



UNIVERSIDADE ANHEMBI MORUMBI

ÂNIMA EDUCAÇÃO

Ellen Rodrigues Santos

Josiel Mendes Silva

Gabriel Augusto

Mauro Bueno do Nascimento Junior

**INDÚSTRIA 4.0 NO AGRONEGÓCIO:
análise da implementação no Brasil**

SÃO PAULO

2022

Ellen Rodrigues Santos

Josiel Mendes Silva

Gabriel Augusto

Mauro Bueno do Nascimento Junior

**INDÚSTRIA 4.0 NO AGRONEGÓCIO:
análise da implementação no Brasil**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Ciências Econômicas da Universidade Anhembi Morumbi como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel.

Orientadora: Prof^a Alessandra Cavalcante de Oliveira, Dra.

São Paulo

2022

Ellen Rodrigues Santos

Josiel Mendes Silva

Gabriel Augusto

Mauro Bueno do Nascimento Junior

**INDÚSTRIA 4.0 NO AGRONEGÓCIO:
análise da implementação no Brasil**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Bacharel em economia e aprovado em sua forma final pelo Curso de Ciências Econômicas da Universidade Anhembi Morumbi.

São Paulo, 08 de dezembro de 2022.

Prof^a. e orientadora Alessandra Cavalcante de Oliveira, Dra.

Universidade Anhembi Morumbi

Prof. Marcelo Balloti Monteiro, Dr.

Universidade Anhembi Morumbi

Prof. Pedro Vaz do Nascimento Almeida, Me.

Universidade Anhembi Morumbi

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos os professores que ministraram as aulas para a turma diurna do curso de ciências econômicas no Campus Paulista da Universidade Anhembi Morumbi, em especial os professores: Alessandra Cavalcante, Marcelo Balloti, Maiara Patti e Paulo Altman.

“Não é da benevolência do açougueiro, do cervejeiro e do padeiro que esperamos o nosso jantar, mas da consideração que eles têm pelos próprios interesses.” (ADAM SMITH, 1776)

RESUMO

UNIVERSIDADE ANHEMBI MORUMBI – Campus Paulista

Curso: Ciências Econômicas

Unidade Curricular: Trabalho de Conclusão de Curso

Prof^a.: Dra. Alessandra Cavalcante de Oliveira

Acadêmicos: Ellen Rodrigues Santos, Josiel Mendes Silva, Gabriel Augusto, Mauro Bueno do Nascimento Junior

São Paulo, 01 de dezembro de 2022.

Santos, E. et al. Indústria 4.0 no agronegócio: uma análise da implementação no Brasil. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso. São Paulo, dez 2022.

Esta pesquisa tem como tema “Indústria 4.0 no agronegócio: análise da implementação no Brasil” e o objetivo é analisar como está o processo para a implementação das tecnologias da indústria 4.0 no setor agrícola brasileiro. Foi aplicado um método exploratório, por meio de levantamentos aprofundados com produtores do setor agrícola da região e posterior análise, com base em informações previamente coletadas por meio de pesquisas bibliográficas. Os resultados mostram que, embora impulse grandes vantagens e benefícios, a inovação e o processo de implementação da tecnologia agrícola têm apresentado diversas barreiras. Além disso, muitos dos produtores consideram que não possuem o apoio e recursos necessários para poder realizar a transição digital no futuro, apresentando impedimentos financeiros, de treinamento ou de infraestrutura durante o processo de transição. Os dados também confirmam que o nível de formação dos habitantes da região é escasso para poder digitalizar os processos e poder fazer parte da agricultura 4.0 no futuro. Entretanto, é fundamental que governos e outros atores do sistema de inovação, como centros de pesquisa e organizações, gerem políticas voltadas para a melhoria do nível de formação dos cidadãos, especialmente aqueles nas áreas rurais, que já estão e estarão cada vez mais diante de uma transição digital para a qual um certo nível de formação é necessário, com o objetivo de desenvolver as habilidades necessárias para se adaptar aos novos processos corretamente.

Palavras-chave: Agricultura, Commodities, Indústria 4.0.

ABSTRACT

ANHEMBI MORUMBI UNIVERSITY – Paulista Campus

Course: Economic Sciences

Curricular Unit: Course Completion Work

Prof.: Dra. Alessandra Cavalcante de Oliveira

Academics: Ellen Rodrigues Santos, Josiel Mendes Silva, Gabriel Augusto, Mauro Bueno do Nascimento Junior

São Paulo, December 1, 2022.

Santos, E. et al. Industry 4.0 in agribusiness: an analysis of implementation in Brazil. 41 f. Course Completion Work. São Paulo, Dec 2022.

This research has as its theme “Industry 4.0 in agribusiness: analysis of the implementation in Brazil” and the objective is to analyze how is the process of implantation of technologies of industry 4.0 in the Brazilian agricultural sector, an exploratory method was applied, through - in-depth surveys with producers in the agricultural sector in the region and subsequent analysis, based on information previously collected through bibliographical research. The results show that, although it promotes great advantages and benefits, innovation and the process of implementing agricultural technology have presented several barriers. In addition, many of the producers consider that they do not have the necessary support and resources to be able to carry out the digital transition in the future, presenting financial, training or infrastructure impediments during the transition process. The data also confirm that the level of training of the inhabitants of the region is scarce to be able to digitize processes and be able to be part of agriculture 4.0 in the future. However, it is essential that governments and other players in the innovation system, such as research centers and organizations, generate policies aimed at improving the level of education of citizens, especially those in rural areas, who already are and will face more and more a digital crisis transition for which a certain level of training is required, with the aim of developing the necessary skills to adapt correctly to new processes.

Key words: Agribusiness, Commodities, Industry 4.0.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	INDÚSTRIA 4.0 E O CONTEXTO HISTÓRICO DA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL	12
2.1	CONTEXTO HISTÓRICO DA INDÚSTRIA MUNDIAL.....	13
2.1.1	Primeira revolução industrial	14
2.1.2	Segunda revolução industrial	15
2.1.3	Terceira revolução industrial	16
2.2	INDÚSTRIA 4.0 NO BRASIL.....	16
3	A INDÚSTRIA 4.0 NA AGRICULTURA	19
3.1	AGRICULTORES FAMILIARES E COOPERATIVAS AGRÍCOLAS.....	19
3.2	INOVAÇÃO E AGRICULTURA 4.0.....	20
3.3	AGRICULTURA 4.0 NA ATUALIDADE.....	21
3.3.1	Tipos de inovações e novas tecnologias	23
3.4	IMPORTÂNCIA DA INOVAÇÃO E DAS NOVAS TECNOLOGIAS	26
4	DESAFIOS NA IMPLEMENTAÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0 NO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO	29
4.1	INDÚSTRIA 4.0 E O DESEMPREGO TECNOLÓGICO.....	30
4.1.1	Adaptação e capacitação da sociedade	32
4.2	INVESTIMENTOS NA INDÚSTRIA 4.0 E DIFICULDADES NO AGRONEGÓCIO.....	33
	CONCLUSÃO	35
	REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

A indústria agrícola é uma das mais importantes para o desenvolvimento econômico e social do Brasil. Entre outras razões, por contribuir em grande parte para o fornecimento de alimentos e segurança alimentar, é um dos principais geradores de trabalho, ocupa grande parte da superfície territorial da região, gera convênios e cadeias importantes entre outras indústrias e com outras regiões através da geração de exportações e, além disso, é uma fonte crescente de energia renovável com crescente importância (GONÇALVES; SOUZA, 2022).

Apesar de ser um dos setores mais significativos do mundo, a indústria enfrenta desvantagens por falta de eficiência e baixa produtividade (BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO, 2019). Além disso, está ameaçada por diferentes fatores, como o impacto das mudanças climáticas e as consequências que poderiam ser geradas por essa crise ambiental. Essa ameaça torna necessário buscar e adaptar métodos e processos atuais, a fim de fortalecer o sistema e encontrar uma solução para esses problemas.

A importância do setor e da resolução das crises atuais geram o desafio de transformar a produção e o desenvolvimento da indústria agrícola com a ajuda da incorporação de inovações tecnológicas e do desenvolvimento de novos modelos/métodos de produção, que poderiam garantir o progresso e a melhoria da indústria, e ao mesmo tempo contribuir para a solução das crises atuais, principalmente ligadas a fome ao redor de todo o mundo. (SOARES; KUSHIDA, 2020).

A agricultura 4.0 refere-se às novas tecnologias agrícolas que foram e ainda estão sendo desenvolvidas para fornecer novas soluções aos processos atuais dentro da indústria agrícola. Entre outros, um dos principais argumentos para a implementação é a qualidade dos dados que gerarão tais máquinas, bem como a facilidade que os produtores e outros trabalhadores terão para a tomada de decisão e a elaboração das diferentes tarefas tradicionais de produção de alimentos, que são conhecidas por exigir uma grande quantidade de trabalho manual (LIBINSKI *et al*, 2020).

A tecnologia não só teria benefícios em produtividade, eficiência e facilidade de manuseio e precisão para as empresas produtoras, mas também permitiria a geração de informações precisas, individuais e em tempo real sobre os cultivos, obtendo assim dados sobre o meio ambiente e outros fatores que possam estar influenciando a

produção em cada uma das diferentes áreas (SILVA; CAVICHIOLI, 2020). Isso poderia permitir que ocorresse em muito mais lugares do mundo, uma vez que informações sobre cada área poderiam ser geradas de acordo com as características particulares apresentadas e medidas determinadas poderiam ser tomadas sem exigir o uso extremo de produtos químicos, o que simplificaria a produção de alimentos e a sua cadeia de distribuição, reduzindo assim a insegurança alimentar por razões como dificuldades de abastecimento para determinadas áreas, diminuindo o impacto ambiental gerado pela indústria agrícola (SALA; OTTONICAR; DE CASTRO FILHO, 2020).

Pesquisas de literatura mostram que os seres humanos, juntamente com seus respectivos níveis de educação, ou seja, suas habilidades, juntamente com os seus conhecimentos, são os principais responsáveis pelo desenvolvimento e crescimento de um país, pois esse progresso está diretamente correlacionado com sua capacidade de criar e implementar tecnologia e inovação (MASSRUHÁ; LEITE, 2017). Em outras palavras, a educação do capital humano é a base para a inovação e a digitalização, que é o principal fator para o desenvolvimento constante de um país ou região (SALA; OTTONICAR; DE CASTRO FILHO, 2020).

Embora as tecnologias que compõem a agricultura 4.0 possam ser a solução para aumentar a produtividade e eficiência da indústria, bem como resolver os problemas já mencionados, muitos sugerem que as implicações que essas inovações poderiam ter na sociedade, principalmente nos trabalhadores do setor agrícola afetam diretamente suas relações socioeconômicas, como por exemplo o emprego e a renda (SANTOS; DOS CLEMENTINO; DOS BORGES, 2022).

Contudo, seja uma possível solução para os problemas acima mencionados, existe a possibilidade de que a implementação tecnológica tenha repercussões sobre os recursos humanos (ALMEIDA, 2019). Dado que é um setor que, como mencionado anteriormente, é de grande relevância para a economia e o desenvolvimento, considera-se necessário realizar uma análise dessas consequências.

A indústria 4.0 é pautada na utilização de novas tecnologias desenvolvidas para a automação de diversos processos, melhoria e otimização da produção. Sendo realidade no cenário atual, como o Brasil está se preparando para a implementação da Indústria 4.0 no setor agrícola? A hipótese é que o Brasil vem se preparando de forma lenta para a implementação da indústria 4.0 na agropecuária, existem

obstáculos a serem suplantando para a utilização de tecnologias como realidade aumentada, *Big Data*, internet das coisas e robótica.

O principal objetivo deste estudo é analisar os efeitos que a implementação ou a falta de implementação poderiam ter sobre os recursos humanos na indústria agrícola. E em específico descrever a importância da implementação de novas tecnologias e da agricultura 4.0 na indústria agrícola em geral; estimar o nível atual de uso de novas tecnologias em empresas na indústria agrícola, bem como seu impacto atual.

Para atingir esses objetivos, realizada primeiro uma pesquisa bibliográfica, na qual revisados estudos sobre os benefícios e efeitos da agricultura 4.0, bem como a evolução agrícola e seu impacto na sociedade. Os resultados do trabalho contribuem para uma melhor compreensão dos efeitos da digitalização dos recursos humanos no setor agrícola e mostram quais seriam os obstáculos apresentados no processo, terminando assim com algumas sugestões e recomendações que poderiam ser aplicadas para poder lidar com a transição tecnológica e digital da melhor forma possível.

O estudo realizado foi destrinchado em 3 capítulos para abordar as principais pesquisas sobre o tema. O primeiro capítulo, foi baseado na indústria 4.0, ele trata do contexto geral do que se refere a indústria 4.0 e dos seus benefícios, abordando também o contexto histórico sobre a Revolução Industrial, bem como das vantagens das novas tecnologias que englobam esse tema. O segundo capítulo aborda a Indústria 4.0 na agricultura e busca-se compreender as etapas de desenvolvimento que o Brasil veio passando ao longo dos anos. Nesse capítulo é possível identificar as evoluções tecnológicas e históricas que o país enfrentou, até que chegasse à tecnologia de futuro, a indústria 4.0. Por fim, o terceiro e último capítulo se refere as dificuldades que o Brasil enfrenta para a implementação da indústria 4.0 na agricultura. O capítulo trata de uma série de desafios que o país possui para que as inovações sejam aplicadas dentro do agronegócio do Brasil.

2 INDÚSTRIA 4.0 E O CONTEXTO HISTÓRICO DA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

O termo Indústria 4.0, a qual também é conhecida como quarta revolução industrial, indústria da internet e indústria integrada (HOFMANN et al., 2017), surgiu em 2011 em Hannover na Alemanha, na até então conhecida como “Feira de Hannover”. Essa nova fase da história na indústria mundial, surgiu com o governo da Alemanha, o qual tinha como principal objetivo para a indústria local, torná-la cada vez mais consolidada no país, principalmente na área tecnológica da indústria, e consequentemente fortalecer a competitividade junto as maiores potências industriais do mundo. (KAGERMANN et al., 2013). A indústria 4.0 abrange um conjunto de tecnologias de ponta ligada à internet, com o propósito de tornar o sistema de produção cada vez mais flexíveis e eficientes. Nesse novo contexto, o sistema industrial do mundo usa da inteligência artificial para executar as mais complexas e demoradas tarefas, a fim de diminuir cada vez mais o tempo de produção, com uma qualidade de bens e serviços, jamais vista.

Essa nova fase da produção industrial, tem como características, dispositivos eletrônicos conectados entre si, através da internet, onde os sistemas de produção têm a capacidade de comunicar, usando protocolos padrões já pré-definidos, e analisam os dados durante toda a produção e preveem falhas no sistema e se adaptam a quaisquer mudanças ocorridas durante todo o processo de fabricação (THE BOSTON CONSULTING GROUP, 2015).

A indústria 4.0, possui alguns termos bem característicos dessa nova fase da tecnologia mundial, são elas: Inteligência Artificial (IA); Nuvem; *Big Data*; Internet das Coisas (Iot); robótica e Integração de Sistemas. Essas características são a essência do novo modelo industrial mundial, e a seguir cada uma terá sua definição.

- a) Inteligência Artificial: consiste na aplicação de análises avançadas baseadas essencialmente em lógica, incluindo o aprendizado das máquinas, para interpretar, analisar e eventualmente corrigir comportamentos do sistema, a fim de automatizar decisões e realizar ações concretas com o intuito de aperfeiçoar o produto;
- b) Nuvem: também conhecida como *cloud computing* é a distribuição de serviços de computação. Nessa nuvem são englobados todos os processos responsáveis principalmente pelo armazenamento de dados. São eles: servidores, banco de dados, redes, *software* e análises;

- c) *Big Data*: esse é um método para se atuar com os dados gerados, onde possuem uma maior variedade e complexidade para o entendimento e percepção deles. Esse conjunto de dados chegam a ser tão volumosos de informações que um *software* tradicional de processamento de dados não conseguiria gerenciá-los. No *Big Data*, são utilizadas técnicas estatísticas e de aprendizagem de máquinas para extrair informações relevantes para o negócio, imperceptíveis a ação humana;
- d) Internet das Coisas (IoT): interconexão entre objetos por meio de infraestrutura habilitadora (eletrônica, software, sensores e/ou atuadores), com capacidade de computação distribuída e organizados em redes, que passam a se comunicar e interagir, podendo ser remotamente monitorados e/ou controlados, resultando em ganhos de eficiência;
- e) Robótica: dispositivos que agem em grande parte, ou parcialmente, de forma autônoma, que interagem fisicamente com as pessoas ou seu ambiente e que são capazes de modificar seu comportamento com base em dados de sensores;
- f) Integração de Sistemas: união de diferentes sistemas de computação e aplicações de software, para atuar como um todo coordenado, possibilitando a troca de informações entre os diferentes sistemas.

Diante dos novos avanços do desenvolvimento tecnológico e industrial, onde há cada vez mais uma procura por produtos personalizados e de uma grande complexidade, com o menor custo e tempo para produção possível, a ascensão desse novo modelo de revolução industrial baseado na tecnologia, acaba sendo trazido a discussão (HERMANN et al., 2016).

2.1 CONTEXTO HISTÓRICO DA INDÚSTRIA MUNDIAL

A Europa da segunda metade do século XVIII, foi marcada por profundas mudanças econômicas e sociais. Ideias liberais na França e transformações tanto técnicas, quanto econômicas na Grã-Bretanha deram a “sensação” de ruptura com o passado (THOMPSON et al., 2003).

O nascimento da indústria causou grandes transformações na economia mundial, assim como no estilo de vida da sociedade, uma vez que acelerou a

produção de mercadorias e a exploração dos recursos naturais. Além disso, foi responsável por grandes transformações no processo produtivo e nas relações de trabalho. O tempo tornou-se ainda mais valioso para aqueles que almejavam ganhar dinheiro, de modo que cada minuto deveria ser minuciosamente aproveitado.

A passagem do sistema de produção artesanal para o sistema fabril, por sua vez, foi marcada por inovações técnicas nas quais a mecanização do trabalho teve início no ramo da produção têxtil. A tradicional lã foi dando lugar às fibras de algodão e com a invenção do tear mecânico (1787), o setor têxtil pôde dar seu grande salto. Contudo, a automação do trabalho diminuiu o emprego de mão-de-obra, o que não significou, porém, que o processo de mecanização da indústria se dava sem a presença da força humana.

2.1.1 Primeira revolução industrial

A primeira revolução industrial caracterizou-se por um tremendo desenvolvimento da tecnologia que começou na Europa e se espalhou pelo mundo, causando profundas mudanças econômicas e sociais. A primeira revolução industrial marcou a transição do sistema feudal para o sistema capitalista. Começou por volta de 1760 e continuou até meados da década de 1850.

Iniciado na Inglaterra, em meados do século XVIII, significa um período de grandes mudanças. Nesta fase, as mudanças foram limitadas ao domínio britânico. No entanto, à medida que novas tecnologias foram desenvolvidas e a tecnologia melhorada, essas transformações se espalharam pelo mundo e, assim, tornaram-se fundamentais para a compreensão da estrutura social atual.

A principal característica desta etapa é a mudança do processo produtivo. Anteriormente, este trabalho era feito por artesãos, mulheres, homens e crianças, que o desenvolviam em casa ou nas suas oficinas. Com a Revolução Industrial, esse trabalho passou a ser desenvolvido por meio de máquinas nas fábricas. Antes, era necessário muito tempo para realizar trabalhos que eram feitos manualmente, pois os trabalhadores eram obrigados a realizar todas as etapas do sistema produtivo (SOUZA et al., 2018).

Com o avanço da tecnologia, foi possível desenvolver máquinas que otimizaram o tempo, permitindo uma produção em maior escala e, conseqüentemente, maiores lucros. Durante esse tempo, surgiu o que chamamos de "divisão do trabalho". Cada trabalhador passa então a realizar apenas uma etapa da produção, ao invés de todas as etapas (desde a matéria-prima até a comercialização), como era feito anteriormente.

Surgiu também o trabalho assalariado, ou seja, o trabalhador que antes controlava o processo produtivo passou a ser um empregado, sendo remunerado pelo seu serviço.

2.1.2 Segunda revolução industrial

A Segunda Revolução Industrial iniciou-se na segunda metade do século XIX, entre 1850 e 1870, e finalizou-se no fim da Segunda Guerra Mundial, entre 1939 e 1945. Essa fase da Revolução Industrial representa o início de um novo período da industrialização, vivida inicialmente na Inglaterra, mas que se expandiu para outros países.

Esta fase da Revolução Industrial corresponde à continuidade do processo de revolução na indústria. O aprimoramento de técnicas, o surgimento de máquinas e a introdução de novos meios de produção deram início a um novo momento. A industrialização que, antes, limitava-se à Inglaterra, expandiu-se para outros países, como Estados Unidos, França, Rússia, Japão e Alemanha.

O ferro, o carvão e a energia a vapor, característicos da primeira fase da Revolução Industrial, agora dão lugar aos representantes da segunda fase: o aço, a eletricidade e o petróleo. As tecnologias introduzidas nesse período possibilitaram a produção em massa, a automatização do trabalho e o surgimento de diversas indústrias, em especial as indústrias elétrica e química. Houve também um aumento considerável de empresas e o aprimoramento das indústrias siderúrgicas.

As ferrovias expandiram-se, possibilitando o escoamento dos bens produzidos e o aumento do mercado consumidor. Surgiram, durante a Segunda Revolução Industrial, diversos inventos que modificaram toda a organização social, criando-se novas relações, sejam essas sociais, de trabalho e até mesmo entre o ser humano e o meio ambiente.

Os novos meios de produção desencadearam, nesse período, a introdução de modos de organização da produção industrial que se preocupavam com a produção a menor custo e menor tempo, ou seja, a racionalização do trabalho. Esses modos de organização ficaram conhecidos como taylorismo e fordismo.

2.1.3 Terceira revolução industrial

A Terceira Revolução Industrial corresponde ao período após Segunda Guerra Mundial em que o aprimoramento e os novos avanços no campo tecnológico passaram a abranger o campo da ciência, integrando-o ao sistema produtivo. Ela ocorreu em meados do século XX, a partir da década de 1950 (FLEURY; FLEURY, 2000). Nesse momento, diversos campos do conhecimento começaram a sofrer mudanças em consequência do avanço tecnológico vivido nesse período e jamais visto anteriormente.

As indústrias que desenvolveram alta tecnologia começaram a se sobressair em relação às indústrias que se destacavam nas fases anteriores da Revolução Industrial, como a metalurgia, siderurgia e a indústria de automóveis.

Assumiram posição de destaque, nesse momento, a robótica, genética, informática, telecomunicações, eletrônica, entre outros (FLEURY; FLEURY, 2000). Os estudos desenvolvidos nessas áreas acabaram modificando todo o sistema produtivo, visto que o objetivo era produzir mais em menos tempo, empregando tecnologias avançadas e qualificando a mão de obra que assumiu a liderança em todas as etapas de produção, comercialização e gestão das empresas envolvidas na fabricação e comércio dos bens produzidos.

Além de novas invenções, muitas criadas para servir à Segunda Guerra Mundial, houve também aprimoramento de invenções mais antigas. Tudo isso associado ao processo produtivo. Máquinas mais eficientes, instrumentos mais precisos e a introdução de robôs alteraram o modo de organização da indústria, possibilitando o aumento da produção e dos possíveis lucros, diminuindo os gastos com mão de obra, bem como diminuindo o tempo que se levaria até a fabricação do produto.

2.2 INDÚSTRIA 4.0 NO BRASIL

Em publicação de 2016, a Federação das Indústrias do Rio de Janeiro (FIRJAN) apontou a relação da Indústria 4.0 para o Brasil. Na publicação, indica-se que grande parte da indústria brasileira está transitando entre a segunda e a terceira fase da revolução industrial, ou seja, entre o uso de linhas de montagem e a aplicação da automação. O setor mais adiantado em relação à Indústria 4.0, segundo a publicação, é o setor automotivo, cujos profissionais estão em constante atualização para atender às demandas. A indústria automotiva tem muitos profissionais, que podem ser aproveitados em outros setores (FIRJAN, 2016). O aumento da competitividade da indústria brasileira, em nível mundial, pode ser impulsionado a partir da aplicação da digitalização, potencializando a economia, o que pode ser visto como uma predisposição para o uso de tecnologias da Indústria 4.0 no cenário brasileiro (FIRJAN, 2016). A implantação da Indústria 4.0 no cenário brasileiro traz desafios como:

- a) A construção de políticas estratégicas, incentivos governamentais;
- b) A reunião de empresários e gestores com postura proativa;
- c) o desenvolvimento tecnológico e formação de profissionais, próximos à indústria (FIRJAN, 2016).

A Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI, 2017) identificou cinco eixos de atuação para que o Brasil possa seguir em busca de uma aproximação com a Indústria 4.0, como uma forma de “manufatura avançada”. Esses eixos foram construídos a partir de uma pesquisa realizada com instituições alemãs, e são:

- a) criação de um programa brasileiro de manufatura avançada: a partir da definição de uma estrutura de governança, envolvendo representantes de diversos setores, deve-se buscar um direcionamento, definindo uma agenda de discussões. Com isso, um processo de implantação pode ser estabelecido, tendo por base experiências de outros países, como a Alemanha. O foco do trabalho deve ser, principalmente, as empresas, apoiado por centros de pesquisas e universidades. Finalmente, pode-se implantar um escritório de projetos, buscando alinhar os atores envolvidos;
- b) buscar acordo bilateral com a Alemanha, entre o programa de manufatura avançada criado e o alemão industrie 4.0: buscar o engajamento de empresas

e órgãos de apoio alemães no Brasil, estabelecendo parcerias e bases de investimento. Também é preciso buscar empresas brasileiras com fábrica na Alemanha, para que enviem representantes e, com isso, sejam criados grupos de trabalho, possibilitando a absorção de conhecimento. Apoio técnico especializado da Alemanha deve ser contratado, para a construção de redes (ambientes) de testes e simulações. A importância da participação do Brasil em feiras-chave para a Indústria 4.0 na Alemanha também é um ponto que deve ser avaliado;

- c) criação de uma rede de *testbeds* de manufatura avançada no Brasil: *testbeds* são ambientes de teste e demonstração de tecnologias, que buscam simular a realidade de ambientes de produção. Dessa forma, o terceiro eixo trata de, primeiramente, definir uma estratégia para impulsionar a infraestrutura existente como *testbeds*. Posteriormente, busca-se construir uma fábrica de demonstração, e construir modelos para contratos de uso das *testbeds* por empresas privadas;
- d) alinhamento e criação de linhas de fomento: buscar alocação de recursos nas Fundações de Apoio a Pesquisa estaduais e federais, bem como a definição de linhas específicas para a construção de *testbeds* e programas específicos para atender lacunas de financiamento;
- e) alinhamento e criação de linhas de fomento: buscar alocação de recursos nas Fundações de Apoio a Pesquisa estaduais e federais, bem como a definição de linhas específicas para a construção de *testbeds* e programas específicos para atender lacunas de financiamento.

A partir desses cinco eixos, espera-se que a indústria brasileira caminhe em direção de uma manufatura avançada, ou seja, possa estar alinhada com os princípios da Indústria 4.0, e a seguir veremos como está a implantação das tecnologias da Indústria 4.0 no agronegócio brasileiro¹.

¹PERREIRA, Adriano; SIMONETTO, Eugênio. Indústria 4.0: conceitos e perspectivas para o Brasil. Revista da Universidade Vale do Rio Verde, v. 16, n. 1, 2018.

3 INDÚSTRIA 4.0 NA AGRICULTURA

A nova revolução agrícola é um conceito, cujo significado e amplitude podem causar complicações de interpretação. Os seguintes fatores abrangem todas as áreas e perspectivas de interpretação do conceito de agricultura 4.0 (ROSSI; ADAGUINARIO; TONIAL, 2021): agricultura de precisão; indústria 4.0; tecnologias digitais; tomada de decisão informada; agricultura fora das barreiras de produção, rentabilidade e sustentabilidade.

Este conceito envolve e desenvolve o que antes era conhecido como agricultura de precisão, que foi realizado com a ajuda de sensores integrados em máquinas utilizadas no campo e outros equipamentos, que se caracterizam pelo uso de tecnologias inteligentes e digitais da indústria 4.0 (BATINGA *et al*, 2021).

Essas informações são automaticamente aprovadas pelas máquinas, permitindo assim que sejam gerados conhecimentos suficientes para dar suporte ao agricultor em cada um dos processos produtivos e especialmente na tomada de decisão e no momento de interagir com atores fora de suas cadeias produtivas, rompendo assim as fronteiras da empresa, e aumentando a quantidade de informação dentro da indústria. Esclarecem ainda que o objetivo final da revolução agrícola é melhorar a rentabilidade e a sustentabilidade econômico-ambiental e social da agricultura (BATINGA *et al*, 2021).

3.1 AGRICULTORES FAMILIARES E COOPERATIVAS AGRÍCOLAS

Observa-se que o objetivo das cooperativas agrícolas é impulsionar a produção agrícola e melhorar a renda dos pequenos agricultores através do desenvolvimento dos mercados para seus produtos. Os agricultores familiares através de cooperativas agrícolas recebem treinamento sobre produção e comercialização. As cooperativas se beneficiam da parceria que têm como encostos agrícolas internacionais, como o Programa Mundial de Alimentos (PMA), que também ajudam a melhorar a capacidade organizacional das cooperativas de agricultores selecionadas, fornecendo treinamento aos agricultores familiares e aos responsáveis pela gestão das cooperativas. As agências parceiras, como o PMA, também fornecem o mercado para os agricultores familiares produzirem.

De acordo com o Programa Alimentar Mundial (2011), por meio de cooperativas, o acesso do agricultor a instalações de armazenagem é melhorado, e se beneficiam em termos de treinamento sobre manuseio e armazenamento pós-colheita. Como resultado, os agricultores familiares seriam capazes de responder a melhores oportunidades de mercado que lhes proporcionam um incentivo para aumentar sua produção. A ideia de agências internacionais e outras organizações agrícolas para trabalhar com cooperativas de agricultores familiares resulta em um efeito catalisador do aumento do acesso dos agricultores a insumos como sementes, fertilizantes e a formação de agricultores sobre como lidar com seus produtos após a colheita através da secagem, triagem e corretor manuseio.

As organizações e agências parceiras, como o Programa Alimentar Mundial, também estabeleceram armazéns comunitários em nível cooperativo. Esses armazéns também servem como centros comerciais para cooperativas, que estão ligados às reservas nacionais de grãos como parte do sistema mais amplo de infraestrutura de mercado. Ao trabalhar com as agências agrícolas internacionais e organizações agrícolas locais, as cooperativas de pequenos agricultores são melhoradas juntamente com seu acesso aos serviços financeiros adequados. Sua posição de negociação com os comerciantes é reforçada integrando os agricultores familiares nos mercados local e regional (PMA, 2011).

3.2 INOVAÇÃO E AGRICULTURA 4.0

Ao longo dos anos, a agricultura evoluiu, com uma melhora e uma transformação, tanto na produtividade quanto nos resultados gerais das empresas e da indústria, que costumavam ser destacados pela alta necessidade de trabalho manual. Esta indústria vem implementando novas tecnologias e se beneficiou do impacto de cada uma delas ao longo do tempo (PACHECO; REIS, 2020).

A revolução industrial no agronegócio, principalmente após os avanços da Revolução 4.0 na agricultura, teve um impacto positivo em diferentes aspectos. A indústria tem sido capaz de melhorar e aperfeiçoar seus processos e desenvolvimento graças às lições que foram apresentadas pela implementação de novas ferramentas e conhecimentos (SILVA; DEMO, 2020).

Embora a mecanização agrícola tenham sido um avanço e uma melhoria para a Agricultura 4.0, elas também têm causado problemas ao longo do tempo,

principalmente os problemas ligados a infraestrutura. No Brasil, a falta de infraestrutura acaba prejudicando os avanços da tecnologia no setor agrícola, principalmente em áreas interioranas do Brasil, seja pela falta de conectividade e acesso à internet, que nosso país enfrenta, ou seja pela precarização de nossas rodovias e ferrovias as quais prejudicam/atrasam o escoamento da produção. Logo, a sociedade enfrenta uma solução para a soma dos problemas causados pelos diferentes avanços, os quais não foram bem estruturados, como mencionado acima, tiveram um impacto positivo na indústria e no mercado de produtos, mas ao custo da má gestão de produtos químicos e outros recursos de grande importância para as sociedades, foram gerados problemas de maior impacto que devem ser resolvidos o mais rápido possível (BATINGA *et al*, 2021).

A revolução agrícola 4.0, também conhecida como agricultura 4.0 ou como "*SmartFarming*", é um novo sistema de realização dos processos convencionais da indústria agrícola com a ajuda de tecnologias inovadoras como robótica agrícola, computação em nuvem e internet das coisas, entre outros. Essa tecnologia se caracteriza pelo uso da inteligência artificial e pela automação da obtenção de dados relevantes para tomada de decisão, controles constantes das culturas e outros processos agrícolas tradicionais (POMPEU; CARETA, 2020).

3.3 AGRICULTURA 4.0 NA ATUALIDADE

Nos procedimentos agrícolas atuais, as decisões geralmente são baseadas em experiências anteriores e pesquisas realizadas tanto na própria área de produção, quanto em áreas com climas semelhantes (ROSSI; ADAGUINARIO; TONIAL, 2021). Embora pesquisas e estudos tenham permitido que os produtores tomem decisões que provavelmente os beneficiaram e permitiram que eles evitassem riscos, ainda há grandes quantidades de desperdícios e danos a produtividade e à saúde da terra, pois pesquisas e análises não mostram a necessidade ou a situação em que as culturas estão em tempo real.

A introdução de pesticidas e o uso de produtos químicos às produções, para resolver o problema de doenças e pragas que frequentemente ocorria nas lavouras e, assim, ser capaz de manter os padrões de produção, bem como os tamanhos e formas dos alimentos de acordo com a demanda e as expectativas que os consumidores tinham sobre esses alimentos. No entanto, agora é possível dizer, graças a estudos e

pesquisas, que pesticidas e fertilizantes são uma das principais causas da degradação de terras férteis adequadas à produção de alimentos (ROSSI; ADAGUINARIO; TONIAL, 2021).

Mesmo quando os produtos químicos tiveram um impacto positivo nos resultados das empresas produtoras, permitindo-lhes um aumento da produtividade e uma melhoria na qualidade dos produtos, gerou um conceito sobre a estética dos alimentos. Isso significa que muitos dos alimentos produzidos são hoje desperdiçados porque estão danificados ou não atendem às expectativas de aparência e padrão que os clientes exigem. O uso indevido de recursos não só prejudica os produtos, que se consumidos podem ter efeitos colaterais na saúde dos consumidores, mas, se não consumidos, geram um alto nível de metano, que é um dos principais contribuintes para a poluição ambiental (BATINGA *et al*, 2021).

Logo, esses produtos químicos têm sido capazes de ser de grande benefício para os produtores e indiretamente também para os consumidores nos últimos anos, porém é uma das principais causas de degradação e danos das áreas de produção de alimentos e que tem gerado simultaneamente que os consumidores tenham expectativas errôneas sobre a aparência e o tamanho dos produtos. Resultando em um maior desperdício desses produtos que não se encaixam com essas perspectivas (SILVA; DEMO, 2020).

A segurança alimentar e as mudanças climáticas, ambos atribuídos à indústria agrícola e para os quais é essa mesma indústria que por isso se depara com mudanças que permitem resolver os problemas acima mencionados e pôr fim a um ciclo de degradação e destruição dos recursos naturais. A agricultura não é apenas uma das principais responsáveis pela geração de gases de efeito estufa, que modificam o ecossistema, mas também é uma indústria que depende totalmente desse ecossistema e das mudanças radicais causadas pelas mudanças climáticas nele. Para poder manter um ciclo sustentável, no qual é possível a produção adequada de alimentos para toda a população simultaneamente com a proteção de recursos, a indústria deve fazer uma mudança no procedimento agrícola e no sistema utilizado até este momento (SILVA; DEMO, 2020).

3.3.1 Tipos de inovações e novas tecnologias

Com a mecanização da agricultura e a chegada da indústria 4.0, a eficiência da produção foi melhorada em uma proporção extraordinária. No entanto, isso foi ao custo do uso de produtos químicos e outras máquinas que, como mencionado na seção anterior, passaram a causar danos constantes aos produtos hoje consumidos e aos recursos naturais em todo o mundo (SILVA; DEMO, 2020). É precisamente isso que a quarta revolução agrícola está enfrentando. Essa transformação tecnológica tem como principal objetivo o aumento da produtividade e eficiência. Embora seja uma das vantagens que a revolução traz, o objetivo secundário é acabar com o ciclo de destruição de recursos naturais mencionados acima e resolver problemas globais como pobreza, insegurança alimentar e escassez de recursos (BATINGA *et al*, 2021).

Dentro do portfólio de soluções tecnológicas que inclui a indústria 4.0, muitos já estão sendo adotados e implementados na indústria agrícola. O quadro a seguir resume as diferentes tecnologias que caracterizam a agricultura 4.0 e a diferenciam da conhecida revolução industrial 4.0.

Quadro 1: Tecnologias e características da nova revolução agrícola.

Internet das Coisas (IoT)	Tecnologia que está em constante coleta de dados, para então enviá-los para sistemas de processamento e análise de dados. Exemplos: sensores de solo , estações meteorológicas	Transformação dos sistemas de gestão e maior conhecimento da produção de alimentos. Melhora a tomada de decisões com a ajuda de dados precisos e em tempo real.
Blockchain	Refere-se a bancos de dados de transações eletrônicas ou registros contábeis distribuídos. Permite ter um controle total, transparente e em tempo real sobre as transações realizadas dentro do setor.	É possível, por exemplo, reconhecer falhas de produção e traçar todos os produtos distribuídos se for descoberto que a colheita não é saudável ou pode prejudicar a saúde do consumidor.

Big Data	Volumes maciços de informações obtidas de diferentes fontes, como dados obtidos do processo, máquinas ou dados coletados por humanos.	Permitem uma análise geral e completa da situação e das necessidades da produção, a fim de levar em conta todos os fatores que influenciam a colheita e tomar uma decisão ideal, bem como identificar correlações que podem ser utilizadas para prever situações.
Inteligência Artificial (IA)	Aplicados em diferentes campos, como robôs, monitores de solo e cultura, entre outros. Com a ajuda do Big Data, você pode realizar análises preditivas e otimizar decisões e ações.	Avaliação precisa e ótima com a ajuda de todos os dados coletados por sensores. Que eles precisam de Inteligência Artificial para serem capazes de funcionar.
Sensores remotos	Geralmente conectado com robôs ou outros dispositivos com inteligência artificial. Permite o controle sobre o tempo a partir de diferentes perspectivas (ar, terra, entre outras).	Necessário para soluções que requerem Internet das Coisas (IoT), Big Data e inteligência artificial (IA).
Robótica	Máquinas funcionais baseadas em internet das Coisa (IoT), IA, Big Data e sensores remotos, que realizam ações de acordo com as indicações e análises obtidas por meio da coleta de dados.	Implementação de robôs para automatizar, simplificar e melhorar os processos agrícolas tradicionais. Eles precisam de IA, Blockchain e Big Data para poder usá-los de forma ideal.
Tecnologia móvel	Informações atuais de dados coletados por sensores, Big Data. Disponível imediatamente para produtores ou tomadores de decisão.	Facilita o acesso dos produtores às informações atuais sobre culturas e climas. Ou seja, permite o acesso aos dados gerados com a ajuda dos demais avanços tecnológicos mencionados, como Big Data ou Internet das Coisa (IoT).

Fonte: Portal do Agronegócio.

As tecnologias supracitadas estão sendo aplicadas na indústria agrícola de diferentes formas. O quadro a seguir mostra, em forma sumária, os métodos em que essas tecnologias estão sendo aplicadas, que, segundo estudos, são aqueles através dos quais a produtividade e os resultados do setor poderiam ser aumentados de forma mais drástica, bem como o objetivo que aspiram cumprir (BATINGA *et al*, 2021).

Quadro 2: Áreas de inovação agrícola

Objetivos da Área de Inovação		Categorias de inovação
Novos sistemas de produção Exemplo: fazendas urbanas e verticais	Otimizar sistemas de produção nos quais os recursos podem ser usados de forma eficiente e sustentável	- Melhorias na conservação da água e do solo - Tecnologia para aqüicultura e agricultura hidropônica
Mecanização e automação de Tarefas e processos	Melhoria da eficiência e produtividade da cadeia produtiva através Implementação de Tecnologia.	2. Robotização e automação 3. Sistemas inteligentes de irrigação
Genética e proteção de culturas	Melhorar a produtividade e a qualidade das plantas por meio de melhorias genéticas e proteção contra doenças, bem como melhoria de nutrientes	- Biotecnologia (Genética de sementes) - Fertilizantes - Produtos biológicos - Biosensores
Big Data & Agricultura de Precisão	Tomada de decisão mais eficiente, produtiva e precisa, pois se baseia na análise de dados obtidos a partir da coleta de diversas fontes	- Análise do solo e avaliação ambiental - Drones e imagens de satélite - Sensoriamento remoto e monitoramento georreferenciado - Fornecimento de fertilizantes por nano sensores - Soluções integradas de IoT - DSS (Sistema de Apoio à Decisão)
Software de gestão e serviços de informação e educação para produtores agrícolas	Otimização da gestão operacional e administrativa, bem como maior facilidade de tomada de decisão	- Software de Gestão de Negócios - Informações sobre clima e mercado - Logística & transporte - Educação e capacitação para a comunidade rural

Fonte: adaptado do (Banco Interamericano de Desenvolvimento, 2019).

Embora nem todas as inovações da nova revolução envolvam o uso da tecnologia, é possível ver um padrão na maioria das inovações. A digitalização da agricultura é um dos principais fatores que caracterizam a nova revolução e, ao mesmo tempo, um dos principais desafios para a indústria. Um dos desafios a serem superados, é o enfrentamento a digitalização dos processos, a implementação de tecnologias inovadoras, além de educar e capacitar a equipe para analisar e utilizar os dados obtidos corretamente.

Os resultados obtidos a partir de pesquisa realizada pelo McKinsey Global Institute em vários setores dos Estados Unidos mostram que, de todas as indústrias, a indústria agrícola é a menos digitalizada (GUEDES,2016). Essa é a razão pela qual, especialmente em indústrias como a agricultura, onde o nível atual de digitalização é relativamente baixo, o investimento e a capacitação são importantes para superar o desafio que poderia envolver a realização de processos de digitalização (BATINGA *et al*, 2021).

3.4 IMPORTÂNCIA DA INOVAÇÃO E DAS NOVAS TECNOLOGIAS

A implementação de novas tecnologias e inovações no setor poderia gerar um impacto positivo em diversas áreas da agricultura, bem como grupos de interesse da sociedade em geral. No entanto, incentivar e promover a inovação e a digitalização de processos e informações poderia não só ter um impacto positivo, mas também pode levar a consequências ou fatores relevantes para os quais não seria lógico ou ideal implementar essas novas tecnologias. Entre outros, os argumentos sobre os quais há mais ênfase é colocado quando se fala sobre os benefícios da agricultura 4.0 são os seguintes (POMPEU; CARETA, 2020):

- a) aumento da produtividade;
- b) alocação razoável de recursos;
- c) adaptação às mudanças climáticas;
- d) redução do desperdício de alimentos.

O aumento da produtividade deve ser altamente relevante porque, caso as sociedades mantenham o consumo como atual e dado que a população mundial está em constante crescimento, em alguns anos, a indústria agrícola não será capaz de

fornecer alimentos suficientes para alimentar toda a população mundial (BATINGA *et al*, 2021). A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) prevê que os agricultores precisarão produzir 70% a mais para lidar com a crescente demanda (SILVA; DEMO, 2020). Além disso, os hábitos alimentares dos cidadãos estão mudando. A demanda por produtos naturais, orgânicos e de boa qualidade está aumentando cada vez mais, por isso a necessidade de aumento de produtividade é uma exigência para poder atender à demanda por esse tipo de quantidade e qualidade dos alimentos (ROSSI; ADAGUINARIO; TONIAL, 2021).

A alocação razoável de recursos, é outro problema global que deve ser resolvido rapidamente. Como mencionado na seção anterior, a população mundial está em constante crescimento e a necessidade de recursos para a existência da população pode se tornar um problema sério se os métodos não forem implementados para conservar e proteger recursos que ainda estão em boas condições. Para satisfazer os hábitos atuais e o consumo da sociedade, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), mais de 25% das terras utilizadas para a produção de alimentos na indústria agrícola, já estão completamente danificadas e não podem mais ser utilizadas para o plantio de produtos. Além disso, a demanda por alimento é tão alta que a indústria tem enfrentado em anos anteriores com o aumento do uso de recursos valiosos, como água e energia, para manter os níveis adequados de produção. Tudo isso significa que neste momento há escassez de recursos naturais e que as indústrias como a agricultura, enfrentam mudanças de métodos e processos utilizados até hoje, a fim de acabar com o desperdício e conservar adequadamente os recursos naturais (SILVA; DEMO, 2020).

Os problemas apresentados reforçam a ideia de que os produtores possam usar modelos e tecnologia modernas em vez de métodos tradicionais, a fim de preservar a sustentabilidade da agricultura. As tecnologias que compõem a agricultura 4.0, permite que a indústria aumente a produção sem a necessidade de utilizar mais recursos como terra, mão-de-obra ou outros recursos naturais ou produtivos (POMPEU; CARETA, 2020).

A implementação de novas tecnologias e inovação também poderia ajudar a indústria agrícola a se adaptar às mudanças climáticas, já que esta, é uma das indústrias cujo desempenho e produtividade são altamente dependentes das consequências causadas pelas mudanças climáticas. É também uma das principais indústrias que geram gases de efeito estufa, que são os principais contribuintes para

a poluição. Se a indústria não mudar e adaptar seus procedimentos e métodos, poderá enfrentar enormes perdas na produção e eficiência, bem como um aumento no desperdício de alimentos, o que também levaria a um aumento da insegurança alimentar mundial (BATINGA *et al*, 2021).

Todas essas adversidades enfrentadas pela indústria, que são problemas globais muito relevantes, poderiam ser resolvidos com a implementação de tecnologias, uma vez que permitem a captura maciça e o acúmulo de dados de diferentes áreas e perspectivas, o que possibilita uma previsão mais adequada sobre os possíveis riscos que os players da indústria poderiam enfrentar, e facilitaria a tomada de decisões, porque esta não seriam mais baseadas em uma escassa quantidade de informações, pesquisas e experiências do passado, mas fatores e dados obtidos a partir de análises realizadas na época, específicas do local e área em que o trabalho está sendo realizado (SILVA; DEMO, 2020).

Com base nesses argumentos, é possível dizer que a nova revolução agrícola não só teria benefícios na área de produção de alimentos, mas sim em toda a cadeia produtiva, desde o plantio e colheita, até a distribuição e consumo do produto. Em geral, a melhoria da produtividade alcançada através do uso da tecnologia proporcionaria benefícios sociais e ambientais, uma vez que menos recursos seriam dedicados à produção de alimentos (BATINGA *et al*, 2021).

Muitos desafios devem ser suplantados para a implementação da Indústria 4.0 no agronegócio, no próximo capítulo haverá um aprofundamento dos desafios que impedem a implementação das tecnologias característica da quarta revolução industrial.

4. DESAFIOS NA IMPLEMENTAÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0 NO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO

A conectividade entre sistemas é fundamental para a transição da agricultura de precisão para a agricultura inteligente. Segundo Roberto Rodrigues (2019), Coordenador do Núcleo de Agronegócios da Fundação Getúlio Vargas, a Agricultura 4.0 já é uma realidade no Brasil, mas ainda não totalmente implantada. Alguns temas estão avançando, como nanotecnologia e biotecnologia, que vêm gerando ganhos para os produtores rurais. No entanto, a conectividade continua sendo um desafio que afeta a qualidade e a rápida adoção da agricultura digital no país, dificultando a conexão com satélites, GPS e acesso a repositórios de informações (RODRIGUES, 2019). Rodrigues (2019) acrescentou que a região carece de maior cobertura de conectividade em nível nacional, isso bloqueia até o acesso à Internet e, portanto, é um dos fatores limitantes para o desenvolvimento de aplicativos móveis em áreas rurais. Além disso, os avanços tecnológicos tendem a atingir os grupos economicamente desfavorecidos tardiamente, e inicialmente não atende aos pequenos agricultores, o que pode corroborar para a desigualdade social.

Deve-se notar que o sucesso produtivo do agronegócio brasileiro não se reflete nos aspectos sociais. O Brasil tem velhos problemas não resolvidos, apesar de três décadas de reforma agrária, possui uma das maiores concentrações fundiárias do mundo, situação que tem impactos sociais e ambientais muito negativos (ROBLES, 2018; WILKINSON; LAYDEN; SABATO, 2012).

Novas tecnologias podem aumentar os rendimentos, reduzir custos e danos às plantações e minimizar o uso de água, combustível e fertilizantes (YAHYA, 2018). A adoção de novas tecnologias pode criar vantagens comparativas que, além das vantagens de escala das grandes empresas agrícolas, podem criar uma competição que inviabilize determinadas atividades em pequenos ativos rurais.

Nessas circunstâncias, a agricultura familiar pode não conseguir se adaptar à nova dinâmica, levando a um processo acelerado de concentração fundiária e de renda. O fato de essas pessoas acabarem à margem das cadeias de produtos agrícolas mundiais pode comprometer a segurança alimentar de muitos, especialmente em países na parte sul do Globo (TOMEI; HELLIWELL, 2016).

A tecnologia aumenta a competitividade do setor agrícola por meio da especialização e da necessidade de novas tecnologias (HENG, 2014; SIPSAS, 2016;

DRATH, HORCH, 2014). No entanto, os atuais sistemas agrícolas especializados de monocultura não são tão eficazes quanto os sistemas agrícolas diversificados no apoio à biodiversidade, manutenção da qualidade do solo, sequestro de carbono, retenção de água, eficiência energética, resistência e resiliência às mudanças climáticas. Mesmo os sistemas agrícolas diversificados apresentam produtividade média próxima à dos sistemas especializados, porém com menores impactos ambientais e sociais e menor manutenção da biodiversidade (KREMEN; MILES, 2012; TILMAN et al., 2001).

O processo de especialização tornou-se tão forte que uma análise da competitividade dos principais produtos do agronegócio brasileiro frente ao resto do mundo mostra que a competitividade está concentrada apenas em alguns produtos como soja e carne (VIEIRA; BUAINAIN; FIGUEIREDO, 2016)). Como exemplo, pode-se citar a cadeia do trigo brasileira, que não possui vantagem comparativa e competitiva em relação à cadeia do trigo argentino, que possui custos de produção mais baixos e é isenta de impostos em alguns insumos, tornando o Brasil o maior do mundo. países importadores de trigo. comida popular. consumo (BRUM; MÜLLER, 2008; JESUS JUNIOR; RODRIGUES; MORAES, 2011).

Segundo Silvio Crestana, pesquisador da Embrapa Instrumentação Agropecuária, a independência e a soberania de um país hoje residem na capacidade de fornecer alimentos, energia e segurança cibernética em um mundo que supera as barreiras físicas.

3.5 INDÚSTRIA 4.0 E O DESEMPREGO TECNOLÓGICO

Considerando que a implementação da tecnologia implica a automação da maioria dos processos que até agora eram realizados manualmente, muitos consideram que, embora as inovações tenham um impacto positivo em outras áreas e apresentem uma solução para problemas globais como insegurança alimentar ou mudanças climáticas, aqueles que dependem da agricultura poderiam ser confrontados com os efeitos negativos da revolução (GUEDES, 2016).

O fenômeno do desemprego é um fator importante a ser considerado, especialmente depois da população rural ter experimentado essa situação, com a implementação de máquinas agrícolas no setor, que acabou gerando um grande

fechamento de postos de trabalho. Apesar de ter sido demonstrado ao longo dos anos que os avanços tecnológicos influenciam o nível de desenvolvimento de um país, há o risco de que mesmo a implementação da agricultura 4.0, países em desenvolvimento, cujas áreas territoriais muitas vezes dependem da agricultura, como no Brasil, não desfrutem das vantagens de forma homogêneas em todos os âmbitos da sociedade onde a produção acontece.

Mediante a confirmação citada no parágrafo anterior, o relatório da Cúpula do Governo Mundial, publicado em 2018, no qual várias entrevistas foram realizadas com os principais especialistas do setor agrícola, os países que liderarão a indústria devido à adaptação de tecnologias e novos métodos de produção, serão aqueles que têm um nível suficiente de desenvolvimento e educação para poder adaptar seus conhecimentos e habilidades às novas tarefas e funções que aparecem (BATINGA et al, 2021).

Não só será necessário ter recursos humanos treinados com alto nível de conhecimento para processar informações complexas, mas também aqueles países cujas políticas agrícolas se concentram em inovação e cujo apoio governamental favorece a implementação e adaptação. Isto, é, investimentos nesses setores. Da mesma forma, é questionável se a nova metodologia poderia não só ter efeitos negativos sobre os empregos, mas principalmente sobre os produtores decisórios. Considerando que a tomada de decisão, a coleta e análise de informações, bem como todos os outros processos seriam realizados por sensores, máquinas e outras tecnologias, há o risco de que a motivação e o interesse dos produtores desapareçam, caso não haja apoio do setor público (POMPEU; CARETA, 2020). Essa desmotivação pode ser refletida em diversos âmbitos, como no âmbito educacional. O desenvolvimento educacional pode ser fator de dúvidas na sociedade, visto que os postos de trabalho estarão todos ocupados por máquinas. Ou seja, o questionamento seria referente as garantias que o indivíduo teria se estivesse em constante desenvolvimento educacional e isso se tornaria um ciclo, no qual teríamos mais pessoas sem capacidade suficiente de manuseio das máquinas e conseqüentemente uma taxa de desemprego maior no país.

3.5.1 Adaptação e capacitação da sociedade

O fator cultura e tradições também é importante em termos de tomada de decisão empresarial. Esse fator desapareceria se as decisões fossem tomadas apenas com base em análises realizadas com a ajuda da tecnologia agrícola 4.0. Embora seja um fator relevante, também pode levar a interpretações erradas dos dados obtidos com a agricultura 4.0. Se cada agricultor permitir que fatores como sua cultura, hábitos e tradições influenciem as decisões finais, mesmo que a tecnologia facilite dados e análises mais precisos e confiáveis do que no passado, os resultados ainda não seriam aqueles que trazem os melhores benefícios para as empresas. (PACHECO; REIS, 2020).

Trata-se também de uma metodologia que envolve o uso maciço de dados e informações, que deve ser coletada de diferentes fontes e, idealmente, deve ser interconectada entre os campos de produção. Por essa razão, pode ser um problema para as empresas que querem implementá-lo, mas que, dentro da região de produção, não há empresas suficientes que a implementaram e acumulam a quantidade necessária de informações e dados para a correta tomada de decisões ou que não têm a infraestrutura adequada para fazê-lo. Se não houvesse empresas suficientes com esse método e infraestrutura para a coleta de dados maciços, os resultados e efeitos da tecnologia não seriam muito melhores do que no momento, porque não seria possível realizar uma análise completa de todos esses fatores que desempenham um papel importante na produção e, em vista disso, os benefícios que poderiam ser obtidos idealmente da tecnologia não seriam totalmente explorados (BATINGA et al, 2021).

Logo, é possível dizer que a agricultura 4.0 poderia ter maiores benefícios, por isso é de extrema importância que países e empresas criem políticas que estimulem a implementação dessas tecnologias e inovações e que invistam e garantam que os funcionários que dependem da agricultura tenham as habilidades e conhecimentos necessários. É necessário poder realizar o trabalho que aparecerá devido à mudança de metodologia e estrutura e que, além disso, tanto produtores quanto gestores, tenham as habilidades necessárias para entender de forma clara e correta os dados fornecidos pelos sensores e outras máquinas e, assim, poder interpretá-los e tomar decisões com mais facilidade.

É muito importante que, antes de implementar as tecnologias, tenha-se a infraestrutura e as habilidades necessárias para a interpretação e manuseio de ferramentas e máquinas, pois se não for o caso, a implantação da agricultura 4.0 pode gerar especialmente desvantagens para trabalhadores, produtores e empresas.

Ainda sobre as desvantagens que a falta de conhecimento entre os trabalhadores pode causar, está o fator de desemprego e impacto econômico para as empresas que implementarão a indústria 4.0. A falta de mão de obra qualificada ainda implica fortemente nos resultados econômicos dos geradores e na nova indústria 4.0 não seria diferente. Isto é, caso não tenha investimentos públicos e até mesmo privados para a capacitação de profissionais, esse desfalque refletirá diretamente nos caixas das empresas. Ainda que a indústria 4.0 seja voltada para autonomia de desempenho das máquinas, o trabalho humano não é dispensado 100% e ele é um dos principais contribuintes para os lucros dos empresários. Ao levar isso em consideração, é necessário estímulos do Governo e das empresas para a qualificação da mão de obra.

3.6 INVESTIMENTOS NA INDÚSTRIA 4.0 E DIFICULDADES NO AGRONEGÓCIO

Das dificuldades elencadas para a implantação de Indústria 4.0, encontram-se a falta de recursos próprios, pouca clareza sobre relação custo-benefício e falta de capacitação de equipe, conforme abordado no capítulo anterior. Além dos problemas, pelo lado externo, de custos elevados de implantação, pouco otimismo com o futuro e financiamento a taxas pouco atrativas (VDI-Brasil, 2020).

De acordo com o estudo realizado pela FIESP (2020), o número de empresas que vinham realizando investimentos na implementação da indústria 4.0 teve queda nos últimos 2 anos anterior a publicação da matéria. O levantamento contou com a participação de 417 empresas, sendo 296 pequenas (até 99 funcionários), 103 médias (100 a 499 funcionários) e 18 grandes (mais de 499 funcionários), e comparou os resultados de 2019 com outro estudo realizado em 2017. Apesar da presença de novas ferramentas e termos como internet das coisas (IoT), *Blockchain*, *Big Data* e outros, essa nova era vai muito além das máquinas; questões comportamentais, culturais e estruturais também têm papéis importantes nessa transição (VDI-Brasil,

2020). Dada as informações baseadas nos estudos sobre a indústria 4.0, podemos observar que os investimentos são altos para a implementação da indústria 4.0 em todos os setores, inclusive no agronegócio do Brasil. Dentro do aspectos de dificuldades que o setor agrícola enfrenta na implementação da indústria 4,0, está a produção terrestre e produção agrícola. A terra é um dos principais insumos na produção agrícola. Dada uma população crescente combinada com forte dependência da agricultura, a terra é um dos recursos mais escassos no quesito de terra produtiva. Os domicílios são classificados de acordo com as terras cultivadas nas seguintes categorias: cultivadores muito pequenos (menos de 0,3 ha), pequenos cultivadores (0,3 a 0,9 ha), cultivadores médios (0,9 a 3 ha) e grandes cultivadores (mais de 3 ha) (DA CRUZ RODRIGUES; MESQUITA; DE MEDEIROS, 2019). O tamanho médio das terras cultivadas por domicílio é de 0,39 ha. Aproximadamente 91% dos domicílios cultivam menos de 0,9 ha de terra. A Organização Para Alimentação e Agricultura (FAO) estima que, em média, uma família requer pelo menos 0,9 ha para conduzir a agricultura sustentável (FREITAG; KLESENER; PLEIN, 2019).

CONCLUSÃO

A pesquisa teve como objetivo analisar como está a implementação das tecnologias da indústria 4.0 (*Big data, Blockchain*, ciência de dados etc.) no setor agrícola brasileiro. No primeiro capítulo trata-se da definição sobre o conceito de indústria 4.0 e todo o contexto histórico das revoluções industriais. O segundo capítulo pauta-se em discorrer sobre a situação da indústria 4.0 na agricultura e apresenta-se as tecnologias que fazem parte da indústria 4.0. No terceiro capítulo foca-se em aprofundar sobre as barreiras e desafios necessários para a implementação da indústria 4.0 no agronegócio.

Entretanto, a pesquisa realizada mostra como ponto principal a falta de informação sobre o nível atual de implementação tecnológica. Os relatórios e pesquisas analisam a importância da tecnologia principalmente na perspectiva do consumo, na qual uma implementação tecnológica permitiria a manutenção de altos níveis de consumo alimentar e as necessidades alimentares de continuar a ser atendidas ao longo dos anos e para as gerações futuras. Acima de tudo, os benefícios dos avanços tecnológicos são analisados como uma metodologia para aumentar a eficiência e a produtividade das empresas do setor agrícola existente. No entanto, este não é o verdadeiro benefício da tecnologia, mas sim que as áreas rurais que muitas vezes não têm acesso a alimentos e cuja terra não é comumente fértil para a produção, também podem produzir alimentos e, assim, criar suas próprias fontes de sustento, reduzindo assim a insegurança alimentar.

Deve-se notar que uma das principais barreiras mencionadas pelas grandes empresas dedicadas à agricultura no setor é a falta de infraestrutura e a falta de recursos financeiros para investir na implementação da tecnologia no Brasil.

Se um dos principais benefícios mencionados nos diferentes relatórios é a redução da insegurança alimentar, surge a questão de como seria possível que essa insegurança fosse resolvida, se isso implicasse que a tecnologia agrícola seja implementada nas áreas rurais, que têm ainda menos capacidades financeiras do que as grandes empresas, infraestruturas piores e má conexão para que tal tecnologia funcione corretamente e possa realmente beneficiar cidadãos desses grupos sociais.

Quase nenhum relatório menciona as barreiras que poderiam surgir em países em que a capacidade de implementação não é alta e, muitas vezes, uma grande

porcentagem de pessoas, principalmente aquelas com baixos recursos e más condições de vida, dependem de indústrias como a agricultura, que atualmente está em processo de digitalização e em que área a tecnologia é cada vez mais importante.

Posteriormente, pesquisas mostram que é um setor com grande importância e potencial de crescimento e desenvolvimento, mas no qual não foram investidos recursos suficientes e muita atenção não tem sido dada ao desenvolvimento desse setor.

Isso poderia ser identificado graças aos resultados obtidos na pesquisa, que mostraram que não há apoio suficiente de organizações, centros, muito menos do governo, por meio de financiamento, informação ou estabelecimento de políticas públicas voltadas para o aprimoramento e desenvolvimento do setor.

Agora, a agricultura já é um setor de grande importância para a economia de cada um dos países em desenvolvimento. No entanto, o Brasil ainda possui grande parte de sua produção agrícola sendo produzida por agricultores familiares, mantendo o setor com uma baixa capacidade de produção em relação a áreas que usam a tecnologia para o cultivo.

O nível de formação dos cidadãos que estão empregados no setor é baixo e apresenta diversas barreiras, por isso seria necessário implementar políticas que focassem na melhoria das habilidades e educação dos cidadãos nessas áreas, para que melhorem suas capacidades e, em seguida, tenham o necessário para inovar e que a região em geral, aumente assim seu desenvolvimento econômico e social.

É importante mencionar que o Brasil tem altos níveis de corrupção, baixa eficácia governamental e instabilidade política, fatores que influenciam negativamente o desenvolvimento e o escopo das infraestruturas para alcançar a automação e o funcionamento ideal dos processos que estão envolvidos no desenvolvimento de uma indústria agrícola funcional.

A falta de apoio por parte dos atores que compõem o sistema de inovação pode implicar que a digitalização e futura implementação de tecnologia ou outras ferramentas no setor serão muito complexas.

Como o sistema educacional e produtivo não estão em sintonia, mas funcionam separadamente, as necessidades do mercado não estão sendo atendidas, pois o sistema educacional não está focado em realizar treinamentos adequados para o desempenho dessas tarefas e procedimentos. Conseqüentemente, as empresas enfrentam barreiras à formação, produtividade e eficiência, que poderiam ser

resolvidas se os atores do sistema focassem em fornecer ao pessoal as habilidades exigidas no mercado e, assim, garantir que a indústria prospere e aumente seu nível de competitividade e desenvolvimento, e ao mesmo tempo, os funcionários não corram o risco de serem deslocados de seus empregos porque não têm as habilidades e conhecimentos necessários.

Uma otimização nas políticas criaria espaço para a melhoria do sistema educacional, o que permitiria que as indústrias se desenvolvessem, bem como os recursos humanos, progredissem individualmente.

Um aumento nos níveis de educação melhoraria proporcionalmente a qualidade de vida dos cidadãos, bem como sua saúde e segurança ocupacional, uma vez que eles teriam o conhecimento e as habilidades analíticas necessárias para se adaptar a quaisquer mudanças e inovações que venham no futuro. Em outras palavras, eles poderiam evoluir e se adaptar às necessidades do mercado de trabalho, uma vez que teriam o que precisassem para se ajustar facilmente.

A segurança ocupacional deixaria então de ser um dos principais riscos, que atualmente é a situação, pois os funcionários atuais não têm o treinamento necessário para inovar e, ademais, as empresas são forçadas a obter pessoal que tenha esse conhecimento, e assim poder continuar a manter sua importância no mercado internacional e seu desenvolvimento.

Recapitulando, pode-se dizer que a implementação tecnológica tem e poderia ter efeitos principalmente positivos sobre os recursos humanos do setor agrícola. É difícil realizar uma análise exata dos benefícios e consequências que poderiam ser gerados através da implementação, uma vez que é uma região que apresenta certas barreiras, que devem ser resolvidas antes que uma verdadeira transformação digital do sistema possa ser realizada.

Diante do caso de que as barreiras possam ser resolvidas por meio de treinamento e capacitação, as empresas do setor e, em geral, os trabalhadores da indústria se beneficiariam da implementação, pois os níveis de produtividade e eficiência aumentariam, desenvolvendo positivamente a economia da região e melhorando as circunstâncias e a qualidade de vida dos trabalhadores e cidadãos.

O aumento do nível de formação dos trabalhadores também abriria portas para novos empregos, com melhores salários e benefícios. A tecnologia também facilitaria o trabalho atualmente feito pelos produtores, que é conhecido pelas más condições em que os processos devem ser realizados para a obtenção do produto.

Além do aumento da produtividade e eficiência para as empresas, os cidadãos poderiam se beneficiar de produtos de maior qualidade, e poderiam produzir alimentos com menos recursos, como fertilizantes e pesticidas.

Como já mencionado, a agricultura 4.0 ou outras inovações não deslocariam os trabalhadores de seus empregos. Isso permitiria aos trabalhadores rurais reduzir a quantidade de trabalho manual atualmente necessária para realizar processos de produção, facilitando a realização de tarefas e abrindo espaço para novas tarefas.

No entanto, a transição de um trabalho para outro provavelmente exigiria certas habilidades dos trabalhadores, o que deve ser assegurado pelas empresas e pelo governo, que os trabalhadores adquirem, a fim de reduzir a probabilidade de falta de força de trabalho adequada para realizar determinados empregos e aumentar o nível de desemprego. Simplificando, a tecnologia não alienará trabalhadores obsoletos, deixando-os sem qualquer mão-de-obra disponível. As tecnologias automatizarão muitos dos processos atuais, mas abrirão espaços para novas tarefas e trabalharão em conjunto com os trabalhadores da área, caso tenham essas habilidades, capacidades e conhecimentos necessários para manuseá-los e se adaptar aos novos processos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Paulo Samuel de. Indústria 4.0: princípios básicos, aplicabilidade e implantação na área industrial. **São Paulo: Érica**, 2019.
- BATINGA, Georgiana Luna et al. AMBIGUIDADES DA INDÚSTRIA 4.0. **Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EIGEDIN)**, v. 5, n. 1, 2021.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO [CONAB] 2019. Indicadores do Agronegócio. Disponível em: [www.conab.gov.br › info-agro › precos › item › download](http://www.conab.gov.br/info-agro/precos/item/download).
- DE CAMARGO BARROS, G. S. A., & CASTRO, N. R. Produto Interno Bruto do Agronegócio e a crise brasileira. *Revista de Economia e Agronegócio*, 15(2), 156-162. 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Nicole_Castro2/publication/3206109_produto_interno_bruto_do_agronegocio_e_a_crise_brasileira/links/59f0abcc458515bfd07fa984/produto-interno-bruto-do-agronegocio-e-a-crise-brasileira.pdf.
- DIAS, Thiago Ferreira; DE OLIVEIRA, Erysson Faustino. Agricultura Familiar, Políticas Públicas e Mercados Institucionais: uma Análise Exploratória do Programa Nacional de Alimentação Escolar-PNAE no Rio Grande do Norte. *HOLOS*, v. 5, p. 1-19, 2019.
- FERNEDA, Rodrigo; RUFFONI, Janaína. TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 E AGRONEGÓCIO: uma reflexão para um conjunto de firmas do Rio Grande do Sul. Campinas, Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação, 12 de setembro de 2019.
- FUCHTER, Márcia; TIBOLA, Naiara Garcia. As contribuições do programa nacional para o fortalecimento da agricultura familiar no município de presidente Getúlio–SC. *Revista online de divulgação científica da UNIDAVI*, p. 8.
- GONÇALVES, Renata; SOUZA, Edvânia Ângela de. Somos todes youtubers? Indústria 4.0 e precarização do trabalho docente em tempos de pandemia. **Serviço Social & Sociedade**, p. 33-51, 2022.
- HAYASHI, Ricardo. 5 principais desafios da indústria 4.0. *Industria40.ind.br*, 2020. Disponível em: [https://www.industria40.ind.br/artigo/19818-5-principais-desafios-da-industria-40#:~:text=S%C3%A3o%20cinco%20os%20principais%20desafios,\)%20e%2C%20claro%2C%20conectividade](https://www.industria40.ind.br/artigo/19818-5-principais-desafios-da-industria-40#:~:text=S%C3%A3o%20cinco%20os%20principais%20desafios,)%20e%2C%20claro%2C%20conectividade). Acesso em: 12 jun. 2022.

LIMA, Ricardo Everton. AGRICULTURA FAMILIAR E IDENTIDADE CULTURAL: um estudo teórico. *Ensaios de Geografia*, v. 7, n. 13, p. 31-42, 2021.

LISBINSKI, Fernanda Cigainki et al. Perspectivas e desafios da Agricultura 4.0 para o setor agrícola. **Anais.[do] VIII Simpósio da Ciência do Agronegócio**, 2020.

MASSRUHÁ, Sílvia Maria Fonseca Silveira; LEITE, MA de A. Agro 4.0-rumo à agricultura digital. In: **Embrapa Informática Agropecuária-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: MAGNONI JÚNIOR, L.; STEVENS, D.; SILVA, WTL da; VALE, JMF do; PURINI, SR de M.; MAGNONI, M. da GM; SEBASTIÃO, E.; BRANCO JÚNIOR, G.; ADORNO FILHO, EF; FIGUEIREDO, W. dos S.; SEBASTIÃO, I.(Org.). *JC na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: mobilizar o conhecimento para alimentar o Brasil*. 2. ed. São Paulo: Centro Paula Souza, 2017., 2017.

MORAES, Jorge Luiz Amaral; SCHWAB, Patricia Ines. O papel do cooperativismo no fortalecimento da agricultura familiar. *Estudos do CEPE*, n. 49, p. 67-79, 2019.

PACHECO, Tiago Resende; REIS, João Gilberto Mendes. A LOGÍSTICA 4.0 NO AGRONEGÓCIO. **South American Development Society Journal**, v. 6, n. 17, p. 392, 2020.

PESQUISA NACIONAL POR AMOSTRA DE DOMICÍLIOS [PNAD] 2019. Indicadores de Educação. Disponível em: www.ibge.gov.br > Estatísticas > Sociais > Trabalho.

POMPEU, Eduardo Festa; CARETA, Catarina Barbosa. Industry 4.0 and Agribusiness: Survey of Applications in “Vale do Piracicaba” Indústria 4.0 e Agronegócio: Levantamento das Aplicações no “Vale do Piracicaba”. In: **17th CONTECSI-International Conference on Information Systems and Technology Management Virtual**. 2020.

RIOS, G. S. L. O que é cooperativismo. São Paulo: Brasiliense, 2017.

ROSSI, Camila; ADAGUINARIO, Leticia; TONIAL, Graciele. COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DOS COLABORADORES DA INDÚSTRIA 4.0 NO SETOR DO AGRONEGÓCIO. **Seminário de Iniciação Científica e Seminário Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão**, p. e28668-e28668, 2021.

SALA, Fabiana; OTTONICAR, Selma Leticia Capinzaiki; DE CASTRO FILHO, Cláudio Marcondes. Políticas públicas, bibliotecas escolares e o bibliotecário no contexto da indústria 4.0. **Informação & Informação**, v. 25, n. 2, p. 430-455.

SANTOS, Alessandra. et al. Indústria 4.0 o setor da agricultura em crescimento tecnológico. *Fetec Log*. Guarulhos, 01 de junho de 2019.

SANTOS, Dvison Willian; DOS CLEMENTINO, Valdner; DOS BORGES, Umarac. LEAN MANUFACTURING NO AGRONEGÓCIO: Uma análise bibliográfica da produção científica das bases Web of Science e SciELO no período de 2000-2020. **Exacta**, 2022.

SILVA, Camila Marques Viana; SCHULTZ, Glauco. A influência das lógicas institucionais na organização econômica da agricultura familiar: uma análise no semiárido nordestino. *Revista Grifos*, v. 30, n. 53, p. 173-194, 2021.

SILVA, Elaine et al. Licores de frutas: importância, riquezas e símbolos para a região nordeste do Brasil. *Enciclopédia Biosfera*, v. 18, n. 35, 2021.

SILVA, Juliane Maíra Pedro; CAVICHIOLO, Fabio Alexandre. O uso da agricultura 4.0 como perspectiva do aumento da produtividade no campo. **Revista Interface Tecnológica**, v. 17, n. 2, p. 616-629, 2020.

SILVA, Renan Antônio; DEMO, Pedro. Educação 4.0 para a indústria 4.0: protagonismo do avanço social no cenário introduzido pela sociedade da informação. **Revista de Estudos Interdisciplinares-CEEINTER**, v. 2, p. 1-14, 2020.

SOARES, Amanda Oliveri; KUSHIDA, Marta Mitsui. A indústria 4.0 e a importância das soft skills. **Tópicos em gestão e inovação no agronegócio**, 2020.

TIOZO, Evandro; BERTOLINI, Geysler Rogis Flor. Percepções de cooperados e não cooperados em relação à dimensão social da sustentabilidade de uma cooperativa leiteira da agricultura familiar. *Revista Pensamento Contemporâneo em Administração*, v. 15, n. 2, p. 159-180, 2021.

PERREIRA, Adriano; SIMONETTO, Eugênio. Indústria 4.0: conceitos e perspectivas para o Brasil. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*, v. 16, n. 1, 2018.

FLEURY, Afonso; FLEURY, Maria Tereza Leme. Estratégias empresariais e formação de competências: um quebra-cabeça caleidoscópico da indústria brasileira. São Paulo: Atlas, 2000.