

O AGRONEGÓCIO 4.0: TECNOLOGIA COMO ALTERNATIVA PARA AUMENTAR PRODUTIVIDADE E RENDIMENTO

Carlos D. Q. Pereira¹, Julio A. A. Dutra²

¹Discente do curso de Administração da Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG (Unidade Frutal), carlosdaniel.queiroz@hotmail.com.

²Mestre em Desenvolvimento Regional. Professor Efetivo da Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, julio.dutra@uemg.br.

RESUMO

Este artigo discorre acerca do agronegócio 4.0 e das tecnologias inovativas envolvidas nesta perspectiva, objetivando o aumento da produtividade e do rendimento no campo. O agronegócio é um setor de destaque no Brasil, que vem se adaptando às inovações como a inserção de tecnologias de *blockchain*, internet das coisas (IoT), impressão em três dimensões (3D) e a utilização de inteligência artificial. Objetiva-se tratar do agronegócio 4.0, abordando suas implicações e reflexões no negócio rural, sendo feita uma pesquisa bibliográfica selecionando livros e artigos que tratam da temática. A Agro 4.0 tem uma metodologia computacional com alta performance, havendo rede de sensores, comunicação máquina para máquina (M2M), computação em nuvem, conectividade entre dispositivos móveis, métodos e soluções analíticas para processar grandes volumes de dados e construir sistemas de suporte à tomada de decisões de manejo. Ademais, a utilização de inovações tecnológicas colabora para aumentar índices de produtividade, da eficiência do uso de insumos, da redução de custos com mão de obra, melhorar a qualidade do trabalho e a segurança dos colaboradores e diminuir os impactos ambientais. Diante o exposto, é possível concluir que o agronegócio brasileiro tem grande potencial de crescimento aliado à tecnologia. Dada a demanda global por alimentos tendo um crescimento constante, diversos países terão problemas para suprir essa demanda. Dessa forma, a tecnologia torna-se uma aliada, sendo fator potencializador no processo de desenvolvimento agrícola brasileiro.

Palavras-chave: inovação; agricultura; produção.

ABSTRACT

This paper discusses agribusiness 4.0 and the innovative technologies involved in this perspective, aiming to increase productivity and yield in the field. Agribusiness is a prominent sector in Brazil, which has been adapting to innovations such as the insertion of blockchain technologies, internet of things (IoT), three-dimensional printing (3D) and the use of artificial intelligence. The objective is to deal with agribusiness 4.0, addressing its implications and reflections on rural business, being carried out a bibliographic research selecting books and articles that deal with the theme. Agro 4.0 has a high-performance computational methodology, with a sensor network, machine-to-machine (M2M) communication, cloud computing, connectivity between mobile devices, analytical methods and solutions to process large volumes of data and build socket support systems. of management decisions. Furthermore, the use of technological innovations collaborates to increase productivity rates, the efficiency of the use of inputs, the reduction of labor costs, improve the quality of work and the safety of employees and reduce environmental impacts. Given the above, it is possible to conclude that Brazilian agribusiness has great potential for growth combined with technology. Given the constant growth of global demand for food, many countries will have trouble meeting this demand. In this way, technology becomes an ally, being a potentiating factor in the process of Brazilian agricultural development.

Keywords: innovation; agriculture; production.

1 INTRODUÇÃO

É possível afirmar conforme dados disponibilizados pela Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil - CNA que o agronegócio é um dos setores que vem crescendo constantemente, representando aproximadamente 27% do Produto Interno Bruto (PIB) do país em 2020. Diante de suas particularidades e multiplicidade, em particular pelo clima favorável e disponibilidade de terras férteis, o Brasil é um país que tem vocação para a produção e subprodução de produtos derivados da agricultura e da pecuária. Deste modo, o agronegócio no Brasil tem demonstrando considerável crescimento no mundo, sendo o Brasil o quarto maior exportador mundial de produtos agropecuários, além disso, até outubro de 2021 o volume das exportações do agronegócio cresceu 20,6% em comparação ao ano de 2020 (CNA, 2021).

As tecnologias de *blockchain*, a internet das coisas (IoT), a impressão em três dimensões (3D) e a inteligência artificial auxiliam na concepção de uma rede de mercados baseada em plataformas de pequenas organizações. Assim, negócios fundamentados em alta tecnologia possuem o potencial de colaborar para o sucesso da empresa e redução da desigualdade em regiões subdesenvolvidas (MONTEIRO; OLIVEIRA; NAKAI, 2014).

O agronegócio 4.0 emprega metodologias computacionais de alto desempenho, rede de sensores, computação em nuvem, comunicação máquina para máquina (M2M), conectividade entre dispositivos móveis, métodos e soluções analíticas para processar grandes volumes de dados e edificar sistemas de suporte à tomada de decisões de manejo. Ademais, colabora para aumentar os níveis de produção, da eficácia da utilização de insumos, da diminuição de custos com mão de obra, aprimorar a qualidade do trabalho e a segurança dos trabalhadores e reduzir os impactos ao meio ambiente. Abrange, desta maneira, a agricultura e pecuária de precisão, a automação e a robótica agrícola, além das técnicas de *bigdata* e a Internet das Coisas (MASSRUHÁ; LEITE, 2017). Essas novas tecnologias são essenciais para a eficiência do processo do agronegócio mundial, sendo inseridas no cotidiano do agronegócio brasileiro, demandando mais estudos sobre o tema - o que justifica o presente estudo.

O setor agrícola apresenta algumas características peculiares. como: dependência do clima, relação do tempo de produção com o tempo de trabalho, dependência de condições biológicas, terra participante da produção, estacionalidade da produção, incidência de riscos (que são em maiores proporções), sistema de competição econômica, produtos não uniformes e alto custo de saída e/ou entrada. Assim, as ferramentas tecnológicas servem para prestar um auxílio neste sentido, onde deve o gestor rural analisar as características em conjunto e observar o efeito destas em conjunto às particularidades inerentes à atividade rural. Observa-se que no âmbito rural, a elaboração e implementação de planejamento representam um desafio grande, pois os empreendimentos nesse meio estão sujeitos a um considerável número de variáveis, como as citadas acima, o que resulta em uma complexidade mais abrangente no gerenciamento.

Pensando nessas características, o presente trabalho tem como objetivo tratar do agronegócio 4.0, abordando suas implicações e reflexões sobre as práticas e a inserção de novas tecnologias no processo. Buscando uma explanação sobre a temática do agronegócio, o trabalho foi dividido em três tópicos, iniciando pelas abordagens históricas, tratando da Revolução industrial, Indústria 4.0 e do Agronegócio 4.0. Posteriormente, trata-se do agronegócio e a aplicação da indústria 4.0 na melhoria da produtividade e rendimento, tratando-se da conjuntura atual do agronegócio (ponderações sobre a economia e realidade), formas de aprimorar a produtividade e rendimento no agronegócio, dificuldades e desafios do agronegócio 4.0 e das Tecnologias da informação e da comunicação (TIC) no campo. Por fim, é discorrido acerca dos benefícios do agronegócio 4.0, fazendo analogia à agricultura digital e ao meio rural.

Além do exposto, justifica-se explicar mais sobre o Agronegócio 4.0 pelo fato de diversas previsões mundiais indicarem que nos próximos 50 anos os maiores desafios da humanidade vão ser energia, água, alimentos, meio ambiente e economia. Considerando que o Agronegócio

4.0 aprimora a produtividade e rendimento, torna-se essencial estudar mais sobre a aplicabilidade do mesmo.

Ainda, a agricultura é a atividade econômica que mais depende das condições climáticas. O clima além de influenciar o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das culturas, igualmente atinge o vínculo das plantas com insetos e microrganismos, beneficiando ou não o acontecimento de pragas e doenças. O monitoramento agrometeorológico é a coleta sistemática e ininterrupta de dados meteorológicos para a produção de informações de interesse ou uso agrícola, que pela Agro 4.0 resta como aprimorado, pois tem-se sistemas que integram de maneira coordenada e síncrona as funções de coleta, transmissão e processamento de dados podem viabilizar informações agrometeorológicas atualizadas em tempo quase real, beneficiando assim diversas práticas agrícolas com excelentes estimativas de produtividade (MONTEIRO; OLIVEIRA, NAKAI, 2014).

Assim, a Agro 4.0 torna-se essencial, pois além de oferecer tecnologias que beneficiam o agronegócio como um todo, evolui produções rurais, aumenta a produtividade, monitora operações agrícolas e torna-se uma resposta para problemas atuais e futuros neste setor, sendo um divisor de águas.

2 ABORDAGENS HISTÓRICAS

2.1 REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

A Revolução Industrial teve grande relevância para a sociedade atual e principalmente para o surgimento da revolução tecnológica vivida até os dias atuais. É certo que além de toda tecnologia, produção em massa, entre outros avanços trouxeram grandes problemas e o mundo conheceu o capitalismo e a busca pelo lucro, sem respeito às vidas humanas. Em face aos problemas surgiram movimentos revolucionários, para tentar melhorar as condições de vida dos trabalhadores, movimentos estes inspirados na Revolução Francesa e nos ideais iluministas. É certo que Revolução industrial marcou toda uma história e seus reflexos são vividos até os dias atuais com grande Revolução tecnológica que parece não ter fim, e até o seu lado negativo, foi positivo, pois para os trabalhadores foi uma forma de lutar pelos seus ideais e despertar da exploração aos quais eram submetidos. O mundo conheceu a industrialização a produção em massa, as pessoas tinham o conforto de usar produtos que anteriormente lhes eram restritos, entretanto, os seus reflexos negativos também são reconhecidos até hoje, além do capitalismo desenfreado, também doenças relacionadas ao cotidiano de stress e agitação, desemprego devido a substituição do homem pelas máquinas. Enfim é de suma importância conhecer a Revolução Industrial em todo seu desdobramento para entendermos o avanço tecnológico e todos os problemas de uma sociedade industrializada (CAVALCANTE; SILVA, 2011).

Pouco mais de 200 anos desde a primeira Revolução Industrial, significativos avanços tecnológicos vêm alterando a organização econômica, política e social das sociedades ao redor do globo. A quarta Revolução Industrial – com progressões de tal ordem que impactarão a escala, o escopo e a complexidade dos negócios – soma-se às pressões por sustentabilidade, alterando profundamente os drivers de competitividade dos negócios no século XXI (MAGALHÃES; VENDRAMINI, 2018, p. 41).

Assim, em meio a essa (r)evolução destaca-se a inserção de novas tecnologias. As tecnologias de *blockchain*, a internet das coisas (IoT), a impressão em três dimensões (3D) e a inteligência artificial facilitam a formação de uma rede de mercados com base em plataformas de pequenas empresas. Manufaturas podem ser estruturadas em menor escala e com cadeias de fornecimento mais curtas. Novos modelos de negócios fundamentados em alta tecnologia têm o potencial de contribuir para a redução da desigualdade em regiões subdesenvolvidas. A

conectividade também pode promover uma gestão mais eficiente de uso de materiais e criar ciclos circulares por meio da reciclagem, como vem acontecendo com empresas como Philips, IBM, Cisco, GE e AGCO. Por outro lado, as novas tecnologias, ao reduzir os custos de produção e distribuição, podem induzir a um grande aumento de consumo, gerando impactos ambientais negativos. Segundo o Global E-waste Monitor, o lixo eletrônico cresceu 8% entre 2014 e 2016, e a previsão é de que aumente 17% até 2021. Cientistas que trabalham com biotecnologias alertam também sobre riscos de contaminação ambiental (MAGALHÃES; VENDRAMINI, 2018).

No agronegócio a inserção de tecnologias propicia a eficiência em resultados positivos, sendo consideradas tecnologias todas as melhorias geradas através de um investimento. Techedge (2020) ressalta que a inserção de recursos tecnológicos de informação no campo pode auxiliar nos diferentes processos como a otimização do plantio, o controle adequado de pragas, melhoria das técnicas, entre outras.

As tecnologias digitais são pouco difundidas na indústria brasileira. Pesquisa com empresários do setor realizada pela consultoria PricewaterhouseCoopers (PwC) mostra que, no Brasil, apenas 9% deles acreditam ter nível avançado de digitalização, enquanto no México e na China esse percentual é de 40%. Segundo levantamento da Confederação Nacional da Indústria (CNI), no Brasil, buscam-se melhorias incrementais e aumentos de eficiência e de produtividade. Raramente se aproveita o potencial das tecnologias para promover mudanças disruptivas, como desenvolver novos produtos ou novos modelos de negócios. Falta conhecimento sobre quais tecnologias são as mais adequadas para cada empresa. Os altos custos de implantação e a baixa qualificação da mão de obra são outros fatores limitantes (MAGALHÃES; VENDRAMINI, 2018, p. 42).

Os equipamentos autônomos, quando se fala em tecnologia da informação no agronegócio estão presentes em diversas vertentes. Essas tecnologias autônomas permitem o monitoramento e a execução de atividades durante as 24 horas do dia. Marques (2019) ressalta que o sucesso no setor do agronegócio se dá por meio de ferramentas tecnológicas que auxiliem no gerenciamento de riscos com a aplicação de tecnologias de ponta no desenvolvimento de lavouras e criações.

O Brasil avança rapidamente no uso das tecnologias da quarta Revolução Industrial em outros setores. No setor agrícola, por exemplo, o uso da biotecnologia e da edição genética amplia consideravelmente a produtividade das plantas. Nas fazendas, robôs e drones com sensores conectados à internet, mecanismos de reconhecimento de imagem e inteligência artificial são capazes de identificar com antecedência doenças, pragas e condições ambientais adversas. Esses equipamentos também conseguem controlar com precisão e eficiência o uso de água, de produtos químicos e de energia. Já no setor financeiro, a inteligência artificial permite às instituições oferecer melhores serviços; e o blockchain possibilita a criação de meios de pagamento e empréstimos diretamente entre pessoas, com baixo custo (MAGALHÃES; VENDRAMINI, 2018).

Auxiliado pela inserção de tecnologia em seus processos, Kruk e Monaretti, (2019) destaca que as métricas de competitividade do agronegócio brasileiro possuem desempenho igual ou até superior aos seus principais concorrentes mundiais. Techedge (2020) apresenta que o desenvolvimento das empresas de tecnologia voltadas ao agronegócio no Brasil, que já são mais de 135 startups, corroboram com o crescimento dos resultados do agronegócio nacional.

2.2 INDÚSTRIA 4.0

Antes de tratar da indústria 4.0, ressalta-se que:

Segundo o Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas (UN DESA), é estimado que em 2050 a população mundial chegue a 9,8 bilhões de pessoas e em 2100 ultrapasse os 11 bilhões (“World population projected to reach 9.8 billion in 2050, and 11.2 billion in 2100”, 2017). Quanto maior a população, maiores são as necessidades em produzir alimentos, ou seja, é inevitável que a indústria agrícola supra essa demanda. Assim, como fazer para aumentar a produtividade e a qualidade na produção rural para sustentar a demanda da população? A tecnologia tem se mostrado grande aliada a resolver problemas da humanidade, seja ela aplicada em tratamentos médicos, nos meios de transportes, nos meios de comunicação, entre outros segmentos. Da mesma forma como os outros setores, o meio rural também está se beneficiando dos avanços tecnológicos para aumentar sua produção e reduzir desperdícios (RODRIGUES et al., 2018, p. 68).

A primeira revolução industrial iniciada no final do século XVIII marcou a transição dos métodos de produção artesanais para processos de produção mecanizados. Essas mudanças revolucionaram não só a economia, com o aumento da produtividade, mas a vida cotidiana das pessoas. Desde então, a indústria tem passado por transformações tanto nos seus sistemas de produção, quanto de gestão (SANTOS et al., 2018).

A Indústria 4.0 surge como uma estratégia de longo prazo do governo alemão, que foi adotada como parte do High-Tech Strategy 2020 Action Plan, em 2011 (KAGERMANN; HELBIG; HELLINGER, 2013), para assegurar a competitividade da sua indústria. Em 2013, o Ministério Alemão da Educação e da Investigação cria um grupo de trabalho constituído por representantes da indústria, do mundo acadêmico e da ciência com o objetivo de promover a pesquisa e a inovação e acelerar o processo de transferência de resultados científicos para o desenvolvimento de tecnologias comercializáveis (KHAN; TUROWSKI, 2016b). Desde então, o governo alemão institucionalizou seu compromisso com a indústria na criação de uma plataforma liderada pelos Ministérios da Economia e de representantes de negócios, da ciência e dos sindicatos (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016). O primeiro relatório elaborado pela plataforma foi publicado em abril de 2015 e apresentou a utilidade da Indústria 4.0 para a economia e sociedade como um dos aspectos chave a serem explorados no futuro (EUROPEAN PARLIAMENT, 2016).

Nas últimas três décadas, o desenvolvimento das tecnologias de informação (TI) e a sua integração nos processos de produção trouxeram benefícios ao nível de toda cadeia de valor. A evolução na capacidade das tecnologias alavancou a produtividade industrial, reduzindo os custos de produção e fornecendo soluções eficazes para atender os clientes com qualidade, velocidade e melhor custo/benefício (CHENG et al., 2015). Atualmente, a introdução de novos conceitos como a produção baseada na Internet não só permite melhorar a comunicação entre fabricantes, clientes e fornecedores (URBIKAIN et al., 2016) como cria novas maneiras de atender os clientes através de novos modelos de negócios.

Diante desses recentes desenvolvimentos tecnológicos e de um cenário em que há uma procura cada vez maior por produtos personalizados, maior complexidade, maior qualidade e custos reduzidos; a ascensão de um novo modelo de indústria está sendo discutido em todo o mundo sob o tópico de Indústria 4.0 (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016).

Considerada por alguns acadêmicos e empresários como a 4ª revolução industrial (IMPLEMENTATION..., 2016) a Indústria 4.0 é um dos termos utilizados para descrever a estratégia de alta tecnologia promovida pelo governo alemão que está sendo implementada pela indústria. Abrange um conjunto de tecnologias de ponta ligadas à internet com objetivo de tornar os sistemas de produção mais flexíveis e colaborativos. Nessa abordagem, as máquinas usam auto otimização, autoconfiguração e até mesmo inteligência artificial para completar tarefas complexas, a fim de proporcionar eficiências de custo muito superiores e bens ou serviços de melhor qualidade (BAHRIN et al., 2016). Através da implementação generalizada de sensores no ambiente de produção, os mundos físico e virtual fundem-se, dando origem aos

Cyber Physical Systems (CPS). Esses sistemas conectados através da Internet of Things (IoT) interagem uns com os outros, usando protocolos padrão baseados na internet, e analisam dados para prever falhas e adaptar-se às mudanças (THE BOSTON CONSULTING GROUP, 2015).

Essas novas estruturas de produção, dotadas de dispositivos “inteligentes” ligados à rede, onde os produtos e os sistemas de produção obtêm capacidades de comunicação, constituirão as Smart Factories do futuro e são a chave para alcançar o grau de flexibilidade necessário para atender às exigências dos Mercados atuais. Estas exigências surgem de solicitações como expectativas crescentes de produtividade, aumento do número de variantes de produtos, redução de tamanhos de lotes, etc (CHENG et al., 2015).

O tema Indústria 4.0 emerge da sobreposição de vários desenvolvimentos tecnológicos envolvendo produtos e processos (SCHMIDT et al., 2015). Empresas da Europa, Estados Unidos e Ásia (THE BOSTON CONSULTING GROUP, 2015) já iniciaram a corrida para adotar elementos dessa revolução, que enfrenta o desafio de ser altamente automatizada e rentável, além de ser capaz de fornecer produtos diferenciados e personalizados em um ambiente de produção em massa. Com um potencial bastante ambicioso, a Indústria 4.0 promete maior eficácia operacional, ganhos de produtividade, crescimento, e melhoria da competitividade, bem como o desenvolvimento de novos modelos de negócios, serviços e produtos (KAGERMANN; HELBIG; HELLINGER, 2013; KAGERMANN; HELBIG; HELLINGER, 2014). A expectativa é gerar ganhos de produtividade de cerca de 78 mil milhões de euros em seis sectores até 2025 (BAUER et al., 2014). Com ela surgem oportunidades que possibilitarão as empresas integrar as necessidades dos clientes nos seus processos de desenvolvimento e de produção. Por exemplo, à medida que sensores, computadores e máquinas em rede podem comunicar facilmente entre si e com os seus utilizadores em tempo real, processos de produção tornam-se mais visíveis e monitoráveis, reduzindo as taxas de falhas, o que contribui para a melhoria da qualidade. Uma outra tendência é que através da IoS, serviços possam ser oferecidos e utilizados por todos os intervenientes da cadeia de valor, assim, por exemplo, em vez de vender produtos finais, as empresas podem vender o seu know-how ou outros serviços, permitindo que outras empresas ou parceiros usem suas competências e conhecimento para desenvolver seu próprio produto (KHAN; TUROWSKI, 2016a).

2.3 AGRONEGÓCIO 4.0

Com a crescente demanda mundial pelo aumento da produção agrícola, alavancada principalmente pelo crescimento populacional, a busca por novas tecnologias e formas de produção mais otimizadas e sustentáveis é essencial. Além disso, a preocupação da população sobre o que está ingerindo é cada vez maior e comprova que se deve dar maior importância à qualidade da agricultura e dos produtos. Uma das formas de se otimizar a produção agrícola é a utilização da tecnologia, seja com a melhoria de soluções agroquímicas e biológicas, como melhores produtos fitossanitários e aperfeiçoamento da genética de sementes e de animais de corte, seja com as melhorias de processos de criação, produção e gestão. Dessa maneira, a tecnologia tem um papel fundamental nessa revolução (SANTA MARIA, 2018).

O agronegócio brasileiro vem apresentando grande crescimento no mundo, impactando positivamente o PIB e tem se posicionado como referência no mercado internacional de commodities, ocupando em 2017 o 3º lugar na exportação de alimentos e o 2º na produção (JACTO, 2019; BAYER, 2019).

A utilização pelos produtores rurais, em especial os pequenos e os médios, dos instrumentos do mundo digital é, sem dúvida, o caminho para todos que pensam em uma agricultura de alta rentabilidade e sustentável. A partir da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (SAA), atuamos para a criação do movimento AgriFutura. Em evento, em parceria com a Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa do

Agronegócio (FUNDEPAG) e a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), realizado no Instituto Biológico (IB), em São Paulo, no mês de março, reunimos 2,5 mil pessoas – entre produtores rurais, pesquisadores, indústria, comércio, startups e vários outros segmentos – interessadas na tecnologia aplicada ao agronegócio (MAYUMI, 2018).

Por exemplo, as chamadas “agritechs”, startups de tecnologia voltadas para o agronegócio, têm sido responsáveis por uma parte das conquistas dos resultados de produção agrícola do Brasil nos últimos anos, ocasionando uma revolução no campo e proporcionando ganhos de produtividade, qualidade e renda aos produtores. As chamadas “agritechs”, startups de tecnologia voltadas para o agronegócio, têm sido responsáveis por uma parte das conquistas dos resultados de produção agrícola do Brasil nos últimos anos, ocasionando uma revolução no campo e proporcionando ganhos de produtividade, qualidade e renda aos produtores (SANTA MARIA, 2018).

A Internet das Coisas (em inglês, Internet of Things – IoT) já é uma realidade. A cada dia mais “coisas” (máquinas, cidades, elementos de infraestrutura, veículos e residências) se conectam à internet para informar a sua situação, receber instruções e até mesmo praticar ações com base nas informações recebidas. A possibilidade de ligar o mundo físico à Internet e a outras redes de dados tem profundas implicações para a sociedade e a economia. A Internet das Coisas torna possível monitorar e gerenciar operações a centenas de quilômetros de distância, rastrear bens que cruzam o oceano ou detectar a ocorrência de pragas ou doenças na plantação. Mais que a próxima evolução da tecnologia da informação, a Internet das Coisas redefine a maneira como interagimos com o mundo físico e viabiliza formas mediadas por computação – até então impossíveis – de produzir, fazer negócios, gerenciar infraestrutura pública, prover segurança e organizar a vida das pessoas (MASSRUHÁ; LEITE, 2017).

A Internet das Coisas (Internet of Thing – IoT) é um paradigma que fornece tecnologias que viabilizam aos objetos físicos e às intituladas “coisas” se comunicarem entre si, desempenhando incumbências como uma só unidade ou trabalhando de maneira colaborativa, ainda:

A intenção em expandir o uso da IoT tem crescido continuamente, sendo que esse fenômeno pode ser evidenciado com a crescente quantidade de pesquisas publicadas sobre o assunto. Uma das áreas mais beneficiadas com a IoT é a agricultura. Na agricultura, o uso da IoT tem se revelado uma peça fundamental a ser explorada. Com ela surgiram os conceitos de smart farming e agricultura de precisão. A smart farming é composta de máquinas inteligentes e sensores que permitem coletar e utilizar os dados em tempo real. Já a agricultura de precisão é a aplicação de técnicas geoespaciais e sensores para identificar variações no campo e tratá-las de forma mais precisa. A Internet das Coisas surge então como uma tecnologia suportada pela smart farming e pela agricultura de precisão, levando maior automatização por meio de robôs e inteligência artificial para o campo. Na prática, fatores como os avanços nas tecnologias de sensores, a miniaturização dos eletrônicos e o custo mais acessível das tecnologias têm favorecido a utilização da IoT na agricultura e em outros setores (RODRIGUES et al., 2018, p. 68).

Estima-se que já existam mais de quinze bilhões de dispositivos conectados em todo o mundo, incluindo smartphones e computadores. Prevê-se que na próxima década esse valor aumentará drasticamente, atingindo 35 bilhões de dispositivos em 2025, ou 5 vezes a população mundial. O crescente número de aparelhos conectados a sistemas inteligentes que podem compartilhar, processar, armazenar e analisar dados entre si terá como resultado a conexão de bilhões de máquinas e outros dispositivos a redes e a criação de novos dados. Dessa forma, serão necessárias técnicas inteligentes de gestão e análise de dados para extrair insights significativos. Assim, é fundamental o desenvolvimento de diversos setores associados à tecnologia, tais como telecomunicações, serviços de Computação em Nuvem (Cloud Computing) e Análise de Dados (Data Analytics) (CONSULTA PÚBLICA, 2016).

O uso das TIC e das novas tecnologias digitais é um caminho sem volta no mundo rural, na era da Agro 4.0. A TIC é mola propulsora e integradora dessa inovação dentro e fora da cadeia produtiva por ser utilizada em aplicações no melhoramento genético e bioinformática, na pré-produção; agricultura de precisão e equipamentos diversos na produção; melhorias na logística e transporte na pós-produção. Todas estas tecnologias e inovações estarão cada vez mais conectadas, auxiliando na tomada de decisão e gestão rural (MASSRUHÁ; LEITE, 2017).

Até poucos anos atrás, pequenos produtores ou produtores familiares tinham grande aversão ao uso de tecnologias, mesmo se fossem celulares ou smartphones para uso pessoal. Felizmente, esse cenário vem mudando drasticamente. A facilidade de acesso à internet cada vez maior no campo e os preços mais acessíveis de dispositivos eletrônicos têm favorecido e auxiliado desde pequenos produtores até grandes grupos a adotarem a tecnologia a seu favor. Hoje, os profissionais do campo estão mais abertos às novidades e facilidades oferecidas pelos sistemas digitais. Se antes o produtor confiava em sua intuição na hora de plantar, colher ou irrigar, agora ele conta com informações precisas colhidas no campo e cruzadas com diversas outras fontes, como previsões climáticas e imagens atualizadas de satélite ou drones. Algumas startups brasileiras já atuam oferecendo soluções nessas áreas. Outra tecnologia em alta, devido à popularidade alcançada pelas criptomoedas, é o blockchain. Apesar de ele ter sido concebido inicialmente para ser o “livro caixa” das moedas digitais, o fato de se garantirem a imutabilidade da informação gravada e o rastreamento das transações permite que a tecnologia seja empregada, por exemplo, em rastreabilidade de produtos agrícolas, como café, grãos ou qualquer outra cadeia de suprimentos (supply chain). No exterior, já existem startups oferecendo a tecnologia de blockchain especificamente para fins do agronegócio (SANTA MARIA, 2018).

A seguir, tem-se alguns exemplos do Agronegócio 4.0.

A JHON DEERE apresenta uma solução de monitoramento remoto de operações a partir da conexão via internet, através do acesso de informações por meio de laptops, tablets e smartphones. A adoção tecnológica tem a origem na capacidade de coletar, enviar e processar informações, possibilitando o melhoramento da disponibilidade ao desempenho e aos custos de produção da máquina (MARTINS et al. 2016).

Em relação à STARA, esta firma adotou uma tecnologia mundial inédita, a Telemetria – Plataforma conectável, com informações disponíveis em tempo real, conectadas com sistema de gestão da propriedade. Isso possibilita o monitoramento em tempo real de qualquer dispositivo móvel, estabelecendo uma operação mais segura e eficiente. O lançamento ocorreu na Agrishow, em 2016, e a tecnologia foi desenvolvida em parceria com a equipe interna de P&D, colaboradores da SAP Labs Latin America – São Leopoldo e estudantes da área técnica e científica (STARA, 2016).

A firma Yara Brasil Fertilizantes tem como foco a digitalização dos negócios, atuando de forma vertical. Este método atende, de certa forma, as exigências do novo cenário com o desenvolvimento de soluções digitais criativas e inovadoras e, em alguns casos, pioneiras na área de atuação. A Yara ganhou na categoria agronegócio o prêmio da 17ª Edição do prêmio IT Leaders 2017 que revela o aumento considerável de projetos inovadores voltados para a digitalização dos negócios, com foco na melhoria do nível de satisfação dos clientes externos (RIBEIRO, 2018).

A firma AGCO, criada pela Google utiliza como teste o Glass, óculos de realidade aumentada, conectados por tablets para acessar as plataformas. O objetivo é a utilização da tecnologia na linha de montagem dos monoblocos, espécie de chassi dos tratores, os óculos realizam a leitura do código de especificação e identifica o produto. Foi adotado inicialmente nos Estados Unidos, no Brasil ainda está em teste de expansão pela própria firma desde 2015 (10 PEQUENAS..., 2016).

Em relação à STHIL, foi lançado em 2017 um novo centro de P&D, seguindo o modelo padrão da matriz na Alemanha, por meio de salas individuais para testes, espaço para preparação de motores e áreas administrativas. As tecnologias adotadas são pautadas na digitalização, otimização e automatização dos processos fabris, como mencionado na fonte da pesquisa. A previsão para conclusão do centro de P&D, é no final de 2018 (BRASILALEMANHA NEWS, 2017).

3 METODOLOGIA

Metodologicamente, este estudo desenvolveu uma pesquisa de fundamentação teórica partindo de publicações que permitam contextualizar a pesquisa dentro da temática, avaliando o conhecimento já produzido e permitindo a inclusão de estudos de diferentes abordagens (PRODANOV; FREITAS, 2013).

A estratégia da investigação acerca da temática do agronegócio 4.0, abordando suas implicações e reflexões sobre as práticas e a inserção de novas tecnologias no processo, foi definida de modo hipotético-dedutivo, que segundo Campos et al. (2016) permite uma análise crítica do material coletado com foco nos preceitos teóricos objetivando a consistência na pesquisa.

4 AGRONEGÓCIO: A APLICAÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0 NA MELHORA DA PRODUTIVIDADE E RENDIMENTO

4.1 CONJUNTURA ATUAL DO AGRONEGÓCIO: PONDERAÇÕES SOBRE A ECONOMIA E REALIDADE

Nos últimos anos o agronegócio brasileiro passou por intensas transformações, guiado por caminhos econômicos, políticos e sociais, os quais se fazem presentes no mundo rural e estabelecidos estrategicamente pelos diferentes governos e anseios do capitalismo. É notável que o agronegócio brasileiro é um dos principais segmentos de sucesso nas atividades econômicas, o qual proporciona saldo positivo na balança comercial brasileira e é inovador. Contudo, junto a esse cenário, algumas características peculiares e discussões são pertinentes e podem evidenciar como estão os debates acerca do crescimento e desenvolvimento do rural brasileiro. Tais características podem ser evidenciadas na concentração de capitais no campo, mesma estrutura fundiária e relações de trabalho da época colonial, elementos de exclusão social, conflitos sociais, degradação ambiental, autoritarismo e manipulação, desindustrialização e reprimarização (FILIPPI; GUARNIERI, 2020).

A agricultura tal qual se pode observar em um dado lugar e momento aparece em princípio como um objeto ecológico e econômico complexo, composto de um meio cultivado e de um conjunto de estabelecimentos agrícolas vizinhos, que entretêm e que exploram a fertilidade desse meio. Levando mais longe o olhar, pode-se observar que as formas de agricultura praticadas num dado momento variam de uma localidade a outra. E se estende longamente a observação num dado lugar, constata-se que as formas de agriculturas praticadas variam de uma época para outra. Dito de outra forma, a agricultura se apresenta como um conjunto de formas locais, variáveis no espaço e no tempo, tão diversas quanto as próprias observações (MAZOYER; ROUDART, 2010, p. 71).

A tradição econômica do país no agronegócio é uma tendência que prevalecerá no futuro, principalmente pela disponibilidade de seus vastos recursos naturais. Dos 880 milhões de hectares do Brasil, 388 milhões são aráveis e 90 milhões ainda não foram explorados. Essa disponibilidade de área, inexistente na maioria dos países, aliada ao crescimento global da

demanda por alimentos, cria um cenário positivo para o agronegócio nacional. É um setor econômico de vital importância para o Brasil, uma vez que gera uma significativa parcela do emprego, sustenta positivamente a balança comercial com a força e magnitude de suas exportações, e influencia substancialmente a composição do mercado brasileiro (KURESKI; MOREIRA; VEIGA, 2020).

Ainda:

Essa visão acerca da agricultura, isto é, do agronegócio brasileiro é visivelmente observada na pauta dos principais produtos exportados pelo país, que é exemplificado por aproximadamente 32,2% de participação nas exportações totais do país, sendo 14% de participação o complexo soja, 7,5% da carne, 4,6% açúcar e etanol, 3,2% papel e celulose, e 2,9% o café. Além disso, quando se observa a balança comercial brasileira, nota-se que os produtos agrícolas exportados contribuem para o saldo prevalecer positivo. Em 2015 e 2016, o país obteve saldo positivo de US\$ 75,1 bilhões de dólares e de US\$ 71,3 bilhões de dólares, respectivamente. Além disso, o saldo total da balança comercial brasileira fechou com um superávit de US\$ 48,0 bilhões de dólares, melhor resultado obtido desde 1980. É notável a importância que os produtos agrícolas representam para a economia e desenvolvimento do país (FILIPPI, GUARNIERI, 2020, p. 6).

O agronegócio brasileiro é o maior setor econômico do país se agrupado em todas as suas dimensões: produção, consumo, indústria e serviços. Cerca de um quarto do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro é composto pelo agronegócio. O setor emprega 38% da força de trabalho do país e responde por cerca de 40% do volume das exportações nacionais, produzindo a maior balança comercial entre todos os setores econômicos do Brasil (KURESKI; MOREIRA; VEIGA, 2020).

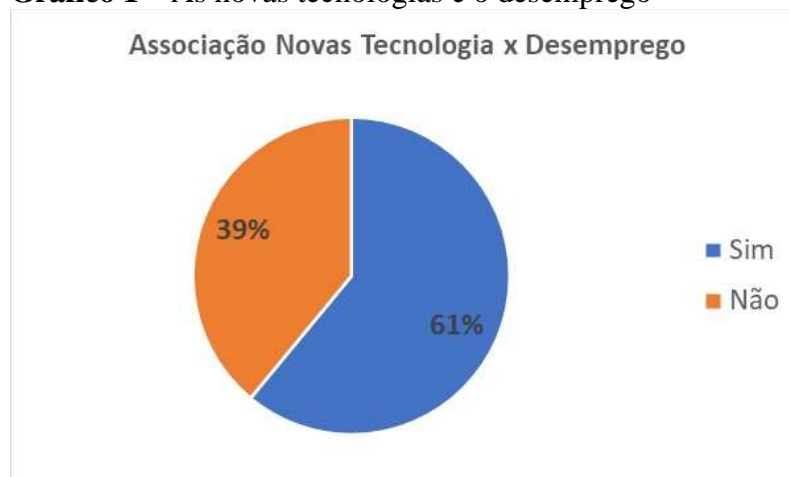
4.2 DIFICULDADES E DESAFIOS DO AGRONEGÓCIO 4.0

Apenas pela implementação das tecnologias é possível ampliar os fatores de produção, dentre eles a geração de renda e a criação de novas formas de conciliação de recursos. Isso permite a utilização de novos insumos, elevando a produtividade destes recursos juntamente ao trabalho. Dentre os desafios, é preciso desmistificar ao produtor que a adesão às tecnologias é algo caro, uma vez que é possível inovar com um baixo nível de investimentos. Além disso outra dificuldade é mostrar de forma eficiente as vantagens do uso das tecnologias e o retorno que elas trazem.

De acordo com pesquisa realizada pela auditoria e consultoria empresarial Deloitte, para os empresários brasileiros os principais desafios para o avanço da revolução 4.0 são a falta de preparação profissional para uso de novas tecnologias e o desconhecimento sobre as capacitações necessárias para potencializar o trabalho.

Um dos principais gargalos a serem superados é a padronização tecnológica, que garante a concordância de equipamentos. Isso porque esse processo requer capacidade por parte dos agricultores de investir em inovações tecnológicas, além de soluções integradas por empresas do ramo agrícola. Outro fator limitante é a dificuldade em acessar internet em áreas rurais. Por causa da falta de investimentos, isso acaba impedindo o avanço de aplicativos móveis no meio rural. A conectividade no campo no Brasil ainda é deficitária: segundo o levantamento do Censo Agrícola pelo IBGE de 2017, o índice de pessoas na zona rural que não possuem acesso à internet é de 21%, enquanto na zona urbana é de apenas 1% (LANE, 2021).

Existem diversos mitos a serem superados, a pesquisa, apresentada pela Lane (2021), evidencia que 61% dos produtores alegam associar a adoção de novas tecnologias ao desemprego, conforme demonstra o Gráfico 1:

Gráfico 1 – As novas tecnologias e o desemprego

Fonte: Adaptado de LANE (2021).

Esse cenário reforça a importância da informação e aponta que ainda há muito trabalho a se fazer em relação a educação tecnológica do meio rural. Isso é conseguido com a quebra do preconceito existente na associação entre desemprego e tecnologia.

Além disso, para alguns pesquisadores da área, a tecnologia passa a ter um maior valor quando, igualmente, concebe um impacto social. Ressalta-se que é essencial que ademais de ajudar na pesquisa, em transformação de padrões, novas aplicações e no desenvolvimento do negócio, a tecnologia deve auxiliar a dar solução aos problemas que ocorrem não apenas dentro do campo, mas também fora. Além disso, existe uma grande variedade de valores para investir na tecnologia no campo, não havendo limites. Deste modo, uma das maiores dificuldades que a plataforma analítica possui atualmente no agronegócio é a qualidade dos dados para que uma máquina possa trabalhar de maneira devida. Ainda tem-se diversas informações dos agricultores escritas à mão, ou que não se encontrem registradas. Torna-se outro grande desafio reunir todos os dados e conseguir os ensaios analíticos com as plataformas e resoluções tecnológicas que auxiliem as problemáticas desse meio (SIBALDE, 2019).

Assim, massificar a adoção da tecnologia no campo torna-se um dos maiores desafios atualmente, devendo-se abordar como esta auxilia na produção.

5 BENEFÍCIOS DO AGRONEGÓCIO 4.0: AGRICULTURA DIGITAL E O MEIO RURAL

Além de motivar novos projetos de expansão da produção de alimentos, de impulsionar fusões e aquisições em diversas cadeias do agronegócio, de valorizar as commodities agrícolas e de torná-las cada vez mais atrativas para os grandes fundos de investimentos internacionais, as projeções de forte aumento da demanda global por alimentos nas próximas décadas passaram também a destacar a importância da ampliação do uso de tecnologia nas lavouras para garantir a contínua elevação da produtividade.

Esse horizonte promissor para a demanda, que motiva a concretização de um novo perfil no segmento. Se antes companhias ligadas ao agronegócio tinham destaque na procura de desenvolvimento de novos métodos tecnológicos, hoje as tendências apontam para um cenário cada vez mais atrativo neste setor.

As empresas estão investindo cada vez mais em pesquisas para solucionar problemas de cultivo. Com o intuito de garantir lucros, isso se torna uma grande ajuda para os agricultores que estão cada vez em contato com o resultado das pesquisas e desenvolvimento que sempre gera inovações e tecnologia de ponta.

Segundo pesquisas desenvolvidas para criar estimativas globais, em 1960, o planeta tinha três bilhões de pessoas e um hectare de terra era suficiente para alimentar duas pessoas. No início do milênio, éramos mais de 6 bilhões e o mesmo hectare precisava alimentar quatro pessoas. Em 2050, seremos 9 bilhões e a mesma área terá de alimentar sete pessoas. Atualmente há sete bilhões de pessoas no planeta e a parcela de pessoas subnutridas e que dorme com fome todos os dias chega a 1 bilhão, ou seja ainda há um grande desafio a ser superado. Nas próximas quatro décadas, estima-se que a população mundial alcance 9 bilhões e a demanda por produtos agrícolas cresça 70%. Hoje o uso de defensivos agrícolas se torna indispensável, pois sem o uso de defensivos agrícolas cerca de 40% dos cultivos em todo o planeta seriam perdidos devido a pragas e doenças (LUIZ, 2013, p. 24).

Com o avanço tecnológico o desenvolvimento chega de forma avassaladora proporcionando aos produtores rurais acesso às modernas tecnologias que aumentam a produtividade da terra e a lucratividade das colheitas, a eficiência no uso dos recursos naturais, na conservação do solo, da água e da biodiversidade. Proporciona também estruturas de transferência de tecnologia e capacitação para que os agricultores compreendam as vantagens de adotar as modernas tecnologias e saibam como utilizá-las.

A informatização dos empreendedores rurais já é uma realidade, em especial na pecuária de corte, aonde os softwares de gestão rural vêm substituindo cadernetas de campo como ferramentas de auxílio na tomada de decisão. Para Jorge (2010) o uso do sistema de informação é uma importante ferramenta para o monitoramento de rebanhos bovinos refletindo nos resultados com maior rentabilidade da propriedade. Cita-se como exemplos de sistema da informação o controle de estoque, fluxo de caixa, controle de produção e outros.

Tendo o agronegócio como sendo um setor tão promissor, não podemos descartar que hoje vivemos em um mundo online, em que a demora na decisão pode originar prejuízos enormes para qualquer empreendimento. Com isso podemos perceber que o agronegócio deve ser tratado como todos os setores, ou seja, a evolução chega para todos e pode se adaptar em qualquer ambiente ou mercado. Investimentos em TI é uma maneira de tentar reduzir custos e aumentar a produtividade para adquirir competitividade e ampliar as margens. De acordo com dados do Ministério da Agricultura, o agronegócio é a principal atividade da economia brasileira, representando 33% do PIB, 42% das exportações totais e 37% dos empregos brasileiros. Esses dados podem ser ainda maiores com o aumento dos investimentos em TI. Investir em tecnologia pode representar alto custo de início, mas, caso seja bem planejado e auxiliado, pode garantir um breve retorno e expansão dos negócios (LUIZ, 2013, p. 26).

A tecnologia aplicada à pecuária por meio de técnicas faz com que a produtividade dos animais se torne eficiente e sustentável. Aos poucos as fazendas têm atribuído o score como estratégia para manejo de laticínios. Ainda, os fazendeiros têm preferido usar imagens digitais fornecidas de modo remoto para o manejo nutricional, e a obtenção da precisão corporal pela análise da imagem (GIMENEZ, 2015).

Nos últimos 20 anos, os níveis tecnológicos obtidos pelos produtores rurais brasileiros alcançaram patamares expressivos que podem ser mensurados pelo aumento da produtividade no campo. Isso explica, por exemplo, o fato de o Brasil ter conseguido dobrar a produção de grãos para os atuais 100 milhões de toneladas, em relação à colheita de 50,8 milhões de toneladas conseguida no início da década de 80, considerando a mesma área plantada. Este desempenho no campo só foi possível graças ao uso de insumos de primeira linha disponibilizados para o setor, basicamente sementes, adubo e agrotóxicos. Hoje o agronegócio, entendido como sendo a soma dos setores produtivos com os de processamento do produto final e os de fabricação de insumos, é responsável por um terço do PIB do Brasil e por valor semelhante das exportações totais do país (LUIZ, 2013, p. 24-25).

O futuro tecnológico da produção agrícola O agronegócio ainda é considerado um dos setores mais conservadores dado o predomínio de negócios familiares e tradicionais. A evolução tecnológica e o aumento da necessidade de agilidade para lidar com os mercados começam a exigir que esse setor também se modernize. Atualmente, o gerenciamento de informação torna-se cada vez mais imprescindível para que decisões estratégicas possam ser tomadas.

6 CONCLUSÃO

Diante o exposto, é possível concluir que o agronegócio brasileiro tem grande potencial para crescer aliado à tecnologia. Pela necessidade global por alimento crescendo cada dia mais, diversos países terão problemas para suprir essa demanda. Assim, a tecnologia torna-se uma aliada, estando no processo de desenvolvimento agrícola brasileiro, potencializando-o. Aprimorando a produtividade, e ajudando a superar o desafio de produzir mais com menos, a tecnologia e o agro 4.0 buscam, conjuntamente, impulsionar o desenvolvimento total do setor. Ainda, com o aumento da produtividade que a tecnologia viabiliza, cresce a imprescindibilidade de superar os problemas de infraestrutura, em particularmente para o fluxo das safras, reinventando-se no campo.

Ainda que a inovação tecnológica sempre tenha sido relevante na agricultura, hoje a produção, principalmente do setor de alimentos está crescendo - e junto a isso diversas outras preocupações, como a escassez recursos naturais. Essa conjuntura traz outra importante discussão: a incumbência da tecnologia no sentido de viabilizar transformações na eficácia e produtividade de maneira sustentável e ecológica.

O avanço da tecnologia igualmente colabora para que os agricultores possuam conhecimento para usarem melhor a terra e água de maneira mais eficaz, produzindo com base na sustentabilidade. Ultrapassando as problemáticas de logística e de infraestrutura, o Brasil com a agro 4.0 aufere excelentes condições para o crescimento da produção e maior rentabilidade para essa seara, progredindo cada dia mais.

REFERÊNCIAS

- 10 PEQUENAS empresas que são exemplo de gestão e competitividade. **Pequenas empresas, grandes negócios**, 15 abr. 2016. Empreendedorismo. Disponível em: <https://revistapegn.globo.com/Empreendedorismo/noticia/2016/04/premio-mpe-brasil-anuncia-vencedores.html>. Acesso em: 14 jan. 2021.
- BAHRIN, M. *et al.* Industry 4.0: A review on industrial automation and robotic. **Journal Teknologi**, v. 78, n. 6-13, p. 137-143, 2016.
- BAUER, W. *et al.* **Industrie 4.0**: volkswirtschaftliches potenzial. Berlin, 2014.
- BAYER. **Brasil que produz**: como o país se tornou uma potência agrícola? 2019. Disponível em: <https://www.bayerjovens.com.br/pt/materia/?materia=brasil-que-produz-como-o-pais-se-tornou-uma-potenciaagricola>. Acesso em: 19 mar. 2021.
- BRASILALEMANHA NEWS. **Conferência Brasil-Alemanha de tecnologias e soluções de processos industriais**. 2017. Disponível em: <https://brasilalemanhanews.com.br/tag/primeiro-semester-2017>. Acesso em: 10 dez. 2020.
- CAMPOS, J. M. *et al.* **Manual prático de pesquisa científica**. Rio de Janeiro: Revinter, 2016.

CAVALCANTE, Z. V.; SILVA, M. L. S. A importância da revolução industrial no mundo da tecnologia. *In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA CESUMAR – EPCC, 7., 2011, Maringá. Anais eletrônicos [...].* Maringá: Centro Universitário de Maringá, 2011. Disponível em: http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2011/anais/zedequias_vieira_cavalcante2.pdf. Acesso em: 10 mar. 2021.

CHENG C. *et al.* Semantic degrees for industrie 4.0 engineering: deciding on the degree of semantic formalization to select appropriate technologies. *In: EUROPEAN SOFTWARE ENGINEERING CONFERENCE AND THE ACM SIGSOFT SYMPOSIUM ON THE FOUNDATIONS OF SOFTWARE ENGINEERING, 10., 2015, Bergamo. Proceedings [...].* Nova York: ACM New York, 2015. p. 1010-1013.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL – CNA. **Panorama do Agro.** 2021. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/cna/panorama-do-agro>. Acesso em: 3 dez. 2021.

CONSULTA PÚBLICA. **Plano Nacional de IoT.** 2016. Disponível em: <http://www.participa.br/cpiot/objetivos-da-consulta>. Acesso em: 4 out. 2020.

EUROPEAN PARLIAMENT. **Industry 4.0.** União Europeia, 2016.

FILIPPI, A. C. G.; GUARNIERI, P. O agronegócio brasileiro e o mundo rural: revisão sistemática de literatura. **Revista Agropampa**, v. 3, n. 3, jul./dez. 2020.

GIMENEZ, H. **Análise de imagens digitais.** São Paulo: HTC, 2015.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. Design principles for industrie 4.0 scenarios: a literature review. *In: ANNUAL HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES, 49., 2016, Washington, DC. Proceedings [...].* Washington, DC: IEEE Computer Society, 2016. p. 3928-3937.

IMPLEMENTATION strategy industrie 4.0: report on the results of the industrie 4.0 platform. Frankfurt: Bitkom, 2016.

JACTO. **Conheça os principais países líderes em produção agrícola.** 2019. Disponível em: <https://blog.jacto.com.br/agricultura-mundial>. Acesso em: 19 mar. 2021.

JORGE, C. N. **Situação atual, potencialidades e limitações do uso da gestão informatizada em fazendas e cooperativas agropecuárias no Brasil.** 2010. Disponível em: www.agrosoft.com.br. Acesso em: 18 nov. 2020.

KAGERMANN, J.; HELBIG, A.; HELLINGER, W. W. **Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0:** securing the future of German manufacturing industry; final report of the Industrie 4.0. Frankfurt: Forschungsunion, 2013.

KAGERMANN, J.; HELBIG, A.; HELLINGER, W. W. **Report of the promoter group communication. in focus:** the future project industrie 4.0. Frankfurt: Forschungsunion, 2014.

KHAN, A.; TUROWSKI, K. A. A survey of current challenges in manufacturing industry and preparation for industry 4.0. *In: INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE “INTELLIGENT INFORMATION TECHNOLOGIES FOR INDUSTRY (IITI’16)*, 1., 2016, Sochi. **Proceedings** [...]. Sochi: Springer International Publishing, 2016a. p. 15-26.

KHAN, A.; TUROWSKI, K. A. Perspective on industry 4.0: from challenges to opportunities in production systems. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTERNET OF THINGS AND BIG DATA*, 2016, Roma. **Proceedings** [...]. IOTBD: Science and Technology, 2016b. p. 441-448.

KRUK, C.; MONARETTI, A. Tecnologia no setor de agronegócio brasileiro. 2019. Disponível em: <https://home.kpmg/br/pt/home/insights/2019/06/tecnologia-no-agronegocio.html>. Acesso em: 10 mar. 2021.

KURESKI, R.; MOREIRA, V. R.; VEIGA; C. P. Agribusiness participation in the economic structure of a Brazilian region: analysis of GDP and indirect taxes. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 58, n. 3, 2020.

LANE. I. **Benefícios e desafios do avanço da agricultura 4.0 à produção agrícola**. 2021. Disponível em: <https://blog.verde.ag/consultores-do-agro/beneficios-e-desafios-do-avanco-da-agricultura-4-0-a-producao-agricola/#:~:text=Dentre%20os%20desafios%2C%20C3%A9%20preciso,o%20retorno%20que%20elas%20trazem>. Acesso em: 1 abr. 2021.

LUIZ, C. R. **A tecnologia no agronegócio**. Assis: Fundação Educacional do Município de Assis, 2013.

MAGALHÃES, R.; VENDRAMINI, A. Os impactos da quarta revolução industrial: o Brasil será uma potência sustentável com condições de capturar as oportunidades que surgem com as mudanças econômicas, ambientais, sociais e éticas provocadas pelas novas tecnologias? **GVEXECUTIVO**, v. 17, n. 1, p. 40-43, 2018.

MARQUES, V. **Tecnologia no agronegócio: riscos e oportunidades**. 2019. Disponível em: <https://www.jornalcontabil.com.br/tecnologia-no-agronegocio-riscos-e-oportunidades/>. Acesso em: 1 out. 2021.

MARTINS, C. R. *et al.* **Caracterização do nível de adoção tecnológica da produção de orgânico e convencional na região de Pelotas-RS**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2016. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. A. Agro 4.0: rumo à agricultura digital. *In: MAGNONI JÚNIOR, L. et al. (org.). JC na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: mobilizar o conhecimento para alimentar o Brasil*. 2. ed. São Paulo: Centro Paula Souza, 2017. p. 28-35. Disponível em: <https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/Mobilizar2ed/pdf/Mobilizar2ed-completa.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2021.

MAYUMI, P. **FUNDEPAG promove AgriFutura**. 2018. Disponível em: <https://portal.fundepag.br/noticia/fundepag-promove-agrifutura>. Acesso em: 1 out. 2021.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas do mundo: do Neolítico à crise contemporânea**. Lisboa: Instituto Piaget, 2010.

MONTEIRO, J. E. B. de A.; OLIVEIRA, A. F. de; NAKAI, A. M. TIC em agrometeorologia e mudanças climáticas. *In: MASSRUHÁ, S. M. F. S. et al. (ed.). Tecnologias da informação e comunicação e suas relações com a agricultura*. Brasília, DF: EMBRAPA, 2014.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RIBEIRO, C. Fertilizantes: Yara Brasil. **Globo rural**, 24 out. 2018. Melhores do agronegócio. Disponível em: <https://revistagloborural.globo.com/Colunas/melhores-do-agronegocio/noticia/2018/10/formula-perfeita.html>. Acesso em: 14 jan. 2021.

RODRIGUES, B. *et al.* **Internet das coisas**: conectando o campo ao futuro. Belo Horizonte: PRODEMG, 2018.

SANTA MARIA, R. **O uso da tecnologia na produção agrícola**. Belo Horizonte: PRODEMG, 2018.

SANTOS, B. P. *et al.* Indústria 4.0: desafios e oportunidades. **Revista produção e desenvolvimento**, v. 4, n. 1, p. 111-124, 2018.

SCHMIDT, R. *et al.* Industry 4.0 potentials for creating smart products: empirical research results. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON BUSINESS INFORMATION SYSTEMS – BIS*, 18., 2015, Poznań, Polônia. **Proceedings** [...]. Poznań, Polônia: Springer International Publishing, 2015. p. 16-27.

SIBALDE, S. **Qualidade de dados é desafio para a Agricultura 4.0**. 2019. Disponível em: <http://www.cenarioagro.com.br/qualidade-de-dados-e-desafio-para-a-agricultura-4-0/>. Acesso em: 1 abr. 2021.

STARA. **Agricultura de precisão**: telemetria STARA: informação em tempo real na palma da sua mão. 2016. Disponível em: <https://stara.com.br/produtos/agricultura-de-precisao/telemetria-stara/ara>. Acesso em: 14 jan. 2021.

TECHEDGE. **A tecnologia no agronegócio brasileiro**: conheça as tendências. 2020. Disponível em: <https://www.techedgegroup.com/pt/blog/tecnologia-e-agronegocio#>. Acesso em: 3 dez. 2021.

THE BOSTON CONSULTING GROUP – BCG. **Industry 4.0**: the future of productivity and growth in manufacturing industries. Alemanha, 2015.

URBIKAIN, G. *et al.* A reliable turning process by the early use of a deep simulation model at several manufacturing stages. **Preprints**, 2016.