

Industry 4.0 and Agribusiness: Survey of Applications in “Vale do Piracicaba”

Indústria 4.0 e Agronegócio: Levantamento das Aplicações no “Vale do Piracicaba”

Abstract

Industry 4.0 is a term that refers to the evolution of production processes and that involves the adoption of a set of technologies, such as Big Data and Internet of Things.

Agribusiness, the most representative economic segment for the country, is one of the most important fields of knowledge to apply the technologies from Industry 4.0. In view of this scenario, the present research aimed to identify the technological applications of Industry 4.0 in Brazilian Agribusiness, specifically in the so-called “Vale do Piracicaba” - technological ecosystem based in the city of Piracicaba, in Sao Paulo state and the main developer and disseminator of technologies for Brazilian Agribusiness. This study contributes to the identification of a theoretical-empirical basis that highlights the new practices and opportunities for the use and systematization of technologies in Brazilian Agribusiness.

Key words: Industry 4.0, Technology, Agribusiness, Vale do Piracicaba

Resumo

Indústria 4.0 é um termo que se refere a uma evolução dos processos produtivos e que envolve a adoção de um conjunto de tecnologias, como Big Data e Internet das Coisas. O Agronegócio, segmento econômico de maior representatividade para o país, é um dos campos do conhecimento mais férteis para se aplicar as tecnologias que compõem a Indústria 4.0. Diante desse cenário, a presente pesquisa teve por objetivo identificar as aplicações tecnológicas da Indústria 4.0 no Agronegócio brasileiro, especificamente no denominado “Vale do Piracicaba” – ecossistema tecnológico sediado na cidade de Piracicaba/SP e principal polo desenvolvedor e disseminador de tecnologias para o Agronegócio brasileiro. Como contribuição destaca-se a identificação de uma base teórico-empírica que evidencia as atuais práticas e oportunidades de utilização e sistematização do uso de novas tecnologias no Agronegócio.

Palavras-chave: Indústria 4.0, Tecnologia, Agronegócio, Vale do Piracicaba

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 (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).

Segundo Monostori (2014) e Drath e Horch (2014), a 1ª Revolução Industrial ocorreu com o advento da máquina a 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 (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. Para Redivo et. al. (2008), 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.), geoposicionamento por satélite (GPS), máquinas e implementos agrícolas cada vez mais modernos, entre várias outras tecnologias de ponta, como o uso dos drones. 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 mais de 80 empresas e startups.

Apesar dos destaques supracitados sobre o alinhamento entre a Indústria 4.0 e o Agronegócio, não foram identificadas pesquisas que apresentem discussões detalhadas sobre a inserção do agronegócio na evolução da indústria, destacando as formas de implementação, os efetivos benefícios e desafios vivenciados. As pesquisas publicadas até o momento apresentam discussões pontuais, focadas em apenas uma tecnologia e dentro do contexto internacional.

Dentro desse contexto, em que se identifica a oportunidade de implementação das tecnologias da Indústria 4.0 no Agronegócio, emerge, portanto, como problemática a incipiência de estruturação do tema junto à literatura. A questão de pesquisa que se apresenta frente à problemática identificada é: Quais tecnologias da Indústria 4.0 são incorporadas ao Agronegócio brasileiro?

Diante da problemática apresentada, a presente pesquisa teve como objetivo principal identificar as aplicações tecnologias 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 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, dos benefícios, dos desafios de implementação e das percepções de mercado.

2. Caracterização do método de pesquisa

A pesquisa foi realizada por meio de pesquisa bibliográfica e levantamento junto a 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 examinadas as teorias existentes e os mais atuais *reports* nacionais acerca dos temas “Indústria 4.0” e “AgTechs”. Entre estes citam-se: “Indústria 4.0 *Mining Report 2018*” realizado pela plataforma Distrito e correalizado pela KPMG; “AgTech *Mining Report 2018*” também feito pela Distrito; “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 “Liga Insights 2019: AgTechs” realizado pela Liga Ventures e correalizado pela Supera e InovaJab.

Posterior a pesquisa bibliográfica teve-se a pesquisa de campo. Caracterizado como uma pesquisa exploratória, este estudo teve como objetivo o aprofundamento do conhecimento do pesquisador acerca do tema estudado. Segundo o Mattar (1996), a pesquisa exploratória pode ser 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. Como método de coleta de dados, utiliza-se questionários, entrevistas, entre outros.

Especificamente nessa pesquisa elaborou-se e aplicou-se um questionário composto por quatro seções. Na Seção I teve-se a caracterização do participante com o intuito de identificar os respondentes e agrupar respostas. A Seção II tratou sobre a AgTech, sendo desenvolvida para que se tivesse melhor entendimento sobre o perfil da empresa respondente. A Seção III abordou sobre as tecnologias, com o intuito de ser ter a identificação dos dos fatores motivadores de adoção, benefícios e desafios de implementação das 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 sobre o mercado em que oferta sua tecnologia.

O período de coleta dos dados ocorreu de forma eletrônica, por meio do uso da ferramenta *Google Forms*, iniciando-se no dia 01 de Junho de 2020 e terminando uma primeira fase de coleta em 31 de Julho de 2020. Foram contatadas ao todo 145 empresas que estavam localizadas no município de Piracicaba/SP (41 empresas) ou que mantinham vínculo com o Vale do Piracicaba através da associação com a incubadora tecnológica ou com *coworkings* e *hubs* da cidade, alcançando-se 15 respondentes.

3. Resultados e discussões

3.1. Revoluções tecnológicas

As revoluções industriais ocorreram conforme os sistemas necessitaram ser reformulados para conseguir atender a ampliação da demanda. De acordo com Pontarollo (2016) e a Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro – FIRJAN (2018), desde a primeira revolução industrial, onde se houve o surgimento das máquinas a vapor, a indústria vem passando por transformações. Nesse sentido, no século XIX, a disrupção na mobilidade de cargas e pessoas, proporcionada pelas locomotivas a vapor, caracterizou esta primeira revolução supracitada.

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. 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). Bem assim, tem-se no Quadro 1 as características dessas revoluções industriais.

Ano	Revolução	Tecnologia	Descrição
1780	1ª	Mecânica	Concentrou-se na energia mecânica e nos motores a vapor. Iniciou-se no final do século XVIII sendo a mecanização da indústria têxtil um dos mais conhecidos.
1870	2ª	Elétrica	Caracterizou-se pela eletrificação da fábrica e pela utilização dos métodos científicos de produção, culminando com a fábrica de produção em massa, cujo exemplo mais famoso é a linha de montagem de Henry Ford em 1913.
1970	3ª	Automação	Com o advento da tecnologia da informação, iniciou-se a informatização (computadores <i>mainframe</i> , computadores pessoais e a internet) entram na fábrica para automatizar tarefas mecânicas e repetitivas. Iniciou-se a partir dos anos 70, existindo até hoje.
2013	4ª	Robótica, Big Data, Inteligência Artificial, entre outras	A quarta revolução industrial se caracteriza por um conjunto de tecnologias que permitem a fusão do mundo físico, digital e biológico.

Quadro 1 - Revoluções industriais

Fonte: Adaptado de Pontarollo (2016), FIRJAN (2018) e ABDI (2019)

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). Nesse contexto, pode-se já observar o aumento da renda dos trabalhadores e a competição tecnológica como a essência do desenvolvimento econômico.

A agricultura, por sua vez, é um dos campos do conhecimento mais férteis para se aplicar tecnologias. Nesse contexto, destaca-se que o mesmo fora beneficiado e

acompanhou as revoluções ocorridas, favorecendo-se pela posterior adoção das tecnologias surgidas e citadas anteriormente. Dessa forma, têm-se no Quadro 2 como estas revoluções atuaram no setor.

Ano	Revolução	Tecnologia	Descrição
-	1 ^a	Arado e Carroça	Considerada a agricultura tradicional, esta foi caracterizada pela pouca utilização de tecnologia e baixa produtividade, sendo destinada, sobretudo, a subsistência dos produtores. Os equipamentos eram rudimentares e a tração animal, sendo que estes possibilitaram o uso do arado para prepara o solo para plantio e da carroça para o transporte de insumos da produção.
1950	2 ^a	Máquinas movidas a motores à combustão	A mecanização e conhecimento científico começaram a mudar o cenário no meio rural, os animais que puxavam o arado e as carroças deram lugar a máquinas movidas a motores à combustão, tais como tratores e máquinas agrícolas.
2000	3 ^a	Sistema de Posicionamento Global (GPS)	As diferenças nas áreas de cultivo, variações na água e no solo, começaram a ser priorizadas pelo produtor, dando início a denominada agricultura de precisão. A tecnologia GPS permitiu a detecção de variações dentro de um mesmo espaço de produção, facilitando o manejo mais racional dos recursos.
2013	4 ^a	Robótica, Big Data, Inteligência Artificial, entre outras	A quarta revolução da agricultura se caracteriza por um conjunto de tecnologias que permitem a fusão do mundo físico, digital e biológico.

Quadro 2 - Revoluções da agricultura
Fonte: Adaptado de EMBRAPA (2019)

3.2. Indústria 4.0 e Agronegócio

Compreendido como se deu as revoluções citadas, permite-se aprofundar acerca da Indústria 4.0, fruto da 4^a revolução industrial, tema contemporâneo e foco do presente trabalho.

Entende-se que a base da Indústria 4.0 consiste na medição, monitoramento e planejamento para assim fornecer e utilizar recursos de forma correta. Dessa forma, os dados gerados unidos as tecnologias habilitadoras permitem tomadas de decisões mais ágeis, maior produtividade e competitividade e a ampliação do consumo de produtos conectados.

De acordo com a Confederação Nacional da Indústria – CNI (2017), para que as demandas mais atuais do mercado sejam atendidas de forma ampla, faz-se necessário a existência de uma estrutura de oferta das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 (Figura 1), que irá permitir que as empresas, além de atender as demandas dos negócios do futuro, alcancem os benefícios por elas proporcionados.

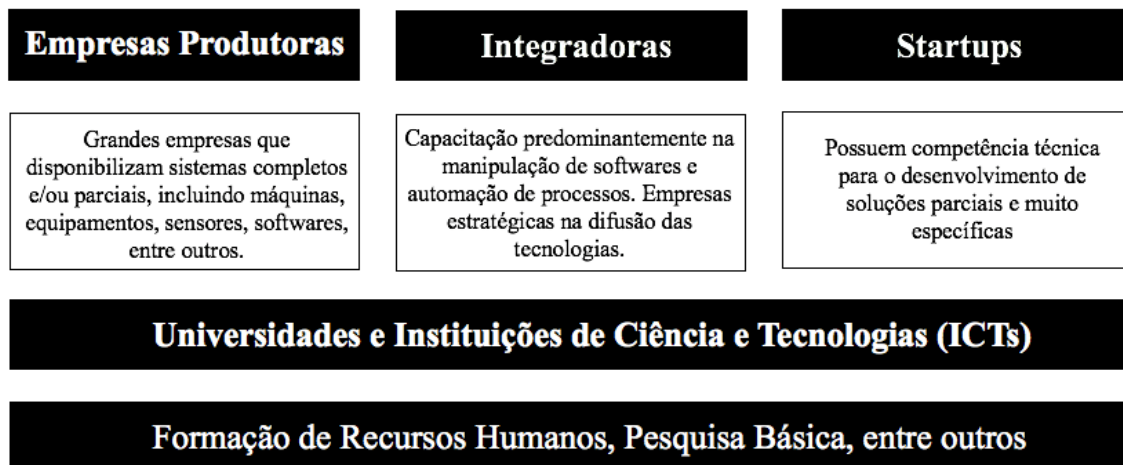


Figura 1 - Estrutura de oferta das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0

Fonte: Adaptado de CNI (2017)

Observa-se na estrutura exposta as empresas produtoras, integradoras e *startups* atuam em âmbitos diferentes no processo de oferta das tecnologias respaldados pelas Universidades e Instituições de Ciência e Tecnologias (ICTs), responsáveis pela formação de recursos humanos e pesquisa básica. Todos os integrantes desta estrutura visam fornecer as tecnologias para que as empresas sejam impactadas positivamente em sua produção ao adotá-las. Entre os principais pontos de destaque nos impactos esperados pela adoção de tecnologias na produção industrial pelas empresas são os que tangem a produtividade, a integração da produção e a gestão empresarial.

As novas tecnologias agropecuárias, especialmente as embasadas por tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0, podem ajudar fazendas de pequeno, médio e grande porte. Nesse contexto, de acordo a Liga (2019), o termo AgTech envolve empresas *startups* e corporações cuja atuação “é embasada pelo uso intensivo de tecnologias agropecuárias no oferecimento de produtos e serviços, bem como no desenvolvimento de novos modelos de negócios, oferecidos para os segmentos do setor agropecuário”.

O trabalho intitulado “Radar AgTech Brasil: Mapeamento das Startups do Setor Agro Brasileiro” foi elaborado no ano 2019 em conjunto pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, SP Ventures e Homo Ludens Research and Consulting. O objetivo deste consistiu no 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 3.

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 aluguéis 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 3 - Categorização das AgTechs antes da fazenda
Fonte: Radar AgTech (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 4.

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, agronômicas 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 das 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.

Categoria	Descrição
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 4 - Categorização das AgTechs dentro da fazenda

Fonte: Radar AgTech (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 5 a seguir.

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.

Categoria	Descrição
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 5 - Categorização das AgTechs depois da fazenda
Fonte: Radar AgTech (2019)

3.3. Tecnologias aplicadas ao Agronegócio

Compreendida as categorizações existentes da Indústria 4.0 e das AgTechs, faz-se pertinente o estudo das tecnologias habilitadoras dessa revolução através da identificação de como estas se dão nas mais diversas aplicações no agronegócio. Dessa forma, serão nesta seção abordados os pontos citados, sendo ainda realizado uma intersecção com os relatórios anteriormente citados de forma a evidenciar as aplicações tecnológicas em cada área específica do sistema produtivo deste setor.

De acordo com a CNI (2017), a falta de mão de obra qualificada, a ineficiência da infraestrutura de telecomunicações do país, a dificuldade na identificação de tecnologias e parceiros e a ausência de linhas de financiamento a apropriadas somado a distância entre as universidades e as indústrias representam agravante no avanço tecnológico no país.

Nesse sentido, tal fato dificulta que estas empresas nacionais se beneficiem das reduções proporcionadas pela Indústria 4.0, como se vem sendo observado anualmente em R\$34 bilhões em ganhos de eficiência, R\$31 bilhões em redução de custos de manutenção de máquinas e R\$7 bilhões em economia de energia (ABDI, 2019). Dessa forma, tem-se nos Quadros 6 e 7 uma síntese das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 para o Agronegócio.

Tecnologia	Definição	Aplicação no Agronegócio
Segurança da informação	A segurança da informação tange as políticas, os procedimentos e as medidas técnicas utilizada para restringir acessos não autorizados, alterações, roubos ou danos às informações de determinada organização. Nesse sentido, entende-se como medidas físicas e lógicas de segurança usadas para proteger a infraestrutura de ameaças (EMBRAPA, 2005).	A segurança da informação permite que profissionais criem visibilidade sobre os dados que trafegam na rede corporativa, reduzindo a ocorrência de ações reativas frente a sinistros de segurança, incluindo perda ou vazamento de informações e continuidade dos negócios. Nesse contexto, permite-se assegurar por meio de políticas de priorização de tráfego, que os recursos realmente necessários sejam atendidos prioritariamente. Desta forma, é possível mesmo estar na lavoura ou no campo, com conexões de baixa velocidade, e acessar a todos os recursos e sistemas da matriz (OSTEC, 2019).

Tecnologia	Definição	Aplicação no Agronegócio
Realidade aumentada	A realidade aumentada consiste em uma tecnologia que possibilita ao usuário visualizar os mundos real e virtual de forma simultânea, com objetos compostos ou sobrepostos com o mundo real. Bem assim, há um fornecimento de informações adaptadas ao contexto mesclada ao seu campo de visão do telespectador (AZUMA, 1997).	A inspeção de lavouras, localizar pragas e doenças, bem como suas respectivas espécies e recomendações de manejo, pode também fornecer informações climática em tempo real e ainda, diante de uma boa utilização, poderá ser capaz de direcionar orientações aos agricultores em suas operações de campo que estão prestes a iniciar e que dependente diretamente de determinadas condições meteorológicas para que se logre êxito (RIPOLI, 2019).
Big Data & Data Analytics	O <i>Big Data</i> consiste em uma tecnologia destinada ao processamento de uma ampla quantidade de dados, com alta velocidade e de diversas naturezas, sendo através do <i>Data Analytics</i> gerado conhecimento e valor por meio da identificação de tendências e recomendações para otimizações de processos (GARTNER, 2015 apud PEREIRA, 2015).	A organização e integração dos dados em uma plataforma representa as próximas etapas para a digitalização das fazendas. As plataformas de gestão permitem que os produtores possam analisar as informações em um só local, de forma rápida e precisa, entendendo quais atividades podem ser automatizadas e aprimoradas com o uso de tecnologias (LIGA, 2019).
Robótica	A Robótica engloba mecânica, eletrônica e computação, sendo que relaciona-se a sistemas compostos por máquinas e partes mecânicas automáticas e controladas através de circuitos integrados, tornando sistemas mecânicos motorizados, controlados manualmente ou automaticamente por circuitos elétricos (OTTONI, 2010).	Através da robotização e automação dos processos agropecuário é possível solucionar problemas cotidianos de plantação, irrigação, pulverização de produtos químicos até colheita. Somado a isso, permite também, nos processos da agroindústria, a automatização no controle de qualidade e dos produtos que entram e saem das fábricas (LIGA, 2019).
Simulação	A simulação computacional, tem a capacidade de reproduzir em um ambiente virtual cenários e características, apresentando em velocidade praticamente instantânea fatos e ocorrências futuras, otimizando assim a concepção e validação de determinado projeto (RANDON; CECCONELLO, 2019).	A simulação no agronegócio possibilita que o teste de processos sem a necessidade de se interromper a produção. Nesse sentido, o software, através da utilização do conceito do estado da arte atual do agronegócio (<i>smart farming</i>) e agricultura de precisão, permite-se fornecer aos usuários dessa tecnologia um dos recursos produtivos mais importantes no agronegócio moderno, a informação, que serve para o planejamento e a gestão dos negócios rurais (AGROSIMULADOR, 2020).
Impressão 3D	A processo da impressão 3D consiste basicamente na fabricação de uma determinado elemento, tal como uma peça, a partir da deposição de um certo material em camadas sobrepostas repetidas vezes até que se tenha o elemento produzido de forma completa (MONTEIRO, 2015).	Atualmente, as impressoras 3D têm sido utilizadas para a impressão de peças de reposição para tratores e maquinários agrícolas. Somado a isso, estas podem ser aplicadas na produção de próteses para animais, comedouros e bebedouros, caixas de transporte, peças para irrigação e elementos para a fabricação de dispositivos para obtenção de energia, como geradores eólicos e convencionais. Futuramente, entende-se que estas poderão imprimir vacinas e medicamentos para tratar os animais nas próprias propriedades rurais e até produzir os componentes necessários para erguer estruturas como estufas, armazéns, granjas e edifícios (SUMMITAGRO, 2019).

Tecnologia	Definição	Aplicação no Agronegócio
Sistemas integrados	Os processos são diversos e englobam diferentes agentes em uma estrutura produtiva, sendo que os sistemas integrados se referem a facilidade de gestão e é classificado em integração horizontal e integração vertical. O primeiro diz respeito à toda cadeia produtiva: desde fornecedores até os clientes. Já o segundo, integra as funções a serem desenvolvidas dentro da fábrica (PEDERNEIRAS, 2019).	Os sistemas integrados no agronegócio permitem a gestão operacional das atividades agrícolas, operações de controle de colheita, custos agrícolas, manutenção de máquinas e equipamentos, pulverizações e controle de atividades de terceiros. Nesse contexto, tem-se uma padronização e normatização de informações relativas a custos agrícolas por atividade, as rotinas operacionais e aos controles estabelecidos (OLIVEIRA; PANDOLFI; COIMBRA, 2018).
Computação em nuvem	Computação em nuvem é uma plataforma que dinamicamente provê, configura, reconfigura e libera servidores de acordo com as necessidades e que emprega grandes datacenters e potentes servidores nos quais hospeda aplicações e serviços para serem utilizados via internet (DIÓGENES; VERAS, 2014 apud SANTOS, 2018).	No agronegócio, tratando-se da agricultura de precisão tem-se a necessidade do armazenamento de dados sobre o solo analisado. Nesse sentido, o solo não é homogêneo e a análise com precisão de cada trecho deste é essencial para otimizar o manejo. Dessa forma, a tecnologia citada permite que uma quantidade ampla dos dados coletados seja reunida, garantindo assim independência nos resultados para melhor aplicação das recomendações geradas pelo sistema (STARTAGRO, 2017).
Internet das Coisas	A Internet das Coisas consiste na conectividade dos dispositivos diretamente na internet, garantindo assim uma capacidade computacional e de comunicação. Bem assim, tem-se um controle remoto do objeto e a possibilidade acesso remoto dos próprios objetos como provedores de serviços (SILVA et al., 2016).	A coleta de dados do campo está diretamente relacionada com a tecnologia abordada., que permite conectar objetos, como câmeras, meios de transporte, máquinas industriais e sensores, à rede mundial de computadores. Nesse contexto, as informações obtidas podem auxiliar os produtores no processo de identificação de pontos de eficiência, fato que eleva a níveis mais amplos a produtividade e rentabilidade (LIGA, 2019).
Blockchain	A tecnologia <i>blockchain</i> consiste em uma tecnologia de registro distribuído, ou seja, funciona de modo similar a um livro que não permite ser editado, apenas podendo ser escrito por um lado com o registro diretamente relacionado ao anterior e ao posterior. Esta descentralização representa uma medida de segurança que estabelece uma relação de confiança entre as partes envolvidas, sem a necessidade do intermédio de terceiros (ARAÚJO; DA SILVA, 2017).	Esta tecnologia possui a capacidade de identificar a origem dos produtos agropecuários e seus insumos com o objetivo de registrar a localização, qualidade e condições gerais que eles se encontram durante todas as etapas da cadeia, desde a escolha da semente mais adequada até o consumidor final, sua importância se dá, sobretudo, por facilitar a identificação de possíveis falhas e deformações no produto e melhorar as consequências e perdas de recalls (LIGA, 2019).
Inteligência Artificial	A Inteligência Artificial está relacionada a ideia de, através da construção de computadores, obter-se nesses as mesmas características do cérebro humano. Nesse sentido, busca-se simular a capacidade humana de raciocinar, tomar decisões e resolver problemas complexos (CHIOVATTO, 2019).	A Inteligência Artificial atua em diversos âmbitos do agronegócio, desde as análises de solo para a plantação até a colheita da safra, com tomada de decisão rápidas frente a problemas, a tecnologia pode ser observada em uma série de aplicações, tais como em identificação de fenômenos climáticos, veículos autônomos e assistente virtual inteligente que entrega por voz ao produtor rural informações, análises e recomendações referentes às mais diversas variáveis e tarefas do dia a dia da atividade agropecuária – clima, umidade do solo, telemetria de máquinas, gestão de silos e controle de irrigação (AGRUSDATA, 2020).

Quadro 6 - Tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 e aplicação no Agronegócio
Fonte: Elaborado pelo autor com base em levantamento bibliográfico

Tecnologia	Antes da porteira	Análise laboratorial	Controle biológico	Economia compartilhada	Fertilizantes, inoculantes e nutrientes	Genômica e biotecnologia	Nutrição de saúde animal	Sementes e mudas	Serviços financeiros
Segurança da Informação	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Realidade aumentada		X							
<i>Big Data & Data Analytics</i>	X	X			X	X	X	X	X
Robótica	X	X							
Simulação				X					X
Impressão 3D			X						
Sistemas integrados			X		X				X
Computação em nuvem	X				X	X	X	X	X
Internet das coisas	X	X				X			X
<i>Blockchain</i>									X
Inteligência artificial	X	X			X	X	X	X	X

Tecnologia	Dentro da porteira	Agropecuária de precisão	Aquicultura	Conteúdo, educação e rede social	Diagnóstico de imagem	Gestão de resíduos e água	Máquinas e equipamentos	Meteorologia e irrigação	Monitoramento	Sensoriamento remoto	Sistema de Gestão Agropecuária e de fazendas	VANT
Segurança da Informação	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Realidade aumentada	X			X								
<i>Big Data & Data Analytics</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Robótica	X			X			X	X				X
Simulação	X		X					X	X		X	
Impressão 3D	X											
Sistemas integrados	X	X					X				X	
Computação em nuvem	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Internet das coisas	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Blockchain</i>	X								X		X	
Inteligência artificial	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tecnologia	Depois da porteira	Alimentos inovadores e novas tendências	Armazenamento, infraestrutura e logística	Bioenergia e biodiversidade	Consultoria, aceleração e associação	Fábrica de plantas e novas formas de plantio	Loja autônoma e gestão do varejo	Mercearia on-line	Plataforma de negociação e marketplace	Restaurantes on-line e kit de refeições	Segurança alimentar e rastreabilidade	Sistema de embalagem e meio ambiente e reciclagem
Segurança da informação	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Realidade aumentada											X	
<i>Big Data & Data Analytics</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Robótica							X					X
Simulação		X	X				X		X			
Impressão 3D	X											
Sistemas integrados		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Computação em nuvem	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Internet das coisas		X	X			X	X	X			X	X
<i>Blockchain</i>		X				X	X	X	X	X	X	
Inteligência artificial	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Quadro 7 - Tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 em aplicações antes, dentro e depois da porteira
Fonte: Elaborado pelo autor com base em levantamento bibliográfico

3.4. As empresas do “Vale do Piracicaba”

O presente trabalho, após identificar as tecnologias e boas práticas presentes na Indústria 4.0, por meio de um levantamento bibliográfico, buscou caracterizar por meio de um levantamento junto as 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.

Bem assim, aplicou-se um questionário, o qual teve a colaboração de 15 empresas respondentes. Nesse sentido, destaca-se que, através da primeira seção, caracterização do participante, pode-se identificar que 9 empresas não estavam localizadas em Piracicaba mas mantinham vínculo com o Vale do Piracicaba através da associação a incubadora e *coworkings*. Enquanto isso, 6 empresas estavam localizadas em Piracicaba – SP, sendo que, dado a população de 41 AgTechs no município (EMBRAPA, 2019), atingiu-se 14,63% desta.

Compreendido os dados do participante, iniciou-se a seção dois do questionário, que tratou sobre a AgTech. Esta foi desenvolvida para se obter melhor entendimento sobre o perfil da empresa respondente. Bem assim, através da primeira seção fora possível identificar que 60% das AgTechs respondentes iniciaram suas atividades posterior ao ano de 2016, sendo que, de forma majoritária, possuem menos de 10 funcionários, ou seja, 67% das empresas. Somado a isso, pode-se perceber a relevante porcentagem de 47% de AgTechs com sede própria e identificar que estas se encontram, em sua maioria, ou seja, 40% em estágio de *scale-up*.

A seção três do questionário tratou-se acerca das tecnologias. Nesse sentido, esta foi desenvolvida para que se obtivesse a identificação dos fatores motivadores de adoção, benefícios e desafios de implementação das tecnologias desenvolvidas por estas AgTechs.

Inicialmente, constata-se através das Figuras 2 e 3 que a maioria das AgTechs, 60%, realizam o desenvolvimento da tecnologia de forma interna, sem intermediação, sendo que 60% já se encontra no estágio de operação e manutenção. Destaca-se ainda que, identificou-se que este desenvolvimento interno é realizado comumente por 3 ou 4 pessoas, com 38% em cada cenário, sendo a expertise média de programação destes funcionários o nível de mestrado, apresentando uma porcentagem de 45%.

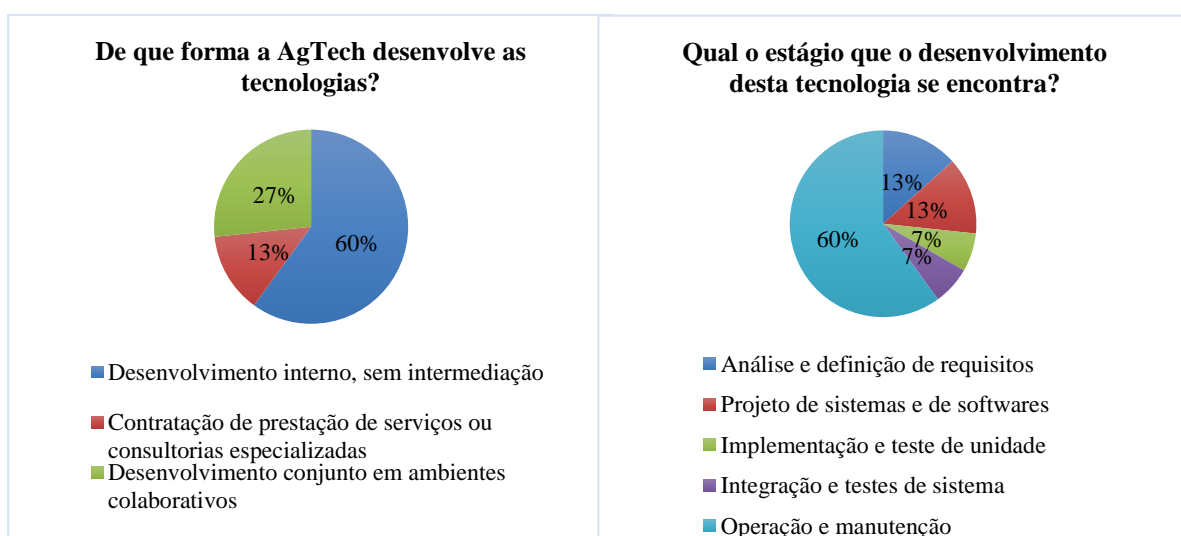


Figura 2 - Forma de desenvolvimento da tecnologia
Fonte: Da pesquisa (2020)

Figura 3 - Estágio de desenvolvimento da tecnologia
Fonte: Da pesquisa (2020)

Abordou-se no presente trabalho as tecnologias da Indústria 4.0 e suas aplicações no agronegócio por meio de um levantamento bibliográfico. Este pode ser comparado a Figura 4 que exhibe as tecnologias propostas pelas AgTechs do “Vale do Piracicaba”, onde destaca-se o desenvolvimento daquelas ligadas a *Big Data & Data Analytics* (21%), Computação em Nuvem (19%), Sistemas Integrados (18%) e Inteligência Artificial (16%). Observa-se ainda a inexistência, na pesquisa, de empresas que desenvolvessem aquelas ligadas à robótica e realidade aumentada.

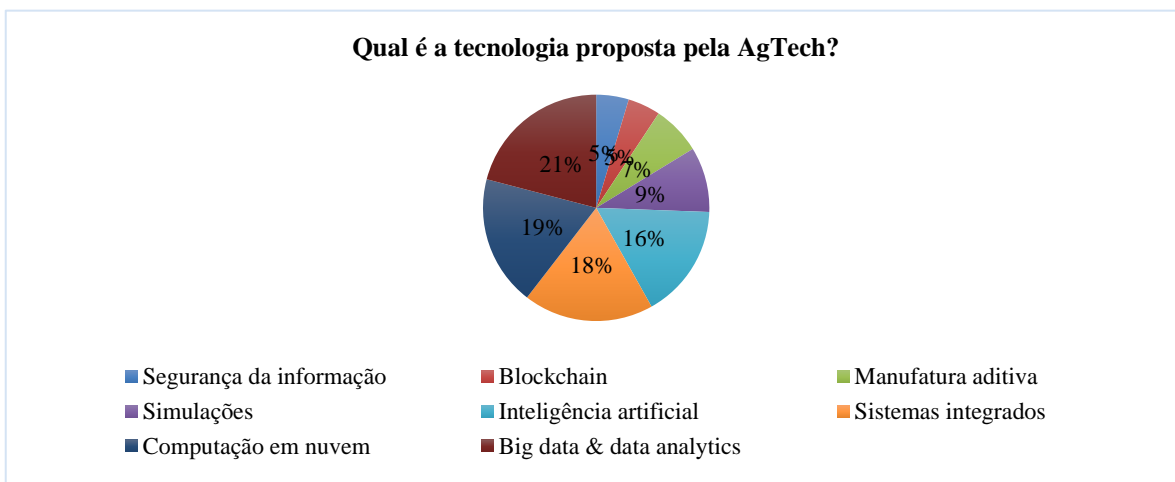


Figura 4 - Tecnologia proposta pela AgTech
Fonte: Da pesquisa (2020)

Através das Figuras 5, 6 e 7 faz-se possível observar que a grande maioria das tecnologias desenvolvidas por estas AgTechs, 53% atuam dentro da fazenda, sendo que se há um destaque para as categorias: Monitoramento (20%), Agropecuária de Precisão (13%), Controle Biológico (13%), e também a Plataforma de negociação e *marketplace* de vendas (13%). Com relação ao investimento para o desenvolvimento da tecnologia, estas AgTechs contaram em sua maioria com Fundo Perdido (34%) e Capital de Risco (20%). Este fato se sobrepõe a principal barreira deste desenvolvimento identificada por essas AgTechs, 47% responderam o valor do investimento inicial necessário para tal feito.

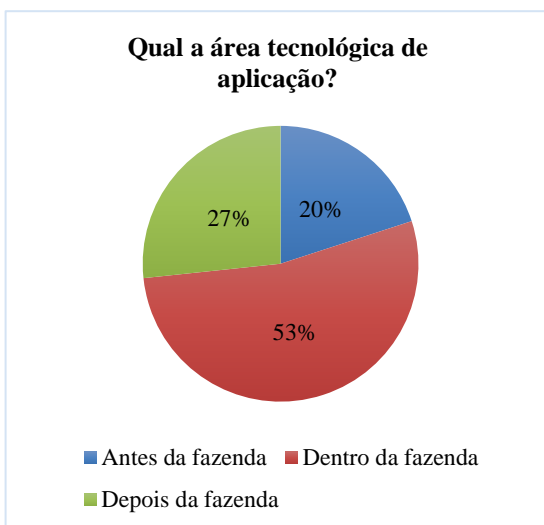


Figura 5 - Área tecnológica de aplicação
Fonte: Da pesquisa (2020)

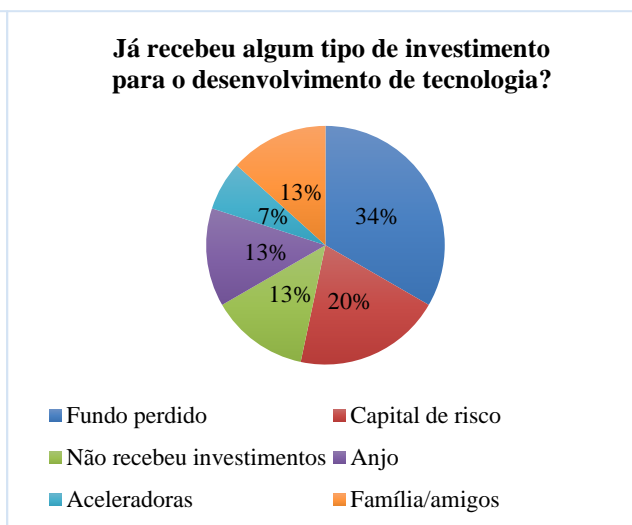


Figura 6 - Investimento destinado a tecnologia
Fonte: Da pesquisa (2020)

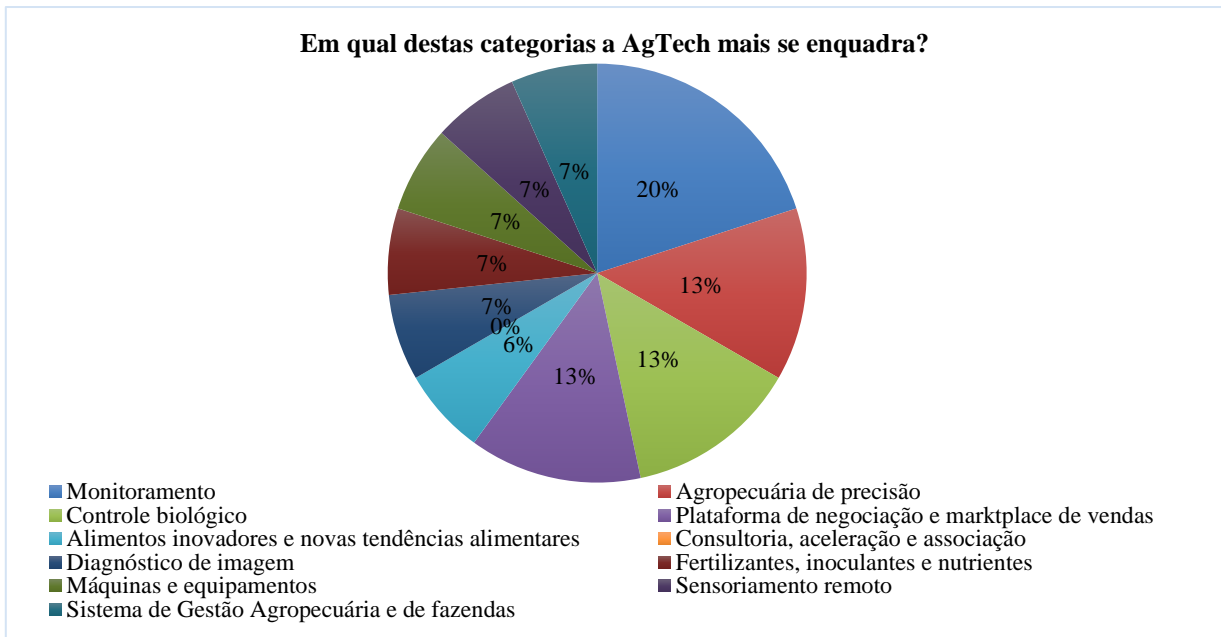


Figura 7 - Categorização da AgTech
Fonte: Da pesquisa (2020)

Para o desenvolvimento desta tecnologia 87% das AgTechs afirmam ter realizado uma viabilidade econômica, sendo que acreditam que as principais funcionalidades destas tangem: Detecção e/ou controle de pragas (11%), Detecção e/ou controle de doenças (11%), Obtenção de informações e planejamento de atividades (11%) e Detecção e/ou controle de falhas operacionais no plantio, no uso de agroquímicos, no controle biológico, na irrigação e na colheita (9%).

Por conseguinte, a seção três, e última do questionário, tratou acerca da percepção interna de mercado sobre a tecnologia ofertada pela AgTech. Dessa forma, pode-se observar os resultados obtidos através das Figuras 8, 9, 10 e 11.

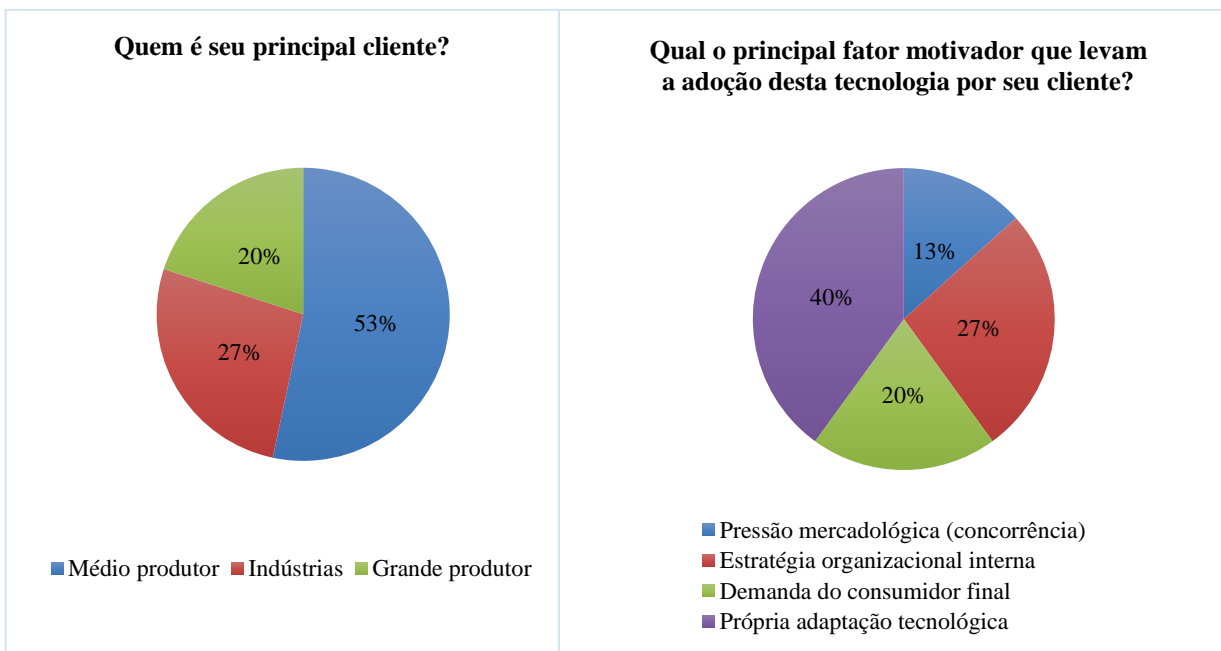
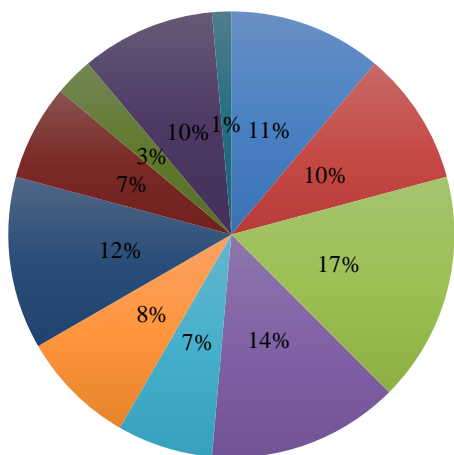


Figura 8 - Principal cliente
Fonte: Da pesquisa (2020)

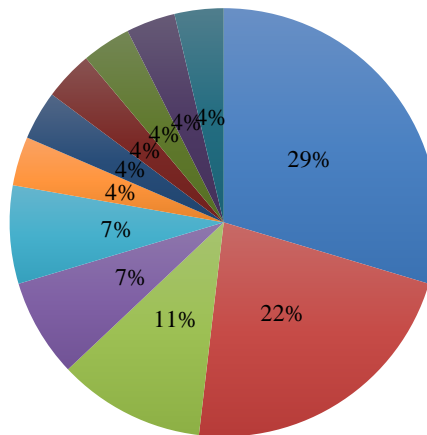
Figura 9 - Motivador de adoção da tecnologia pelo cliente
Fonte: Da pesquisa (2020)

Quais os benefícios oferecidos por quem adotada esta tecnologia?



- Aumento da produtividade
- Aumento do lucro
- Redução de custos
- Otimização no uso de insumos como sementes, fertilizantes, defensivos, agentes de controle biológico e água
- Redução do impacto ambiental da produção
- Maior facilidade de comercialização dos produtos
- Maior acesso a vendas diretas ao consumidor
- Maior qualidade dos produtos

Quais as barreiras na adoção desta tecnologia por parte de seu cliente?



- Falta de conhecimento sobre quais as tecnologias mais apropriadas para o uso na propriedade
- Falta de capacitação própria em tecnologias de agricultura digital
- Problemas ou falta de conexão à internet nas áreas rurais
- Valor do investimento para aquisição de máquinas, equipamentos e/ou aplicativos
- Obtenção de mão-de-obra externa qualificada e especializada no uso dessas tecnologias
- Incompatibilidade de equipamentos/tecnologias para o processamento dos dados, informações e imagens disponíveis
- Adequação e aceitação pelo consumidor final
- Conhecer o produto
- Dedicação do cliente à adoção tecnológica ao custo de esforço em médio a longo prazo

Figura 10 - Benefícios pela adoção da tecnologia
Fonte: Da pesquisa (2020)

Figura 11 - Barreiras na adoção pelo cliente
Fonte: Da pesquisa (2020)

Através desta última seção foi possível identificar a percepção do mercado na visão das AgTechs. Nesse sentido, identificou como principal cliente destas empresas o Médio Produtor (53%), não se relatando a presença de Governos, Multinacionais e Pequeno Produtor. Somado a isso, destaca-se a própria adaptação tecnológica (40%) como principal fator motivador de adoção da tecnologia, que por sua vez em grande parte reduz os custos (17%). Ademais, as principais barreiras na adoção relatadas foram a falta de conhecimento sobre quais as tecnologias mais apropriadas para o uso na propriedade (29%) e falta de capacitação própria em tecnologias de agricultura digital (22%).

4. Considerações Finais

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 relacionadas com a implementação da Indústria 4.0, por meio de um levantamento bibliográfico e consulta aos mais atuais *reports* acerca da temática. 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, dos benefícios, dos desafios de implementação e das percepções de incorporação de produtos tecnológicos no segmento.

O foco de investigação no “Vale do Piracicaba” - o denominado Vale do Silício do Agronegócio - reforça a intenção de identificar as melhores práticas gerenciais para o empreendedorismo tecnológico no contexto brasileiro. Trata-se de uma pesquisa em desenvolvimento em que se anseia compreender as características que demarcam o desenvolvimento de tecnologias aderentes com a Indústria 4.0.

Os resultados iniciais, apresentados nesse artigo, evidenciam que trabalhos futuros podem e devem cobrir pontos de vista complementares, como a influência dos ambientes colaborativos no poder de inovação e no alinhamento das soluções desenvolvidas com as reais necessidades do mercado. Cabe ainda se observar as práticas estabelecidas por outros segmentos desenvolvedores de tecnologia – como os das *fintechs e healthtech* - que podem ser implementadas no Agronegócio.

Referências

- AGROSIMULADOR. Tecnologia de simulação. 2020. Disponível em: <<https://agrosimulador.com.br>>. Acesso em: 02 nov. 2019.
- AGRUSDATA. Agrônomo digital. 2020. Disponível em: <agrusdata.com/agronomo-digital/>. Acesso em: 02 nov. 2019
- ARÁUJO, H. P. DA SILVA, R. B. A. R. A tecnologia digital blockchain: análise evolutiva e pragmática. 2017. Disponível em: <revistarefas.com.br/index.php/RevFATECZS/article/view/98>. Acesso em: 20 out. 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.
- AZUMA, R. A Survey of Augmented Reality. 1997. Disponível em: <<http://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2019.
- CARNEVALLI, J. A.; MIGUEL, P. A. C. Desenvolvimento da pesquisa de campo, amostra e questionário para realização de um estudo tipo survey sobre a aplicação do QFD no Brasil. 2001. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/afe0/f3ec85f119ef60c609d9ce3715b99d873431.pdf>>. Acesso em: 04 dez. 2019.
- CHIOVATTO, M. Watson, uso de inteligência artificial (AI) e processos educativos em museus. 2019. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/re-doc/article/view/40293/30495>>. Acesso em: 23 out. 2019.
- 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.

DISTRITO. Indústria 4.0 mining report. 2018. Disponível em: <<https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/br/pdf/2019/03/br-industria-40-Mining-Report-2sem2018.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2019.

DISTRITO. AgTech mining report. 2018. Disponível em: <<https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/br/pdf/2018/06/br-agtech-mining-report-2018.pdf>>. 15 set. 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. Segurança em sistema de informação. 2005. Disponível em: <www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do53_7.htm>. Acesso em: 13 out. 2019.

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.

EMBRAPA; SP VENTURES; HOMO LUDENS. Radar AgTech Brasil: mapeamento das startups do setor agro brasileiro. 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1116167/radar-agtech-brasil-2019-mapeamento-das-startups-do-setor-agro-brasileiro>>. Acesso em: 25 set. 2019.

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.

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

MATTAR, F. N. Pesquisa de marketing: edição compacta. São Paulo: Atlas, 1996.

MEREDITH, J. Building operations management theory through case and field research. Journal of Operations Management, v. 16, p.441-454, 1998.

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

MONTEIRO, M. T. F. A impressão 3d no meio produtivo e o design. 2015. Disponível em: <anapaulanasta.com/wp-content/uploads/2015/09/Dissertação-Marco-Túlio-Ferreira-Monteiro.pdf>. Acesso em: 19 out. 2019.

OLIVEIRA, M. P.; PANDOLFI, M. A. C.; COIMBRA, C. C. Sistemas gerenciais no agronegócio. 2018. Disponível em: <<https://simtec.fatectq.edu.br/index.php/simtec/article/view/263/215>>. Acesso em: 15 out. 2019.

OSTEC. Segurança para o agronegócio. 2019. Disponível em: <<https://www.ostec.com.br/solucoes/por-mercado/agronegocio>>. Acesso em: 21 nov. 2019.

OTTONI, A. L. C. Introdução à robótica. 2010. Disponível em: <https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/orcv/materialdeestudo_introducaoarobotica.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2019.

PEDERNEIRAS, G. Integração entre sistemas. 2019. Disponível em: <<https://www.industria40.ind.br/artigo/17953-integracao-entre-sistemas-na-industria-40>>. Acesso em: 17 nov. 2019.

PEREIRA, F. P. A. Big data e data analysis: visualização de informação. 2015. Disponível em:
<<https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/40106/1/Big%20Data%20e%20Data%20Analysis%20-%20Visualização%20de%20Informação.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2019.

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

RANDON, G. CECCONELLO, I. Simulação como tecnologia habilitadora da Indústria 4.0. 2019. Disponível em:
<www.ucs.br/etc/revistas/index.php/scientiacumindustria/article/view/7765/pdf>. Acesso em: 20 nov. 2019.

REDIVO, A. R.; REDIVO, A.; TRÊS, C. D.; Ferreira, G. A. *Revista Contabilidade & Amazônia*, Sinop, v. 1, n. 1, art. 6, pp. 43-52. 2008.

RIPOLI, M. L. C. Realidade aumentada transformando a agricultura. 2019. Disponível em:
<<https://rvtv.com.br/2019/03/08/realidade-aumentada-transformando-a-agricultura/>>. Acesso em: 15 nov. 2019.

SANTOS, T. Fundamentos da computação em nuvem. 2018. Disponível em:
<encurtador.com.br/acpsL>. Acesso em: 10 nov. 2019.

SILVA, B. P. S.; CELES, S. F.S.; BORGES NETO, J. B.; VIEIRA. M. A. M.; VIEIRA, L. F.; GOUSSEVSKAIA, O. N.; LOUREIRO, A. A. F. Internet das coisas: da teoria à prática. 2018. Disponível em: <<https://homepages.dcc.ufmg.br/~mmvieira/cc/papers/internet-das-coisas.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2019.

STARTAGRO. O futuro da agricultura de precisão está na computação em nuvem. 2017. Disponível em: <www.startagro.agr.br/o-futuro-da-agricultura-de-precisao-esta-na-computacao-em-nuvem/>. Acesso em: 19 out. 2019.

SUMMITAGRONEGÓCIO. Como as impressoras 3D podem ser úteis na agricultura? 2019. Disponível em: <<https://summitagro.estadao.com.br/impressao-3d-utilidade-agricultura/>>. Acesso em: 28 out. 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.

VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case research in operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, v.22, n.2, p.195-219, 2002.