



08, 09, 10 e 11 de novembro de 2022
ISSN 2177-3866

PERFIL DAS AGTECHS DO “VALE DO PIRACICABA”

EDUARDO FESTA POMPEU

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP)

CATARINA BARBOSA CARETA

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP)

1. INTRODUÇÃO

O termo Indústria 4.0 surgiu em 2011 na Alemanha, tendo inúmeras definições que, em suma, descrevem um conjunto de tecnologias baseadas nas interações entre a produção industrial e as tecnologias da informação, as quais podemos destacar a Internet das Coisas (IoT), o Big Data e os Sistemas Ciber-Físicos (SCHWAB; DAVIS, 2018; HERMANN et al., 2016; VOGEL-HEUSER; HESS, 2016). Outras terminologias – como “Fábricas Inteligentes”, “Internet das Coisas Industrial” e “Indústria Inteligente” - acabaram surgindo com a expansão da ideia da Indústria 4.0 pela Europa ao longo dos anos (FREITAS; FRAGA; SOUZA, 2016).

De acordo com Liao et al. (2017), Monostori (2014) e Drath e Horch (2014), a 1ª Revolução Industrial ocorreu com o advento da máquina à vapor, a segunda com a produção em massa (Fordismo), e a terceira com a automação e a eletrônica. A Indústria 4.0, por sua vez, está sendo considerada como a 4ª Revolução Industrial da história. Segundo Pontarollo (2016), os pilares que alicerçam a Indústria 4.0 são: Big Data, Sistema Integrado Horizontal e Vertical, Internet das Coisas, Segurança Cibernética, a Nuvem, Manufatura Aditiva, Realidade Aumentada, Robôs Autônomos e a Simulação. Essas tecnologias promovem a otimização dos recursos organizacionais e a flexibilidade dos processos produtivos. O potencial da Indústria 4.0, portanto, é imenso, pois permitirá a integração em tempo real de toda uma cadeia de suprimentos, otimizando os processos de forma a aumentar a eficiência, diminuindo os gastos e o tempo necessário de execução (SCHWAB; DAVIS, 2018; AZEVEDO, 2017).

O Agronegócio, por sua vez, é um dos campos do conhecimento mais férteis para se aplicar as tecnologias que compõem a Indústria 4.0. De acordo com Lima et al. (2020), a 4ª Revolução Industrial no Agronegócio brasileiro iniciou com o emprego de novas tecnologias como a biotecnologia, adubação corretiva, defensivos agrícolas, novas técnicas de manejo (plantio direto, consorciação de culturas, etc.), máquinas e implementos agrícolas cada vez mais modernos, entre várias outras tecnologias de ponta, como o uso dos drones.

Inserida nesse contexto, a região considerada como o “Vale do Silício” da Tecnologia na Agricultura: o “Vale do Piracicaba” ou “Agtech Valley” é uma das principais desenvolvedoras e disseminadoras de tecnologias para o Agronegócio brasileiro. Trata-se de um ecossistema tecnológico formado por instituições de Ensino e Pesquisa como a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/ USP, o Centro de Pesquisa em Energia Nuclear para Agricultura (CENA), o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), iniciativas governamentais e 60 Agtechs (FIGUEIREDO; JARDIM; SAKUDA, 2021).

O termo Agtech é utilizado para se referir a empresas startups que atuam através do uso intensivo de tecnologias agropecuárias com o intuito de se oferecer produtos e serviços, bem como no desenvolvimento de novos modelos de negócios, oferecidos para os segmentos desse referido setor (KLERKX et al., 2019). As startups desse segmento, através da inovação e utilização de tecnologias da Indústria 4.0 estão revolucionando o setor (CAVALLO; GHEZZI; GUZMÁN, 2020).

Dentro desse contexto, em que se identificou a oportunidade de implementação das tecnologias da Indústria 4.0 no Agronegócio, emergiu, portanto, como problemática a incipiência de estruturação do tema junto à literatura. A questão de pesquisa que se apresentou frente à problemática identificada foi: “Como são caracterizadas as aplicações tecnológicas da Indústria 4.0 incorporadas ao Agronegócio brasileiro? ”

Diante da problemática apresentada, a presente pesquisa teve como objetivo principal identificar as aplicações tecnológicas da Indústria 4.0 no Agronegócio. Especificamente: (i) identificar as tecnologias e boas práticas presentes na Indústria 4.0, por meio de um levantamento bibliográfico e (ii) caracterizar, por meio de um levantamento junto a Agtechs do “Vale do Piracicaba”, as tecnologias aplicadas ao Agronegócio, especialmente no que se refere

a identificação do perfil das empresas desenvolvedoras, dos fatores motivadores de adoção, dos benefícios, dos desafios de implementação e das percepções de mercado.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Revoluções tecnológicas industriais e agrícolas

As revoluções industriais ocorreram conforme os sistemas necessitaram ser reformulados para conseguir atender a ampliação da demanda. De acordo com Liao et al. (2017), desde a primeira revolução industrial, onde se houve o surgimento das máquinas a vapor, a indústria vem passando por transformações. Nesse contexto, no século XIX, a disrupção na mobilidade de cargas e pessoas, proporcionada pelas locomotivas a vapor, caracterizou esta primeira revolução supracitada (DRATH; HORCH, 2017).

Por conseguinte, entre o século XIX e o século XX, teve-se a denominada segunda revolução industrial, caracterizada pelo surgimento da eletricidade e magnetismo, que colaborou diretamente para a produção de inúmeras invenções tais como os automóveis e telefones (MONOSTORI, 2014). Já no início dos anos 1970 a terceira revolução industrial teve início, marcada pelo surgimento de tecnologias, sobretudo, nas áreas de programação lógica e telecomunicações, com destaque para o CPL (controlador lógico programável) e a Internet, que aturam de forma disruptiva no que tange a comunicação entre máquinas e pessoas (FIRJAN, 2018).

De acordo com a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI (2019), a produção em massa, as linhas de montagem, a tecnologia de informação e a eletricidade são produtos provenientes da 1ª, 2ª e 3ª revolução industrial. Dessa forma, compreendido o cenário anterior, permite-se descrever a 4ª revolução industrial.

A denominada 4ª revolução industrial consiste em um conjunto de tecnologias que permitem a fusão do mundo físico, digital e biológico, sendo que esta terá um impacto mais abrangente e exponencial que as demais revoluções supracitadas (ABDI, 2019). O potencial da Indústria 4.0, portanto, é imenso, pois permitirá a integração em tempo real de toda uma cadeia de suprimentos, otimizando os processos de forma a aumentar a eficiência, diminuindo os gastos e o tempo necessário de execução, além de aumentar a renda dos trabalhadores e a competição tecnológica como a essência do desenvolvimento econômico (SCHWAB; DAVIS, 2018; AZEVEDO, 2017).

O Agronegócio, por sua vez, é um dos campos do conhecimento mais férteis para se aplicar tecnologias. Nesse contexto, destaca-se que este fora beneficiado e acompanhou as revoluções ocorridas, favorecendo-se pela posterior adoção das tecnologias surgidas e citadas anteriormente nas revoluções industriais. Nesse contexto, o primórdio da agricultura foi caracterizado pela baixa produtividade, sendo os equipamentos rudimentares e a tração animal, sendo que estes possibilitaram o uso das principais tecnologias que marcaram esta primeira revolução: o arado para preparo do solo para o plantio e a carroça para o transporte de insumos da produção (EMBRAPA, 2019).

A partir da década dos anos 1950 teve-se a denominada segunda revolução agrícola, caracterizada pela mecanização e o conhecimento científico a partir da utilização de motores à combustão, tais como em tratores e máquinas (TRIVELLI et al., 2019). Já a partir da década dos anos 2000, as diferenças nas áreas de cultivo, variações na água e no solo, começaram a ser priorizadas pelo produtor, dando início a terceira revolução agrícola por meio da denominada agricultura de precisão, habilitada a partir da tecnologia Sistema de Posicionamento Global (GPS), a qual permitiu o manejo mais racional dos recursos (ZHAI, 2020).

Segundo Lima et al. (2020), a 4ª Revolução Industrial no Agronegócio brasileiro teve início a partir do ano de 2013 com o emprego de novas tecnologias como a biotecnologia, adubação corretiva, defensivos agrícolas, novas técnicas de manejo (plantio direto,

consorciação de culturas, etc.), máquinas e implementos agrícolas cada vez mais modernos, entre várias outras tecnologias de ponta, como o uso dos drones.

2.2. A atuação de startups do agronegócio

As startups desempenham um papel fundamental nos processos de desenvolvimento tecnológico (SPENDER et al. 2016). A definição de startup consiste em uma empresa, uma parceria ou organização temporária criada com o intuito de se construir um modelo de negócio reproduzível e escalonável, sendo novas ideias trazidas para o mercado e transformadas em empresas economicamente sustentáveis (BLANK, 2014). Comumente, essas empresas são recentes, pequenas, com estruturas e recursos escassos com o objetivo de se desenvolver novos processos de inovação (SPENDER et al., 2016).

De acordo com Tortorella e Fettermann (2017) e CNI (2017), dentro do contexto de estrutura de oferta das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0, estas empresas possuem competência técnica para o desenvolvimento de soluções tecnológicas parciais e muito específicas. Nesse sentido, destaca-se que a necessidade de inovações e transformações dos sistemas agrícolas e de alimentos tem sido tema de debate há várias décadas (WEBER et al., 2020). Eventos recentes como a pandemia da COVID-19 catalisaram tais reflexões (BAUDRON; LIÉGEOIS, 2020).

Bem assim, como resposta a estes apelos por ações transformadora, há atualmente uma crescente reflexão científica acerca de como moldar os futuros sistemas alimentares através da utilização de conceitos e tecnologias que amparem modelos sustentáveis de produção e distribuição (KLERKX et al., 2019).

Conforme Lima et al. (2020) e Batalha et al. (1997), o termo agronegócio foi desenvolvido a partir dos estudos de John Davis e Ray Goldberg em 1957, que conceituaram o termo como “a soma das operações de produção e distribuição de suprimentos agrícolas, das operações de produção nas unidades agrícolas, do armazenamento, processamento e distribuição dos produtos agrícolas e itens produzidos a partir deles”.

O agronegócio possui uma expressiva importância econômica e social. De acordo com o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), no ano de 2020 o Produto Interno Bruto (PIB) do Agronegócio alcançou participação de 26,6% no PIB brasileiro, totalizando quase R\$ 2 trilhões. As startups desse segmento, através da inovação e utilização de tecnologias da Indústria 4.0 estão revolucionando o setor (CAVALLO; GHEZZI; GUZMÁN, 2020).

O termo Agtech é utilizado para se referir a essas empresas startups que atuam através do uso intensivo de tecnologias agropecuárias com o intuito de se oferecer produtos e serviços, bem como no desenvolvimento de novos modelos de negócios, oferecidos para os segmentos desse referido setor (KLERKX et al., 2019). De acordo com o Radar Agritech Brasil 2020/2021, existem atualmente no Brasil 1574 Agtechs, sendo 60 delas localizadas no município de Piracicaba/SP (FIGUEIREDO; JARDIM; SAKUDA, 2021).

A transição para futuros sistemas alimentares está sendo encabeçado pelas Agtechs e os caminhos necessários para a efetividade necessitam se tornar "orientados para a missão" (KLERKX et al., 2019). Estas missões tangem o enfrentamento de grandes desafios sociais e ambientais, tais como a integridade dos ecossistemas, biodiversidade, mitigação e adaptação às alterações climáticas (MAZZUCATO; KATTEL; RYAN-COLLINS., 2020).

Diante desse cenário, Prommer, Tiberius e Kraus (2020) afirmam que as atitudes dos gestores possuem um impacto mais amplo e mais direto sobre o desempenho de empresas como startups quando se comparado aquelas organizações maiores e mais estabelecidas. Por conseguinte, especialmente para as startups, a atuação do gestor é considerada um fator determinante e crucial para o desenvolvimento e sucesso da empresa.

Esta atuação é ainda desafiada em um cenário em que estes novos empreendimentos possuem frequentemente dificuldades em recrutar novos empregados e muitas vezes empregam indivíduos jovens e bastante inexperientes (OUMET; ZARUTSKIE, 2014). Somado a isso, possuem estruturas enxutas e rotinas menos concretizadas, sendo estes elementos que, caso bem estabelecidos, poderiam contribuir potencialmente para com a reduzida taxa de falhas na progressão de fase dessas empresas (PROMMER; TIBERIUS; KRAUS, 2020).

Para as startups, a escassez de recursos financeiros limita seu desenvolvimento (GARAVAN et al., 2016). Especialmente para as Agtechs, 80% das startups encontram dificuldade para captar investimentos e 42% realizam financiamentos do próprio bolso (JORGE; FACÓ; ANDRADE, 2020). Diante disso, a tendência nessas empresas é que seu desenvolvimento seja pautado pela colaboração, dependendo assim de apoio externo (PROMMER; TIBERIU; KRAUS, 2020).

Nesse cenário, emerge ações governamentais que buscam amparar essa deficiência. O Governo Federal apresentou no início de 2021 o Plano de Ação 2021–2024 da Câmara Agro 4.0, a qual tem por objetivo fomentar a internet, tecnologias e inovações no campo. Esta iniciativa, criada em 2019, é conduzida pelos ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), o Sistema CNA/Senar, e a OCB (Organização das Cooperativas do Brasil) e tem entre seus quatro eixos prioritários: Desenvolvimento, Tecnologia e Inovação; Desenvolvimento Profissional; Cadeias Produtivas e Desenvolvimento de Fornecedores; e Conectividade no Campo (BRASIL, 2021).

O Edital Agro 4.0 foi uma das ações pioneiras da Câmara Agro 4.0 para fomento do Agro 4.0 no país. Lançado no ano de 2021 pela ABDI em parceria com o MAPA, MCTI e ME, o programa destinou R\$ 4,8 milhões a 14 projetos pilotos para o desenvolvimento e difusão de tecnologias nas cadeias agropecuárias (ABDI, 2021).

O referido desenvolvimento de tecnologias é amparado por um conjunto de atividades, métodos, práticas e transformações que conduzem pessoas na produção. Nesse contexto, de acordo com Pressman e Maxim (2020), o desenvolvimento no modelo tradicional possui cinco fases, as quais são caracterizadas no Quadro 1.

Fase	Descrição
Análise e definição de requisitos	O escopo deve ser refinado e os requisitos identificados. Nesse contexto, deve-se ter domínio da problemática enfrentada, a funcionalidade e o comportamento esperado para que assim estes sejam modelados, avaliados e documentados.
Projeto de sistemas e de softwares	Tem-se a incorporação de requisitos tecnológicos aos requisitos essenciais do sistema. Nesta, tem-se como requisito a elaboração da plataforma de implementação.
Implementação e teste de unidade	Nesta fase o projeto necessita ser traduzido para uma forma passível de execução, sendo cada unidade do projeto detalhada, implementada e testada.
Integração e testes de sistemas	Após os testes realizados a nível de unidade, os diversos componentes devem ser integrados sucessivamente até se obter o sistema. Ademais, o sistema como um todo deve ser testado.
Operação e manutenção	Nesta fase, a tecnologia é utilizada pelos usuários no ambiente real de uso do usuário havendo a necessidade de manutenção para atender, entre outros, funcionalidades adicionais, correções de erros e aumento de desempenho.

Quadro 1: Modelo tradicional de desenvolvimento tecnológico

Fonte: Adaptado de Pressman e Maxim (2020)

Além das fases de desenvolvimento tecnológico, a startup possui ainda três fases próprias: Validação do Produto Mínimo Viável (*Minimum Viable Product – MVP*), *Business* e *Scale-Up* (BLANK, 2014). Na primeira fase, a *startup* tem por objetivo a construção de um modelo de negócio reproduzível e escalável através da determinação assertiva de sua proposta de valor e recursos exigidos, elementos fundamentais que levam a muitas empresas morrem em um cenário em que não se há papéis de liderança expressivos (BLANK, 2014).

Na segunda fase, a startup necessita crescer o seu número de clientes, ampliando sua receita sem influenciar de forma significativa seus gastos, neste processo atributos de liderança começam a ser necessários, sobretudo, aqueles ligados a gestão, tais como a implementação de cultura, processos e treinamento (BLANK, 2014.) A última fase consiste na escala, cenário onde a startup já adquiriu escala e liquidez sendo comumente seu capital aberto ou incorporada ou comprada por uma empresa maior, nesta a liderança já está desenvolvida apresenta certa solidez (BLANK, 2014).

2.3. Áreas de aplicações tecnológicas no agronegócio

O trabalho intitulado “Radar Agtech Brasil: Mapeamento das Startups do Setor Agro Brasileiro” elaborado no ano 2019 em conjunto pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, SP Ventures e Homo Ludens Research and Consulting, é o *report* mais robusto sobre a temática e embasou o desenvolvimento da presente pesquisa. De acordo com Dias, Jardim e Sakuda (2019), autores do levantamento, o trabalho teve por objetivo o mapeamento das startups que desenvolvem atividades de cunho tecnológico relacionadas à cadeia agroalimentar brasileira, com o intuito de se identificar seu perfil, área de atuação e localização.

Considerou-se a tradicional abordagem de Agronegócio para analisar o sistema produtivo desde os fornecedores incluindo o consumidor final. Nesse contexto, a metodologia do trabalho considera segmentos a montante (antes) e a jusante (depois) da atividade produtiva, levando-se a uma distinção em três categorias: antes da fazenda, na fazenda e depois da fazenda.

O antes da fazenda representa uma cadeia diversificada e integrada de pesquisa e desenvolvimento (P&D), produção e distribuição de equipamentos agrícolas, insumos e demais produtos e serviços. Bem assim, as Agtechs foram categorizadas conforme o Quadro 2.

Categoria	Descrição
Análise laboratorial	Startups que comercializam e/ou desenvolvem novos métodos para análise laboratorial de índices de nutrientes, composição de solos e desenvolvimento de plantas e animais.
Controle biológico	Startups que comercializam e/ou desenvolvem variantes químicas e biológicas (macroscópicas ou microscópicas) voltadas para o combate de pragas e doenças por meio da substituição de agentes químicos tradicionais.
Economia compartilhada	Startups que disponibilizem equipamentos e maquinário para aluguel e promovam seu compartilhamento entre produtores rurais.
Fertilizantes, inoculantes e nutrientes	Startups que comercializam e/ou desenvolvam novos fertilizantes, inoculantes e nutrientes, no intuito de melhorar o desenvolvimento, o crescimento e o sistema imune de plantas.
Genômica e Biotecnologia	Startups que comercializam e/ou desenvolvam melhoramento genético de plantas, desenvolvam tecnologia para a produção escalável de substâncias biológicas e definam novas utilizações para essas substâncias biológicas.
Nutrição e Saúde animal	Startups que comercializam e/ou desenvolvam novos alimentos, fármacos e cuidados a fim de melhorar o desenvolvimento, o crescimento e o sistema imune de animais.
Sementes e mudas	Startups que comercializam e/ou desenvolvam métodos, processos e tecnologias disruptivas na variedade de sementes e mudas, bem como nos métodos de multiplicação, germinação e distribuição dessas.
Serviços financeiros	Startups que disponibilizem serviços financeiros como crédito, barter e securitização para o produtor rural.

Quadro 2: Categorização das Agtechs antes da fazenda

Fonte: Dias, Jardim e Sakuda (2019)

Dentro da fazenda, pode-se notar que as atividades agrícolas, do plantio à colheita, assim como as atividades da pecuária, são suportadas por uma larga rede de empresas de tecnologia

dedicadas a trazer maiores níveis de eficiência e produtividade ao campo. Nesse sentido, as Agtechs foram categorizadas conforme o Quadro 3.

Categoria	Descrição
Agropecuária de precisão	Startups que comercializam e/ou desenvolvam tecnologias para melhorar a eficiência de utilização de insumos.
Aquicultura	Startups que atuem no setor de pescados, crustáceos e frutos do mar.
Conteúdo, educação e rede social	Startups que desenvolvam e disponibilizem plataformas on-line para disseminação de conteúdo, informação e melhores práticas agrícolas, agrônômicas e pecuaristas, no intuito de empoderar e aproximar os produtores rurais.
Diagnóstico de imagem	Startups que desenvolvam e disponibilizem plataformas e algoritmos para a identificação de padrões por meio da espectrometria.
Gestão de resíduos e água	Startups que comercializem e/ou desenvolvam equipamentos, métodos e processos para melhorar a gestão de resíduos e água.
Internet da coisas	Startups que desenvolvam e disponibilizem equipamentos e sensores capazes de comunicar-se entre si.
Máquinas e equipamentos	Startups que comercializem e/ou desenvolvam máquinas e equipamentos disruptivos em tecnologia ou em usabilidade.
Meteorologia e irrigação	Startups que desenvolvam e disponibilizem equipamentos, métodos e processos para melhoria da previsibilidade dos índices pluviométricos, bem como tragam melhor gestão e eficiência no processo de irrigação.
Monitoramento	Startups que desenvolvam e disponibilizem plataformas e equipamentos visando ao monitoramento contínuo e integrado de aspectos relevantes para produtividade e tomada de decisão no campo.
Sensoriamento remoto	Startups que desenvolvam e disponibilizem plataformas on-line que auxiliem o produtor rural no controle, no conhecimento e na delimitação da fazenda.
Sistema de Gestão Agropecuária e de fazendas	Startups que desenvolvam e disponibilizem plataformas on-line para o auxílio à gestão, organização e tomada de decisão do produtor rural.
Telemetria e automação	Startups que comercializem e/ou desenvolvam equipamentos e algoritmos para a captura, consolidação e automação de processos.
VANT	Startups que desenvolvam e disponibilizem veículos aéreos não tripulados, bem como veículo e apoio para o embarque de diferentes tipos de equipamentos.

Quadro 3: Categorização das AgTechs dentro da fazenda

Fonte: Dias, Jardim e Sakuda (2019)

Pode-se notar que não é apenas dentro da fazenda que a inovação se encontra. Nesse sentido, tem-se observado, atualmente, que inúmeras empresas estão dedicando desde a logística da produção até a distribuição de alimentos ao consumidor final, ou seja, um cenário depois da fazenda. Bem assim, as Agtechs foram categorizadas conforme o Quadro 4.

Categoria	Descrição
Alimentos inovadores e novas tendências alimentares	Startups que desenvolvam e disponibilizem alimentos com melhores índices nutricionais, utilização de ingredientes substitutos e nova utilização de ingredientes já utilizados.
Armazenamento, infraestrutura e logística	Startups que desenvolvam e disponibilizem novos processos, métodos e tecnologias para armazenamento e traslado de commodities e alimentos.
Bioenergia e biodiversidade	Startups que desenvolvam e disponibilizem novos processos, métodos e tecnologias para a produção de bioenergia e/ou para a proteção da biodiversidade.
Consultoria, aceleração e associação	Startups que forneçam serviços de consultoria, aceleração e associação para o produtor rural, bem como startups atuantes no setor.
Fábrica de plantas e novas formas de plantio	Startups que desenvolvam e disponibilizem novos processos, métodos e tecnologias para a produção de cultivos em áreas urbanas ou internas.

Indústria 4.0	Startups que desenvolvam e disponibilizem novos processos, métodos e tecnologias no intuito de aumentar a eficiência na utilização de recursos no setor alimentar
Loja autônoma e Gestão do varejo	Startups que desenvolvam e disponibilizem processos, métodos e tecnologias para a automatização de lojas, bem como para auxílio da gestão do varejo.
Mercearia on-line	Startups que desenvolvam e disponibilizem plataformas on-line para a comercialização de produtos e alimentos não preparados, com a possibilidade de assinatura mensal.
Plataforma de negociação e marketplace de vendas	Startups que desenvolvam e disponibilizem plataformas on-line para a comercialização de insumos, commodities e fazendas com escala.
Restaurante on-line e kit de refeições	Startups que desenvolvam e disponibilizem plataformas on-line para a comercialização de produtos e alimentos preparados e prontos para o consumo ou apenas precisando ser aquecidos, com a possibilidade de assinatura mensal.
Segurança alimentar e rastreabilidade	Startups que desenvolvam e disponibilizem tecnologias que atuem no aumento da qualidade e durabilidade de alimentos, bem como auxiliem na rastreabilidade dos ingredientes utilizados em empresas atuantes na cadeia produtiva.
Sistemas de embalagem e meio ambiente e reciclagem	Startups que desenvolvam e disponibilizem novos processos, métodos e tecnologias para embalagens a fim de mitigar os impactos negativos ao meio ambiente e facilitar a reciclagem.

Quadro 4: Categorização das AgTechs depois da fazenda

Fonte: Dias, Jardim e Sakuda (2019)

3. MÉTODO DE PESQUISA

A pesquisa foi realizada por meio de pesquisa bibliográfica e levantamento com empresas sediadas no “Vale do Piracicaba” que desenvolvem tecnologias dentro do conceito de Indústria 4.0. Durante o processo de pesquisa bibliográfica, as atividades tiveram como foco identificar as principais referências sobre o objeto de estudo, sistematizando-as e analisando-as, para definir o referencial teórico. O objetivo da pesquisa bibliográfica foi fornecer a fundamentação teórica necessária para o desenvolvimento da pesquisa, identificando o “Estado da Arte” da literatura ligada ao problema de pesquisa e possíveis lacunas relevantes nos estudos mais recentes publicados.

Para tal foram utilizadas as bases de dados “Web of Science” e “Scopus” para verificar a produção internacional e nacional em formato de artigo científico relacionado a temática “Indústria 4.0” e “Agtechs”. Somado a isso, foram examinados os mais atuais *reports* nacionais, entre estes citam-se: “Radar Agtech Brasil 2020/2021” e “Radar Agtech Brasil 2019: Mapeamento das Startups do Setor Agro Brasileiro” elaborado em conjunto pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, SP Ventures e Homo Ludens Research and Consulting, e o “Liga Insights 2019: Agtechs” realizado pela Liga Ventures e correalizado pela Supera e InovaJab. Dessa forma, buscou-se analisar e estabelecer uma conexão entre as temáticas supracitadas respaldados pela teoria observada.

Posterior a pesquisa bibliográfica teve-se a pesquisa de campo. Nesta fase, elaborou-se os objetivos da pesquisa, as hipóteses, a forma de coleta de dados, tamanho da amostra e como os dados serão tabulados e analisados (COOPER; SCHINDLER, 2016). Ressalta-se que esta possui classificações específicas.

De acordo com Sampieri, Collado e Lucio (2010), metodologia consiste nos processos que visam a realização de algum feito. Bem assim, esta pode ser classificada e definida de acordo com sua abordagem, finalidade e procedimentos técnicos empregados. Segundo Richardson (2014), a pesquisa exploratória tem como objetivo o aprofundamento do conhecimento do pesquisador acerca do tema estudado, sendo utilizada para servir de base a uma futura pesquisa, auxiliando a formulação de hipóteses, ou na elaboração dos problemas de pesquisa. Somado a isso, busca estudar pesquisas semelhantes, verificando os seus métodos e

resultados tendo como método de coleta de dados, a utilização de questionários, entrevistas, entre outros (CRESWELL, 2017).

Com vistas a isso, como o objetivo desta pesquisa foi caracterizar, por meio de um levantamento, empresas do “Vale do Piracicaba”, as tecnologias aplicadas ao Agronegócio, ela pôde ser considerada de natureza exploratória com a utilização de questionário elaborado com base no levantamento bibliográfico realizado.

O questionário foi dividido em quatro seções distintas. Na Seção I teve-se a caracterização do participante com o intuito de identificar o perfil dos respondentes e agrupar respostas. A Seção II tratou sobre a Agtech, sendo desenvolvida com o objetivo de se obter melhor compreensão acerca do perfil da empresa respondente. A Seção III abordou sobre as tecnologias com o intuito de ser ter a identificação dos fatores motivadores de adoção, benefícios e desafios de implementação destas tecnologias desenvolvidas por Agtechs do “Vale do Piracicaba”. Na Seção IV, buscou-se a percepção da empresa sobre o mercado, sendo desenvolvida para que se tivesse a percepção do respondente acerca do mercado em que oferta sua tecnologia.

Até o início da coleta dos dados não se havia disponível uma base de dados consolidada e estruturada das Agtechs localizadas no município de Piracicaba/SP. Os dados até então disponíveis se encontravam dispersos nos mais diversos agentes do “Vale do Piracicaba”, como incubadoras e coworkings. Bem assim, fora necessário construir uma base a partir dos dados disponíveis de forma desestruturada no mapeamento “Radar Agtech 2019” e por meio do contato com os agentes do ecossistema: AgTech Garage (Hub de Inovação), Pulse (Hub de Inovação da Raízen), ESALQTec (Incubadora da ESALQ/USP) e WBGi (*Venture Builder*).

O mapeamento identificou 58 empresas que estavam localizadas no município de Piracicaba/SP ou mantinham vínculo com o Vale do Piracicaba através da associação a incubadora e coworkings. A base de dados construída permanece em poder do autor deste trabalho e não é disponibilizada em texto visando atender a condição de anonimato das empresas participantes.

Para a coleta de dados fora aplicado questionário online disponibilizado através da plataforma Google Forms. O período de coleta dos dados do questionário iniciou-se no dia 01 de Junho de 2020 e teve como término 01 de Março de 2021. Foram contatadas ao todo 58 empresas mapeadas a partir da base de dados, obtendo-se a participação de 46,55% desta população nesta pesquisa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Compreendendo o perfil do respondente e da agtech

O presente trabalho, após identificar por meio de um levantamento bibliográfico as tecnologias e boas práticas presentes na Indústria 4.0, buscou caracterizar através de um levantamento, as empresas do “Vale do Piracicaba” e as tecnologias aplicadas ao Agronegócio. Para isso, aplicou-se um questionário on-line o qual teve a colaboração de 46,55% das Agtechs localizadas no município de Piracicaba – SP ou que mantinham vínculo com o Vale do Piracicaba através da associação a incubadora e *coworkings*.

Através da Seção I, estruturada a fim de caracterizar os participantes da pesquisa, fora possível identificar que 85,18% dos respondentes estavam à frente da gestão destas empresas estando no cargo de: CEOs (29,63%), Diretores (25,93%) Gerentes (14,81%), Gestores (14,81%), Pesquisadores (3,70%), Consultores (3,70%), Programadores (3,70%) e Mentores (3,70%).

De acordo com Prommer, Tiberius e Kraus (2020) a atitude dos gestores possuem um impacto mais amplo e mais direto sobre o desempenho de startups. Logo, a atuação do gestor é considerada um fator determinante e crucial para o desenvolvimento e sucesso da empresa.

Bem assim, por meio do perfil do entrevistado, proporcionou-se identificar a visão do indivíduo responsável diretamente pelo planejamento e controle das atividades destas empresas.

Compreendido o perfil do respondente, iniciou-se a Seção II do questionário, a qual foi estruturada com o objetivo de se caracterizar o perfil da empresa respondente. Inicialmente, pode-se identificar que 70,37% das Agtechs respondentes iniciaram suas atividades posterior ao ano de 2016, sendo seus respectivos anos de fundação: 2020 (11,11%), 2019 (18,52%), 2018 (14,81%), 2017 (14,81%); 2016 (11,11%); 2015 (22,22%) e 2014 ou anterior (7,41%). Nesse contexto, trabalham com um quadro reduzido de pessoal, sendo que 66,66% destas empresas contam com menos de 10 funcionários em um cenário em que possuem menos de 6 colaboradores em 51,85% dos casos, entre 6 e 10 em 14,81% e mais de 10 em apenas 33,33%. Estas citadas características vão ao encontro da afirmação de Spender et al. (2016), o qual enaltece que essas empresas comumente são recentes e com estruturas organizacionais reduzidas.

Levando-se em consideração a localização da Agtech, pode-se observar que estas estão situadas em: Sede própria (33,33%), Coworking (29,63%), Incubadora (25,93%), Hub patrocinado por empresa (7,41%) ou ainda não possui sede (3,70%). Somado a isso, com relação ao estágio de crescimento, as empresas mapeadas estavam em 40,74% realizando a validação do *MVP*, 33,33% em *Business* e 25,93% em *Scale-up*.

Diante disso, pode-se observar que 62,97% das empresas estão localizadas em ambientes de colaboração, confirmando a tendência colaborativa explanada por Prommer, Tiberiu e Kraus (2020), os quais afirmam que o desenvolvimento e progressão de fases destas empresas tendem a depender de apoio externo.

4.2. Caracterização das aplicações tecnológicas

A Seção III do questionário tratou acerca das tecnologias. Nesse contexto, está fora desenvolvida para que se fosse possível identificar, sobretudo, os fatores motivadores de adoção, benefícios e desafios de implementação das tecnologias desenvolvidas por estas Agtechs.

Pode-se observar que o desenvolvimento da tecnologia era realizado: Internamente e sem intermediação (70,37%), Em conjunto em ambientes colaborativos (14,81%), Contratação de prestação de serviços ou consultorias especializadas (11,11%) ou Outros (3,70%).

Nesse contexto, nos casos mapeados com o desenvolvimento interno sem intermediação identificou-se que 59,09% das empresas contavam com 4 ou mais funcionários dedicados no desenvolvimento desta tecnologia sendo: Mais que 5 (40,91%), 2 (22,73%), 4 (18,18%), 3 (9,09%), ou 1 (9,09%). Somado a isso, o nível médio de expertise de programação destes funcionários estava a nível de: Doutorado (47,83%), Graduação (21,74%), Mestrado (17,39%), ou Especialização (13,04%).

Bem assim, pode-se observar na amostra um alto nível de expertise dos funcionários, colaborando para com a visão de Nadkarni e Prugl (2020), os quais afirmam que a transformação digital precisa reunir profissionais qualificados, necessitando assim tanto de tecnologia como de pessoas aptas a conduzir este desenvolvimento.

A elaboração de viabilidade econômica da tecnologia foi observada em 88,89% das empresas mapeadas sendo que o investimento para o desenvolvimento de tecnologia fora através de: Fundo perdido (37,04%), Anjo (22,22%), Capital de risco (11,11%), Aceleradoras (7,41%), havendo ainda uma expressiva quantidade de empresas que não receberam investimentos (22,22%)

Nesse cenário, verifica-se a dificuldade das empresas em captar investimentos (GARAVAN et al., 2016; JORGE; FACÓ; ANDRADE, 2020). Somado a isso, destaca-se a importância dos fundos perdidos, ações governamentais, que fomentam o desenvolvimento

tecnológico dessas empresas (OZMETEL; GURSEY, 2020; XU; XU; LI, 2018). A partir disso, justificam-se a elaboração de políticas públicas de incentivo, tais como a Câmara Agro 4.0, conduzida pelos ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), o Sistema CNA/Senar, e a OCB (Organização das Cooperativas do Brasil), e que tem por objetivo fomentar a internet, tecnologias e inovações no campo (BRASIL, 2021).

O desenvolvimento das tecnologias se encontram em estágio de: Operação e manutenção (37,04%), Implementação e teste de unidade (25,93%), Integração e testes de sistema (22,22%), Projeto de sistemas e de softwares (7,41%), ou Análise e definição de requisitos (7,41%).

Abordou-se no presente trabalho as tecnologias da Indústria 4.0 e suas aplicações no agronegócio através da seção de levantamento bibliográfico. Nesse contexto, faz-se possível identificar as tecnologias propostas pelas Agtechs do “Vale do Piracicaba”: Sistemas integrados (22,95%), *Big data & data analytics* (21,31%), Inteligência artificial (18,03%), Computação em Nuvem (16,39%), Simulações (6,56%), Manufatura aditiva (4,92%), Segurança da informação (3,28%), Realidade aumentada (3,28%) e *Blockchain* (3,28%). A partir destas, faz-se possível identificar a quarta revolução da agricultura, caracterizada por um conjunto de tecnologias que permitem a fusão do mundo físico, digital e biológico (LIMA et al., 2020; ZHAI, 2020; TRIVELLI et al., 2019; EMBRAPA, 2019).

Entre as barreiras de desenvolvimento destas tecnologias, identificaram-se o: Valor do investimento para desenvolvimento da tecnologia internamente (36,1x7%), Disponibilidade técnica e de infraestrutura (17,02%), Valor do investimento para contratação de prestadores de serviços especializados (14,89%), Obtenção de mão-de-obra externa qualificada e especializada (14,89%), Falta da real comprovação dos benefícios econômicos proporcionados por essas tecnologias (4,26%), Acesso a créditos (4,26%), Disponibilidade técnica e de infraestrutura (2,13%) e Dificuldade de acesso a ambientes colaborativos (2,13%) e Outros (4,26%).

Nesse contexto, estas tecnologias são utilizadas no contexto do Agronegócio, sobretudo, dentro da fazenda (66,67%), estando também depois da fazenda (18,52%) e antes da fazenda (14,81%). Estas foram desenvolvidas para: Agropecuária de precisão (18,52%), Fertilizantes, inoculantes e nutrientes (14,81%), Monitoramento (14,81%), Diagnóstico de imagem (11,11%), Aquicultura (3,70%) Consultoria, aceleração e associação (3,70%), Sistema de Gestão Agropecuária e de fazendas (3,70%), Conteúdo, educação e rede social (3,70%), Meteorologia e irrigação (3,70%), Controle biológico (3,70%), Sensoriamento remoto (3,70%), Alimentos inovadores e novas tendências alimentares (3,70%), Telemetria e automação (3,70%), Análise laboratorial (3,70%) ou para Máquinas e equipamentos (3,70%).

A particularidade das aplicações é justificada por Tortorella e Fettermann (2017) e CNI (2017), os quais afirmam que dentro do contexto de estrutura de oferta das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0, estas empresas possuem competência técnica para o desenvolvimento de soluções tecnológicas parciais e muito específicas.

Entre as funcionalidades desta tecnologia no Agronegócios, tem-se a: Obtenção de informações e planejamento das atividades (16,47%), Estimativas de produção e/ou produtividade (9,41%), Mapeamento e planejamento do uso da terra (8,24%), Detecção e/ou controle de doenças (8,24%), Detecção e/ou controle de falhas operacionais no plantio no uso de agroquímico no controle biológico na irrigação e na colheita (8,24%), Detecção e/ou controle de deficiências nutricionais (8,24%), Detecção e/ou controle de pragas (7,06%), Detecção e/ou controle de plantas daninhas (7,06%), Gestão da propriedade rural (5,88%), Detecção e/ou controle de áreas com déficit hídrico (4,71%), Bem-estar animal (3,53%), Certificações e rastreabilidade de produtos agrícolas (2,35%), Tecnologia e inovação na produção de bebidas (1,18%) Previsão de riscos climáticos como geadas, granizo, veranico e chuvas intensas (1,18%).

4.3 Percepções de mercado

A Seção IV, e última do questionário, tratou acerca da percepção interna de mercado sobre a tecnologia ofertada pela Agtech. Dessa forma, entre os principais clientes destas tecnologias, pode-se observar: Indústrias (33,33%), Médio produtor (22,22%), Grande produtor (18,52%), Multinacionais (7,41%) ou ainda todos os anteriores (7,41%) e outros usuários (11,11%). Estes clientes são motivados a adotar estas tecnologias por: Própria adaptação tecnológica (40,74%), Estratégia organizacional interna (33,33%), Demanda do consumidor final (14,81%), ou por Pressão mercadológica (concorrência) (11,11%).

Nesse contexto, esta adoção possui benefícios a estes clientes, tais como: Aumento da produtividade (13,22%), Aumento do lucro (10,74%), Redução de custos (15,70%), Otimização no uso de insumos como sementes, fertilizantes, defensivos, agentes de controle biológico e água (11,57%), Melhor planejamento das atividades diárias (8,26%), Maior eficiência da mão de obra para executar as atividades (8,26%), Redução do impacto ambiental da produção (12,40%), Maior facilidade de comercialização dos produtos (5,79%), Maior acesso a vendas diretas ao consumidor (3,31%), Maior qualidade dos produtos (7,44%), ou Outros (3,31%).

Porém, existem barreiras para adoção destas tecnologias por estes clientes conforme exhibe o Gráfico 12 e as quais compreendem a: Falta de capacitação própria em tecnologias de agricultura digital (21,57%), Problemas ou falta de conexão à internet nas áreas rurais (15,69%), Falta da real comprovação dos benefícios econômicos proporcionados por essas tecnologias (13,73%), Valor do investimento para aquisição de máquinas equipamentos e/ou aplicativos (11,76%), Falta de conhecimento sobre quais as tecnologias mais apropriadas para o uso na propriedade (11,76%), Outros (11,76%), Custos operacionais manutenção e atualização de máquinas equipamentos e/ou aplicativos (5,88%), Custos das tecnologias de agricultura digital são maiores que os benefícios econômicos observados (1,96%), Obtenção de mão-de-obra externa qualificada e especializada no uso dessas tecnologias (1,96%), Valor do investimento para contratação de prestadores de serviços especializados (1,96%), Acesso a créditos para aquisição de máquinas e equipamentos (1,96%).

O Quadro 5 apresenta a síntese dos resultados apresentados nessa seção.

Variáveis de observação	Principais Resultados
Cargo do respondente	CEOs (29,63%), Diretores (25,93%) Gerentes (14,81%) e Gestores (14,81%)
Ano de fundação	2015 (22,22%), 2019 (18,52%), 2018 (14,81%), 2017 (14,81%)
Quantidade de funcionários	Menos de 6 colaboradores (51,85%), Entre 6 e 10 (14,81%), Mais de 10 (33,33%)
Localização da Agtech	Sede própria (33,33%), Coworking (29,63%), Incubadora (25,93%)
Estágio da Agtech	Validação do MVP (40,74%), <i>Business</i> (33,33%), <i>Scale-up</i> (25,93%)
Forma de desenvolvimento da Agtech	Internamente e sem intermediação (70,37%), Em conjunto em ambientes colaborativos (14,81%), Contratação de prestação de serviços ou consultorias especializadas (11,11%)
Quando interno, quantos funcionários atuam no desenvolvimento?	Mais que 5 (40,91%), 2 (22,73%), 4 (18,18%)
Quanto interno, qual o nível médio de expertise de programação desses funcionários?	Doutorado (47,83%), Graduação (21,74%), Mestrado (17,39%)
Estágio de desenvolvimento da tecnologia	Operação e manutenção (37,04%), Implementação e teste de unidade (25,93%), Integração e testes de sistema (22,22%)

Tecnologia proposta pela Agtech	Sistemas integrados (22,95%), <i>Big data & data analytics</i> (21,31%), Inteligência artificial (18,03%)
Área de aplicação tecnológica	Dentro da fazenda (66,67%), Depois da fazenda (18,52%), Antes da fazenda (14,81%).
Categoria da Agtech	Agropecuária de precisão (18,52%), Fertilizantes, inoculantes e nutrientes (14,81%), Monitoramento (14,81%)
Principais funcionalidades da tecnologia	Obtenção de informações e planejamento das atividades (16,47%), Estimativas de produção e/ou produtividade (9,41%), Mapeamento e planejamento do uso da terra (8,24%)
Barreiras de desenvolvimento	Valor do investimento para desenvolvimento da tecnologia internamente (36,17%), Disponibilidade técnica e de infraestrutura (17,02%), Valor do investimento para contratação de prestadores de serviços especializados (14,89%),
Elaboração de viabilidade econômica	Sim (88,89%), Não (11,11%)
Investimento para desenvolvimento da tecnologia	Fundo perdido (37,04%), Anjo (22,22%), Capital de risco (11,11%),
Principal cliente	Indústrias (33,33%), Médio produtor (22,22%), Grande produtor (18,52%)
Principal fator motivador que levam a adoção da tecnologia pelo cliente	Própria adaptação tecnológica (40,74%), Estratégia organizacional interna (33,33%), Demanda do consumidor final (14,81%)
Benefícios oferecidos a quem adota essa tecnologia	Aumento da produtividade (13,22%), Aumento do lucro (10,74%), Redução de custos (15,70%)
Barreiras de adoção	Falta de capacitação própria em tecnologias de agricultura digital (21,57%), Problemas ou falta de conexão à internet nas áreas rurais (15,69%), Falta da real comprovação dos benefícios econômicos proporcionados por essas tecnologias (13,73%)

Quadro 5: Resumo dos principais resultados

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

5. CONCLUSÃO

A pesquisa destacou temática de grande relevância para o Agronegócio brasileiro e em especial para a Economia do país, uma vez que investimentos em tecnologia e consequentemente, ganhos em produtividade nesse segmento impactam positivamente na balança comercial brasileira.

Identificou-se as tecnologias e boas práticas presentes na Indústria 4.0, por meio de um levantamento bibliográfico das teorias e dos mais atuais *reports* acerca das temáticas estudadas. Somado a isso, caracterizou-se, por meio de um levantamento, empresas do “Vale do Piracicaba”, as tecnologias aplicadas ao Agronegócio, especialmente no que se refere a identificação do perfil das empresas desenvolvedoras, dos fatores motivadores de adoção, benefícios, desafios de implementação e percepções de mercado.

Dessa forma, buscou-se analisar e estabelecer uma conexão entre as temáticas supracitadas respaldados pela teoria observada, sendo identificada a relação das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 aos sistemas produtivos do Agronegócio, classificados em antes, dentro e fora da porteira. Por conseguinte, através da análise dos resultados do questionário aplicado fora possível identificar como as Agtechs do Vale do Piracicaba atuam diante do contexto estudado.

Tem-se como limitação do estudo o fato da população das agtechs ser focada apenas no ecossistema empreendedor da região de Piracicaba/SP. Diante disso, sugere-se como trabalho

futuros, a expansão para outras localidades emergentes, tais como São Paulo/SP, Londrina/PR e Cuiabá/MT.

REFERÊNCIAS

ABDI. Agro 4:0: Adoção e difusão de tecnologias no agronegócio. 2020. Disponível em: <<https://agro40.abdi.com.br/index.aspx>>. Acesso em: 02 fev. 2020.

AGROSIMULADOR. Tecnologia de simulação. 2020. Disponível em: <<https://agrosimulador.com.br>>. Acesso em: 02 nov. 2019.

AZEVEDO, M. T. Transformação digital na indústria: indústria 4.0 e a rede de água inteligente no Brasil. 2017. Tese (Doutorado em Sistemas Eletrônicos) - Escola Politécnica, University of São Paulo, São Paulo, 2017.

BATALHA, M. O. Gestão agroindustrial. São Paulo, Atlas, 1997. v. 1. Cap. 1, p. 23-48.

BAUDRON, F.; LIÉGEOIS, F. Fixing Our Global Agricultural System To Prevent The Next Covid-19. Outlook On Agriculture, v.49, n.2, pp.111–118, 2020.

BRASIL. Governo federal lança plano para avalancar indústria 4.0. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/noticias/2019/09/governo-federal-lanca-plano-para-alavancar-industria-4.0>. Acesso em: 20 out. 2019.

BLANK, S. Startup: Manual Do Empreendedor. Jacaré: Alta Books. 2014.

CAVALLO, A.; GHEZZI, A.; GUZMÁN, B.V.R. Driving Internationalization Through Business Model Innovation. Multinational Business Review, v.28, n.2, pp.201-220, 2020.

CEPEA. Banco de dados. 2020. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/consultas-ao-banco-de-dados-do-site.aspx>>. Acesso em 02 dez. 2020.

CNI. Oportunidades para indústria 4.0: aspectos da demanda e oferta no Brasil. 2017. Disponível em: <https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/d9/ff/d9ff9d99-1a51-43ff-bc2a-b2187e90c35a/oportunidades_para_a_industria_40_2603_nova_versao.pdf>. Acesso em: 10 set. 2019.

COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. Métodos de Pesquisa em Administração. 2016. Porto Alegre: AMGH.

CRESWELL, J. W. Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

DIAS, C. N.; JARDIM, F.; SAKUDA, L.O. (Orgs.) Radar AgTech. Brasil 2019: Mapeamento das Startups do Setor Agro Brasileiro. Embrapa, SP Ventures e Homo Ludens: Brarsília e São Paulo, 2021. Disponível em: <www.radaragtech.com.br>. Acesso em: 05 out 2019.

DRATH, R.; HORCH, A. Industrie 4.0: Hit or Hype? [Industry Forum]. IEEE Industrial Electronics Magazine, v. 8, no. 2, pp. 56-58, 2014.

EMBRAPA. Agricultura 4.0 2019. Disponível: <<https://www.embrapa.br/documents/1354300/43332968/Apresentação+Silvia+Masshurá/587b3e58-b69c-2f16-44ec-57f8828ccf4c>>. Acesso em: 12 set. 2019.

FIGUEIREDO, S.S.S.; JARDIM, F.; SAKUDA, L.O. (Orgs.) Radar AgTech. Brasil 2019: Mapeamento das Startups do Setor Agro Brasileiro. Embrapa, SP Ventures e Homo Ludens:

Brasília e São Paulo, 2021. Disponível em: <www.radaragtech.com.br>. Acesso em: 05 dez. 2021.

GARAVAN, T.; WATSON, S.; CARBERY, R.; OBRIEN, F. The Antecedents Of Leadership Development Practices In Smes. *International Small Business Journal*, v.34, n.6, pp.870-890, 2016.

FIRJAN. Indústria 4.0 no Brasil: oportunidades, perspectivas e desafios. 2019. Disponível em: <<https://www.firjan.com.br/publicacoes/publicacoes-de-inovacao/industria-4-0-no-brasil-oportunidades-perspectivas-e-desafios.htm>>. Acesso em: 10 out. 2020.

FREITAS, M. M. B. C.; FRAGA, M. A. F.; SOUZA, G. P. L. Logística 4.0: Conceitos e aplicabilidade: uma pesquisa-ação em uma empresa de tecnologia para o mercado automobilístico. *Caderno PAIC. FAE Centro Universitário. Curitiba, PR*, v. 17, n. 1, 2016.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS). Koloa, HI, pp. 3928-3937, 2016.

HESS, T; MATT, C; BENLIAN, A; WIESBÖCK, F. Options for formulating a digital transformation strategy. v.15, n.2, pp.123–139, 2016.

JORGE, R. R.; FACÓ, J. F. B.; DE ANDRADE, A. A. O Impacto das Startups do Agronegócio (Agrotechs) no Mercado Brasileiro. *Revista de Empreendedorismo, Negócios e Inovação*, pp.81-97, 2020.

KLERKX, L.; JAKKU, E.; LABARTHE, P.A. Review Of Social Science On Digital Agriculture, Smart Farming And Agriculture 4.0. *Wageningen Journal Of Life Sciences*, v.10, n.3, pp.90-91, 2019.

LIAO Y. El al Past present and future of Industry 4 0 a systematic literature review and research agenda proposal. *International Journal of Production Research*, v. 55, n. 12, pp. 3609-3629, 2017.

LIGA. Liga insights: AgTechs. 2019. Disponível em: <<https://insights.liga.ventures/estudos-completos/agtechs-agro/>>. Acesso em: 27 set. 2019.

LIMA, G.C.; FIGUEIREDO, F.L.; BARBIERI, A.E.; SEKI, J. Agro 4.0: Enabling agriculture digital transformation through IoT. *Revista Ciência Agronômica*, v. 51, 2020.

MAZZUCATO, M.; KATTEL, R.; RYAN-COLLINS, J. Challenge-Driven Innovation Policy. *Journal Of Industry, Competition And Trade*, v.10, n.2, pp.421–437, 2020.

MONOSTORI, L. Cyber-physical Production Systems: Roots, Expectations and R&D Challenges. *Procedia CIRP*, v. 17, pp. 9-13, 2014.

NADKARNI, S.; PRUGL, R. Digital transformation: a review, synthesis and opportunities for future research. *Management Review Quarterly*, pp.1-109, 2020.

OUIMET, P.; ZARUTSKIE, R. Who Works For Startups? *Journal Of Financial Economics*, v.112, n.3, pp.386-407, 2014.

PONTAROLLO, E. Editoriale: Industria 4.0: un nuovo approccio alla politica industriale. *L'industria*, v. 3, pp. 375-382, 2016.

PRESSMAN, R. S; MAXIM, B.R. Engenharia de software: uma abordagem profissional. 8. ed. Porto Alegre. AMGH, 2016.

PROMMER, L.; TIBERIUS, V.; KRAUS, S. Exploring The Future Of Startup Leadership Development. *Journal Of Business Venturing*, v.14, n.20, pp.1-9, 2020.

- SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. D. P. B. Metodologia de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Mc-Graw-Hill, 2010.
- SCHWAB, K.; DAVIS, N. Shaping the Fourth Industrial Revolution. Geneva: World Economic Forum, 2018.
- SPENDER, J.C.; CORVELLO, V.; GRIMALDI, M.; RIPPA, P. Startups And Open Innovation: A Review Of The Literature. European Journal Of Innovation Management, vol.20, n.1, pp.4-30, 2017.
- TORTORELLA, G.L.; FETTERMANN, D. Implementation of Industry 4.0 and lean production in Brazilian manufacturing companies International. Journal of Production Research, v. 56, n. 8, pp. 2975-2987, 2018.
- TRIVELLI, L.; APICELLA, A.; CHIARELLO, F.; RANA, R.; FANTONI, R.; TARABELLA, A. From precision agriculture to Industry 4.0: unveiling technological connections in the agrifood sector. British Food Journal, v. 121, n. 8, p. 1730-1743, 2019.
- VOGEL-HEUSER, B.; HESS, D. Guest Editorial Industry 4.0–Prerequisites and Visions. IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, v. 13, no. 2, pp. 411-413, 2016.
- WEBER, H.; POEGGEL, K.; EAKIN, H.; FISCHER, D.; LANG, D.J.; VON WEHRDEN, H.; WIEK, A. What Are The Ingredients For Food Systems Change Towards Sustainability? Environmental Research Letters, v.20, n.1, pp.1-17. 2020.
- XU, L.D.; XU, E.L; LI, L. Industry 4.0: State of The Art and Future Trends. International Journal Of Production Research, v.56, n. 8. pp.2941-2962, 2018.
- ZHAI, Z. Y.; MARTINEZ, J. F; BELTRAN, V.; MARTINEZ, N. L. Decision support systems for agriculture 4.0: Survey and challenges. Computers And Electronics In Agriculture, v.170, 2020.