensores e até a IoT podem automatizar processos complexos, fornecendo informações de maneira clara. A indústria agrícola apresentará resultados módicos, se não forem acrescidos valores, por meio das tecnologias associadas aos produtos.

Weltzien (2016) e Costa *et al.* (2013) deixam claro que os maquinários e os processos digitais podem representar mais valor que os próprios produtos agrícolas.

Vaz *et al.* (2017) complementam afirmando que todas as tecnologias são importantes e possuem valor, porém, quando agregados aos processos são capazes de maximizar o valor das empresas e dos produtos ou serviços entregues. Por isso, a ideia de se agruparem os fatores da Agricultura Digital e os fatores da Transformação Digital, propondo o que pode ser chamado de Transformação Agrícola Digital.

Baseando-se em um protocolo de pesquisa descrito adiante, foram levantados e analisados estudos que contemplassem as temáticas de Agricultura Digital e Transformação Digital no meio agrícola.

Chegou-se a 31 estudos finais considerados pertencentes a essa proposta. Defende-se na pesquisa que os temas relacionados às práticas e aos estudos sobre a Agricultura Digital e a Transformação Digital proporcionam resultados sociais, setoriais e mercadológicos. Essa defesa é compreendida e enfatizada por meio da análise de estudos presentes na literatura. Para isso, foram determinadas bases científicas para consulta, conforme a importância e as relações com as temáticas, abrangência e facilidade de acesso. Foram utilizadas bases SCOPUS¹, Periódicos CAPES² e Periódicos EMBRAPA³.

Para a validação da existência de estudos que contemplassem a análise da Transformação Digital junto à Agricultura 4.0, utilizou-se a junção dos descritores

¹Disponível em: <<https://www.scopus.com>>

²Disponível em <<http://www.periodicos.capes.gov.br>>

³Disponível em <<https://www.embrapa.br/seb/periodicos-da-embrapa>>.

Transformação Digital e Agricultura 4.0 (“Transformação Digital” OR “Digital Transformation”) AND (“Agricultura 4.0” OR “Agriculture 4.0”).

Não houve retorno de estudo que correlacionasse os termos no resumo, palavras chaves ou títulos. Identificou-se então que os termos Agricultura Digital e Agricultura 4.0, apesar de possuírem significados distintos, ainda são, consonantemente, expressos e compreendidos de maneira igualitária (WELTZIEN, 2016).

Para a solução dessa demanda, uma nova busca foi realizada, contemplando os descritores Transformação Digital e Agricultura Digital ou Agricultura 4.0 (“Transformação Digital” OR “Digital Transformation”) AND (“Agricultura 4.0” OR “Agriculture 4.0” OR “Agricultura Digital” OR “Digital Agriculture”).

Como resultado, entre todas as bases, obteve-se um (01) artigo científico pertencente a base Embrapa, cujo título é “AgroAPI: criação de valor para a Agricultura Digital por meio de APIs”. O artigo relata a criação de um aplicativo para se criar valor na agricultura, trazendo princípios da Transformação Digital, mas focando nas práticas tecnológicas da digitalização agrícola, comprovando as ideias de Weltzien (2016).

A escassez dos resultados proporciona e ascende a necessidade da pesquisa proposta neste estudo. Para se chegar a trabalhos que fossem considerados relacionados e condizentes à relação dos termos propostos, realizou-se uma pesquisa que recuperasse aspectos de Transformação Digital na Agricultura ou que propusesse modelos da Agricultura Digital ou Agricultura 4.0 e que atendessem de maneira holística as ideias da digitalização no setor.

Essa junção possibilita que o cenário atual, contendo os temas propostos, seja compreendido em sua totalidade e se torne expediente para novas proposições. Utilizaram-se os descritores “Agricultura 4.0” OR “Agriculture 4.0” OR “Agricultural 4.0” OR “Agricultura Digital” OR “Digital Agriculture” OR “Digital Agricultural” e os descritores “Transformação Digital” OR “Digital Transformation” AND “Agricultura” OR “Agriculture” OR “Agricultural”.

A pesquisa ocorreu, em sua completude, nos dias 12 e 13 de janeiro de 2019, e teve como protocolo uma adaptação de Dresch, Lacerda e Antunes Jr. (2015), que pode ser visto no quadro 9.

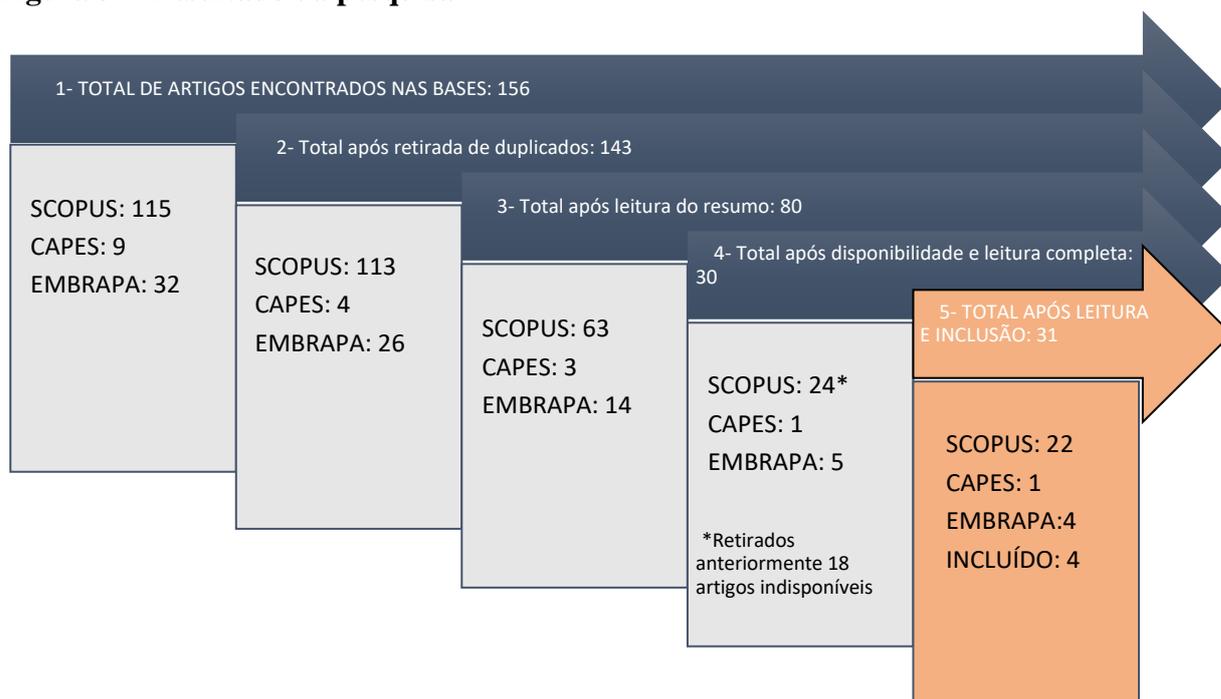
Quadro 9- Descrição da Pesquisa

| Protocolo | Descrição |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ambiente Conceitual | <p><i>Agricultura 4.0</i>: tecnologia capaz de automatizar os sistemas cyber-físico por meio de redes e diferentes máquinas</p> <p>Agricultura Digital: sistema de produção agrícola combinado com a tecnologia agrícola moderna para captura, armazenamento e recuperação de informações.</p> <p><i>Transformação Digital</i>: transformação organizacional por meio da digitalização de processos digitais, com foco no atendimento aos consumidores e na criação de valor organizacional</p> |
| Contexto | Agricultura 4.0, Agricultura Digital e Transformação Digital |
| Tipo de Material | Artigos Científicos |
| Análise temporal | Indeterminado |
| Língua | Indeterminado |
| Crítérios de Exclusão | <ul style="list-style-type: none"> ● Materiais que não sejam Artigos Científicos ● Estudos duplicados ● Estudos não disponíveis para download ou textos não completos ● Estudos que não apresentem no resumo o (s) descritor (es) utilizado (s) e suas relações ● Estudos que não se enquadrem no ambiente conceitual ● Estudos que não apresentassem um modelo conceitual de aplicação |
| | <p>(“Agricultura 4.0” OR “Agriculture 4.0” OR “Agricultural 4.0” OR “Agricultura Digital” OR “Digital Agriculture” OR “Digital Agricultural”) OR ((“Transformação Digital” OR “Digital Transformation”) AND (“Agricultura” OR “Agriculture” OR “Agricultural”))</p> |
| | |
| | |
| | |
| Base de pesquisa | Scopus, CAPES e Periódicos Embrapa |

Fonte: Adaptado de Dresch, Lacerda, Antunes Jr. (2015)

Foram identificados 156 artigos, dos quais 115 são pertencentes a base SCOPUS, nove (09) pertencem a base CAPES e 34 são pertencentes à base de Periódicos Embrapa.

A partir disso, foram aplicados os critérios de exclusão e filtros, apresentados na figura 34.

Figura 34- Resultado da pesquisa

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

O primeiro filtro realizou a retirada dos estudos duplicados, haja vista que foram recuperados por mais de uma base. Do total de 156 estudos, 13 se encontravam em duplicidade. Em sequência, os resumos e abstracts foram lidos para identificação dos construtos propostos e melhor entendimento individual de cada assunto.

Foram retirados 63 estudos, que, em sua maioria, apresentavam relatos técnicos e desenvolvimento específico de tecnologias e algoritmos. O resultado retrata os relatos de Bingwen (2005) e Shamsiri *et al.* (2018), ao defenderem a deficiência do desenvolvimento científico na área. Para os autores, há excesso de estudos técnicos que relatam apenas algoritmos ou atendem a partições dos setores agrícolas e não a integração como é verdadeiramente proposto. Após a leitura dos resumos, realizaram-se os *downloads* dos artigos e identificou-se a ausência de 18 deles. Estes não estavam disponibilizados na internet e, até o desenvolvimento dessa pesquisa, não houve retorno dos autores contatados.

Os artigos restantes foram lidos em sua completude, mantendo os mesmos critérios dos filtros (ausência de modelo, relação de construto, entre outros).

Chegou-se ao final com 31 artigos recuperados. Dentre eles, quatro foram citados nos estudos e, apesar de não terem sido recuperado nas bases, foram incluídos por sinalizar como fonte relevante ao seguimento da investigação aqui proposta. Os estudos já filtrados são mostrados no quadro 10.

Quadro 10- Estudos recuperados

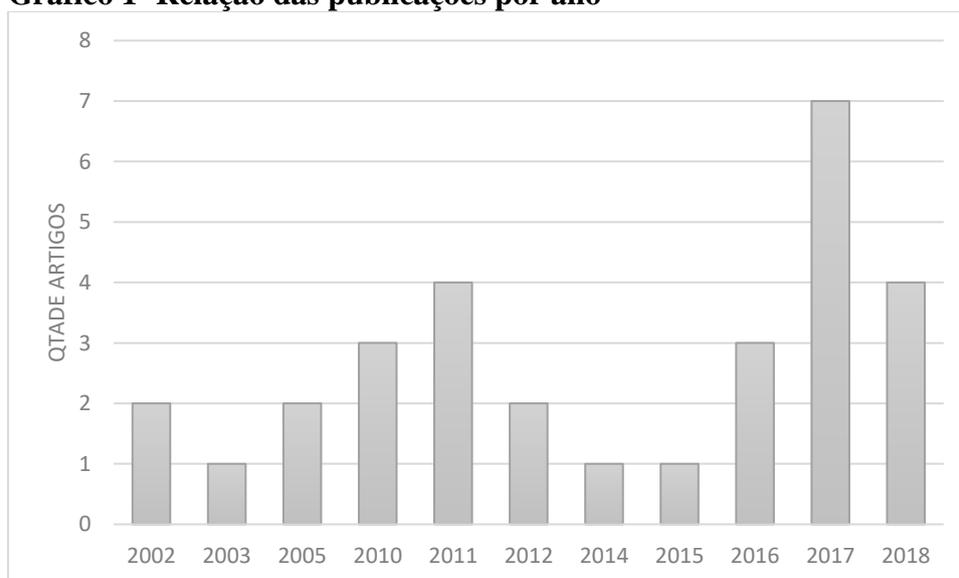
| Base | Autor (es) | Título |
|----------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Capes | Weltzien (2016) | <i>Digital agriculture - or why agriculture 4.0 still offers only modest returns</i> |
| Embrapa | Alencar <i>et al.</i> (2017) | <i>Agência Embrapa de Informação Tecnológica (Ageitec): avaliação de seus impactos econômicos.</i> |
| Embrapa | Souza <i>et al.</i> (2017) | <i>A prospective study on the application of Data Science in agriculture.</i> |
| Embrapa | Speranza e Ciferri (2017) | <i>Integração de ferramentas de SIG e mineração de dados para utilização em atividades de gestão espacialmente diferenciada aplicada na agricultura de precisão</i> |
| Embrapa | Vaz <i>et al.</i> (2017) | <i>AgroAPI: criação de valor para a Agricultura Digital por meio de APIs</i> |
| Scopus | Baozhu e Lei (2011) | <i>Probing into application mode of digital agriculture in anhui province.</i> |
| Scopus | Bingwen (2005) | <i>Digital agriculture under the framework of digital province.</i> |
| Scopus | Chen <i>et al.</i> (2011) | <i>Research on digital agricultural information resources sharing plan based on cloud computing</i> |
| Scopus | Duan (2010) | <i>Research and analysis about system of digital agriculture based on a network platform</i> |
| Scopus | Fresco e Ferrari (2018) | <i>Enhancing precision agriculture by internet of things and cyber physical systems.</i> |
| Scopus | Jayaraman <i>et al.</i> (2014) | <i>Addressing information processing needs of digital agriculture with Open IoT platform</i> |
| Scopus | Liang <i>et al.</i> (2002) | <i>The main content, technical support and enforcement strategy of digital agriculture.</i> |
| Scopus | Liang <i>et al.</i> (2003) | <i>Study on the framework system of digital agriculture</i> |
| Scopus | Liu <i>et al.</i> (2017) | <i>Design and realization of a VRGIS-based digital agricultural region management system</i> |
| Scopus | Navulur, Sastry e Prasad (2017) | <i>Agricultural Management through Wireless Sensors and Internet of Things</i> |
| Scopus | Nehra e Nehra (2005) | <i>ICT: A new horizon in Indian agriculture.</i> |
| Scopus | Nie <i>et al.</i> (2010) | <i>Hybrid combination of GIS,GPS,WSN and GPRS technology in modern digital agriculture application</i> |
| Scopus | Rajeswari, Suthendran e Rajakumar (2017) | <i>A smart agricultural model by integrating IoT, mobile and cloud-based big data analytics.</i> |
| Scopus | Shamshiri <i>et al.</i> (2018) | <i>Research and development in agricultural robotics: A perspective of digital farming.</i> |
| Scopus | Shen, Basist e Howard (2010) | <i>Structure of a digital agriculture system and agricultural risks due to climate changes.</i> |
| Scopus | Shinde <i>et al.</i> (2014) | <i>mKRISHI BAIF: Digital transformation in livestock services</i> |
| Scopus | Tang <i>et al.</i> (2002) | <i>A conception of digital agriculture.</i> |
| Scopus | Wang (2011) | <i>The effect and development strategies of digital agriculture during new countryside construction.</i> |
| Scopus | Wang <i>et al.</i> (2017) | <i>An open-source infrastructure for real-time automatic agricultural machine data processing.</i> |
| Scopus | Yang, Wang e Zhuang (2009) | <i>Case analysis of farm agriculture machinery informatization management network system</i> |
| Scopus | Yao e Wu (2011) | <i>A research about the application of information technology in the precision agriculture: Taking the operating system of shanghai agriculture economy as an example</i> |
| Scopus | Zhang (2011) | <i>Study about IOT's application in "digital agriculture" construction.</i> |
| Incluído | Demirkan, Spohrer e Welser (2016) | <i>Digital Innovation and Strategic Transformation</i> |
| Incluído | Rogers (2016) | <i>The digital transformation playbook: rethink your business for the digital age</i> |

| Base | Autor (es) | Título |
|----------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Incluído | Sánchez e Zuntini (2018) | <i>Organizational readiness for the digital transformation: a case study research</i> |
| Incluído | Ting <i>et al.</i> (2011) | <i>Information Technology and Agriculture Global Challenges and Opportunities</i> |

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Os estudos foram analisados e utilizados como referência para a construção do modelo proposto no capítulo 6. Anterior a essa proposição, análises de ano de publicações, autores e termos foram realizados. Salienta-se que nessas análises, o estudo referente ao livro de Rogers (2016) não foi incluído devido à limitação do *software* utilizado⁴. O início dos estudos se deu no ano de 2002. Por meio da análise do gráfico 1, observa-se que as pesquisas relacionadas às temáticas foram desenvolvidas com maior intensidade a partir de 2010, destacando-se o ano de 2017 (GRÁFICO 1). Houve um *gap* de publicações entre os anos de 2005 a 2010, perpassando cinco anos sem publicações das temáticas apresentadas. As publicações são recentes e se desenvolvem gradativamente, o que aponta a complexidade de se trabalhar os termos aqui aplicados. Tal resultado também se relaciona ao desenvolvimento e melhor acesso das tecnologias pela sociedade, que acabam por provocar estudos e busca de soluções no meio agrícola. Dos trabalhos recuperados, analisaram-se os autores e as redes de conhecimento que são formadas por eles. As redes são conjunto de nós e relações que demonstram as interações entre os atores envolvidos. Essas interações são estabelecidas por valores e interesses comuns (MORAES; FURTADO; TOMÁEL, 2015).

Gráfico 1- Relação das publicações por ano

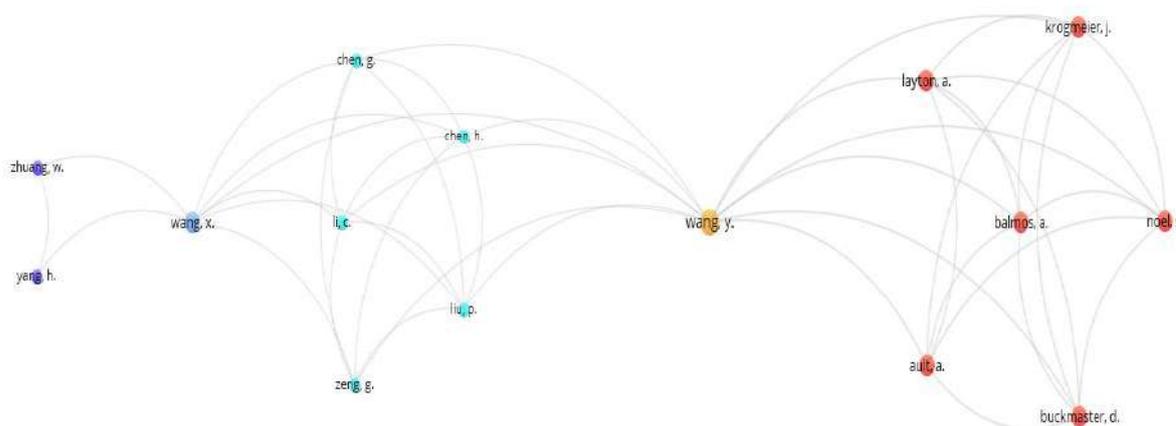


Fonte: Dados da pesquisa (2019)

⁴ Software VOS VIEWER: Disponível em: <http://www.vosviewer.com/>

Na Figura 35, os autores representam os nós e os laços que ligam um ao outro, representam as interações existentes, ou a falta delas. Enfatiza-se a importância de dois pesquisadores: Wang, Y e Wang, X. Esses autores são responsáveis por agrupar *clusters* e manter relações entre autores em busca de resultados para os estudos nas temáticas da AD ou TD na agricultura.

Figura 35- Relação entre pesquisadores



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

As redes formadas por autores são caracterizadas por atores que interagem e buscam o desenvolvimento conjunto e a coprodução em resposta a um problema (SCHMID; KNIERIM; KNUTH, 2016). Por meio de Wang, Y, e Wang, X, os autores compartilham ideias, recursos e estimulam os elos da pesquisa científica. A ausência desses pesquisadores provocaria a existência de *clusters* isolados que não beneficiaram a ciência (ROCHA; COSTA; SILVA 2018). Aponta-se então, a singularidade desse tipo de pesquisa e a necessidade de desenvolvimento no cenário mundial, tanto da temática quanto da integração dos pesquisadores.

5 PROPOSIÇÃO DO MODELO DE TRANSFORMAÇÃO AGRÍCOLA DIGITAL: UMA NOVA MANEIRA DE PENSAR NA AGRICULTURA

Diante de todo o cenário descrito até esta seção, nota-se que as tecnologias são vistas como estratégia de desenvolvimento do cenário agrícola moderno em todo mundo. Ainda que incipiente, pesquisas na área são realizadas, buscando alinhar as vantagens digitais ao cenário global de competição. Entretanto, algumas complexidades ainda necessitam ser supridas e, para isso, são identificados os aspectos que influenciam na criação de valor das indústrias agrícolas na era digital. Esta seção apresenta os aspectos teóricos levantados.

5.1 Proposição de um modelo de Transformação Agrícola Digital baseado na literatura

Baseando-se nos 31 modelos levantados e nos pilares que foram propostos em cada modelo e descrito na seção 4, propõe-se um novo modelo de pesquisa para validação em campo e identificação dos reais aspectos que compõem a era digital na agricultura.

Defende-se que a proposição do modelo que represente a AD e TC possa resultar em positivas performances das indústrias agrícolas por meio de tecnologias integradas, processos automatizados, aplicação de sistemas inteligentes, pessoas com capacidades e inteligências para interpretação e aplicação dos dados e também em conhecimento. A proposta de um novo modelo se concentra na criação de uma Transformação Agrícola Digital composta pela intercessão dos pilares da AD e TD, com o objetivo de alavancar a criação de valor das indústrias agrícolas.

Essa intercessão resultou nas seguintes variáveis: Soluções Digitais de Controle e Integração; Sistema de Gestão de Negócios e mercado; Parcerias e Cocriação; Gestão de Conhecimento e Inovação; e Desenvolvimento Humano (QUADRO 11).

Quadro 11- Proposição de variáveis do modelo de Transformação Agrícola Digital

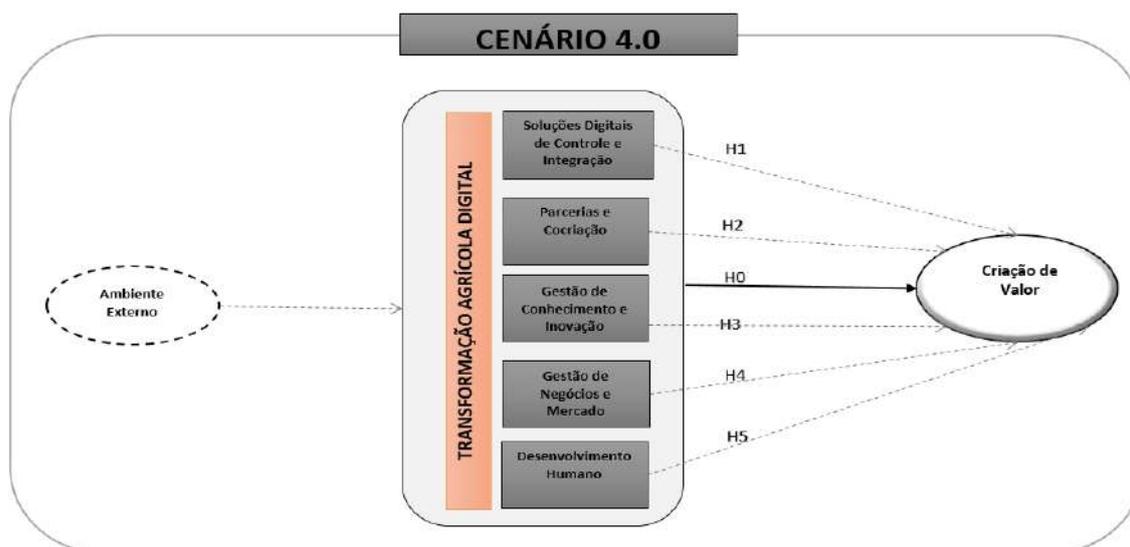
| Construto | Definição | Autor (es) |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Transformação Agrícola Digital | Junção dos fatores de Agricultura Digital e Transformação Digital propostas nos 31 modelos identificados para essa pesquisa e para a proposição de um novo modelo | Tang <i>et al.</i> (2002); Liang <i>et al.</i> (2002; 2003); Nehra e Nehra (2005); Duan (2010); Nie <i>et al.</i> (2010); Shen, Basist e Howard (2010); Yang, Wang e Zhuang (2009); Baozhu e Lei (2011); Shinde <i>et al.</i> (2014); Bingwen (2011); Wang (2011); Ya e Wu (2011); Demirkan, Spohrer e Welser (2016); Rogers (2016); Alencar <i>et al.</i> (2017); Liu <i>et al.</i> (2017); Rajeswari, Shuthendran e Rajakumar (2017); Shamshiri <i>et al.</i> (2018); Speranza e Ciferri (2017); Vaz <i>et al.</i> (2017); Wang (2017); Fresco e Ferrari (2018); Sánchez e Zuntini (2018); Shamshiri <i>et al.</i> (2018) |
| Soluções Digitais de Controle e Integração | Conjunto de sistemas de informação, recursos tecnológicos e de infraestrutura utilizados para captura, controle, análise e compartilhamento de dados das indústrias agrícolas, desde cultivos à tomada de decisão | Tang <i>et al.</i> (2002); Liang <i>et al.</i> (2002; 2003); Nehra e Nehra (2005); Duan (2010); Nie <i>et al.</i> (2010); Shen, Basist e Howard (2010); Yang, Wang e Zhuang (2009); Baozhu e Lei (2011); Shinde <i>et al.</i> (2014); Bingwen (2011); Ya e Wu (2011); Rogers (2016); Liu <i>et al.</i> (2017); Rajeswari, Shuthendran e Rajakumar (2017); Shamshiri <i>et al.</i> (2018); Speranza e Ciferri (2017); Vaz <i>et al.</i> (2017); Wang (2017); Sánchez e Zuntini (2018). |
| Parcerias e Cocriação | Integração das indústrias agrícolas aos sistemas científicos de pesquisa, universidades, órgãos governamentais e atores da cadeia produtiva para troca de informações, recursos e tecnologias. Visa o desenvolvimento do setor agrícola por meio de redes de colaboração. | Tang <i>et al.</i> (2002); Liang <i>et al.</i> (2002); Nehra e Nehra (2005); Shen, Basist e Howard (2010); Bingwen (2011); Wang (2011); Demirkan, Spohrer e Welser (2016); Rogers (2016); Alencar <i>et al.</i> (2017); Sánchez e Zuntini (2018). |
| Gestão de Conhecimento e Inovação | Conjunto de fatores que tem como objetivo promover uma cultura voltada para o compartilhamento do conhecimento e criação da inovação. Inclui aqui papel das lideranças e dos altos níveis hierárquicos | Wang (2011); Rogers (2016); Alencar <i>et al.</i> (2017); Speranza, e Ciferri (2017); Fresco e Ferrari (2018); Sánchez e Zuntini (2018); Shamshiri <i>et al.</i> (2018) |
| Sistema de Gestão de Negócios e Mercado | Conjunto composto por soluções de planejamento e sistemas de informações do Mercado. Seu objetivo está em prover informações externas e regulamentares as indústrias agrícolas e criar insumos para planejamentos de negócios e transformações digitais eficientes. | Demirkan, Spohrer e Welser (2016); Rajeswari, Suthendran e Rajakumar (2017); Souza <i>et al.</i> (2017); Vaz <i>et al.</i> (2017); Sánchez e Zuntini (2018). |
| Desenvolvimento Humano | Práticas de identificação de habilidades e desempenho de pessoal, visando treinar e capacitar equipes agrícolas para manuseio de tecnologias, operações agrícolas diárias e análise de dados. Inclui-se aqui plataformas de experiência e treinamento. | Amiete e Nehra (2005); Nie <i>et al.</i> (2010); Baozhu e Lei (2011); Yao e Wu (2011); Wang (2011); Jayaraman <i>et al.</i> (2014); Demirkan, Spohrer e Welser (2016); Weltzien (2016); Sánchez e Zuntini (2018); Shamshiri <i>et al.</i> (2018) |
| Criação de Valor | Resultado de aplicações agrícolas positivas que promovam o crescimento e alto desempenho do negócio, seja em inovação, processo, finanças, qualidade ou produção. | Jiménez e Vale (2011) e Almatrooshi, Singh e Farouk (2016). |
| Ambiente Externo | Fatores externos que não são controlados pelas indústrias agrícolas, mas que podem influenciar nos aspectos de Transformação Agrícola Digital para criação de valor. | Tang <i>et al.</i> (2002); Liang <i>et al.</i> (2002; 2003); Nehra e Nehra (2005); Duan (2010); Nie <i>et al.</i> (2010); Shen, Basist e Howard (2010); Yang, Wang e Zhuang (2009); Baozhu e Lei (2011); Shinde <i>et al.</i> (2014); Bingwen (2011); Wang (2011); Ya e Wu (2011); Demirkan, Spohrer e Welser (2016); Rogers (2016); Alencar <i>et al.</i> (2017); Liu <i>et al.</i> (2017); Rajeswari, Shuthendran e Rajakumar (2017); Shamshiri <i>et al.</i> (2018); Speranza e Ciferri (2017); Vaz <i>et al.</i> (2017); Wang (2017); Fresco e Ferrari (2018); Sánchez e Zuntini (2018); Shamshiri <i>et al.</i> (2018) |

Fonte: Elaborada pela autora

As variáveis foram definidas pela presença nos modelos recuperados, e o peso que se tinha na solução das complexidades também relatado nos mesmos. A proposta do modelo e

suas hipóteses são apresentadas na figura 36. De acordo com Laville e Dione (1995), as hipóteses são suposições implícitas que criam elo entre o pesquisador e a pesquisa em direção a solução do problema situado e à procura de novas informações.

Figura 36- Modelo de pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora

5.1.1 Construto Transformação Agrícola Digital

O objetivo da utilização dos construtos propostos no modelo está em criar valor para as indústrias agrícolas. Quando as inovações do setor atendem as necessidades das produções, os ganhos são claros, as escalas produtivas se elevam, as indústrias agrícolas passam a conhecer e entender os recursos-chave do setor (EMBRAPA, 2019).

Devido aos resultados e as lacunas científicas até aqui citadas, nota-se a utilização técnica e tecnológica dos recursos digitais que, apesar de proporem ganhos às indústrias agrícolas, ainda são incipientes para o apoio à competição global (ARTIOLI; BELONI, 2016). Wang (2011) enfatiza que transitar da Agricultura Digital para a moderna requer a tecnologia baseada na informação e no conhecimento. A Transformação Agrícola Digital é contemplada pelos fatores emergidos das literaturas de Agricultura Digital e Transformação Digital, relatados na sessão 4: Soluções Digitais de Controle e Integração; Parcerias e Cocriação; Gestão de Conhecimento e Inovação; Sistema de Gestão de Negócios e Mercado; Desenvolvimento Humano. Acredita-se que a junção dos fatores promova tanto a prática tecnológica na agricultura, quanto a criação de estratégias competitivas seja capaz de maximizar a criação de valor. A proposta do construto Criação de valor está relacionada ao

surgimento de benefícios à indústria agrícola, seja em processo, rendimento, economia, germinação, manejo ou controle. Infere-se que as práticas das variáveis propostas no modelo apresentado na figura 39 mitiguem perdas qualitativas e quantitativas, que possam ser mensuradas (KITINOJA; KADER, 2015) e que apoiem o crescimento e valorização da indústria agrícola. Assim, apresenta-se como **Hipótese 0: A Transformação Agrícola Digital influi de maneira direta na Criação de Valor da indústria agrícola.**

5.1.2 Construto Soluções Digitais de Controle e Integração

A agricultura é um campo composto por elevado volume de informação. Essa informação advém das diversas fontes e possuem diferentes características. Têm-se informações de domínio espacial, variabilidade temporal, máquinas e produção. Wang *et al.* (2016) explicam que as indústrias agrícolas ignoram muitas fontes ricas de informações, principalmente as advindas das máquinas modernas. Há uma demanda imediata de ferramentas digitais capazes de armazenarem dados agrícolas, realizarem seu processamento, gestão e análise, bem como a troca de dados (BINGWEN, 2005), que forneçam medições confiáveis para serem utilizadas na agricultura. A implantação de soluções digitais recai sobre o modelo da figura 39, para apoiar de maneira direta a ascensão da indústria agrícola, disponibilizando informações úteis e no momento necessário (NEHRA; NEHRA, 2005). Shen, Basist e Howard (2010) enfatizam que sistemas agrícolas digitais têm sido desenvolvidos em diversos países, para a tomada de decisão com informações eficazes. O construto “Soluções Digitais” está contemplado nos modelos de Liang *et al.* (2002), Shen, Basist e Howard (2010) e Alencar *et al.* (2017), por exemplo. Esse construto busca criar uma estrutura adequada e realista ao ambiente da indústria agrícola, com sistemas de informações (WANG *et al.* 2017) que proporcionem a mínima intervenção humana (WANG *et al.* 2016), tecnologia de virtualização para gerenciamento de interfaces (SHEN *et al.* 2011) e criação de fazendas virtuais (SHAMSHIRI *et al.*, 2018), banco de dados compartilhados (SPERANZA; CIFERRI, 2017) e sistemas em redes com interfaces virtuais (SHAMSHIRI *et al.* 2018). A aplicação de ferramentas IoT, *Big Data*, sensores e computação em nuvem, redes e internet, são algumas das infraestruturas que permitem a solução de problemas enfrentados pelos agricultores. Isso porque, com suas aplicações, a informação fluirá de maneira automatizada e a integração evitará dispêndios financeiros, de recursos e de tempo (BINGWEN, 2005; ALENCAR *et al.*, 2017). Porém, são necessárias soluções digitais com padrões unificados e de arquiteturas abertas, que compartilhem mecanismos e informações e

possam ser acoplados em diferentes modelos de ferramentas (YAO; WU, 2011). Essa padronização alavancará a oportunidade de construção de bases de dados compartilhados (LIU *et al.* 2017), que podem ser acessadas por diferentes autores, criando inteligência ao setor e apoiando a disseminação de informações a diferentes meios. Os sistemas agrícolas, junto à digitalização, conectam agricultores, gestores e especialistas, independente da localidade, e criam bases de dados de alta abrangência, de fácil alcance e com *gaps* de evolução mitigados. (LIU *et al.* 2017; NAVULUR; SASTRY; GIRI PRASAD, 2017). Da mesma forma, a integração dos recursos agrícolas modernos à cadeia de valor resultará em maior automação, análise de dados e compartilhamento de conhecimento, tendo como consequência a elevação dos níveis de economia e recursos (HERLITZIUS, 2017). A utilização das novas tecnologias e soluções digitais são ferramentas que apoiam a interoperabilidade dos sistemas, o gerenciamento de informações e permitam que os agricultores foquem nos reais trabalhos de crescimento do negócio. Bingwen (2005) explica que não há a necessidade de construir do início os sistemas agrícolas. Recursos poderiam ser adquiridos por meio de plataformas de compartilhamento de dados. O importante, segundo Alencar *et al.* (2017), é que tomadores de decisão sejam munidos de informações confiáveis sobre o sistema de produção, do cultivo até o manejo florestal, e que sejam capazes de mitigar os riscos da decisão e conhecerem “o que, onde, por que e como produzir”. Logo, tem-se como **Hipótese 1: A implantação de Soluções Digitais e Infraestrutura Tecnológica influenciam a criação de valor das indústrias agrícola por meio do controle e compartilhamento de dados.**

5.1.3 Construto Parcerias e Cocriação

Na era digital, os novos modelos de negócio exigem parcerias e interdependência para atendimento aos desafios mercadológicos. Redes de colaboração são formadas tanto por redes de clientes quanto por redes de contatos (ROGERS, 2016, PARKER; ALSTYNE; CHOUDARY, 2016). Os relacionamentos com fornecedores, consumidores, universidades, atores da cadeia de produção, entre outros, são vistos como estratégias organizacionais para criação de valor e ganho de vantagem competitiva, e essa é a proposta do construto Parcerias e Cocriação: criar parcerias com empresas, universidades, instituições científicas e governo, com o objetivo de quebrar as barreiras dos monopólios agrícolas, mitigação de barreiras técnicas e inovação. Esse construto cria possibilidades de análises dinâmicas de mercado, com um campo aberto de exploração do comércio digital internacional, e também permite

que agricultores de qualquer tamanho estejam preparados para o mercado. As parcerias possibilitam a diminuição das lacunas científicas e de pesquisa, além de promover a ascensão agrícola. Rogers (2016) enfatiza, em seu modelo, as parcerias com os clientes e sua importância em todos os processos de negócios; Fresco e Ferrari (2018) enfatizam a parceria com governos para a libertação de políticas protecionistas; e Shinde *et al.* (2014) relatam a parceria com consultores e especialistas. O que se conclui é que as relações de parcerias permitem que se inovem com ideias e recursos advindos de qualquer ambiente e que podem ser encontrados além dos interiores das indústrias agrícolas. A intenção é criar diálogos multidisciplinares (FRESCO; FERRARI, 2018), com o objetivo de aprimorar o desempenho agrícola, seja por meio de disponibilização de recursos, compartilhamento de melhores práticas ou até mesmo o *crowdsourcing*, citado por Vaz *et al.* (2017). Nesse sentido, tem-se

Hipótese 2: As práticas de construção de Parcerias e Cocriação, influenciam a Criação de Valor das indústrias agrícolas.

5.1.4 Construto Gestão de conhecimento e inovação

A ascensão agrícola pode ocorrer ao agregar valor no que se entrega para os clientes. Esse valor é criado quando os conhecimentos e recursos das indústrias agrícolas são relacionados à capacidade de inovação e geram possibilidades de reação e posicionamento mercadológico. Na agricultura digital, buscam-se os valores práticos e benefícios socioeconômicos. Isso porque, atualmente, o valor agregado não está apenas na qualidade do produto em si, mas também nas diversas tecnologias aplicadas (NIE *et al.* 2010; WELTZIEN, 2016). Portanto, acredita-se que, fatores como: Sistemas de Pesquisa e Inovação, Gestão do Conhecimento, Cultura baseada no conhecimento e colaboração e Relação da Liderança sejam essenciais para a agricultura. O sistema de pesquisa e inovação, como pilar da Transformação Agrícola Digital, pode apoiar as revoluções agrícolas digitais e promover o desenvolvimento social (DUAN, 2010). Os mecanismos de inovação, aliados à produção e à educação (LIANG *et al.* 2002), derivam projetos importantes que ascendem o setor. Por isso, atividades que tragam novas ideias, técnicas e métodos devem ser reconhecidas como ferramentas de apoio à performance das indústrias agrícolas. É preciso partir do pressuposto de que ideias importantes não são limitantes a cargos, locais e níveis. Uma cultura voltada para o conhecimento e colaboração deve ser incentivada (SHINDE *et al.* 2014), até que o processo de exposição e a criação de ideias sejam efetivamente aceitos e incorporados nas atividades diárias. São esses conhecimentos que promoverão novos *insights* e possibilidade

efetiva da gestão da produção. Gerir conhecimentos implica na redução da intensidade de trabalhos dos agricultores, otimização dos recursos utilizados e da produtividade, redução dos custos de produção, bem como melhoria do próprio ambiente (ZHANG, 2011). Entretanto, o compromisso das lideranças perante todas as transformações é essencial. O processo de entendimento dos valores que são oferecidos por todos os pilares da AD e a mudança para que as práticas sejam reais emergem quando apoiadas e valorizadas. Esse apoio também cria novas oportunidades digitais e capitalizam benefícios (DERMIKAN; SPOHER; WELSER, 2016; SANCHEZ; ZUNTINI, 2018). Com isso, apresenta-se a **Hipótese 3: Manter uma gestão de Conhecimento influem na Criação de Valor agrícola.**

5.1.5 Construto Sistemas de Gestão de Negócios e Mercados

O setor agrícola está sob regime de mercado global (HERLITZIUS, 2017); entretanto, Wang *et al.* (2011) evidenciam em seus estudos que os produtores agrícolas apresentam noções ineptas sobre o mercado. Mais que tecnologias, as indústrias agrícolas são influenciadas por fatores externos. Ter acesso a informações externas, como as leis e regulamentações e as políticas de investimentos oferecidas, propiciam bons planejamentos estratégicos e de aplicação da TD. O construto Sistema de Gestão de Negócios e Mercado vem oferecer acesso a informações externas que não são diretamente criadas na indústria agrícola, mas que influenciam de maneira direta suas ações e planejamentos, como por exemplo, leis, informações de safra, regulamentações, entre outros. Baozhu e Lei (2011) e Wang (2011) enfatizam que as regras aplicadas a investimentos e os sistemas de capital descentralizados, muitas vezes, proporcionam processos agrícolas de baixo nível, pequena escala e até mesmo redundante. Investimentos incipientes e uma legislação fraca tornam o desenvolvimento agrícola moroso. A definição desse construto vem mitigar a complexidade relatada por Baozhu e Lei (2011), que salientam a fraqueza das bases de sustentação legais e de investimento e a falta de acesso a esse tipo de informação. O acesso a informações úteis e um bom trabalho no planejamento estratégico de Transformação Digital podem implicar em bons resultados de informatização, valor e menor desperdícios (YANG, WANG; ZHUANG, 2009). O construto também pode reduzir a diferença entre as indústrias agrícolas e a produção competitiva no mundo (WANG, 2011). Será um “campo aberto e amplo para o comércio da Agricultura Digital internacional” (WANG, 2011, p.91). Estabelece-se uma gestão de informações com elos de ligação entre governos, comunidade e indústrias agrícolas, com o objetivo de também melhorar a capacidade administrativa governamental. Os governos

podem ser caracterizados como contribuintes, propor políticas de financiamento e investimentos baseados nos dados do sistema, realizar transações de negócios, emitir alertas e muito mais (WANG, 2011; SOUZA *et al.* 2017). Com isso, apresenta-se a **Hipótese 4: A ausência de Sistemas de Gestão de Negócios e Mercados influencia diretamente na Criação de Valor da indústria agrícola.**

5.1.6 Construto Desenvolvimento Humano

Não se pode esperar por uma agricultura inteiramente automatizada e digital. “Espera-se que as fazendas modernas produzam mais rendimentos com qualidade a menores gastos de uma forma sustentável e dependente da força de trabalho” (SHAMSHIRI *et al.* 2018, p. 2). Nehra e Nehra (2005) enfatizam que os agricultores não adotam as tecnologias por desconhecimento ou limitações. O construto Desenvolvimento Humano abarca a visão de desenvolvimento de habilidades e competências humanas. É uma forma de se preocupar com o desenvolvimento e talento de toda a equipe. Conhecimento insuficiente, baixas noções técnicas e digitais e não compreensão dos valores tecnológicos podem provocar negócios e produções limitantes e ineficazes. A ideia é de se desenvolver sistemas de capacitação que direcionem os agricultores, na execução de suas atividades diárias, ao manuseio de ferramentas, bem como à criação de inovações e técnicas. Muitas vezes, agricultores não estão cientes das técnicas e inovações, e não estão preparados para compreender os dados disponibilizados pelas ferramentas digitais (NEHRA; NEHRA, 2005; BIGWEN, 2011; WANG, 2011).

A possibilidade de um sistema e de bases de treinamento (SHEN; BAOZHU; LEI, 2011) cria elos entre agricultores e cientistas e promovem a efetividade no desenvolvimento de talentos e nas habilidades para disseminar o conhecimento agro científico. Nehra e Nehra (2005) explicitam que as comunicações tradicionais são unidirecionais e, muitas vezes, não atende aos agricultores, haja vista que, se houver dúvidas, não há a quem recorrer. Esses sistemas que propiciarão a transferência de conhecimentos tácitos e que apoiarão as estratégias de crescimento do negócio (MUYLDER *et al.*, 2018) e promoverão recursos e habilidades para soluções de problemas, com uma equipe motivada e capacitada para a realização de tarefas técnicas e digitais. Logo, como **Hipótese 5, acredita-se que o Desenvolvimento Humano está diretamente relacionado aos resultados da Criação de Valor às indústrias agrícolas.**

6 RESULTADO DA PESQUISA: A TRANSFORMAÇÃO AGRÍCOLA DIGITAL NO CENÁRIO BRASILEIRO

Buscou-se compreender, por meio da visão de agricultores e pessoas relacionadas às indústrias agrícolas, os fatores que influenciam a Criação de Valor das indústrias agrícolas brasileiras por meio da Transformação Agrícola Digital.

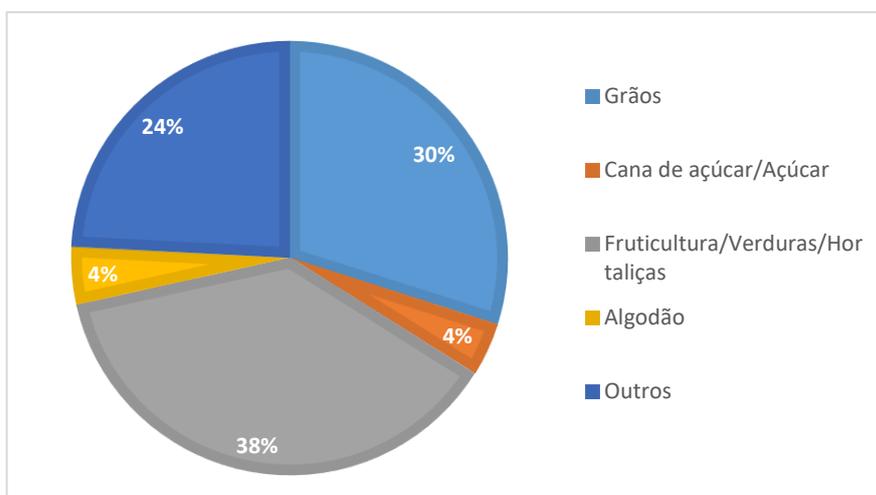
Obtiveram-se 336 respondentes, os quais foram questionados quanto a variáveis de caracterização e variáveis relacionadas a 6 construtos: i) Soluções digitais, ii) Parcerias e Cocriações, iii) Gestão de Conhecimento e Inovação, iv) Gestão de Mercado e Negócios, v) Desenvolvimento humano e vi) Criação de valor, sendo que, do total, foram identificados 6 indivíduos com mais de 10% de dados faltantes e, por isso, foram excluídos das análises. Ao final, chegou-se a 330 respondentes válidos.

6.1 Análise descritiva do modelo de Transformação Agrícola Digital

A análise descritiva busca informações cadastrais dos respondentes e das empresas de atuação. Parte dos respondentes são do sexo masculino (63%), estão entre 30 e 40 anos (31,2%), possuem ensino superior (27,6%) ou ensino médio/técnico (23,6%) e atuam há mais de 10 anos na área agrícola (53,9%).

A maior parte dos respondentes informaram que as empresas/produção das quais fazem parte possuem mais de 10 anos de existência (59,4%) e que são funcionários dessas há mais de 10 anos (43,9%) também, ocupando, em sua maioria, cargos de Diretor Proprietário (47,3%) e Supervisor/Gerente (23%). As empresas/produção são sediadas, em sua maioria, no estado de Minas Gerais (65,5%); entretanto, empresas/produção dos estados de São Paulo (12%), Bahia (9,7%), Rondônia (5,2%), Espírito Santo (3,6%), Mato Grosso (3,6%), Rio Grande do Sul (3,3%), Paraná (0,6%), Mato Grosso do Sul (0,3%), Pará (0,3%) e Rio de Janeiro (0,3%) também obtiveram representantes na pesquisa. Esse resultado pode ser justificado pela facilidade de acesso da pesquisadora.

Quanto ao tipo de cultura, as empresas/produção são, em sua maioria, familiar (53,9%), seguida de produção comercial (33,9%) e possuem Fruticultura/Verduras/Hortaliças (45,8%) e Grãos (36,4%) como principais atividades agrícolas (GRÁFICO 2).

Gráfico 2- Atividades agrícolas

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Mais da metade das produções/empresas (52,4%) realizam exportação para fora do estado, entretanto, não realizam para fora do país (65,5%). Esse resultado pode ocorrer devido ao tipo de cultura em destaque nos resultados da pesquisa.

Produções familiares ainda encontram dificuldades de acesso a mercados externos, sendo a exportação para outros países facilitadas por produções maiores. Nesse mesmo sentido, o resultado corrobora com o tipo de produção que o Brasil realiza e com os produtos que são oferecidos pelo país (MAPA, 2019).

O Brasil é referência em processos produtivos (OLIVEIRA; BUHLER, 2017) e na produção de produtos primários (SANTOS, 2014a). Isso o coloca em posições vantajosas, mas que ainda possuem pouco valor agregado.

O país é competitivo por quantidade e não por qualidade, sendo contrária às defesas de Yao e Hu (2011), nos estudos de Xangai.

É necessário adicionar valor às indústrias agrícolas, mesmo que por meio das *commodities*, para que não se tenham ilhas de prosperidade, e sim uma produção igualitária, que podem ser propostas pelo modelo de Transformação Agrícola Digital.

Para isso, analisaram-se os itens de cada construto, conforme tabela 1.

Tabela 1- Análise descritiva e comparação dos itens dos construtos

| Construto | Item | Média | D.P. | I.C. 95% ¹ | |
|------------------------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------------|--------------|
| Soluções digitais | SD1 | Estruturas Tecnológicas e digitais são importantes para a gestão e comunicação da minha produção/empresa. | 4,31 | 0,90 | [4,22; 4,41] |
| | SD2 | Possuímos estruturas tecnológicas para apoiar a automação de máquinas e a digitalização do campo. | 3,25 | 1,30 | [3,10; 3,38] |
| | SD3 | Os sistemas de captura de dados e controle existentes na minha produção/empresa podem conversar com outros sistemas, inclusive de marcas diferentes, sem a intervenção humana. | 2,42 | 1,14 | [2,29; 2,54] |
| | SD4 | A internet está disponível na minha produção/empresa e podemos acessar nossos sistemas de maneira facilitada por computador ou por dispositivos mobile (celular ou tablets). | 3,37 | 1,25 | [3,24; 3,49] |
| | SD5 | A minha produção/empresa possui acesso a uma base de dados com informações compartilhadas sobre as atividades de produção que apoiam a solução de problemas e as tomadas de decisão internas. | 3,00 | 1,24 | [2,88; 3,13] |
| Parcerias e cocriações | PC1 | Parceria com Universidades, Governo, Clientes. Governo ou outra produção/empresa é importante para o desenvolvimento da agricultura. | 4,50 | 0,91 | [4,40; 4,59] |
| | PC2 | A minha produção/empresa busca parcerias com universidades, centros de pesquisa e institutos para melhorar as atividades do campo e apoiar o seu crescimento. | 3,08 | 1,26 | [2,94; 3,22] |
| | PC3 | A minha produção/empresa busca parcerias com outras empresas/fazendas para captar recursos e conhecimentos, de maneira a preencher ausências internas. | 3,19 | 1,22 | [3,06; 3,32] |
| | PC4 | A minha produção/empresa busca parcerias com órgãos governamentais para captar recursos e conhecimentos e apoiar o crescimento. | 2,98 | 1,23 | [2,85; 3,10] |
| | PC5 | O Cliente é envolvido nos processos de produção e criamos parcerias com os clientes para melhorias da produção/empresa e produtos. | 3,30 | 1,27 | [3,17; 3,43] |
| Gestão de Conhecimento e Inovação | EIC1 | A minha produção/empresa entende que boas ideias podem surgir de qualquer nível hierárquico e por isso, incentivamos uma cultura baseada no conhecimento e na colaboração. | 4,40 | 0,79 | [4,31; 4,48] |
| | EIC2 | Existe uma estrutura interna de Pesquisa, desenvolvimento e inovação que geram ideias para desenvolvimento da minha produção/empresa. | 3,12 | 1,30 | [2,97; 3,26] |
| | EIC3 | Minha produção/empresa se preocupa em inovar em seus produtos ou serviços. | 4,02 | 0,89 | [3,92; 4,11] |
| | EIC4 | As lideranças ou pessoas superiores a mim compreendem que são essenciais para a criação de valor na produção/empresa e por isso se fazem presentes e participativos. | 3,85 | 1,04 | [3,74; 3,95] |
| Gestão de Mercado e negócios | GMN1 | Minha produção/empresa possui acesso a informações atualizadas sobre o mercado global, como preços, safras, investimentos e etc., em tempo hábil. | 3,45 | 1,16 | [3,32; 3,57] |
| | GMN2 | Minha produção/empresa possui acesso a dados governamentais de maneira fácil, apoiando as tomadas de decisões em relação ao mercado. | 3,00 | 1,15 | [2,87; 3,12] |
| | GMN3 | Existe um planejamento ou um roteiro para a implantação e escolhas dos recursos digitais que criam valor ao cliente. | 3,78 | 1,05 | [3,68; 3,90] |

| Construto | | Item | Média | D.P. | I.C. 95% ¹ |
|-------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|-----------------------|
| Desenvolvimento humano | DH1 | Minha produção/empresa possui recursos humanos apropriados e habilidades para a execução das atividades agrícolas e operacionalização dos sistemas digitais. | 3,15 | 1,26 | [3,03; 3,30] |
| | DH2 | Participo ou possuo programa de capacitação humana que apoia a aprendizagem e desenvolvimento dos colaboradores da minha produção/empresa. | 3,78 | 0,99 | [3,68; 3,89] |
| | DH3 | A produção/empresa possui um sistema digital que permite o compartilhamento de experiências e colaboração entre agricultores e líderes, para solução de problemas. | 3,20 | 1,27 | [3,05; 3,34] |
| Criação de valor | CV1 | A minha produção/empresa, já obteve ou obtêm algum tipo de ganho devido às estruturas tecnológicas e de automação utilizadas. | 3,12 | 1,33 | [2,98; 3,27] |
| | CV2 | Acessar os sistemas por meio de computadores e dispositivos mobile (celular ou tablets) gerou ou gera ganhos financeiros ou em produtividade para minha produção/empresa. | 3,14 | 1,30 | [3,00; 3,27] |
| | CV3 | A produção/empresa já obteve ou obtêm ganhos ao utilizar as bases de dados compartilhados para solução de problemas. | 2,93 | 1,30 | [2,79; 3,07] |
| | CV4 | A produção/empresa já obteve ou obtêm ganhos financeiros ou em produtividade, em função das parcerias entre universidades, institutos e centros de pesquisa. | 2,86 | 1,26 | [2,72; 3,00] |
| | CV5 | A produção/empresa já obteve ou obtêm ganhos financeiros ou em produtividade, ao manter parcerias com outra produção/empresa. | 2,96 | 1,27 | [2,82; 3,10] |
| | CV6 | A produção/empresa já obteve ou obtêm ganhos financeiros ou em produtividade, ao manter parcerias com órgãos governamentais. | 2,80 | 1,28 | [2,65; 2,93] |
| | CV7 | A produção/empresa já obteve ou obtêm ganhos financeiros ou em produtividade, ao manter parcerias com os clientes. | 3,27 | 1,25 | [3,15; 3,40] |
| | CV8 | Gerei benefícios competitivos na minha produção/empresa com o apoio das lideranças e cargos mais altos. | 3,65 | 1,16 | [3,52; 3,76] |
| | CV9 | Minha produção/empresa obteve ou obtêm ganhos em desenvolvimento com as pesquisas e inovações. | 3,40 | 1,18 | [3,28; 3,53] |
| | CV10 | Já gerei ou continuo gerando ganhos ou soluções ao acessar informações compartilhadas sobre mercado global, como clima, preços, safras, investimentos, entre outros. | 3,05 | 1,13 | [2,92; 3,16] |
| | CV11 | A ascensão da minha produção/empresa foi ou é gerada com a capacitação de todos os colaboradores envolvidos. | 3,81 | 1,02 | [3,70; 3,92] |
| | CV12 | A minha produção/empresa gera ou gerou benefícios com sistemas digitais que compartilham experiências e soluções de problemas com outros agricultores ou outras produções/fazendas. | 3,29 | 1,31 | [3,16; 3,42] |
| Ambiente externo | AE1 | Conheço as leis e regulamentações que regem o setor agrícola. | 3,78 | 1,02 | [3,67; 3,89] |
| | AE2 | As leis e regulamentações que regem o setor agrícola influenciam a forma como os planejamentos estratégicos são definidos e realizados na minha produção/empresa. | 4,13 | 0,87 | [4,03; 4,22] |
| | AE3 | As leis e regulamentações que regem o setor agrícola influenciam a forma como as tecnologias ou as melhorias são escolhidas e implantadas na minha produção/empresa. | 3,92 | 1,01 | [3,81; 4,02] |
| | AE4 | Conheço as políticas de investimentos oferecidas ao setor agrícola. | 3,50 | 1,03 | [3,39; 3,60] |

| Construto | Item | Média | D.P. | I.C. 95% ¹ | |
|-----------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------------|--------------|
| | AE5 | Tenho acesso às políticas de investimento oferecidas. | 2,94 | 1,12 | [2,82; 3,06] |
| | AE6 | As políticas de investimentos para o setor agrícola afetam, de maneira direta, o meu planejamento estratégico. | 3,68 | 1,19 | [3,56; 3,82] |
| | AE7 | As políticas de investimentos para o setor agrícola afetam, de maneira direta, as escolhas e definições da digitalização e inovação na minha produção/empresa. | 3,60 | 1,19 | [3,47; 3,73] |

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Em relação aos itens do construto “Soluções Digitais”, analisando os intervalos de confiança, observa-se que a média do item SD1 – “Estruturas Tecnológicas e digitais são importantes para a gestão e comunicação da minha produção/empresa”.

Foi significativamente maior que as médias dos demais itens, pois os intervalos não se sobrepuseram. Isso demonstra a conscientização dos respondentes quanto à importância das soluções digitais.

Entretanto, os respondentes tenderam à imparcialidade quanto ao item SD5 – “A minha produção/empresa possui acesso a uma base de dados com informações compartilhadas sobre as atividades de produção que apoiam a solução de problemas e as tomadas de decisão internas” e a não concordar com o item SD3 – “Os sistemas de captura de dados e controle existentes na minha produção/empresa podem conversar com outros sistemas, inclusive de marcas diferentes, sem a intervenção humana” (FIGURA 40).

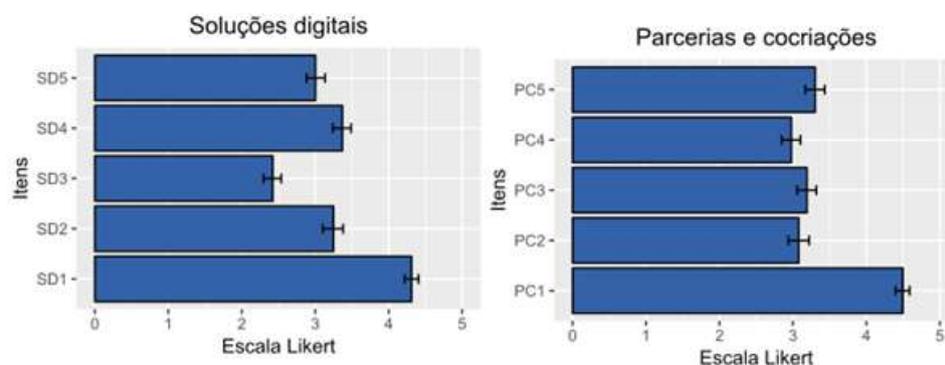
Os itens SD3 e SD5 foram também identificados como complexidades nos estudos sobre AD (VAZ *et al.*, 2017; WANG *et al.*, 2017). Observa-se que, na prática brasileira, a integração dos sistemas é um percalço a ser avaliado. As indústrias agrícolas são ricas em informações, e necessitam ser colhidas de fontes distintas (SHEN; BASIT; HOWARD, 2010), porém analisadas e armazenadas em local único, para facilitação de suas operações. Manter a integração das marcas e sistemas e compartilhar informações pertinentes e de interesse mútuo proporcionam ganhos de valor aos processos agrícolas e às indústrias agrícolas; transformam dados em informações úteis, apoiam as tomadas de decisão e permitem que novas ideias sejam construídas.

Um conjunto de metadados é capaz de fornecer diretrizes, usando métodos de consultas variados (SHEN; BASIT; HOWARD, 2010). Com relação aos itens do construto “Parcerias e Cocriação”, os respondentes tenderam a concordar com a maioria dos itens. Com exceção dos itens PC2 – “A minha produção/empresa busca parcerias com universidades, centros de pesquisa e institutos para melhorar as atividades do campo e apoiar o seu crescimento” e PC4 – “A minha produção/empresa busca parcerias com órgãos

governamentais para captar recursos e conhecimentos e apoiar o crescimento”, em que tendem à imparcialidade. Se sobressaiu no resultado o reconhecimento da importância das parcerias por meio do item PC1 – “Parceria com Universidades, Governo, Clientes. Governo ou outra produção/empresa é importante para o desenvolvimento da agricultura”. Apesar de o governo brasileiro enfatizar investimentos nas indústrias agrícolas, nota-se que as parcerias governo x empresa/produção ainda não é solidificada.

Da mesma forma, apesar de reconhecerem serem relevantes a criação e manutenção de parcerias, as empresas/produções pesquisadas, a universidade e os centros de pesquisas não são acessados por todos. Fresco e Ferrati (2018) salientam que um ambiente agrícola moderno e sustentável é uma responsabilidade para todos os participantes do sistema, incluindo agricultores, trabalhadores, formuladores de políticas, pesquisadores, varejistas e consumidores. Por isso, a inclusão completa do construto “Parceria e Cocriação” necessita ser repensado nas empresas/produções pesquisadas (GRÁFICO 3).

Gráfico 3- Intervalo de confiança para a média dos construtos SD e PC



Fonte: Dados da pesquisa

No construto “Gestão de Conhecimento e Inovação”, os respondentes tenderam a concordar com a maioria dos itens, principalmente que as boas ideias podem surgir de qualquer nível hierárquico e há incentivo para isso. Houve exceção do item EIC2 – “Existe uma estrutura interna de Pesquisa, desenvolvimento e inovação que geram ideias para desenvolvimento da minha produção/empresa”, o qual demonstrou imparcialidade.

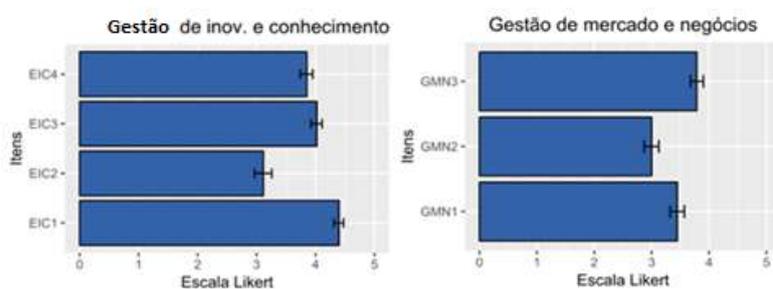
Esse resultado é importante para as empresas/produção pesquisadas, que mesmo não mantendo parcerias com todos os atores possíveis ou não possuindo um P&D formalizado, mantêm um relacionamento interno voltado para uma cultura colaborativa e de inovação, enfatizada por Demirkan, Spohrer e Welser (2016) (GRÁFICO 3).

Os respondentes também tenderam a concordar com a maioria dos itens do construto “Gestão de Mercado e Negócios”, chamando a atenção para o item GMN3 – “Existe um

planejamento ou um roteiro para a implantação e escolhas dos recursos digitais que criam valor ao cliente”, que foi significativamente maior que as médias dos demais itens.

O item GMN2 – “Minha produção/empresa possui acesso a dados governamentais de maneira fácil, apoiando as tomadas de decisões em relação ao mercado” – não apresentou concordância nem discordância. Logo, nota-se que há uma preocupação com as implantações de soluções digitais e que essas implantações são planejadas e viabilizadas para a criação de valor do negócio (GRÁFICO 4).

Gráfico 4- Intervalo de confiança para a média dos construtos EIG e GMN



Fonte: Dados da pesquisa

É importante que as tecnologias sejam alinhadas e aplicadas aos modelos de negócio (VAZ *et al.*, 2018), para que se identifique o cenário atual e se construa um cenário futuro de digitalização. Chama-se a atenção apenas para a imparcialidade do item GMN3.

O acesso a dados governamentais poderia apoiar as tomadas de decisão e melhorar as relações de parcerias com órgãos governamentais, o que também foi tido com imparcial no construto “Parcerias e Cocriação”.

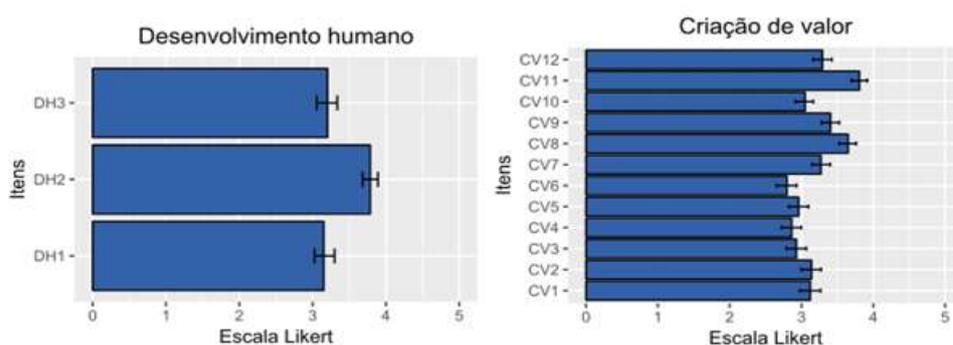
Ao relacionar o construto “Desenvolvimento Humano”, os respondentes tenderam a concordar com todos os itens propostos, sendo o item DH2 – “Participo ou possuo programa de capacitação humana que apoia a aprendizagem e desenvolvimento dos colaboradores da minha produção/empresa” – mais bem avaliado.

O resultado é interessante e pode mitigar as complexidades relatadas por Shamishiri *et al.* (2018) e Hu, Zhang e Duan (2015) quanto à falta de conhecimento técnico e digital. Nota-se que os respondentes e as empresas/produção se preocupam com a formação e capacitação contínua, o que também pode justificar o alto nível de escolaridade da maioria dos respondentes e o cargo que ocupam nas empresas/produção (GRÁFICO 4).

Para o construto “Criação de Valor”, os resultados foram instigantes. Dos 12 itens, 50% tenderam à imparcialidade, salvo os itens CV7 – “A produção/empresa já obteve ou

obtem ganhos financeiros ou em produtividade, ao manter parcerias com os clientes”, CV8 – “Gerei benefcios competitivos na minha produao/empresa com o apoio das lideranas e cargos mais altos”, CV9 – “Minha produao/empresa obteve ou obtem ganhos em desenvolvimento com as pesquisas e inovaoes”, CV11 – “A ascensao da minha produao/empresa foi ou e gerada com a capacitaao de todos os colaboradores envolvidos” e CV12 – “A minha produao/empresa gera ou gerou benefcios com sistemas digitais que compartilham experiencias e soluoes de problemas com outros agricultores ou outras produoes/fazendas”, em que os respondentes tenderam a concordar. O item CV6 – “A produao/empresa ja obteve ou obtem ganhos financeiros ou em produtividade, ao manter parcerias com orgaos governamentais” – obteve discordancia (GRÁFICO 5).

Gráfico 5- Intervalo de confiança para a média dos construtos DHE CV



Fonte: dados da pesquisa

As parcerias com Clientes já haviam sido relatadas como importantes no construto de “Parcerias e Cocriaao” e foi citado por Rogers (2016). O autor salienta a importancia de verificar a fora dos clientes quanto às expectativas e desempenho de produtos e servios e manter relaoes com os mesmos, sendo o cliente o centro da Transformaao Digital.

Esse fator e significativo, justamente pelo fato de as empresas/produao entrevistadas buscarem entender as exigencias dos clientes e se preocuparem com as vantagens que esse contato pode oferecer. Mesmo após o lanamento do produto, os clientes ainda se mantem ligados às produoes e promovem criticas e sugestoes (ROGERS, 2016).

A importancia das lideranas em todos os processos agricolas tambem foi citada nos estudos recuperados para a formaao do modelo e nota-se a relevancia que as empresas/produoes pesquisadas refletem sobre o item.

Sao os lideres que apoiarao a promoaao de mudanas na fora de trabalho, na cultura corporativa e no ecossistema de parceiros. Sao eles tambem responsaveis pelas definicoes

claras das estratégias e suportes para uma cultura de colaboração e inovação (DERMIKAN; SPOHRER; WELSER, 2016; ROGERS, 2016).

Outro fator já relatado e que está presente nas empresas/produções respondentes diz respeito ao construto “Desenvolvimento Humano”. Percebe-se o cuidado e a conscientização que os respondentes e as empresas/produções pesquisadas possuem quanto à capacitação de seus colaboradores.

O resultado em CV relacionando o item CRV11 e CV12 corroboram com a ideia da importância de desenvolvimento de habilidades humanas, para que haja vantagem competitiva, inclusive por meio de troca de experiências com outros especialistas, ao mesmo tempo que mitigam a complexidade relatada em alguns estudos, como de Baozhu e Lei (2011) e Sanchez e Zuniti (2018), por exemplo. Chama-se atenção para o resultado CRV9 – “Minha produção/empresa obteve ou obtém ganhos em desenvolvimento com as pesquisas e inovações”.

Mesmo não informando que há uma estrutura interna para isso, os respondentes validam que as pesquisas e inovações ocorrem e que já obtiveram bons resultados. Os ganhos em pesquisas podem ser gerados com apoio dos parceiros ou até mesmo com processos de pesquisas e inovação ainda não formalizados internamente.

Liang *et al.* (2002) defendem, em seu modelo, que os mecanismos de inovação aliados à produção e à educação originam projetos importantes que ascendem o setor.

Por isso, atividades que tragam novas ideias, técnicas e métodos devem ser reconhecidas como ferramentas de apoio à performance das indústrias agrícolas, e isso tem ocorrido nas empresas/produções respondentes.

Não foram identificados ganhos com órgãos governamentais, resultado este coerente com o resultado do construto “Parcerias e Cocriação”, no qual os respondentes não concordaram nem discordaram, ao relatar que a empresa/produção possuía parceria com órgãos governamentais.

Todavia, autores como Tang *et al.* (2002), Yao e Wu (2011) e Shen, Basist e Howard (2010) enfatizam que o desenvolvimento das indústrias agrícolas na era digital é de responsabilidade dos diferentes atores, incluindo tanto o agricultor quanto o governo, que devem ser convidados a manter uma participação ativa e colaborativa, sendo necessária maior atenção a esse item nas empresas/produções pesquisadas.

Salienta-se que as indústrias agrícolas são influenciadas por fatores externos, e isso pode ser confirmado pelos respondentes que tenderam a concordar com parte dos itens do construto “Ambiente Externo”. Apenas o item AE5 – “Tenho acesso às políticas de

investimento oferecidas” – apresentou respostas que tendem à imparcialidade. O item AE2 – “As leis e regulamentações que regem o setor agrícola influenciam a forma como os planejamentos estratégicos são definidos e realizados na minha produção/empresa” – foi significativamente maior que as médias dos demais itens, pois os intervalos não se sobrepuseram.

Baozhu e Lei (2011) enfatizam que as regras aplicadas a investimentos e os sistemas de capital descentralizados, muitas vezes, proporcionam processos agrícolas de baixo nível, pequena escala e até mesmo redundante. Investimentos incipientes e uma legislação fraca tornam o desenvolvimento agrícola moroso (WANG, 2011).

Órgãos governamentais necessitam criar programas e incentivos de apoio ao setor de maneira inclusiva (KOSHKAROV, 2018), manter responsabilidades de investimentos e interesses claros (LIANG *et al.* 2002), principalmente em se tratando da agricultura moderna.

Acredita-se que tais fatores, mesmo que externos, promovam impacto direto nas indústrias agrícolas, haja vista que determinam as regras pelas quais as vendas e o processo produtivo são norteados. Por isso, influem no desenvolvimento do planejamento estratégico e na construção do roteiro para implantação da Transformação Agrícola Digital.

6.2 Discussão do Modelo de Mensuração da Transformação Agrícola Digital

As indústrias agrícolas possuem um papel significativo na maioria dos países. Para seu devido desenvolvimento, Navulur, Sastry e Giri Prasad (2017) apontam a necessidade de que essas indústrias se tornem inteligentes.

O modelo de Transformação Agrícola Digital é apresentado como uma possibilidade de reduzir as diferenças das indústrias agrícolas brasileiras em relação aos demais países e aumentar a competitividade.

Os itens foram analisados e todos que apresentassem carga fatorial inferior a 0,50 seriam retirados das análises, pois, ao não contribuir de forma relevante para formação da variável latente, prejudicam o alcance das suposições básicas para validade e qualidade dos indicadores criados para representar o conceito de interesse. Uma vez que todos os itens apresentaram carga fatorial superior a 0,50, não foi necessária a exclusão de nenhum item (TABELA 2).

Tabela 2- Modelo de mensuração

| Construtos | Itens/Indicador | C.F. ¹ | Com. ² | Peso | I.C. 95% ³ |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|------|-----------------------|
| Ambiente Externo | A minha produção/empresa. já obteve ou obtêm algum tipo de ganho devido às estruturas tecnológicas e de automação utilizadas. | 0,77 | 0,60 | 0,12 | [0,11; 0,13] |
| | Acessar os sistemas por meio de computadores e dispositivos mobile (celular ou tablets) gerou ou gera ganhos financeiros ou em produtividade para minha produção/empresa. | 0,79 | 0,62 | 0,13 | [0,12; 0,14] |
| | A produção/empresa já obteve ou obtêm ganhos ao utilizar as bases de dados compartilhados para solução de problemas. | 0,81 | 0,66 | 0,13 | [0,12; 0,14] |
| | A produção/empresa já obteve ou obtêm ganhos financeiros ou em produtividade, em função das parcerias entre universidades, institutos e centros de pesquisa. | 0,70 | 0,49 | 0,11 | [0,10; 0,12] |
| | A produção/empresa já obteve ou obtêm ganhos financeiros ou em produtividade, ao manter parcerias com outra produção/empresa. | 0,75 | 0,56 | 0,12 | [0,11; 0,13] |
| | A produção/empresa já obteve ou obtêm ganhos financeiros ou em produtividade, ao manter parcerias com órgãos governamentais. | 0,68 | 0,46 | 0,10 | [0,09; 0,11] |
| | A produção/empresa já obteve ou obtêm ganhos financeiros ou em produtividade, ao manter parcerias com os clientes. | 0,71 | 0,51 | 0,10 | [0,09; 0,11] |
| | Gerei benefícios competitivos na minha produção/empresa com o apoio das lideranças e cargos mais altos. | 0,67 | 0,45 | 0,10 | [0,09; 0,11] |
| | Minha produção/empresa obteve ou obtêm ganhos em desenvolvimento com as pesquisas e inovações. | 0,74 | 0,55 | 0,12 | [0,11; 0,13] |
| | Já gerei ou continuo gerando ganhos ou soluções ao acessar informações compartilhadas sobre mercado global, como clima, preços, safras, investimentos, entre outros. | 0,70 | 0,49 | 0,12 | [0,11; 0,13] |
| | A ascensão da minha produção/empresa foi ou é gerada com a capacitação de todos os colaboradores envolvidos. | 0,65 | 0,42 | 0,10 | [0,09; 0,11] |
| | A minha produção/empresa gera ou gerou benefícios com sistemas digitais que compartilham experiências e soluções de problemas com outros agricultores ou outras produções/fazendas. | 0,74 | 0,55 | 0,12 | [0,11; 0,13] |
| Transformação agrícola digital | Soluções digitais | 0,82 | 0,68 | 0,28 | [0,25; 0,30] |
| | Parcerias e cocriações | 0,78 | 0,61 | 0,26 | [0,24; 0,28] |
| | Eco. de inovação e conhecimento | 0,78 | 0,61 | 0,22 | [0,20; 0,25] |
| | Gestão de mercado e negócios | 0,78 | 0,61 | 0,24 | [0,22; 0,25] |
| | Desenvolvimento humano | 0,84 | 0,70 | 0,25 | [0,23; 0,27] |
| Ambiente Externo | Conheço as leis e regulamentações que regem o setor agrícola. | 0,78 | 0,60 | 0,20 | [0,17; 0,22] |
| | As leis e regulamentações que regem o setor agrícola influenciam a forma como os planejamentos estratégicos são definidos e realizados na minha produção/empresa. | 0,67 | 0,45 | 0,14 | [0,11; 0,17] |
| | As leis e regulamentações que regem o setor agrícola influenciam a forma como as tecnologias ou as melhorias são escolhidas e implantadas na minha produção/empresa. | 0,75 | 0,56 | 0,17 | [0,14; 0,19] |
| | Conheço as políticas de investimentos oferecidas ao setor agrícola. | 0,85 | 0,71 | 0,23 | [0,21; 0,26] |
| | Tenho acesso às políticas de investimento oferecidas. | 0,74 | 0,54 | 0,23 | [0,20; 0,26] |
| | As políticas de investimentos para o setor agrícola afetam, de maneira direta, o meu planejamento estratégico. | 0,73 | 0,53 | 0,16 | [0,13; 0,18] |
| | As políticas de investimentos para o setor agrícola afetam, de maneira direta, as escolhas e definições da digitalização e inovação na minha produção/empresa. | 0,78 | 0,60 | 0,20 | [0,17; 0,23] |

¹Carga fatorial; ²Comunalidades; ³Intervalo Bootstrap.

Fonte: Dados da pesquisa

Em todos os construtos, os índices de confiabilidade A.C. e/ou C.C. foram superiores a 0,60, evidenciando, assim, a confiabilidade dos mesmos. Nesse mesmo sentido, os construtos foram unidimensionais e houve validação convergente em todos os mesmos, uma vez que as AVEs foram superiores a 0,40. Todos os construtos também atingiram validação discriminante (TABELA 3).

Tabela 3- Validação do modelo de mensuração

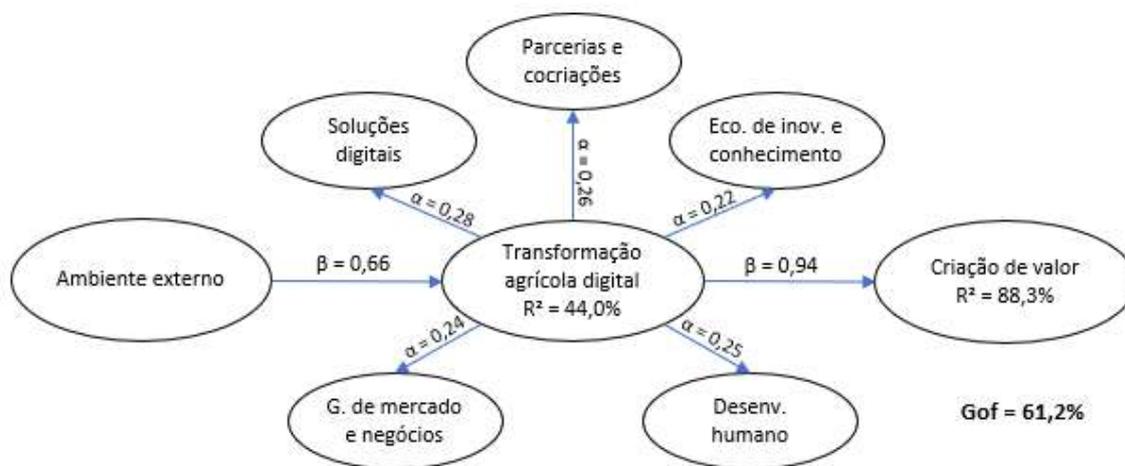
| Construtos | Itens | A.C. ¹ | C.C. ² | Dim. ³ | AVE ⁴ |
|--------------------------------|-------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| Ambiente externo | 7 | 0,88 | 0,90 | 1 | 0,57 |
| Transformação agrícola digital | 5 | 0,86 | 0,90 | 1 | 0,64 |
| Criação de valor | 12 | 0,92 | 0,93 | 1 | 0,53 |

¹Alfa de Cronbach, ²Confiabilidade Composta, ³Dimensionalidade, ⁴Variância Extraída.

Fonte: Dados da pesquisa

A figura 37 apresenta o modelo de mensuração dos construtos.

Figura 37- Ilustração do modelo estrutural



Fonte: Dados da pesquisa

O resultado final aponta influência significativa (valor-p < 0,001) e positiva ($\beta = 0,94$ [0,93; 0,95]) da Transformação Agrícola Digital sobre a Criação de Valor, confirmando a hipótese 0: “A transformação agrícola digital influi de maneira direta na Criação de Valor da indústria agrícola”.

Quanto melhor desenvolvida e aplicada a Transformação Agrícola Digital, maior a criação de valor para as indústrias brasileiras.

A Transformação Agrícola Digital foi capaz de explicar aproximadamente 90% da Criação de Valor.

Analisando detalhadamente os construtos que constituem a Transformação Agrícola Digital, houve influência significativa (valor-p < 0,001) e positiva ($\beta = 0,32$ [0,27; 0,38]) das Soluções digitais sobre a Criação de valor, confirmando a hipótese 1: “A implantação de Soluções Digitais e Infraestrutura Tecnológica maximiza a criação de valor agrícola por meio do controle e compartilhamento de dados”.

Quanto maior forem as aplicações do Construto, maior será a Criação de Valor proporcionada.

Da mesma forma, foi identificada uma influência significativa (valor-p < 0,001) e positiva ($\beta = 0,34$, [0,29; 0,39]) das Parcerias e cocriações sobre a Criação de valor.

Quanto maior o escore das Parcerias e cocriações, maior tenderá a ser o escore da Criação de valor.

Esse resultado confirma a hipótese 2: “As práticas de construção de Parcerias e Cocriação, quando bem realizadas, são responsáveis pela Criação de Valor das indústrias agrícolas”.

Confirmando também a hipótese 3 – “Manter uma Gestão de Conhecimento e Inovação permite a Criação de Valor agrícola”, detectou-se uma influência significativa (valor-p < 0,001) e positiva ($\beta = 0,24$ [0,19; 0,28]) da Gestão de Conhecimento e Inovação sobre a Criação de valor, o que indica que quanto maior o escore de Gestão de Conhecimento e Inovação maior tenderá a ser o escore da Criação de Valor.

Foi apresentada influência significativa (valor-p < 0,001) e positiva ($\beta = 0,09$ [0,04; 0,15]) da Gestão de Mercado e Negócios para a Criação de Valor. O resultado indica a relação direta entre os construtos, confirmando a hipótese 4: “A ausência de Sistemas de Gestão de Negócios e Mercados impacta negativamente na Criação de Valor da indústria agrícola”.

A hipótese 5 também foi confirmada por meio da análise estrutural. Identificou-se uma influência significativa (valor-p < 0,001) e positiva ($\beta = 0,19$ [0,13; 0,26]) do Desenvolvimento humano sobre a Criação de valor, indicando a relação direta entre os construtos, ou seja, um trabalho de Desenvolvimento Humano bem realizado apoiará as indústrias agrícolas de forma positiva.

Logo, todas as hipóteses foram confirmadas, conforme quadro 12.

Quadro 52- Resultado das hipóteses

| Hipótese | Resultado |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Hipótese 0: A Transformação Agrícola Digital influi de maneira direta na Criação de Valor da indústria agrícola. | Confirmada |
| Hipótese 1: A implantação de Soluções Digitais e Infraestrutura Tecnológica influenciam a criação de valor das indústrias agrícola por meio do controle e compartilhamento de dados. | Confirmada |
| Hipótese 2: As práticas de construção de Parcerias e Cocriação, influenciam a Criação de Valor das indústrias agrícolas. | Confirmada |
| Hipótese 3: Manter uma gestão de Conhecimento influem na Criação de Valor agrícola. | Confirmada |
| Hipótese 4: A ausência de Sistemas de Gestão de Negócios e Mercados influencia diretamente na Criação de Valor da indústria agrícola. | Confirmada |
| Hipótese 5, acredita-se que o Desenvolvimento Humano está diretamente relacionado aos resultados da Criação de Valor às indústrias agrícolas. | Confirmada |

Fonte: Dados da pesquisa

Observa-se que a variável “Soluções Digitais” é o que mais explica a criação do construto “Transformação Agrícola Digital”, sendo responsável por 28% de sua formação. Seguida das variáveis “Parcerias e Cocriação” (26%), “Desenvolvimento Humano” (25%), “Gestão de Mercados e Negócio” (24%) e “Gestão de Conhecimento e Inovação” (22%). Apesar de variações nas proporções, a proximidade dos resultados de composição da “Transformação Agrícola Digital” corrobora multidisciplinaridade da agricultura moderna brasileira. Nerha e Nerha (2005, p. 396) declaram que para superar as complexidades:

[...] é fundindo o campo agrícola com as TIC, o que pode trazer uma nova gama de possibilidades emocionantes. Essa fusão envolve a aplicação sistemática de tecnologias de comunicação; metodologias e habilidades para disseminar o conhecimento agro científico. Informação e facilitar a percolação destas informações até o nível da raiz da grama e também para receber um feedback de grupos de agricultores alvo.

Em relação ao construto “Ambiente externo”, houve influência significativa (valor- $p < 0,001$) e positiva ($\beta = 0,66 [0,61; 0,72]$) do Ambiente externo sobre a Transformação agrícola digital, sendo o Ambiente externo capaz de explicar 44,0% da variabilidade da Transformação agrícola digital. Notou-se que o fator mais impactado pelo Ambiente externo são as soluções digitais, no qual o Ambiente externo foi capaz de explicar 38,4% da variabilidade das Soluções digitais. O menos afetado foi a “Gestão de Conhecimento e Inovação”, em que o Ambiente externo foi capaz de explicar 15,1% da variabilidade do

construto. A Variabilidade das “Parcerias e Cocriação” apresentou-se em 31,8%, “Gestão de Mercado e Negócios” (30,8%) e “Desenvolvimento Humano” (25,8%). Nota-se que os processos internos das indústrias agrícolas necessitam ser repensados. Fresco e Ferrari (2018) apontam que os fatores externos afetam positiva ou negativamente as indústrias agrícolas, principalmente a agricultura moderna. Tais fatores são numerosos e difíceis de controle e previsão. Por isso alguns modelos não atendem os resultados esperados. As mudanças proporcionadas pela agricultura moderna exigem novos modelos de gestão e sistemas de serviços que chegam a essas indústrias. A ausência de financiamentos e investimentos desaceleram o processo de desenvolvimento do setor (WANG, 2011; SHAMSHIRI *et al.* 2018). A interdisciplinaridade proposta no modelo de Transformação Agrícola Digital promove a construção de um modelo com recursos tecnológicos e informações que aprimoram o compartilhamento do conhecimento, a utilização integrada de dados e a eficiência nos processos decisórios, beneficiando não apenas agricultores e indústrias agrícolas, mas a capacidade de trabalho de órgãos governamentais e o aumento do nível econômico do país (BINGWEN, 2005; SHAMSHIRI *et al.*, 2018). Assim como em Shangai, o futuro do desenvolvimento das indústrias agrícolas brasileiras será proporcionado pela reestruturação e otimização da agricultura (YAO; WU, 2011). O resultado confirma que a Transformação Agrícola Digital é uma estratégia para a Criação de Valor das indústrias agrícolas, e pode alavancar o desenvolvimento do agro brasileiro. Por meio de aspectos como “Soluções Digitais”, “Sistemas de Gestão de Mercados e Negócios”, “Parcerias e Cocriação”, “Gestão de Conhecimento e Inovação”, a Transformação Agrícola Digital oferece acesso a ferramentas e metodologias que as indústrias isoladas não teriam, informações úteis sobre ambientes internos e externos e maior possibilidade de gestão. Dermikan, Spohrer e Welser (2016) apontam que a vantagem competitiva é proporcionada pela Transformação Digital. O modelo é capaz de promover o antes-durante e depois da produção (WANG, 2011) e orientar o processo de industrialização e modernização, baseado em uma era de informações, tecnologia e cooperação. Fica confirmado que no cenário brasileiro, as ideias de Demirkan, Spohrer e Welser (2016) se fazem presentes, pois é necessário:

(...) entender e aprender como se tornar flexível e ágil, reduzir custos e aumentar a qualidade, gastando esforços em soluções digitais. Isso inclui a construção das habilidades necessárias por mudanças na tecnologia, trazendo especialização para ajudar com transformações e construir habilidades com treinamento de funcionários (DEMIRKAN; SPOHRER; WELSER, 2016, p. 16).

O modelo cria nas indústrias agrícolas a democratização das atividades de inovação (CHESBROUGH, 2004), fazendo com que se considerem capacidades e conhecimentos, mesmo que fora da organização, além dos lucros efetivos baseados em tomadas de decisões reais e não baseadas apenas em experiência. Assim como Xangai (YAO; WU, 2011), o futuro da agricultura moderna brasileira será medido por meio da reestruturação e otimização das indústrias agrícolas, que podem ser apoiadas pelo modelo de Transformação Agrícola Digital.

6.3 Discussão do Modelo de Mensuração da Transformação Agrícola Digital por tipo de produção

A fim de comparar as relações dos construtos entre os indivíduos cujo tipo de cultura da produção era comercial e cujo tipo de cultura da produção era familiar, foi realizada uma análise multigrupo, ou seja, foram ajustados modelos para os dois grupos de indivíduos. A tabela 4 apresenta os pesos, as cargas fatoriais e as comunalidades dos modelos de mensuração para os dois grupos de indivíduos. Observa-se uma diferença significativa (valor-p < 0,050) entre os pesos de alguns itens do construto “Criação de valor”, evidenciando que esse conceito é diferente entre os dois tipos de cultura.

Tabela 4- Modelos de mensuração de acordo com o tipo de cultura de produção

| Construtos | Itens | Produção comercial | | | | Produção familiar | | | | Valor-p |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------|------|--------------|-------------------|------|------|--------------|---------|
| | | C.F | Com | Peso | I.C. 95% | C.F | Com | Peso | I.C. 95% | |
| Criação de Valor | A minha produção/empresa. já obteve ou obtêm algum tipo de ganho devido às estruturas tecnológicas e de automação utilizadas. | 0,73 | 0,54 | 0,11 | [0,10; 0,14] | 0,73 | 0,53 | 0,13 | [0,11; 0,14] | 0,226 |
| | Acessar os sistemas por meio de computadores e dispositivos mobile (celular ou tablets) gerou ou gera ganhos financeiros ou em produtividade para minha produção/empresa. | 0,76 | 0,57 | 0,11 | [0,10; 0,13] | 0,78 | 0,61 | 0,14 | [0,13; 0,16] | 0,012 |
| | A produção/empresa já obteve ou obtêm ganhos ao utilizar as bases de dados compartilhados para solução de problemas. | 0,74 | 0,54 | 0,12 | [0,11; 0,15] | 0,78 | 0,61 | 0,13 | [0,12; 0,14] | 0,522 |
| | A produção/empresa já obteve ou obtêm ganhos financeiros ou em produtividade, em função das parcerias entre universidades, institutos e centros de pesquisa. | 0,65 | 0,42 | 0,10 | [0,09; 0,13] | 0,62 | 0,38 | 0,10 | [0,08; 0,12] | 0,957 |

| Construtos | Itens | Produção comercial | | | | Produção familiar | | | | Valor-p |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------|------|--------------|-------------------|------|------|--------------|---------|
| | | C.F | Com | Peso | I.C. 95% | C.F | Com | Peso | I.C. 95% | |
| | A produção/empresa já obteve ou obtêm ganhos financeiros ou em produtividade, ao manter parcerias com outra produção/empresa. | 0,80 | 0,64 | 0,13 | [0,11; 0,16] | 0,66 | 0,43 | 0,12 | [0,10; 0,13] | 0,248 |
| | A produção/empresa já obteve ou obtêm ganhos financeiros ou em produtividade, ao manter parcerias com órgãos governamentais. | 0,77 | 0,59 | 0,12 | [0,10; 0,14] | 0,48 | 0,24 | 0,07 | [0,05; 0,10] | 0,010 |
| | A produção/empresa já obteve ou obtêm ganhos financeiros ou em produtividade, ao manter parcerias com os clientes. | 0,78 | 0,61 | 0,12 | [0,10; 0,13] | 0,67 | 0,44 | 0,11 | [0,09; 0,13] | 0,528 |
| | Gerei benefícios competitivos na minha produção/empresa com o apoio das lideranças e cargos mais altos. | 0,73 | 0,53 | 0,11 | [0,08; 0,14] | 0,62 | 0,38 | 0,10 | [0,09; 0,12] | 0,583 |
| | Minha produção/empresa obteve ou obtêm ganhos em desenvolvimento com as pesquisas e inovações. | 0,67 | 0,45 | 0,11 | [0,08; 0,14] | 0,72 | 0,53 | 0,13 | [0,12; 0,15] | 0,165 |
| | Já gerei ou continuo gerando ganhos ou soluções ao acessar informações compartilhadas sobre mercado global, como clima, preços, safras, investimentos, entre outros. | 0,46 | 0,21 | 0,07 | [0,02; 0,10] | 0,79 | 0,62 | 0,14 | [0,13; 0,16] | <0,001 |
| | A ascensão da minha produção/empresa foi ou é gerada com a capacitação de todos os colaboradores envolvidos. | 0,76 | 0,57 | 0,13 | [0,11; 0,15] | 0,62 | 0,39 | 0,12 | [0,10; 0,13] | 0,491 |
| | A minha produção/empresa gera ou gerou benefícios com sistemas digitais que compartilham experiências e soluções de problemas com outros agricultores ou outras produções/fazendas. | 0,77 | 0,59 | 0,13 | [0,11; 0,16] | 0,73 | 0,53 | 0,14 | [0,12; 0,15] | 0,509 |
| Transformação Agrícola Digital | Soluções digitais | 0,78 | 0,61 | 0,28 | [0,24; 0,34] | 0,79 | 0,63 | 0,28 | [0,26; 0,31] | 0,912 |
| | Parcerias e cocriações | 0,82 | 0,67 | 0,31 | [0,26; 0,38] | 0,73 | 0,54 | 0,25 | [0,23; 0,28] | 0,101 |
| | Eco. de inovação e conhecimento | 0,72 | 0,51 | 0,21 | [0,11; 0,31] | 0,78 | 0,60 | 0,24 | [0,22; 0,27] | 0,485 |
| | Gestão de mercado e negócios | 0,72 | 0,52 | 0,26 | [0,20; 0,29] | 0,77 | 0,60 | 0,25 | [0,22; 0,28] | 0,629 |
| | Desenvolvimento humano | 0,79 | 0,63 | 0,24 | [0,19; 0,30] | 0,82 | 0,67 | 0,26 | [0,23; 0,28] | 0,521 |
| Ambiente Externo | Conheço as leis e regulamentações que regem o setor agrícola. | 0,64 | 0,41 | 0,18 | [0,08; 0,29] | 0,79 | 0,62 | 0,23 | [0,19; 0,28] | 0,343 |
| | As leis e regulamentações que regem o setor agrícola influenciam a forma como os planejamentos estratégicos são definidos e realizados na minha produção/empresa. | 0,70 | 0,48 | 0,16 | [0,07; 0,20] | 0,62 | 0,38 | 0,15 | [0,10; 0,20] | 0,946 |
| | As leis e regulamentações que regem o setor agrícola influenciam a forma como as tecnologias ou as melhorias | 0,71 | 0,50 | 0,22 | [0,17; 0,33] | 0,73 | 0,53 | 0,16 | [0,11; 0,20] | 0,181 |

| Construtos | Itens | Produção comercial | | | | Produção familiar | | | | Valor-p |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------|------|--------------|-------------------|------|------|--------------|---------|
| | | C.F | Com | Peso | I.C. 95% | C.F | Com | Peso | I.C. 95% | |
| | são escolhidas e implantadas na minha produção/empresa. | | | | | | | | | |
| | Conheço as políticas de investimentos oferecidas ao setor agrícola. | 0,80 | 0,64 | 0,23 | [0,16; 0,32] | 0,82 | 0,67 | 0,24 | [0,21; 0,30] | 0,750 |
| | Tenho acesso às políticas de investimento oferecidas. | 0,73 | 0,54 | 0,23 | [0,14; 0,34] | 0,66 | 0,44 | 0,23 | [0,18; 0,29] | 0,975 |
| | As políticas de investimentos para o setor agrícola afetam, de maneira direta, o meu planejamento estratégico. | 0,64 | 0,41 | 0,12 | [0,01; 0,19] | 0,71 | 0,50 | 0,18 | [0,13; 0,22] | 0,229 |
| | As políticas de investimentos para o setor agrícola afetam, de maneira direta, as escolhas e definições da digitalização e inovação na minha produção/empresa. | 0,75 | 0,56 | 0,26 | [0,18; 0,39] | 0,75 | 0,56 | 0,19 | [0,14; 0,23] | 0,150 |

Fonte: Dados da pesquisa

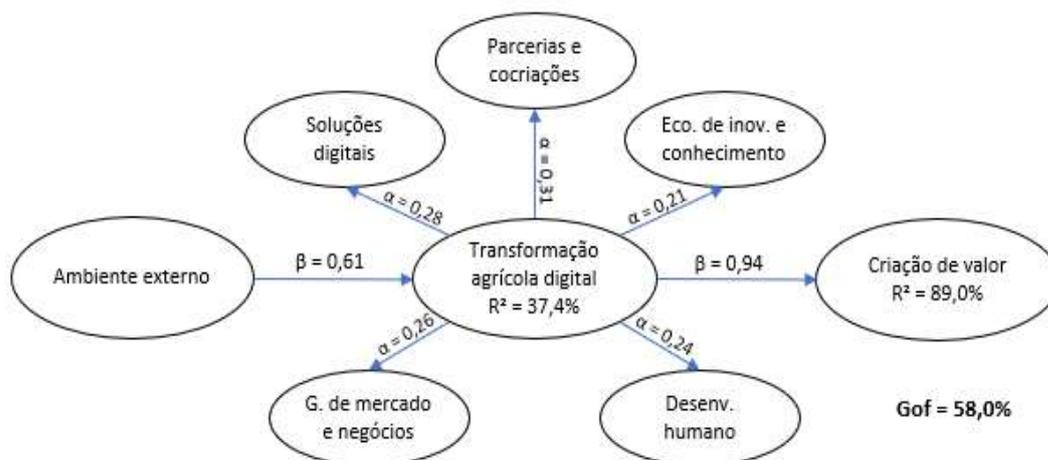
A principal diferença está em “Criação de Valor”, com os itens “Acessar os sistemas por meio de computadores e dispositivos *mobile* (celular ou tablets) gerou ou gera ganhos financeiros ou em produtividade para minha produção/empresa” (0,012), “A produção/empresa já obteve ou obtêm ganhos financeiros ou em produtividade, ao manter parcerias com órgãos governamentais” (0,010) e “Já gerei ou continuo gerando ganhos ou soluções ao acessar informações compartilhadas sobre mercado global, como clima, preços, safras, investimentos, entre outros” (<0,001).

Esses itens apresentaram peso significativamente maior em Produção Familiar que em Produção Comercial.

Isso significa que esses itens apresentam maior poder e importância para a produção familiar que para a produção comercial para formação do construto “Criação de Valor”.

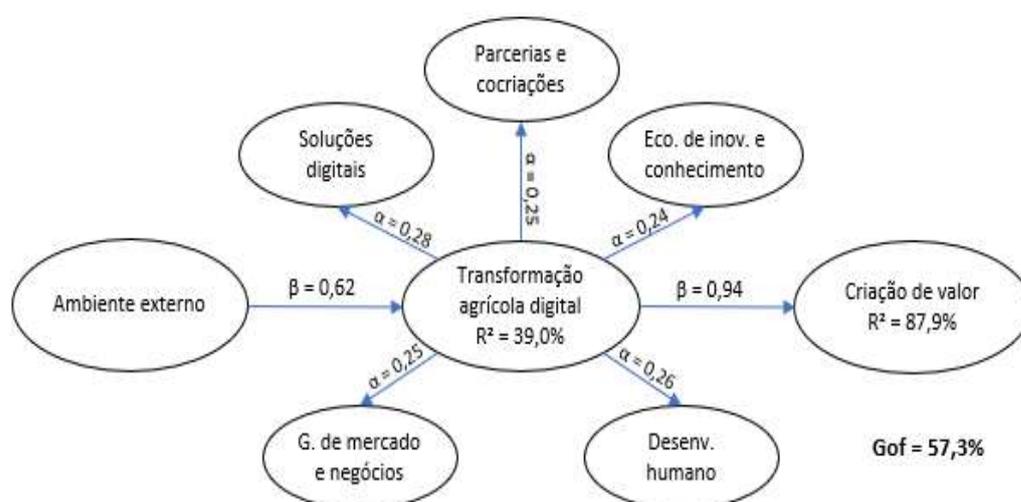
Entretanto, não houve diferença significativa (valor-p < 0,050) de nenhuma estimativa quanto ao tipo de cultura da produção. As figuras 38 e 39 apresentam a ilustração dos modelos estruturais.

Figura 38- Ilustração do modelo estrutural para os indivíduos para produção comercial



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 39- Ilustração do modelo estrutural para os indivíduos para produção familiar



Fonte: Dados da pesquisa

Os resultados foram bem próximos para os tipos de produção e fortalecem a importância dos construtos propostos para a "Criação de Valor" das indústrias agrícolas.

Contudo, o construto "Parceria e Cocriação" apresenta peso mais significativo para as produções comerciais (31%) que para as produções familiares (25%). Para as produções familiares, o peso mais significativo está em "Soluções Digitais" (28%). Ambos os grupos apresentam pesos menos significativos em "Gestão de Conhecimento e Inovação", corroborando com o resultado do modelo completo. O modelo para os indivíduos cujo tipo de cultura da produção é comercial apresentou Gof de 58,0% e o modelo para os indivíduos cujo tipo de cultura da produção é familiar apresentou Gof de 57,3%. As ideias da produção

comercial facilitam o desempenho da agricultura 4.0. As parcerias e cocriação permitem possibilidades de maior inovação e resultam em acessos a conhecimentos e recursos avançados, inclusive os tecnológicos. Ao priorizar as soluções digitais, a produção familiar volta a focar no controle interno e captação de dados da fazenda. Apesar de tornarem os processos automáticos e fornecer rapidez, maiores informações e alcance para as produções, as transformações digitais tratam não apenas de tecnologias inovadoras, mas de como aplicá-las aos modelos de negócios das indústrias agrícolas (DUAN, 2010), o que necessita ser trabalho com as produções familiares. É preciso observar a importância e urgência tecnológica em relação ao impacto econômico e os benefícios sociais que essas vão causar (YANG; WANG; ZHUANG, 2009). No mundo de competição, a informação, sua eficaz disponibilidade no momento certo é a chave para o sucesso das indústrias agrícolas (NERHA; NERHA, 2005). Encontram-se, na literatura, modelos que contemplam a AD e a TD para a agricultura. Entretanto, tais modelos não incubem fatores que agrupam as soluções estratégicas junto aos perfis de TD. Ainda que sejam citadas as importâncias ao conceituar os termos de Agricultura Digital, o que se notam são modelos parciais que olham as indústrias agrícolas entre suas paredes. Confirma-se que os aspectos “Soluções Digitais” (SD), “Parcerias e Cocriação” (PC), “Sistema de Gestão de Mercado e Negócios” (GMN), “Gestão de Conhecimento e Inovação” (EIC) e “Desenvolvimento Humano” (DH) são importantes para a formação de um modelo de Transformação Agrícola Digital, capaz de Criar Valor para as indústrias agrícolas. Contudo, reconhece-se as dificuldades para se chegar até a prática de tais construtos, fazendo com que poucas produções tenham concentração de rendimento, enquanto muitas produzem pouco (ALVES, 2019). O primeiro passo para a aplicação de um modelo de Transformação Agrícola Digital está em visualizar a produção como uma empresa, que seguirá todos os passos de um planejamento de negócio. Esse planejamento contempla tanto os aspectos digitais quanto o andamento do próprio negócio, devendo analisar perspectivas de safra, calendários e orçamentos.

Para o levantamento do planejamento digital, Demirkan, Spohrer e Welser (2016) trazem um conjunto de perguntas a serem respondidas para o planejamento e definição da Transformação Digital. Para os autores, é preciso ter um objetivo claro e começar pequeno. As produções devem começar a jornada e permanecer no caminho, respondendo às seguintes perguntas (DEMIRKAN; SPOHER; WELSER, 2016, p. 16):

1. Qual deve ser nosso roteiro de Transformação Digital?
2. Parece que alcançamos nossos objetivos de negócios?

3. Que resultados de negócios gostaríamos de influenciar alavancando soluções digitais ao redor dos clientes?
4. Quais capacidades e serviços devemos desenvolver alavancando soluções digitais que permitem uma forte vantagem competitiva?
5. Quais opções de tecnologia permitirão que a jornada de transformação ocorra?
6. Temos as habilidades e recursos apropriados, internamente para embarcar nessa jornada?

A partir dos levantamentos citados, é possível obter uma visão geral do negócio e construir planejamentos que contemplem, além das estratégias, as soluções digitais e as integre ao modelo do negócio (ALENCAR *et al.* 2017). Essas perguntas podem ser aplicadas ao cenário brasileiro para que se entenda o que e quais soluções serão aplicadas, considerando sempre a ideia de cliente como centro, proposto por Rogers (2016). Outro passo importante está em buscar parcerias. Sabe-se que tipos de produções não possuem acessos a determinados elementos essenciais para o desempenho do negócio (COSTA; AMORIM JUNIOR; SILVA, 2015) e, por isso, tornam-se essenciais para a construção da agricultura moderna. Por meio de parcerias, é possível trazer a ideia de colaboração, de compartilhamento de conhecimento e recursos, e até mesmo transferência de tecnologia. Formas de parcerias que se tornam viáveis de práticas nas indústrias agrícolas brasileiras, principalmente para as de produção familiar, são o cooperativismo e o associativismo (RIOS, 2007). Costa, Amorim Junior e Silva (2015, p. 111) explicam que:

As bases do cooperativismo derivaram de ações cooperativas que variam desde o uso coletivo do solo (condições impostas pelo ambiente que propiciava a organização coletiva para a sobrevivência) até o exercício da profissão, como as corporações de ofício, que procuravam assegurar posição privilegiada no mercado para seus componentes, defendendo-os contra a concorrência externa.

O cooperativismo possibilita que produtores de qualquer nível estejam nas produções e possuam vantagens competitivas perante o mercado nacional e internacional. Entretanto, ainda há dificuldades e pré-conceitos na compreensão do papel das cooperativas (MAPA, 2016). O associativismo, segundo Costa, Souza e Almeida (2017), contribui para as rendas de famílias de produção pequena que, muitas vezes, não possuem oportunidades no mercado agrícola.

A união dos pequenos produtores em associações torna possível a aquisição de insumos e equipamentos com menores preços e melhores prazos de pagamento, como também o uso coletivo de tratores, colheitadeiras, caminhões para transporte, etc. Tais recursos, quando divididos entre vários associados, tornam-se acessíveis e o produtor certamente sai lucrando, pois reúne esforços em benefício comum, bem como o compartilhamento do custo da assistência técnica do agrônomo, do veterinário, de tecnologias e de capacitação profissional (MAPA. 2016, s/n)

As cooperativas e associações acabam por permitir parcerias com órgãos governamentais e com instituições e centros de pesquisa e ou universidades, dando acesso, inclusive, a investimentos que não conseguiriam com estruturas únicas. As universidades e instituições são parcerias que devem ser levadas em consideração. Essas interações abrem oportunidades para aplicações e desenvolvimento de pesquisas e ideias que são passíveis de desenvolvimento apenas nesses locais, devido ao acesso de recursos humanos, financeiros, equipamentos (SCHMID; KNIERIM; KNUTH, 2016) e até mesmo áreas de pesquisa e inovação, haja vista que os resultados apontam uma imprecisão sobre sua existência. Pode-se compartilhar essas áreas de maneira efetiva e formalizada. O cliente também é um parceiro que deve ser incluído. Rogers (2016) explica que, ao longo dos anos, a definição de cliente tem se transformado e, como consequência, modificado as ações do mercado. Os clientes são partes essenciais das organizações e responsáveis por ditar seus movimentos e razão de existência, e, por isso, devem ser envolvidos nas produções agrícolas. Cliente não é o consumidor final, mas também empresas que adquirem insumos ou até mesmo produtos acabados para composição de novos produtos e serviços (CHRISTENSEN; CHRISTENSEN, 2001). A forma de manter parceria com os clientes está em escutá-los e permitirem que façam parte dos processos de produção, experimentem e emitam informações. Com os *feedbacks*, inclusive pós-compra, as indústrias agrícolas receberão e criarão estratégias para entrega de valor. Cria-se uma identidade coletiva, sinérgica e baseada na colaboração e reciprocidade. O cliente apoia a indústria, a indústria apoia o cliente e reduz incertezas (LEW; SINKOVICS, 2013; ROGERS, 2016). Aumentar o canal de comunicação entre cliente e indústria agrícola é uma boa saída, o que pode ser realizado pelas plataformas de competição e mídias sociais disponíveis, que possam ser acopladas aos sistemas das indústrias, enfatizando a necessidade de soluções abertas. As Soluções Digitais perpassam por todas as atividades das indústrias agrícolas e, por isso, mantêm elevada captação de informações. A atividade de buscar soluções compartilhadas e de código aberto contempla todas as tecnologias para automatização das tarefas diárias das produções, utilização de internet e aplicativos de gestão, bases de treinamento e experiência e bases que contenham informações sobre as indústrias agrícolas, os fatores externos e políticas governamentais. Alves (2019), em seu estudo, conclui que o sucesso de uma produção tem relação direta com a adoção de tecnologias. O autor compara que os casos bem sucedidos ocorreram com a utilização de ferramentas tecnológicas, superando o que ele chama de imperfeições do mercado, o que pode ser visto no resultado desta pesquisa, também, principalmente para as produções familiares. Entretanto, deve-se considerar que algumas produções não podem adotar

determinadas soluções digitais e, por isso, não maximizam lucros, e são inseridas por completo no mercado (ALVES, 2019). Entretanto, Bingwen (2005) explica que não é preciso construir uma solução digital do zero, mas pode utilizar as disponíveis no mercado, já que, no estudo, a maioria afirmou a presença da internet em suas produções, eliminando, assim, o problema de conectividade, citado por Jayaraman *et al.* (2014) e Rajeswari, Suthendran e Rajakumar (2017). Além disso, Vaz *et al.* (2017) dizem que os dados fornecidos pela Embrapa constituem as principais fontes de conhecimento e geração de valor para as indústrias agrícolas, além de possuírem alto potencial de reuso. As soluções fornecidas pela empresa podem ser acopladas em bases de dados únicas que facilitem a utilização das informações e apoiem o processo de tomada de decisão, haja vista que possuem acesso e código livres. Assim, quando se entende que o conhecimento está para além “das paredes da organização” (SOUSA; NAKATA; CALADAO JUNIOR, 2014), os estímulos para uma nova cultura são incitados. Lima, Ziviani e Reis (2014) complementam que é preciso rever conceitos e práticas organizacionais, utilizando meios de divulgar e resgatar a participação de todos os envolvidos, para que, assim, as mudanças culturais sejam praticadas e absorvidas. Mas, para que mudanças ocorram, o líder precisa identificar seu papel e executá-lo. O líder é responsável pelo papel transformacional e serve de inspiração para seus liderados, como um motor transmissor de conhecimento, aprendizagem e inovação (MORALES; BARRIONUEVO; GUITIERREZ, 2012). A liderança e o Desenvolvimento humano são importantes nesta pesquisa de Transformação Agrícola Digital e são pontos fortes das indústrias agrícolas brasileiras. A maioria concorda com o envolvimento, e a solução de problemas com a ajuda dos líderes, e estes podem exercer o papel de motivador para a cultura de colaboração e entender quem são seus liderados. Os gestores podem trazer programas de capacitação que mitiguem a complexidade de distância territorial brasileira e aprimorem a utilização de boas práticas. Enfim, afirma-se que a implantação de ações que contemplem os construtos especificados no modelo de Transformação Agrícola Digital às indústrias agrícolas brasileiras, independente do tipo de produção, podem criar valor e crescimento do negócio.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento constante das tecnologias de informação e comunicação exige novas condutas de mercado e modifica a forma com que as empresas se organizam. O acesso às informações e a geração destas são abarcados por crescimento e vantagem competitiva. A era digital chega à agricultura e surge como uma possibilidade de automação das atividades diárias e tratamento das diversas informações do setor. A Agricultura é rica em informações, e os recursos de captura, monitoramento e gestão permitem maior controle, eficiência e produtividade.

Entretanto, apenas tratar as tecnologias como recurso fim e não as incorporar aos planejamentos organizacionais pode tornar os resultados ineficientes e módicos. Apesar de benéfico, o cenário da Agricultura Digital apresenta dificuldades de entendimento, integração das ferramentas e até mesmo ausência de conhecimentos. Os estudos relacionados a essa temática ainda são de soluções técnicas, com desenvolvimento específico da robótica, de algoritmos e de soluções parciais aos problemas enfrentados pelas indústrias agrícolas. São necessárias novas formas de gestão e modelos de negócios. A Transformação Digital é a chave para o sucesso dessas indústrias, capaz de renovar os modelos de negócio, considerando a utilização de tecnologia para criação de valor ao cliente. Nesse contexto, esta pesquisa foi orientada pelo seguinte objetivo: propor um modelo de Transformação Agrícola Digital para a criação de valor nas indústrias agrícolas Brasileiras.

Para isso, atingiu-se os objetivos específicos: i) Analisar os aspectos da literatura que orientam a Transformação Digital e a Agricultura Digital para a criação de valor na indústria agrícola; ii) Validar os aspectos desdobrados da literatura com a realidade da agricultura no Brasil.

Foram levantadas, das bases científicas Capes, Embrapa e Scopus, trabalhos que apresentaram modelos de aplicação da Agricultura Digital e de Transformação Digital na Agricultura. Ao final, 31 modelos foram utilizados e, a partir de seus componentes, criou-se o modelo de Transformação Agrícola Digital, validado em território nacional.

As 6 hipóteses norteadoras do modelo foram confirmadas, de modo a subsidiar a resposta ao problema de pesquisas, a saber: quais aspectos incutem a criação de valor na agricultura brasileira, por meio da Transformação Agrícola Digital? Concluiu-se que: 1) cultura baseada em conhecimento e inovação; 2) desenvolvimento humano; 3) plataformas e oportunidades de cooperação, competição, parcerias e cocriação; 4) sistemas de gestão de negócios e mercados; e 5) soluções digitais e tecnologias modernas são aspectos importantes

para a criação de valor das indústrias agrícolas. Entretanto, nota-se que o Brasil caminha de uma proposta quantitativa para qualitativa no cenário agrícola. Assim como os estudos sobre Agricultura Digital encontrados na literatura, os aspectos técnicos e tecnológicos ainda são primordiais para o desenvolvimento do setor, principalmente para os pequenos agricultores. A importância das soluções tecnológicas apontadas neste estudo está no desejo de mitigar o trabalho braçal e aprimorar as técnicas que agricultores adquiriram ao longo dos anos. Ainda não é incisiva a prática de compartilhamento de informações e conhecimento, apesar de existente em alguns tipos de produções. Por isso, define-se que apenas a mecanização das indústrias agrícolas coloca o Brasil em um cenário de Agricultura 2.0, o que ainda dificulta a proposição do cenário 4.0. São enfrentados problemas de conexão e coberturas das áreas rurais. Há elevada concentração de conhecimentos tácitos, que supera consideravelmente outros tipos de conhecimento. Para as produções familiares, por exemplo, o início de todo o processo de aprendizado está na relação pais e filhos, na qual os pais também eram produtores e transferiram para seus filhos o conhecimento que detinham. O conhecimento que possuem é a maior estratégia produtiva do seu negócio. Há também a desigualdade de acesso a elementos fundamentais para a criação de valor das indústrias agrícolas. Está presente um elevado percentual de produção na mão de poucos e pouca produção dividido para muitos, que ainda possuem a agricultura não só como negócio, mas como meio de subsistência própria. Os resultados desta pesquisa refletem que as produções comerciais estão próximas do ambiente 4.0, por compreenderem a importância de fragmentos para além da tecnologia e dos sistemas digitais. A ideia de colaboração aplicada à utilização das tecnologias é percebida pelas produções comerciais, que, na sua maioria, também apresentam atividades de pesquisa e visualizam as parcerias como algo estratégico e de valor. O objetivo da agricultura moderna com equalização do cenário mundial está em iniciativas interdisciplinares para desenvolvimento dos fundamentos dos processos sistemáticos e tecnológicos para o cenário 4.0. As indústrias agrícolas devem ser tratadas como empresas e importante fonte de subsistência, com as mesmas oportunidades e deveres que outros negócios no Brasil, como planejamento, recursos materiais, financeiros e humanos, políticas públicas e investimentos. O cenário 4.0 tem sua base no desenvolvimento de pesquisas e desenvolvimento (P&D), e a ausência desse aspecto pode impactar no desempenho das indústrias perante o cenário mundial. Esse fator justifica o fato de as práticas brasileiras ainda não terem chegado às atividades do cenário 4.0. O modelo de Transformação Agrícola Digital pode ser a possibilidade de atendimento ao novo cenário agrícola e a democratização dos processos de produção brasileira. As soluções propostas nesta pesquisa visam a traçar um panorama para

a Agricultura 4.0 e delinear pilares que incutem na criação de valor como um primeiro passo para o crescimento igualitário e de valor das indústrias agrícolas. Não se trata de menosprezar a tecnologia, até porque tais fatores são essenciais para o crescimento do setor, mas sim de adentrar aspectos de pesquisa e desenvolvimento para proposições inovativas e encarar o real cenário do país e trazer a Agricultura Digital para uma visão informacional e não somente tecnológica. É a possibilidade de utilizar as tecnologias em benefício da criação de valor, mas, ao mesmo tempo, saber lidar com o ambiente ao redor da tecnologia e ter um planejamento para aplicação desta. É preciso criar valor até mesmo nas *commodities* ofertadas. Contudo, há algumas *ressalvas e limitações*. O modelo não é o caminho único para a criação de valor das indústrias agrícolas brasileiras, e sim uma possibilidade dentre as existentes. Diante de dificuldades já citadas nesta pesquisa, implantá-lo pode ser moroso e com elevado custo para algumas indústrias. Ademais, o modelo foi validado no campo brasileiro e apresentou maior representatividade do estado de Minas Gerais, o que pode diferir quando outros estados forem mais participativos. Também não se pode identificar individualmente as indústrias agrícolas participantes, haja vista que alguns questionários foram disparados para pessoas chaves das indústrias agrícolas, e essas encaminharam a seus contatos. Outros foram aplicados diretamente aos respondentes, mas não foi exigida identificação de nomes pessoais e, ou profissionais. O estudo contribui para a comunidade científica e profissional ao trazer relatos da literatura sobre áreas de estudos em ascensão, como a agricultura, as tecnologias e a Transformação Digital. Tratar esses assuntos no campo científico significa proporcionar meios para que o distanciamento entre a pesquisa e as práticas de mercados sejam mitigados. Os estudos ficarão próximos das ações das indústrias agrícolas e proporcionarão análises reais de aspectos que busquem inovação e a efetividade. O modelo proposto pode ser utilizado como insumo para novas pesquisas interdisciplinares, inclusive fora do cenário brasileiro, sendo essa uma *proposta para pesquisas futuras*. O modelo também pode ser aplicado em cenários importantes para o Brasil, como as indústrias, que tem discutido veemente o cenário 4.0.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, R.C. **Abrindo o pacote tecnológico: Estado e pesquisa agropecuária no Brasil.** São Paulo: Polis; Brasília: CNPq, 1986.

ALENCAR, Junia Rodrigues *et al.* Agência Embrapa de Informação Tecnológica (Ageitec): avaliação de seus impactos econômicos. In: **Embrapa Informática Agropecuária-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA, 11., 2017, Campinas. Ciência de dados na era da Agricultura Digital: anais. Campinas: Editora da Unicamp: Embrapa Informática Agropecuária, 2017.

ALMEIDA NETO, H. *et al.* **A sociedade Contemporânea: uma rede dinâmica. In.: Sociedade e Contemporaneidade**, Canoas: ULBRA, 2016. p. 1-30.

ALVARENGA, Augusta Thereza de; SOMMERMAN, Américo; ALVAREZ, Aparecida Magali de Souza. Congressos internacionais sobre transdisciplinaridade: reflexões sobre emergências e convergências de ideias e ideais na direção de uma nova ciência moderna. **Saúde e Sociedade**, [S.l.], v. 14, n. 3, p. 9-29, 2005.

ALVES, Eliseu. Políticas agrícolas e extensão rural. **Revista de Política Agrícola**, v. 27, n. 3, p. 3-8, 2019.

ALVES, E.R de A. **Onde estamos e para onde vamos. Área de Informação Sede- Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2016. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1048236/1/Ondeestamosparaondevamos.pdf>. Acesso em 10 abr. 2019.

ALMATROOSHI, Bashaer; SINGH, Sanjay Kumar; FAROUK, Sherine. Determinants of organizational performance: a proposed framework. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 65, n. 6, p. 844-859. 2016.

ANDERSEN, Thomas Barnebeck; JENSEN, Peter Sandholt; SKOVSGAARD, Christian Volmar. The heavy plow and the agricultural revolution in Medieval Europe. **Journal of Development Economics**, v. 118, p. 133-149, 2016.

ANDERSON, C. The end of theory: The data deluge makes the scientific method obsolete. **Wired**, [S.l.], v. 16, n. 7, 2008.

ANTUNES, Graziela Mota; DIAS, Marcelo Fernandes Pacheco; MAEHLER, Alisson Eduardo. Processo de inovação: estudo de caso da adoção do sistema de Produção de arroz orgânico vinculada ao nema. **Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria**, Rio Grande do Sul, v. 9, n. 2, abr-jun. 2016.

ARAÚJO, Carlos Alberto Ávila. Fundamentos da Ciência da Informação: correntes teóricas e o conceito de informação. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, João Pessoa, v. 4, n. 1, p. 57-79, jan. /jun. 2014.

ARAÚJO, Roberto Pinto; MOTTIN, Antônio Paulo; REZENDE, José Francisco de Carvalho. Gestão do Conhecimento e do Capital Intelectual: mapeamento da produção acadêmica Brasileira de 1997 a 2011 nos encontros ANPAD. **Revista O&S**, Salvador, v. 20, n. 65, p. 283-301, abr./jun. 2013. Disponível em: <<http://www.portalseer.ufba.br/index.php/revistaoes/article/view/11239>>. Acesso em: 18 de janeiro de 2020.

ASHWELL, M. L. The digital transformation of intelligence analysis. *Journal of Financial Crime*, [S. l], v. 23, n. 3, p. 393-411. 2017. DOI: doi.org/10.1108/JFC-03-2017-0020

ARTIOLI, Felipe; BELONI, Tatiane. Diagnóstico do perfil do usuário de Drones no Agronegócio Brasileiro. **Revista iPecege**, v. 2, n. 3, p. 40-56. São Paulo, 2016. Banco Nacional de Desenvolvimento- BNDES. Aplicativo BNDES Agro. 2020. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/aplicativo-bndes-agro/aplicativo-bndes-agro>. Acesso em: 14 de janeiro de 2020.

BAOZHU, Sheng; LEI, Chen. Probing into Application Mode of Digital Agriculture in Anhui Province. In: **2011 International Conference on Computer Distributed Control and Intelligent Environmental Monitoring**. IEEE, p. 2165-2170. Feb. 2011.

BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. Portugal: LDA, Edições 70, 2009.

BASF Brasil. **AgroStart: mais inovação para o campo**. Disponível em: <https://www.basf.com/br/pt/who-we-are/sustainability/1534862963891/agrostart--mais-inovacao-para-o-campo.html>. Acesso em: 28 de abr. de 2019.

BRASS, D.J. **A social network perspective on organizational psychology**. In: KOZLOWSKI, S.W.J. (Ed.). *Oxford Handbook of Organizational Psychology*. Nova Iorque: Oxford University Press, p.667-695, 2012.

BERNSTEIN, J. H... Disciplinarity and transdisciplinarity in the study of knowledge. **Informing Science: the International Journal of an Emerging Transdiscipline**, [S.l], v.17, p. 241-273. 2014.

BINGWEN, Qiu. Digital agriculture under the framework of digital province. In: **Proceedings**. 2005 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2005.

BOLFE, Édson L. *et al.* Matopiba em crescimento agrícola Aspectos territoriais e socioeconômicos. **Revista de Política Agrícola, Brasília.** Ano XXV, n. 4. p. 38-62. Out/dez. 2016.

CHEN, Guifen *et al.* Research on digital agricultural information resources sharing plan based on cloud computing. In: **International Conference on Computer and Computing Technologies in Agriculture.** Springer, Berlin, p. 346-354. 2011.

CHIN, W. W. The partial least squares approach to structural equation modeling. In: **Methodology for business and management. Modern methods for business research.** 1st. ed. Mahwah, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 1998. p. 295–336.

CHOI, Bernard CK; PAK, Anita WP. Multidisciplinarity, interdisciplinarity and transdisciplinarity in health research, services, education and policy: 1. Definitions, objectives, and evidence of effectiveness. **Clinical and investigative medicine**, [S.l.], v. 29, n. 6, p. 351. Dec. 2006.

COIMBRA, J. A. A. Considerações sobre a interdisciplinaridade. In: PHILIPPI JR., A. **Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais.** São Paulo: Signus, 2000, p. 52-70.

COLLIS, David J.; MONTGOMERY, Cynthia. Como você cria e sustenta estratégias lucrativas? Competindo por recursos: estratégias dos anos 90. In: LACERDA, Daniel Pacheco et al. (Org.). **Estratégias Baseadas em Recursos: 15 artigos clássicos para sustentar vantagens competitivas.** Porto Alegre: Bookman, 2014.

CONNECTARAGRO. **Tecnologia de ponta em prol da conectividade no campo.** Disponível em: <https://conectaragro.com.br/sobre.html> . Acesso em 11 de janeiro de 2020. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil – CNA. Balanço 2019. 2019. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/Balanco-2019.pdf>. Acesso em 11 de janeiro de 2020.

CORRÊA, Fábio; RIBEIRO, Jurema Suely de Araújo Nery; PINHEIRO, Marta Macedo Kerr. Aspectos da economia da informação: arquétipo conceitual econômico e social. **Informação & Informação**, Londrina, v. 22, n. 1, p. 185-214, 2017.

COSTA, Caio César de Medeiros *et al.* Determinants of the development of the agricultural sector in municipalities. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 48, n. 2, p. 295-309. Jun. 2013.

COSTA, Bianca Aparecida Lima; AMORIM JUNIOR, Paulo Cesar Gomes; SILVA, Márcio Gomes da. As cooperativas de agricultura familiar e o mercado de compras governamentais em Minas Gerais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 53, n. 1, p. 109-126, 2015.

COSTA, Rhaiany Zavarize Dala; SOUZA, Paulo Marcelo de; ALMEIDA, Leonardo Faé de. Agricultura familiar e associativismo: a experiência dos agricultores do município de Brejetuba-ES. **Revista Desenvolvimento Social**, v. 22, n. 3, p. 5-23, 2019.

COWHEY, Peter F.; ARONSON, Jonathan D. **Transforming global information and communication markets: The political economy of innovation**. MIT Press, 2012.

CHRISTENSEN, C. M.; OVERDORF, M. Enfrente o desafio da Mudança Revolucionária. HARVARD BUSINESS REVIEW. **Inovação na Prática**. Tradução de Fábio Fernandes. Rio de Janeiro: Campus, 2002. p. 82-89.

DEMIRKAN, Haluk; SPOHRER, James C.; WELSER, Jeffrey J. Digital innovation and strategic transformation. **IT Professional**, [S.l.], v. 18, n. 6, p. 14-18, Nov./Dec. 2016.

DESCARTES, R. Discurso do Método. In.: Coleção Os Pensadores. São Paulo: Abril Cultural. 1973.

DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; JÚNIOR, José Antonio Valle Antunes. **Design Science Research: a method for science and technology advancement**. New York: Springer, 2015. 161p.

DUAN, Yane. Research and Analysis about System of Digital Agriculture Based on a Network Platform. In: **International Conference on Computer and Computing Technologies in Agriculture**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2010. p. 274-282.

EFRON, B.; TIBSHIRANI, R. J. **Introduction to the Bootstrap**. New York, N.Y.: Chapman & Hall, 1993.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. EMBRAPA. Visão 2014-2034: o futuro do desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira: síntese / Embrapa. – Brasília, DF: **Embrapa**, 2014. 53 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/987801/visao-2014-2034-o-futuro-do-desenvolvimento-tecnologico-da-agricultura-brasileira-sintese>. Acesso em: 03 de abril de 2019.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. EMBRAPA. Soluções Tecnológicas. 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solucoes-tecnologicas?link=acesso-rapido>. Acesso em 11 de Janeiro de 2020.

Estadão Summit Agro 2019- Especiais Summit Agro 2019. 2019. Disponível em: <https://especiais.estadao.com.br/canal-agro/categoria/summit-agro/>. Acesso em: 13 de janeiro de 2020.

FAO- **Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação**. Desenvolvimento, Rural Sustentável: uma visão territorial. Angola, 2012. Disponível em: <http://www.fao.org/3/aq096pt/aq096pt.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2019.

FRESCO, R.; FERRARI, G. Enhancing precision agriculture by internet of things and cyber physical system. **Atti Soc. Tosc. Sci. Nat.** [S.l.], v. 125, suplemento, p. 53-60. 2018. DOI: 10.2424/ASTSN.M.2018.8.

FORNELL, C.; LARCKER, D. F. Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. **Journal of Marketing Research**, v. 18, n. 1, p. 39, 1981.

FREITAS, J.S. **Estratégia organizacional**. In: Raoni Barros Bagno; Maria Cecilia Pereira. (Org.). Tópicos selecionados em organização industrial. 1ed. Fabrefactum, 2018, p. 26-48.

FONSECA, João José Saraiva da. **Metodologia da pesquisa científica**. Ceará: Universidade Estadual do Ceará, 2002.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GARCIA, Junior Ruiz; BUAINAIN, Antônio Márcio. Dinâmica de ocupação do Cerrado Nordeste pela Agricultura: 1990 e 2012. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 54, n. 2, p. 319-338. abr./jun. 2016.

GOERZIG, David; BAUERNHANSL, Thomas. Enterprise architectures for the digital transformation in small and medium-sized enterprises. **Procedia CIRP**, Stuttgart, v. 67, n. 1, p. 540-545, 2018.

GUPTA, Anil K. Origin of agriculture and domestication of plants and animals linked to early Holocene climate amelioration. **Current Science Bangalore**, Kharagpur, v. 87, p. 54-59. Jul. 2004.

HAIR, J. F. *et al.* **Análise Multivariada de Dados**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HARTWELL, Ronald Max. **The causes of the Industrial Revolution in England**. 5 ed. London: Routledge, 2017.

HENSELER, J.; RINGLE, C. M.; SINKOVICS, R. R. The use of partial least squares path modeling in international marketing. **Advances in International Marketing**, v. 20, n. 2009, p. 277–319, 2009.

HERLITZIUS, Thomas. Automation and Robotics-The Trend towards Cyber Physical Systems in Agriculture Business. **SAE Technical Paper**, 2017. DOI: <https://doi.org/10.4271/2017-01-1932>.

HOLLANDER, M.; WOLFE, D. A. **Nonparametric Statistical Methods**. 2nd. ed. New York, N.Y.: John Wiley & Sons, 1999.

HOYLE, R. H.; DUVAL, J. L. Determining the number of factors in exploratory and confirmatory factor analysis. In: **D. Kaplan (Ed.): The Sage handbook of quantitative methodology for the social sciences**. Thousand Oaks, CA: Sage, 2004.

HU, Yanan; ZHANG, Yun; DUAN, Yanqing. Improving Agricultural Information and Knowledge Transfer in Cambodia-Adopting Chinese Experience in Using Mobile Internet Technologies. In: **International Conference on Computer and Computing Technologies in Agriculture**. Springer, Cham, 2015. p. 357-368.

HUANG, Philip CC. China's hidden agricultural revolution, 1980–2010, in historical and comparative perspective. **Modern China**, China, v. 42, n. 4, p. 339-376, Feb. 2016.

HUNTINGTON, Samuel. A terceira onda: a democratização no final do século XX. São Paulo: Ática. 1994.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE. Indicadores. 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/indicadores>. Acesso em 19 de janeiro de 2020.

ITO, Joi; HOWE, Jeff. **Whiplash: how to survive our faster future**. Grand Central Publishing, 2016.

JAYARAMAN, Prem Prakash *et al.* Addressing information processing needs of digital agriculture with OpenIoT platform. In: **Interoperability and Open-Source Solutions for the Internet of Things**. Springer, Cham, p. 137-152. Marc. 2014.

JIMÉNEZ, Daniel Jiménez; VALLE, Raquel Sanz. Innovation, organizational learning, and performance. **Journal of business research**, v. 64, n. 4, p. 408-417, 2011.

JOHN DEEERE. **Inovar é construir o futuro.** Disponível em: <https://www.deere.com.br/pt/index.html>. Acesso em 28 de abr. de 2019.

KEIL, M. *et al.* A cross-cultural study on escalation of commitment behavior in software projects. **MIS Quarterly**, v. 24, p. 299–325, 2000.

KITINOJA, Lisa; KADER, Adel A. Measuring postharvest losses of fresh fruits and vegetables in developing countries. **Postharvest Education Foundation**, p. 1-26, 2015. Disponível em: http://postharvest.org/PEF_White_Paper_15-02_PHFVmeasurement.pdf. Acesso em 04 de out. de 2019.

KORN, F. *et al.* – **Conceptos y Variables en la Investigación Social.** E. Nueva Visión, Buenos Aires. 1973.

KOSHIKAROV. A. V. Machine learning methods in digital agriculture: algorithms and cases. *International Journal of Advanced Studies*, [S.l.], v. 8, n. 11, 2018.

KOTARBA, Marcin. Digital transformation of business models. **Foundations of Management**, [S. l.], v. 10, n. 1, 2018. p. 123-142.

KUHN, Thomas S. **The Structure of Scientific Revolutions.** Chicado: The University of Chicago Press. 2 eds. 1970.

LAVILLE, Christian; DIONNE, Jean. **A Construção do Saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas.** Porto Alegre: Artmed, 1999.

LEFF, Enrique. Complexidade, interdisciplinaridade e saber ambiental. **Olhar de professor**, Ponta Grossa, v. 14, n. 2, p. 309-335, 2011.

LEW, Yong Kyu; SINKOVICS, Rudolf R. Crossing borders and industry sectors: behavioral governance in strategic alliances and product innovation for competitive advantage. **Long Range Planning**, v. 46, n. 1-2, p. 13-38, 2013.

LIANG, S. S. *et al.* Building PROSAIL model simulation with Web services. In: **Proceedings. 2005 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2005. IGARSS'05.** IEEE, 2005. p. 3 pp.

LIANG, Yong *et al.* The main content, technical support and enforcement strategy of Digital Agriculture. **Geo-spatial information science**, Taiwan, v. 5, n. 1, p. 68-73, Marc. 2002.

LIANG, Yong *et al.* Study on the framework system of digital agriculture. **Chinese Geographical Science**, Beijing, v. 13, n. 1. P. 15-99, 2003.

LIMA, Nilzete Melo; ZIVIANI, Fabricio; REIS, Roberts Vinicius de Melo. Knowledge management practices study at Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão/Brazil. **Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação, Maranhão**, v. 19, n. 41, p. 105-126, 2014.

LIU, Xiaojun *et al.* Design and realization of a VRGIS-based digital agricultural region management system. 2017. Disponível em: <https://hal.inria.fr/hal-01559622>. Acesso em 17 de jan. de 2019.

MAGALHAES, A. L.C; SUAREZ, B. S. . **A Quarta Revolução Industrial e a Indústria 4.0**. In: Raoni Barros Bagno; Maria Cecília Pereira. (Org.). Tópicos Seleccionados em Organização Industrial: um guia para o ensino superior. 1ed. Belo Horizonte/MG: Fabrefactum, 2018, v. 1, p. 221-251.

MARANHÃO, Rebecca Lima Albuquerque; VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro. **Inserção internacional do agronegócio brasileiro**. Texto para Discussão, 2017.

MATITZ, Queila Regina Souza; BULGACOV, Sergio. The concept of performance on organizational studies and strategy: a multi-dimensional model of analysis. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 15, n. 4, p. 580-607, 2011.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento- MAPA. **Plano Agrícola e Pecuário**. 2019. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/plano-agricola-e-pecuario>. Acesso em 01 abril 2019.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento- MAPA. **Cooperativismo e Associativismo**. 2016. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/cooperativismo-associativismo/cooperativismo-brasil>. Acesso em: 14 de janeiro de 2020. Acesso em 19 de janeiro de 2020.

MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia do Trabalho Científico**. 7a. ed. São Paulo: Atlas, 2012. 225 p.

MASSRUHÁ, Silvia Maria Fonseca Silveira; LEITE, MA de A. Agro 4.0-rumo à Agricultura Digital. In: **Embrapa Informática Agropecuária-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. 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. 2017.

MATOS, K. S. L.; LERCHE, S. V. Pesquisa educacional: o prazer de conhecer. Fortaleza: Demócrito Rocha, 2001.

MAZOYER, Marcel; ROUDART, Laurence. História das agriculturas no mundo. **Do Neolítico à crise contemporânea**. São Paulo, Editora UNESP, 2008.

MENDONÇA, André Luis de Oliveira. O legado de Thomas Kuhn após cinquenta anos. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 10, n. 3, p. 535-560, 2012.

MICHAELIS. Dicionário Brasileiro de Língua Portuguesa. Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/busca?id=7m3ae>. Acesso em 09 de out. de 2019.

MINGOTI, Sueli Aparecida. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

MORAES, Marcos; FURTADO, Renata Lira; TOMAÉL, Maria Inês. Redes de Citação: estudo de rede de pesquisadores a partir da competência em informação. **Em Questão**, v. 21, n. 2, p. 181-202, 2015.

MORALES, Jiménez García; JIMENÉZ, M. Barrionuevo . Gutiérrez, L. Gutiérrez, Transformational leadership influence on organizational performance through organizational learning and innovation. **Journal of Business Research**, v. 65, n. 7, p. 1040-1050, 2012.

MOURA, Paulo G. M. de. **Sociedade e Contemporaneidade**. Curitiba: IESDE Brasil AS, 2009.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.). **Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade**. 21 ed. Petrópolis: Vozes, 2002.

MUYLDER, Cristiana Fernandes; LA FALCE, Jefferson ; GOMES, M. E. N. ; GIACOMIN, R. Transfer of tacit knowledge - Proposal of model and test in preparatory course. **PMKT-Revista Brasileira de Pesquisas de Marketing, Opinião e Mídia**, v. 11, p. 185-199, 2018.

NAVULUR, Sridevi; SASTRY, A.S.C.S; GIRI PRASAD, M.N. Agricultural management through wireless sensors and internet of things. **International Journal of Electrical and Computer Engineering**, [S.l.], v. 7, n. 6, p. 3492. Dec. 2017.

NEHRA, Vijay; NEHRA, Kiran. ICT: A new horizon in Indian agriculture. **IETE Technical Review**, v. 22, n. 5, p. 395-400, 2005.

NEVES, Marcos Fava *et al.* Planejamento estratégico e gestão de cadeias de alimentos e do agronegócio: o método ChainPlan (estrutural). **RBN: Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, v. 21, n. 4, p. 628-646, 2019.

NIE, Peng Cheng *et al.* Hybrid Combination of GIS, GPS, WSN and GPRS Technology in Modern Digital Agriculture Application. In: **Advanced Materials Research**. [S.l.], p. 1158-1163, May. 2010.

NILSSEN, Jon; BERTHEUSSEN, Bernt Arne; DREYER, Bent. Sustained competitive advantage based on high quality input. **Marine Policy**, v. 52, p. 145-154, 2015.

NUNNALLY, J. C.; BERNSTEIN, I. H. **Psychometric Theory**. 3rd. ed. New York, N.Y.: McGraw-Hill, 1994.

OH TEAK, Eun. Value creation in regional innovation systems: The case of Taiwan's machine tool enterprises. **Technological Forecasting & Social Change**, [S. l.], v. 100, p. 118-129, Oct. 2015.

OLIVEIRA, Selma Regina Martins; ALVES, Jorge Lino. Influência das práticas de open innovation na prospecção de conhecimentos para a criação de valor em ambientes de alta complexidade sob condições de incerteza e imprevisibilidade. **Revista de Administração e Inovação**. São Paulo, v. 11, n. 1, p. 295-318, jan. / mar. 2013. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rai/article/view/79910/83845>>. Acesso em: 19 de janeiro de 2020.

OLIVEIRA, Valter Lúcio; BÜHLER, Ève Anne. Técnica e Natureza no desenvolvimento do “Agronegócio”. **Caderno CRH**, Salvador, v. 29, n. 77, p. 261-280. mai. /ago. 2017.

Organização das Cooperativas Brasileiros do Agronegócio – OCB. **Ouro verde do Brasil**. 2020. Disponível em: <https://somoscooperativismo.coop.br/ramo-agropecuario>. Acesso em 11 de janeiro de 2020.

PARKER, Geoffrey G.; VAN ALSTYNE, Marshall W.; CHOUDARY, Sangeet Paul. **Platform revolution: how networked markets are transforming the economy and how to make them work for you**. WW Norton & Company, 2016.

PATEL, Keyur; McCARTHY, Mary Pat. **Transformação Digital: visões estratégicas para a liderança em e-business**. São Paulo: Makron Books, 2001.

PARRA, Haydeé C. R. Economía digital; Se requieren nuevos fundamentos teóricos la definan?. **Revista de Administração e Contabilidade da UNISINOS**, São Leopoldo, v. 4, n. 2, 2007.

PORTER, Michael E.; HEPPELMANN, James E. How smart, connected products are transforming competition. **Harvard business review**, v. 92, n. 11, p. 64-88, 2014.

RAJAB, M. H. *et al.* Performance of three tropical hair sheep breeds. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3351-3359, 1992.

RAJESWARI, S.; SUTHENDRAN, K.; RAJAKUMAR, K. A smart agricultural model by integrating IoT, mobile and cloud-based big data analytics. In: **2017 International Conference on Intelligent Computing and Control (I2C2)**. IEEE, 2017. p. 1-5. DOI: [10.1109/I2C2.2017.8321902](https://doi.org/10.1109/I2C2.2017.8321902)

RAKSHIT, Santanu. ‘Agrarian transition’-diversity in nature, notion and observations—A survey of theoretical expositions and empirical studies with reference to India and West Bengal. **Research in Social Stratification and Mobility**, [S.l], v. 28, n. 4, p. 465-481. Dec. 2010.

RANDEREE, Kasim; AL YOUHA, Hind. Strategic management of performance: an examination of public sector organizations in the United Arab Emirates. **International Journal of Knowledge, Culture and Change Management**, v. 9, n. 4, p. 123-134, 2009.

RICHARD, Pierre J. *et al.* Measuring organizational performance: Towards methodological best practice. **Journal of management**, v. 35, n. 3, p. 718-804, 2009.

RIOS, Gilvando Sá Leitão. **O que é cooperativismo**. Brasiliense, 2ed. 2007.

ROCHA, Maria Meriane Vieira; COSTA, João Henrique Lucena; SILVA, Alzira Karla Araújo. A produção do Conhecimento em Regime de informação nos periódicos em Ciência da Informação. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, v. 8, n. 3, p. 255-275, 2018.

ROGERS, David L. **The digital transformation playbook: Rethink your business for the digital age**. Columbia University Press, 2016.

ROMAM, Darlan José *et al.* Fatores de competitividade organizacional. **BBR- Brazilian Business Review**, Vitória, v. 9, n. 1, p. 27-46, jan./mar. 2012.

SANCHEZ, Marisa A.; ZUNTINI, Juana I. Organizational readiness for the digital transformation: a case study research. **Revista Gestão & Tecnologia**, Pedro Leopoldo, v. 18, n. 2, p. 70-99, mai. /ago. 2018.

SANTOS, Henrique Faria. Modernização da agricultura e relação campo-cidade: uma Análise a partir do agronegócio cafeeiro no município de Alfenas–MG. **Caminhos de Geografia**, Alfenas, v. 15, n. 51, 2014a.

SANTOS, Pedro Henrique Araújo Diniz *et al.* Agronomic performance of super-sweet corn genotypes in the north of Rio de Janeiro. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 14, n. 1, p. 8-14, 2014.

SCHMID, Julia C.; KNIERIM, Andrea; KNUTH, Ulrike. Policy-induced innovations networks on climate change adaptation: an ex-post analysis of collaboration success and its influencing factors. **Environmental Science & Policy**, [S. l.], v. 56, p. 67-79, Feb. 2016.

SCHWAB, Klaus. A quarta revolução industrial. **São Paulo: Edipro**, v. 27, 2016.

ȘERBU, Răzvan Sorin. An Interdisciplinary Approach to the Significance of Digital Economy for Competitiveness in Romanian Rural Area through E-Agriculture. **Procedia Economics and Finance**, Romania, v. 16, p. 13-17, 2014. DOI: 10.1016/S2212-5671(14)00768-0

Serviço Nacional de Aprendizagem Rural- SENAR. **Portal Senar EAD**. Disponível em: <http://ead.senar.org.br/>. Acesso em 11 de janeiro de 2020.

SHAMSHIRI, Redmond Ramin *et al.* Research and development in agricultural robotics: A perspective of digital farming. **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**, [S.l.], v. 11, n. 4, p. 1-14, 2018.

SHEN, Samuel; BASISTB, Alan; HOWARD, Allan. Structure of a digital agriculture system and agricultural risks due to climate changes. **Agriculture and Agricultural Science Procedia**. [S, l], v. 1, p. 42–51. 2010.

SHINDE, Sujit *et al.* mKRISHI BAIF: Digital transformation in livestock services. In: **Proceedings of the India HCI 2014 Conference on Human Computer Interaction**. ACM, India, p. 148. DEC. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1145/2676702.2677200>.

SILVA, Teresinha Teixeira *et al.* **Economic and environmental performance of agroforestry and conventional agriculture in the city of Nova Olinda-CE**. 2015. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1042660>. Acesso em 04 out. 2019.

SILVA, João Paulo; ZULLO JÚNIOR, J.; ROMANI, Luciana Alvim Santos. Active learning e sua aplicação no monitoramento da cana-de-açúcar utilizando o algoritmo SVM. In: **Embrapa Informática Agropecuária-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA, 11. 2017, Campinas. Ciência de dados na era da Agricultura Digital: anais. Campinas: Editora da Unicamp: Embrapa Informática Agropecuária, 2017. 2017.

SIRMON, David G.; HITT, Michael A; IRELAND, Duane. O gerenciamento de recursos empresariais em ambientes dinâmicos visando a geração de valor: olhando dentro da caixa preta. In: LACERDA, Daniel Pacheco *et al.* (Org.). **Estratégias baseadas em recursos: 15 artigos clássicos para sustentar vantagens competitivas**. Porto Alegre: Bookman, 2014. Sociedade Nacional de Agricultura- SNA. **Digitalização, capacitação e redução de custos são desafios para os produtores, diz especialista**. 2020. Disponível em: <https://www.sna.agr.br/digitalizacao-capacitacao-e-reducao-de-custos-sao-desafios-para-os-produtores-em-2020-afirma-especialista/>. Acesso em 11 de Jan. de 2020.

SOUZA, Kleber Xavier Sampaio *et al.* A prospective study on the application of Data Science in agriculture. In: **Embrapa Informática Agropecuária-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA, 11. 2017, Campinas. Ciência de dados na era da Agricultura Digital: anais. Campinas: Editora da Unicamp: Embrapa Informática Agropecuária, 2017.

SOUZA, Yure Pequeno de *et al.* Assessing the genotypic performance of carioca beans through mixed models. **Ciência Rural**, v. 48, n. 7, 2018.

SOUZA, Edileusa Godói de; NAKATA, Lina Eiko; CALADÃO JÚNIOR, Valdir Machado Caladão. O compartilhamento do conhecimento no contexto dos empreendimentos sociais. **REGE-Revista de Gestão**, v. 21, n. 4, p. 543-560, 2014.

SPERANZA, Eduardo Antonio; CIFERRI, Ricardo Rodrigues. Integração de ferramentas de SIG e mineração de dados para utilização em atividades de gestão espacialmente diferenciada aplicada na agricultura de precisão. In: **Embrapa Informática Agropecuária-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA, 11. 2017, Campinas. Ciência de dados na era da Agricultura Digital: anais. Campinas: Editora da Unicamp: Embrapa Informática Agropecuária, 2017. 2017.

SRIVASTAVA, Rajendra K.; FAHEY, Liam; CHRISTENSEN, H. Kurt. The resource-based view and marketing: The role of market-based assets in gaining competitive advantage. **Journal of management**, [S. l], v. 27, n. 6, p. 777-802, Sep. 2001.

TANG, Shihao *et al.* A conception of digital agriculture. In: **IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium**. IEEE, Toronto, special, p. 3026-3028, Jun. 2002.

TAPSCOTT, Don. **The digital economy: Promise and peril in the age of networked intelligence**. New York: McGraw-Hill, Special Edition, 2015.

TENENHAUS, M. *et al.* PLS path modeling. **Computational Statistics and Data Analysis**, v. 48, n. 1, p. 159–205, 2005.

TING, K. C. *et al.* Information Technology and Agriculture Global Challenges and Opportunities. **Bridge**, Washington, v. 41, n. 3, p. 6-13, 2011.

TOFFLER, Alvin. **A terceira onda**. São Paulo: Record, 1987.

TOMAL, Daniel R.; JONES, Kevin J. A comparison of core competencies of women and men leaders in the manufacturing industry. **The Coastal Business Journal**, v. 14, n. 1, p. 13, 2015.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987

VAZ, Glauber José *et al.* AgroAPI: criação de valor para a Agricultura Digital por meio de APIs. In: **Embrapa Informática Agropecuária-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA, 11. 2017, Campinas. Ciência de dados na era da Agricultura Digital: anais. Campinas: Editora da Unicamp: Embrapa Informática Agropecuária, 2017. 2017.

VERGARA, Sylvia Constant. **Métodos de pesquisa em Administração**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

VINZI, V. E.; CHIN, W. W.; HENSELER, J.; WANG, H. **Handbook of Partial Least Squares**. [S. l.]: Springer, 2010.

VUPPALAPATI, Jaya Shankar *et al.* Smart Dairies—Enablement of Smart City at Gross Root Level. In: **2017 IEEE Third International Conference on Big Data Computing Service and Applications (BigDataService)**. IEEE, p. 118-123.2017. DOI 10.1109/BigDataService.2017.35

YANG, Hui; WANG, Xi; ZHUANG, Weidong. Case Analysis of Farm Agriculture Machinery Informatization Management Network System. In: **International Conference on Computer and Computing Technologies in Agriculture**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2009. p. 65-76.

YAO, Hong; WU, Yong-xing. A Research about the Application of Information Technology in the Precision Agriculture: Taking the Operating System of Shanghai Agriculture Economy as an Example. In: **International Conference on Computer and Computing Technologies in Agriculture**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2011. p. 215-223.

ZHANG, Weimei. Study about IOT's application in " Digital Agriculture" construction. In: **2011 International Conference on Electrical and Control Engineering**. IEEE, Weifang, 2011. p. 2578-2581.

ZIVIANI, Fabrício. **A dinâmica do conhecimento e inovação no setor elétrico brasileiro: proposta de um conjunto de indicadores gerenciais**. 2012. 321 f. 2012. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Ciência da Informação)—Escola de Ciência da Informação, Universidade Federal de Minas Gerais—UFMG, Belo Horizonte.

ZIVIANI, Fabrício; CORREA, Fábio; MUYLDER, Cristiana Fernandes de. A gestão do conhecimento rumo a uma abordagem holística: indicação de aspectos a serem contemplados em modelos de gerenciamento do conhecimento. **RDBCI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, v. 17, Campinas, p. 1-28. Nov. 2018.

WANDER, Alcido Elenor; TOMAZ, Gabriella Agapito; PINTO, Heverton Eustáquio. Uma avaliação formativa do Plano ABC. **Revista de Política Agrícola**, [S.l.], v. 25, n. 3, p. 62-72. Jul./set. 2016.

WANG, Shi-wei. The Effect and Development Strategies of Digital Agriculture during New Countryside Construction. In: **2011 Second International Conference on Digital**

Manufacturing & Automation. IEEE, p. 1270-1273. 2011. DOI 10.1109/ICDMA.2011.313.

WANG, Yang *et al.* CANdroid: Freeing ISOBUS Data and Enabling Machine Data Analytics. In: **2016 ASABE Annual International Meeting. American Society of Agricultural and Biological Engineers**, 2016. DOI: 10.13031/aim.20162459827

WANG, Yang *et al.* An Open-Source Infrastructure for Real-Time Automatic Agricultural Machine Data Processing. In: **2017 ASABE Annual International Meeting.** American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2017.

WEF- World Economic Forum White Paper Digital Transformation of Industries: Digital Enterprise. **Digital Enterprise.** January, 2016. Disponível em: <http://reports.weforum.org/digital-transformation/wp-content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/digital-enterprise-narrative-final-january-2016.pdf>. Acesso em: 01 de Fevereiro de 2019.

WELTZIEN, Cornelia. Digital Agriculture or Why Agriculture 4.0 Still Offers Only Modest Returns. **Landtechnik**, [S.l.], v. 71, n. 2, p. 66-68, 2016.

APÊNDICE A- QUESTIONÁRIO DE PESQUISA



UNIVERSIDADE FUMEC
PROGRAMA DE DOUTORADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E
GESTÃO DO CONHECIMENTO
APRESENTAÇÃO

Prezado (a) Senhor (a),

Estamos realizando uma pesquisa sobre os fatores da Transformação Agrícola Digital. Essa pesquisa é parte da Tese de Doutorado do Programa de Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento da Universidade FUMEC/MG, realizada pela Srta. Renata de Souza França, sob orientação do professor Dr. Fabrício Ziviani.

Convidamos a colaborar conosco e salientamos que prezamos pela confidencialidade e legitimidade das respostas. Todos os dados serão confidenciais e analisados de forma conjunta. Nenhum dos seus dados serão divulgados e não será obrigatória sua identificação. As questões não envolvem dados quantitativos da sua produção/fazenda e os materiais aqui desenvolvidos são de finalidade, exclusivamente, acadêmica.

Sua participação é de extrema importância e gostaríamos de poder contar com sua colaboração. O questionário é de rápido preenchimento. Caso deseje receber os dados analisados ou verificar os resultados, preencha com seu e-mail de contato que teremos prazer em enviá-los ao final do estudo.

Agradecemos desde já,

Msc. Renata França
 profrenatafranca@gmail.com

dr. Fabrício Ziviani
 fabricio.ziviani@fumec.br



UNIVERSIDADE FUMEC
PROGRAMA DE DOUTORADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E
GESTÃO DO CONHECIMENTO

QUESTIONÁRIO

Dados Cadastrais- Essas informações se referem aos dados cadastrais e a caracterização da sua produção.

Marque a questão que corresponda às informações cadastrais pessoais e da empresa. **Caso deseje receber o resultado final dessa pesquisa, deixe seu email:** _____

Sexo: * Escolha uma das seguintes respostas:

- Masculino
- Feminino
- Prefiro não declarar
- Outro: _____

Indique sua Idade: * Favor escolher apenas uma das opções a seguir:

- Menos de 30 anos
- Entre 30 e 40 anos
- Entre 41 e 50 anos
- Entre 51 e 60 anos
- Mais de 61 anos

Indique o seu nível de escolaridade: * Favor escolher apenas uma das opções a seguir:

- Ensino Fundamental
- Ensino Médio ou Técnico
- Ensino Superior
- Pós Graduação
- Mestrado
- Doutorado

- Outros : _____

Indique o tempo de atuação que você possui na área agrícola: * Escolha uma das seguintes respostas:

- Menos de 1 ano
- Entre 1 e 5 anos
- Mais de 5 até 10 anos
- Mais de 10 anos

Indique o tipo de Cultura da sua produção/empresa. * Escolha uma das seguintes respostas:

- Produção Familiar ou de Subsistência (agricultura tradicional em pequena escala para subsídios rurais).
- Produção Comercial ou Moderna (grandes extensões de terra e alto índice de produtividade).
- Produção Sustentável, Orgânica ou Hipotônica (produções alternativas para preservar o meio ambiente e gerar um impacto negativo mínimo).
- Outros: _____

Indique a(s) principal(is) atividade(s) agrícola da sua produção/empresa. * Escolha a(s) que mais se adequem(m). Pode ser 1 ou mais opções

- Grãos em geral
- Cana de açúcar/Açúcar
- Fruticultura/Verduras/Hortaliças
- Algodão
- Outros:

Indique o cargo que ocupa na produção/empresa: * Escolha uma das seguintes respostas:

- Operador/Assistente
- Técnico
- Supervisor/Gerente
- Diretor/Proprietário
- Outros:

Tempo de existência da produção/empresa. * Escolha uma das seguintes respostas:

- Menos de 1 ano
- Entre 1 e 5 anos
- Mais de 5 até 10 anos
- Mais de 10 anos

Indique quanto tempo você atua nessa produção/empresa. * Escolha uma das seguintes respostas:

- Menos de 1 ano
- Entre 1 e 5 anos
- Mais de 5 até 10 anos
- Mais de 10 anos

Marque a quantidade aproximada de funcionários que a produção/empresa possui. * Escolha uma das seguintes respostas:

- Menos de 20
- Entre 21 e 50
- Entre 51 e 100
- Entre 101 e 200
- Mais de 200

Indique o Estado de localização da produção/empresa. * _____

A produção/empresa fornece produtos para fora do Estado? *

- SIM
- NÃO

A produção/empresa exporta produto para fora do país? *

- SIM
- NÃO

Marque o nível de concordância com cada afirmativa. Considere 1- Discordo Totalmente, 2- Discordo, 3- Não concordo nem discordo, 4- Concordo e 5- Concordo Totalmente.

AMBIENTE EXTERNO- conjunto de variáveis que representam os órgãos governamentais, regime de governo, grupos de pressão e etc. que impactam diretamente a cadeia de negócios;

| | Discordo Totalmente | Discordo | Não Concordo nem Discordo | Concordo | Concordo Totalmente |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------|---------------------------|----------|---------------------|
| 1- Conheço as leis e regulamentações que regem o setor agrícola. | O 1 | O 2 | O 3 | O 4 | O 5 |
| 2- As leis e regulamentações que regem o setor agrícola influenciam a forma como os planejamentos estratégicos são | O 1 | O 2 | O 3 | O 4 | O 5 |

| | definidos e realizados na minha produção/empresa. | | | | |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|---------|
| 3- | As leis e regulamentações que regem o setor agrícola influenciam a forma como as tecnologias ou as melhorias são escolhidas e implantadas na minha produção/empresa. | 0 1 | 0 2 | 0 3 | 0 4 0 5 |
| 4- | Conheço as políticas de investimentos oferecidas ao setor agrícola. | 0 1 | 0 2 | 0 3 | 0 4 0 5 |
| 5- | Tenho acesso às políticas de investimento oferecidas. | 0 1 | 0 2 | 0 3 | 0 4 0 5 |
| 6- | As políticas de investimentos para o setor agrícola afetam, de maneira direta, o meu planejamento estratégico. | 0 1 | 0 2 | 0 3 | 0 4 0 5 |
| 7- | As políticas de investimentos para o setor agrícola afetam, de maneira direta, as escolhas e definições da digitalização e inovação na minha produção/empresa. | 0 1 | 0 2 | 0 3 | 0 4 0 5 |

SOLUÇÕES DIGITAIS- Conjuntos de ferramentas e sistemas tecnológicos para captura, controle e análise de informações.

| | | Discordo Totalmente | Discordo | Não Concordo nem Discordo | Concordo | Concordo Totalmente |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------|---------------------------|----------|---------------------|
| 1- | Estruturas Tecnológicas e digitais são importantes para a gestão e comunicação da minha produção/empresa. | 0 1 | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 5 |
| 2- | Possuímos estruturas tecnológicas para apoiar a automação de máquinas e a digitalização do campo. | 0 1 | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 5 |
| 3- | Os sistemas de captura de dados e controle existentes na minha produção/empresa podem conversar com outros sistemas, inclusive de marcas diferentes, sem a intervenção humana. | 0 1 | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 5 |
| 4- | A internet está disponível na minha produção/empresa e podemos acessar nossos sistemas de maneira facilitada por computador ou por dispositivos mobile (celular ou tablets). | 0 1 | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 5 |
| 5- | A minha produção/empresa possui acesso a uma base de dados com informações compartilhadas sobre as atividades de produção que apoiam a solução de problemas e as tomadas de decisão internas. | 0 1 | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 5 |

PARCERIAS E COCRIAÇÃO- As questões aqui se referem as conexões e relações entre sua produção e outros atores, como clientes, empresas, outras produções e produtores e etc.

| | | Discordo Totalmente | Discordo | Não Concordo nem Discordo | Concordo | Concordo Totalmente |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------|---------------------------|----------|---------------------|
| 1- | Parceria com Universidades, Governo, Clientes. Governo ou outra produção/empresa é importante para o desenvolvimento da agricultura. | 0 1 | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 5 |
| 2- | A minha produção/empresa busca parcerias com universidades, centros de pesquisa e institutos para melhorar as atividades do campo e apoiar o seu crescimento. | 0 1 | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 5 |
| 3- | A minha produção/empresa busca parcerias com outras empresas/fazendas para captar recursos e conhecimentos, de maneira a preencher ausências internas. | 0 1 | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 5 |
| 4- | A minha produção/empresa busca parcerias com órgãos governamentais para captar recursos e conhecimentos e apoiar o crescimento. | 0 1 | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 5 |
| 5- | O Cliente é envolvido nos processos de produção e criamos parcerias com os clientes para melhorias da produção/empresa e produtos. | 0 1 | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 5 |

GETSÃO DE CONHECIMENTO E INOVAÇÃO – Envolvimento de recursos que geram capacidades de inovação e uma cultura voltada para a gestão conhecimento.

| | | Discordo Totalmente | Discordo | Não Concordo nem | Concordo | Concordo Totalmente |
|--|--|---------------------|----------|------------------|----------|---------------------|
| | | | | | | |

| | | | Discordo | | |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|-----|---------|
| 1- | A minha produção/empresa entende que boas ideias podem surgir de qualquer nível hierárquico e por isso, incentivamos uma cultura baseada no conhecimento e na colaboração. | O 1 | O 2 | O 3 | O 4 O 5 |
| 2- | Existe uma estrutura interna de Pesquisa, desenvolvimento e inovação que geram ideias para desenvolvimento da minha produção/empresa. | O 1 | O 2 | O 3 | O 4 O 5 |
| 3- | Minha produção/empresa se preocupa em inovar em seus produtos ou serviços. | O 1 | O 2 | O 3 | O 4 O 5 |
| 4- | As lideranças ou pessoas superiores a mim compreendem que são essenciais para a criação de valor na produção/empresa e por isso se fazem presentes e participativos. | O 1 | O 2 | O 3 | O 4 O 5 |

GESTÃO DE MERCADO E NEGÓCIOS – Conjunto de Sistemas com informações do mercado e do ambiente externo do negócio (safras, mercado e etc.) para apoiar as tomadas de decisões.

| | Discordo Totalmente | Discordo | Não Concordo nem Discordo | Concordo | Concordo Totalmente |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------|----------|---------------------|
| 1- | Minha produção/empresa possui acesso a informações atualizadas sobre o mercado global, como preços, safras, investimentos e etc., em tempo hábil. | O 1 | O 2 | O 3 | O 4 O 5 |
| 2- | Minha produção/empresa possui acesso a dados governamentais de maneira fácil, apoiando as tomadas de decisões em relação ao mercado. | O 1 | O 2 | O 3 | O 4 O 5 |
| 3- | Existe um planejamento ou um roteiro para a implantação e escolhas dos recursos digitais que criam valor ao cliente. | O 1 | O 2 | O 3 | O 4 O 5 |

DESENVOLVIMENTO HUMANO- Preparação e treinamento para direcionar colaboradores na execução de suas atividades, manuseio de ferramentas e análise de dados.

| | Discordo Totalmente | Discordo | Não Concordo nem Discordo | Concordo | Concordo Totalmente |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------|----------|---------------------|
| 1- | Minha produção/empresa possui recursos humanos apropriados e habilidades para a execução das atividades agrícolas e operacionalização dos sistemas digitais. | O 1 | O 2 | O 3 | O 4 O 5 |
| 2- | Participo ou possuo programa de capacitação humana que apoia a aprendizagem e desenvolvimento dos colaboradores da minha produção/empresa. | O 1 | O 2 | O 3 | O 4 O 5 |
| 3- | A produção/empresa possui um sistema digital que permite o compartilhamento de experiências e colaboração entre agricultores e líderes, para solução de problemas. | O 1 | O 2 | O 3 | O 4 O 5 |

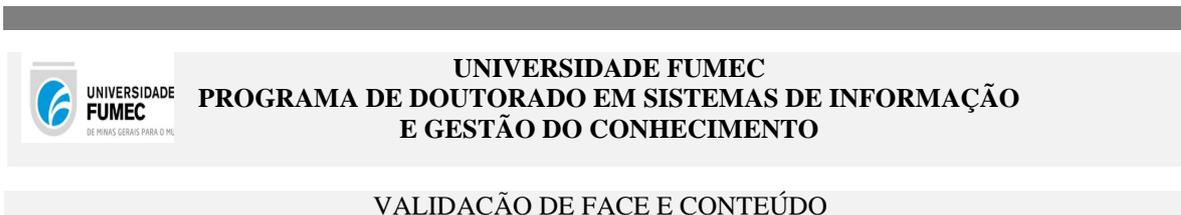
CRIAÇÃO DE VALOR - Aplicações agrícolas positivas que promovam o crescimento e alto desempenho do negócio,

| | Discordo Totalmente | Discordo | Não Concordo nem Discordo | Concordo | Concordo Totalmente |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------|----------|---------------------|
| 1- | A minha produção/empresa. já obteve ou obtêm algum tipo de ganho devido às estruturas tecnológicas e de automação utilizadas. | O 1 | O 2 | O 3 | O 4 O 5 |
| 2- | Acessar os sistemas por meio de computadores e dispositivos mobile (celular ou tablets) gerou ou gera ganhos financeiros ou em produtividade para minha produção/empresa. | O 1 | O 2 | O 3 | O 4 O 5 |
| 3- | A produção/empresa já obteve ou obtêm ganhos ao utilizar as bases de dados compartilhados para solução de problemas. | O 1 | O 2 | O 3 | O 4 O 5 |
| 4- | A produção/empresa já obteve ou obtêm ganhos financeiros ou em produtividade, em função das parcerias entre universidades, institutos e centros de pesquisa. | O 1 | O 2 | O 3 | O 4 O 5 |
| 5- | A produção/empresa já obteve ou obtêm ganhos financeiros | O 1 | O 2 | O 3 | O 4 O 5 |

| | | | | | | |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | ou em produtividade, ao manter parcerias com outra produção/empresa. | | | | | |
| 6- | A produção/empresa já obteve ou obtêm ganhos financeiros ou em produtividade, ao manter parcerias com órgãos governamentais | 0 1 | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 5 |
| 7- | A produção/empresa já obteve ou obtêm ganhos financeiros ou em produtividade, ao manter parcerias com os clientes. | 0 1 | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 5 |
| 8- | Gerei benefícios competitivos na minha produção/empresa com o apoio das lideranças e cargos mais altos. | 0 1 | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 5 |
| 9- | Minha produção/empresa obteve ou obtêm ganhos em desenvolvimento com as pesquisas e inovações. | 0 1 | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 5 |
| 10- | Já gerei ou continuo gerando ganhos ou soluções ao acessar informações compartilhadas sobre mercado global, como clima, preços, safras, investimentos, entre outros. | 0 1 | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 5 |
| 11- | A ascensão da minha produção/empresa foi ou é gerada com a capacitação de todos os colaboradores envolvidos. | 0 1 | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 5 |
| 12- | A minha produção/empresa gera ou gerou benefícios com sistemas digitais que compartilham experiências e soluções de problemas com outros agricultores ou outras produções/fazendas. | 0 1 | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 5 |

Obrigada pela participação! Seu apoio é fundamental para o resultado dessa pesquisa.

APÊNDICE B– VALIDAÇÃO DE FACE E CONTEÚDO



Prezado (a) Senhor (a),

Estamos realizando uma pesquisa sobre os fatores da Digitalização na Agricultura e a Transformação Digital no campo. Essa pesquisa é parte da Tese de Doutorado do Programa de Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento da Universidade FUMEC/MG, realizada pela Srta. Renata de Souza França, sob orientação do professor Dr. Fabrício Ziviani.

Esta etapa trata-se da validação de face e de conteúdo para julgamento de especialistas. Pedimos a gentileza que avalie a clareza, especificidade e quão bem os itens refletem as dimensões dos construtos, baseando-se na seguinte escala:

1= claramente representativo;

2= pouco representativo;

3= não representativo.

Sua participação é de extrema importância e gostaríamos de poder contar com sua colaboração. O questionário é de rápido preenchimento.

Caso necessário, estamos à disposição e agradecemos antecipadamente sua colaboração.

Cordialmente,

Msc. Renata França
profrenatafranca@gmail.com

Dr. Fabrício Ziviani
fabricio.ziviani@fumec.br



QUESTIONÁRIO

Dados Cadastrais- Essas informações se referem aos dados cadastrais e a caracterização da sua produção.

Avalie a clareza, especificidade e quão bem os itens refletem as dimensões dos construtos, baseando-se na seguinte escala: 1= não representativo; 2= pouco representativo; 3= claramente representativo. Caso necessário, coloque sua observação.

| | Não representativo | Pouco representativo | Claramente representativo | Observações |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------|---------------------------|-------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • Sexo: ()Feminino ()Masculino | O 1 | O 2 | O 3 | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Idade: () Menos de 30 anos () Entre 30 e 40 anos () Entre 41 e 50 anos () Entre 51 e 60 anos () mais de 61 anos | O 1 | O 2 | O 3 | |

| | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Nível de escolaridade: <input type="checkbox"/> Ensino Fundamental <input type="checkbox"/> Ensino Médio ou Técnico <input type="checkbox"/> Graduação <input type="checkbox"/> Pós-graduação <input type="checkbox"/> Mestrado <input type="checkbox"/> Doutorado <input type="checkbox"/> Outro: _____ | O 1 | O 2 | O 3 | |
| <ul style="list-style-type: none"> Cargo: <input type="checkbox"/> Operador/Assistente <input type="checkbox"/> Técnico <input type="checkbox"/> Supervisor/Gerente <input type="checkbox"/> Diretor/Proprietário <input type="checkbox"/> Outro: _____ | O 1 | O 2 | O 3 | |
| <ul style="list-style-type: none"> Tempo de atuação na área agrícola: <input type="checkbox"/> Menos de 1 ano <input type="checkbox"/> entre 1 e 5 anos <input type="checkbox"/> Mais de 5 até 10 anos <input type="checkbox"/> mais de 10 anos | O 1 | O 2 | O 3 | |
| <ul style="list-style-type: none"> Indique o tipo de Cultura da sua produção/empresa. Produção Familiar ou de Subsistência (agricultura tradicional em pequena escala para subsídios rurais). Produção Comercial ou Moderna (grandes extensões de terra e alto índice de produtividade). Produção Sustentável, Orgânica ou Hipotônica (produções alternativas para preservar o meio ambiente e gerar um impacto negativo mínimo). Outros: _____ | O 1 | O 2 | O 3 | |
| <ul style="list-style-type: none"> Indique a(s) principal(is) atividade(s) agrícola da sua produção/empresa. <input type="checkbox"/> Grãos em geral <input type="checkbox"/> Cana de açúcar/Açúcar <input type="checkbox"/> Algodão <input type="checkbox"/> Fruticultura <input type="checkbox"/> Outro: _____ | O 1 | O 2 | O 3 | |
| <ul style="list-style-type: none"> Tempo de existência da fazenda/empresa <input type="checkbox"/> Menos de 1 ano <input type="checkbox"/> entre 1 e 5 anos <input type="checkbox"/> entre 5 e 10 anos <input type="checkbox"/> mais de 10 anos | O 1 | O 2 | O 3 | |
| <ul style="list-style-type: none"> Estado de localização da fazenda: *Colocar range dos estados | O 1 | O 2 | O 3 | |
| <ul style="list-style-type: none"> Quantidade de funcionários: <input type="checkbox"/> Menos de 20 <input type="checkbox"/> entre 21 e 50 <input type="checkbox"/> entre 51 e 100 <input type="checkbox"/> entre 101 e 200 <input type="checkbox"/> mais de 200 | O 1 | O 2 | O 3 | |
| <ul style="list-style-type: none"> Fornecer produtos para fora do estado? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não | O 1 | O 2 | O 3 | |
| <ul style="list-style-type: none"> Exporta produtos para outro país? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não | O 1 | O 2 | O 3 | |

AMBIENTE EXTERNO- conjunto de variáveis que representam os órgãos governamentais, regime de governo, grupos de pressão e etc. que impactam diretamente a cadeia de negócios;

| | Não representativo | Pouco representativo | Claramente representativo | Observações |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------|---------------------------|-------------|
| 1- Conheço as leis e regulamentações que regem o setor agrícola. | O 1 | O 2 | O 3 | |
| 2- As leis e regulamentações que regem o setor agrícola influenciam a forma como os planejamentos estratégicos são definidos e realizados na minha produção/empresa. | O 1 | O 2 | O 3 | |
| 3- As leis e regulamentações que regem o setor agrícola influenciam a forma como as tecnologias ou as melhorias são escolhidas e implantadas na minha produção/empresa. | O 1 | O 2 | O 3 | |
| 4- Conheço as políticas de investimentos oferecidas ao setor | O 1 | O 2 | O 3 | |

| | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|--|
| agrícola. | | | | |
| 5- Tenho acesso às políticas de investimento oferecidas. | O 1 | O 2 | O 3 | |
| 6- As políticas de investimentos para o setor agrícola afetam, de maneira direta, o meu planejamento estratégico. | O 1 | O 2 | O 3 | |
| 7- As políticas de investimentos para o setor agrícola afetam, de maneira direta, as escolhas e definições da digitalização e inovação na minha produção/empresa. | O 1 | O 2 | O 3 | |

SOLUÇÕES DIGITAIS- Conjuntos de ferramentas e sistemas tecnológicos para captura, controle e análise de informações.

| | Não representativo | Pouco representativo | Claramente representativo | Observações |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------|---------------------------|-------------|
| 1- Estruturas Tecnológicas e digitais são importantes para a gestão e comunicação da minha produção/empresa. | O 1 | O 2 | O 3 | |
| 2- Possuímos estruturas tecnológicas para apoiar a automação de máquinas e a digitalização do campo. | O 1 | O 2 | O 3 | |
| 3- Os sistemas de captura de dados e controle existentes na minha produção/empresa podem conversar com outros sistemas, inclusive de marcas diferentes, sem a intervenção humana. | O 1 | O 2 | O 3 | |
| 4- A internet está disponível na minha produção/empresa e podemos acessar nossos sistemas de maneira facilitada por computador ou por dispositivos mobile (celular ou tablets). | O 1 | O 2 | O 3 | |
| 5- A minha produção/empresa possui acesso a uma base de dados com informações compartilhadas sobre as atividades de produção que apoiam a solução de problemas e as tomadas de decisão internas. | O 1 | O 2 | O 3 | |

PARCERIAS E COCRIAÇÃO- As questões aqui se referem as conexões e relações entre sua produção e outros atores, como clientes, empresas, outras produções e produtores e etc.

| | Não representativo | Pouco representativo | Claramente representativo | Observações |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------|---------------------------|-------------|
| 1- Parceria com Universidades, Governo, Clientes. Governo ou outra produção/empresa é importante para o desenvolvimento da agricultura. | O 1 | O 2 | O 3 | |
| 2- A minha produção/empresa busca parcerias com universidades, centros de pesquisa e institutos para melhorar as atividades do campo e apoiar o seu crescimento. | O 1 | O 2 | O 3 | |
| 3- A minha produção/empresa busca parcerias com outras empresas/fazendas para captar recursos e conhecimentos, de maneira a preencher ausências internas. | O 1 | O 2 | O 3 | |
| 4- A minha produção/empresa busca parcerias com órgãos governamentais para captar recursos e conhecimentos e apoiar o crescimento. | O 1 | O 2 | O 3 | |
| 5- O Cliente é envolvido nos processos de produção e criamos parcerias com os clientes para melhorias da produção/empresa e produtos. | O 1 | O 2 | O 3 | |

GESTÃO DE CONHECIMENTO E INOVAÇÃO – Envolvimento de recursos que geram capacidades de inovação e uma cultura voltada para a gestão conhecimento.

| | Não representativo | Pouco representativo | Claramente representativo | Observações |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------|---------------------------|-------------|
| 1- A minha produção/empresa entende que boas ideias podem surgir de qualquer nível hierárquico e por isso, incentivamos uma cultura baseada no conhecimento e na colaboração. | O 1 | O 2 | O 3 | |
| 2- Existe uma estrutura interna de Pesquisa, desenvolvimento e inovação que geram ideias para desenvolvimento da minha produção/empresa. | O 1 | O 2 | O 3 | |
| 3- Minha produção/empresa se preocupa em inovar em seus | O 1 | O 2 | O 3 | |

| | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|--|
| produtos ou serviços. | | | | |
| 4- As lideranças ou pessoas superiores a mim compreendem que são essenciais para a criação de valor na produção/empresa e por isso se fazem presentes e participativos. | O 1 | O 2 | O 3 | |

GESTÃO DE MERCADO E NEGÓCIOS – Conjunto de Sistemas com informações do mercado e do ambiente externo do negócio (safras, mercado e etc.) para apoiar as tomadas de decisões.

| | Não representativo | Pouco representativo | Claramente representativo | Observações |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------|---------------------------|-------------|
| 1- Minha produção/empresa possui acesso a informações atualizadas sobre o mercado global, como preços, safras, investimentos e etc., em tempo hábil. | O 1 | O 2 | O 3 | |
| 2- Minha produção/empresa possui acesso a dados governamentais de maneira fácil, apoiando as tomadas de decisões em relação ao mercado. | O 1 | O 2 | O 3 | |
| 3- Existe um planejamento ou um roteiro para a implantação e escolhas dos recursos digitais que criam valor ao cliente. | O 1 | O 2 | O 3 | |

DESENVOLVIMENTO HUMANO- Preparação e treinamento para direcionar colaboradores na execução de suas atividades, manuseio de ferramentas e análise de dados.

| | Não representativo | Pouco representativo | Claramente representativo | Observações |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------|---------------------------|-------------|
| 1- Minha produção/empresa possui recursos humanos apropriados e habilidades para a execução das atividades agrícolas e operacionalização dos sistemas digitais. | O 1 | O 2 | O 3 | |
| 2- Participo ou possuo programa de capacitação humana que apoia a aprendizagem e desenvolvimento dos colaboradores da minha produção/empresa. | O 1 | O 2 | O 3 | |
| 3- A produção/empresa possui um sistema digital que permite o compartilhamento de experiências e colaboração entre agricultores e líderes, para solução de problemas. | O 1 | O 2 | O 3 | |

CRIAÇÃO DE VALOR - Aplicações agrícolas positivas que promovam o crescimento e alto desempenho do negócio,

| | Não representativo | Pouco representativo | Claramente representativo | Observações |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------|---------------------------|-------------|
| 1- A minha produção/empresa. já obteve ou obtêm algum tipo de ganho devido às estruturas tecnológicas e de automação utilizadas. | O 1 | O 2 | O 3 | |
| 2- Acessar os sistemas por meio de computadores e dispositivos mobile (celular ou tablets) gerou ou gera ganhos financeiros ou em produtividade para minha produção/empresa. | O 1 | O 2 | O 3 | |
| 3- A produção/empresa já obteve ou obtêm ganhos ao utilizar as bases de dados compartilhados para solução de problemas. | O 1 | O 2 | O 3 | |
| 4- A produção/empresa já obteve ou obtêm ganhos financeiros ou em produtividade, em função das parcerias entre universidades, institutos e centros de pesquisa. | O 1 | O 2 | O 3 | |
| 5- A produção/empresa já obteve ou obtêm ganhos financeiros ou em produtividade, ao manter parcerias com outra produção/empresa. | O 1 | O 2 | O 3 | |
| 6- A produção/empresa já obteve ou obtêm ganhos financeiros ou em produtividade, ao manter parcerias com órgãos governamentais | O 1 | O 2 | O 3 | |
| 7- A produção/empresa já obteve ou obtêm ganhos financeiros | O 1 | O 2 | O 3 | |

| | | | | | |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|--|
| | ou em produtividade, ao manter parcerias com os clientes. | | | | |
| 8- | Gerei benefícios competitivos na minha produção/empresa com o apoio das lideranças e cargos mais altos. | O 1 | O 2 | O 3 | |
| 9- | Minha produção/empresa obteve ou obtêm ganhos em desenvolvimento com as pesquisas e inovações. | O 1 | O 2 | O 3 | |
| 10- | Já gerei ou continuo gerando ganhos ou soluções ao acessar informações compartilhadas sobre mercado global, como clima, preços, safras, investimentos, entre outros. | O 1 | O 2 | O 3 | |
| 11- | A ascensão da minha produção/empresa foi ou é gerada com a capacitação de todos os colaboradores envolvidos. | O 1 | O 2 | O 3 | |
| 12- | A minha produção/empresa gera ou gerou benefícios com sistemas digitais que compartilham experiências e soluções de problemas com outros agricultores ou outras produções/fazendas. | O 1 | O 2 | O 3 | |

Obrigada pela participação! Seu apoio é fundamental para o resultado dessa pesquisa.