



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS – UNIDADE DE POSSE

DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

DANIEL CARNEIRO DE SOUSA

**INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: UMA ANÁLISE DE SUA
APLICABILIDADE NA ECONOMIA COMO FERRAMENTA DE
DESENVOLVIMENTO NO ESTADO DE GOIÁS**

POSSE – GO

2021

DANIEL CARNEIRO DE SOUSA

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: UMA ANÁLISE DE SUA APLICABILIDADE NA ECONOMIA COMO FERRAMENTA DE DESENVOLVIMENTO NO ESTADO DE GOIÁS

Trabalho apresentado ao Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Universidade Estadual de Goiás – Unidade de Posse, como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Área de concentração: Ciência da Computação.

Orientador: Prof.^a Esp. Kelly Cristina dos Reis Cavalcante

Coorientador: Prof.^a Ms. Carolina Novaes Xavier de Lima Reynaldo

POSSE – GO

2021

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UEG com os dados fornecidos pelo autor.

CC289
i

Carneiro de Sousa, Daniel

Inteligência Artificial: uma análise de sua aplicabilidade na economia como ferramenta de desenvolvimento no estado de Goiás / Daniel Carneiro de Sousa; orientador Kelly Cristina dos Reis Cavalcante; co-orientador Carolina Novaes Xavier de Lima Reynaldo.

-- Posse, 2021.

61 p.

Graduação - Sistemas de Informação -- Unidade de Posse,
Universidade Estadual de Goiás, 2021.

1. Inteligência artificial. 2. Tecnologia. 3. Desenvolvimento econômico. 4. Agronegócio. 5. Agropecuária. I. dos Reis Cavalcante, Kelly Cristina, orient. II. Novaes Xavier de Lima Reynaldo, Carolina, co-orient. III. Título.

DANIEL CARNEIRO DE SOUSA

**INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: UMA ANÁLISE DE SUA
APLICABILIDADE NA ECONOMIA COMO FERRAMENTA DE
DESENVOLVIMENTO NO ESTADO DE GOIÁS**

Monografia apresentada no Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Universidade Estadual de Goiás – Unidade de Posse como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Sistemas de Informação, aprovada em 15 de março de 2021, pela Banca Examinadora constituída pelos professores:

Prof.^a Esp. Kelly Cristina dos Reis Cavalcante
Universidade Estadual de Goiás – UEG
Presidente da Banca

Prof. Esp. Maxley de Oliveira e Silva
Universidade Estadual de Goiás – UEG
Avaliador

Prof. Dr. Roberto Felício de Oliveira
Universidade Estadual de Goiás – UEG
Avaliador

Dedico esse trabalho primeiramente a Deus, por me dar forças e me permitir chegar até aqui. À minha família pelo apoio. E, especialmente, à minha avó Domingas (*in memoriam*) que sempre acreditou no meu sucesso e sempre me incentivou a estudar.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por tudo o que fez e que tem feito em minha vida, me permitindo chegar até aqui, na conclusão desse objetivo de vida e que me amparou em todos os momentos.

À minha família que precisou lidar com minhas ausências provenientes da minha dedicação ao desenvolvimento dessa pesquisa. Sem essa compreensão com certeza seria ainda mais difícil.

À Prof.^a Kelly, que cumpriu integralmente o seu papel de orientadora e me ajudou a desenvolver, não somente o lado pesquisador, mas também contribuiu imensamente para meus valores como pessoa, trazendo sempre o seu ponto vista humanístico e social. E por todo o profissionalismo e compreensão ao lidar com situações de dificuldades enfrentadas pelo seu orientando.

À minha coorientadora Prof.^a Carolina, que desde o início se disponibilizou a ajudar e se tornou parte essencial nessa pesquisa, e contribuiu com seu conhecimento enriquecedor para sua conclusão. Trouxe sua experiência e a compartilhou, com sua criatividade mostrou a importância da escrita e que acima de tudo esse processo pode ser leve e prazeroso.

Ao Prof. Ronaldo, que sempre se dispôs a auxiliar no que fosse necessário, incessantemente com suas ponderações relevantes, mesmo com suas lutas diárias em defesa da educação e da UEG de Posse.

Aos meus amigos e parceiros de TCC, Angela e Gleydson, que estiveram ao meu lado nos bons e maus momentos. Que me apoiaram, principalmente nos momentos de dificuldades e desânimo.

À todas essas pessoas que contribuíram diretamente e também aquelas que indiretamente tiveram participação, os meus mais sinceros agradecimentos e votos de estima.

RESUMO

As tecnologias se consolidaram como importantes aliadas do ser humano em suas mais diversas ocupações. Permitem a automação e otimização de tarefas, melhorias em processos, redução de custos, entre inúmeros outros benefícios. O tempo avança e cada vez mais surgem necessidades de novas formas de melhorar a sociedade e a vida daqueles que a habitam, em diversos ramos como saúde, educação, economia. Essas demandas, fizeram com que inovássemos ao ponto de simular a inteligência humana nas máquinas a fim de resolver tarefas complexas, da mesma maneira que o homem lida com seus problemas, em várias áreas do conhecimento, sendo denominada de: inteligência artificial. Se bem aplicada, essa tecnologia permite novas possibilidades que antes não seriam possíveis com o uso de sistemas convencionais e com excelentes resultados. Nesse sentido, esse trabalho visa analisar a aplicação da inteligência artificial no ramo do desenvolvimento econômico, considerando as maneiras pelas quais ocorrem os seus usos e como isso poderá aprimorar a economia do estado de Goiás. Para isso, a pesquisa buscou dados quantitativos em plataformas públicas para caracterizar a economia goiana e extrair o ramo de maior destaque. Feito isso, obteve-se a agropecuária como o setor mais explorado e a inserção de uma pesquisa bibliográfica permitiu a discussão da aplicação da inteligência artificial nessa categoria. Os resultados apontaram que as aplicações dessa tecnologia podem trazer melhorias em diversas vertentes aos produtores do campo, onde a produtividade, redução de custos, aumento da competitividade e apoio na tomada de decisões foram os principais ganhos citados pelos autores consultados. Portanto, os benefícios expressados simbolizam possíveis avanços no setor agropecuário, podendo produzir efeitos positivos também em outras áreas da sociedade, o que conseqüentemente tende a impactar e desenvolver ainda mais a economia do estado.

Palavras-chave: Inteligência artificial; Tecnologia; Desenvolvimento econômico; Agronegócio; Agropecuária.

ABSTRACT

Technologies have consolidated themselves as important allies of human beings in their most diverse occupations. They allow the automation and optimization of tasks, process improvements, cost reduction, among countless other benefits. Time goes by and more and more needs are emerging for new ways to improve society and the lives of those who inhabit it, in various fields such as health, education, economy. These demands led us to innovate to the point of simulating human intelligence in machines in order to solve complex tasks, in the same way that man deals with his problems, in various areas of knowledge, being called: artificial intelligence. If well applied, this technology allows for new possibilities that previously would not have been possible with the use of conventional systems and with excellent results. In this sense, this work aims to analyze the application of artificial intelligence in the field of economic development, considering the ways in which its uses occur and how it can improve the economy of the state of Goiás. For this, the research sought quantitative data on public platforms to characterize the economy of Goiás and extract the most prominent branch. That done, agriculture was the most explored sector and the insertion of a bibliographic research allowed the discussion of the application of artificial intelligence in this category. The results showed that the applications of this technology can bring improvements in several aspects to producers in the field, where productivity, cost reduction, increased competitiveness and support in decision making were the main gains mentioned by the consulted authors. Therefore, the benefits expressed symbolize possible advances in the agricultural sector, and may also produce positive effects in other areas of society, which consequently tends to impact and further develop the state's economy.

Keywords: Artificial intelligence; Technology; Economic development; Agribusiness; Agriculture.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Composição PIB do Goiano | 37 |
| Figura 2 - PIB do Goiás em anos..... | 41 |
| Figura 3 - Participação da agropecuária no PIB | 42 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Estrutura da Indústria Goiana..... | 40 |
| Tabela 2 - Produção Vegetal e Animal da Agropecuária Goiana em 2019..... | 43 |
| Tabela 3 - Exportações da agropecuária goiana em 2019 | 44 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1 - Relação das bibliografias selecionadas | 45 |
|---|----|

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|--------|--|
| IA | Inteligência Artificial |
| UFG | Universidade Federal de Goiás |
| CEIA | Centro de Excelência em Inteligência Artificial |
| CEAGRE | Centro de Excelência em Agricultura Exponencial |
| SEDI | Secretaria de Estado de Desenvolvimento e Inovação |
| FAPEG | Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás |
| ML | Machine Learning |
| DL | Deep Learning |
| IOT | Internet of Things |
| RNAs | Redes Neurais Artificiais |
| PLN | Processamento de Linguagem Natural |
| PIB | Produto Interno Bruto |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| IMB | Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos |
| SEAPA | Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 12 |
| 2 | PROBLEMÁTICA | 14 |
| 3 | JUSTIFICATIVA | 15 |
| 4 | OBJETIVOS | 17 |
| 4.1 | OBJETIVO GERAL | 17 |
| 4.2 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 17 |
| 5 | HIPÓTESES | 18 |
| 6 | REFERENCIAL TEÓRICO | 19 |
| 6.1 | CONCEITUAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL | 19 |
| 6.2 | HISTÓRICO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL..... | 21 |
| 6.3 | SUBCAMPOS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL..... | 23 |
| 6.3.1 | MACHINE LEARNING E DEEP LEARNING | 24 |
| 6.3.2 | PROCESSAMENTO DE LINGUAGEM NATURAL..... | 25 |
| 6.3.3 | VISÃO COMPUTACIONAL..... | 26 |
| 6.3.4 | ROBÓTICA..... | 27 |
| 6.4 | AS TECNOLOGIAS NO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO..... | 28 |
| 6.5 | INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E SEUS IMPACTOS NO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO | 30 |
| 6.6 | PANORAMA DA IA NO BRASIL E NO ESTADO DE GOIÁS | 34 |
| 7 | METODOLOGIA | 36 |
| 7.1 | TIPO E DESCRIÇÃO GERAL DA PESQUISA | 36 |
| 7.2 | INSTRUMENTO DE PESQUISA..... | 37 |
| 7.3 | COLETA E ANÁLISE DOS DADOS | 37 |
| 8 | ANÁLISE E DISCUSSÃO | 39 |
| 8.1 | CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ECONOMIA GOIANA | 39 |

| | |
|---|-----------|
| 8.2 AGROPECUÁRIA E AGRONEGÓCIO GOIANO | 42 |
| 8.3 AGRONEGÓCIO E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL | 45 |
| 9 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 54 |
| REFERÊNCIAS | 56 |

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia vem auxiliando a humanidade há bastante tempo e trazendo incontáveis benefícios para a sociedade nas suas mais diversas áreas do conhecimento. Com o tempo, a tecnologia evoluiu e continua evoluindo constantemente em um ritmo acelerado. Tanto que, atualmente, é difícil apontar uma área que não faça uso de recursos computacionais para o auxílio e automatização de tarefas. Nesse sentido, o emprego de recursos tecnológicos nos auxiliam em maneiras mais fáceis e rápidas nas tomadas de decisões e na resolução de problemas.

A tentativa de replicar ou reproduzir a inteligência humana nas máquinas não é recente, os estudos da Inteligência Artificial, doravante denominada IA, tiveram início nos anos 50, especificamente em 1956, data em que John McCarthy cunhou o termo pela primeira vez. A Inteligência Artificial (ou no inglês AI, *Artificial Intelligence*) é capaz de resolver tarefas complexas semelhantes à maneira com que o ser humano lida com problemas. Sendo assim, a inteligência artificial é o ramo da ciência da computação que busca construir sistemas capazes de simular a capacidade do ser humano de pensar, agir e tomar decisões, ou seja, resolver problemas de maneira inteligente. A busca do homem é tentar fazer com que a máquina seja capaz não somente de processar dados, mas também de fazer inferências por meio do raciocínio. Atualmente, estão disponíveis diversas ferramentas para construção de sistemas inteligentes, muitos desses são desenvolvidos utilizando linguagens de programação modernas, como *Python* e utilizam de bibliotecas de código como o *TensorFlow*, uma ferramenta de código aberto bastante utilizada para o aprendizado de máquina, além de outros mecanismos como o *PyTorch* usado para treinar algoritmos inteligentes. A evolução da tecnologia permitiu um avanço muito grande em relação ao hardware e software e desde então pesquisadores têm estudado a aplicação dessa inteligência nas mais diversas áreas, como é evidenciado por Russel e Norvig (2013):

Atualmente, a IA abrange uma enorme variedade de subcampos, do geral (aprendizagem e percepção) até tarefas específicas, como jogos de xadrez, demonstração de teoremas matemáticos, criação de poesia, direção de um carro em estrada movimentada e diagnóstico de doenças. A IA é relevante para qualquer tarefa intelectual; é verdadeiramente um campo universal. (RUSSEL e NORVIG, 2013, p. 3).

Desta forma, é possível observar o quanto as aplicações da inteligência artificial são as mais variadas. Na economia, pode proporcionar a geração de empregos. Fato é que diversos países do mundo estão investindo grandes montantes de dinheiro em inteligência artificial, por ser uma tendência que traz inúmeros benefícios. O investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D) da IA faz-se necessária para que não fiquemos desatualizados das inovações que ferramentas inteligentes podem proporcionar.

Ademais, o intuito da pesquisa é verificar como está o desenvolvimento tecnológico e econômico do estado de Goiás, propondo analisar como a implementação e aplicabilidade da inteligência artificial poderá beneficiar o progresso do estado. Na área de desenvolvimento econômico, serão utilizados dados abertos, com o intuito de obter direcionamentos que caracterizem a economia do estado e também resultados que apontem o melhoramento e desenvolvimento tecnológico do estado que servirá como ferramenta estratégica e mecanismo de evolução para um mundo mais acessível, diferenciado e melhor para todos.

O presente trabalho está estruturado da seguinte forma: o capítulo 1 aborda a presença das tecnologias na sociedade e a sua relevância para a atualidade, aliada a uma breve apresentação sobre a inteligência artificial. O capítulo 2 traz a problematização do tema, cuja seção identifica a motivação e a questão central da pesquisa. A importância da investigação é discutida no capítulo 3, no qual a teoria e o uso prático da IA são colocados em pauta. Na sequência, o objetivo geral e seus respectivos objetivos específicos são descritos no capítulo 4. Sob a perspectiva do autor, o que se espera da inteligência artificial inserida no desenvolvimento econômico, é apresentado em forma de hipóteses no capítulo 5. Por outro lado, o capítulo 6 aborda a revisão da literatura sobre o assunto. Nessa parte, compreende-se de que forma as tecnologias e a IA impactam a economia, buscando-se estabelecer a maneira com que elas influenciam o ramo econômico de um país ou estado, sob as concepções dos autores. No capítulo 7 é identificada e caracterizada a metodologia aplicada na obtenção dos dados. Em seguida, no capítulo 8, são apresentados e analisados os dados em detalhes, conforme a metodologia escolhida. Por fim, o capítulo 9 encerra a pesquisa apontando as considerações finais que foram obtidas e propostas as possibilidades para os trabalhos futuros.

2 PROBLEMÁTICA

A inteligência artificial é a tecnologia que surge com potencial de transformar a maneira com que interagimos com as máquinas e lidamos com problemas. Com isso, é possível conceder à máquina um aspecto mais humano, ou seja, a capacidade de possuir algumas habilidades humanas. É um marco para a ciência da computação e cognitiva, pois o desenvolvimento de sistemas capazes de simular a maneira com que o homem lida com as situações, é uma forma ainda mais eficiente de resolver problemas e alcançar feitos antes não conquistados pelo ser humano.

O mundo moderno é palco de constantes evoluções acerca da tecnologia. É possível constatar as transformações ocorridas na sociedade em suas mais diversas áreas, sejam elas sociais ou econômicas. Costa (1995, pág. 6) enfatiza que as novas tecnologias de informação tendem a provocar mudanças nos hábitos, comportamentos, atitudes e oportunidades do indivíduo com reflexo para a sociedade como um todo, ou seja, as tecnologias podem impactar diversos ramos da vida do ser humano de maneira significativa. Observa-se assim que a inserção de tecnologias pode beneficiar a humanidade em vários aspectos, auxiliando no desenvolvimento e progresso de uma sociedade.

Considerando que a inteligência artificial é uma das tecnologias de grande destaque da atualidade e que demonstra potencial de impactar positivamente as áreas às quais ela pode ser inserida, faz com que promovamos a pesquisa sobre essa tecnologia, questionando: como a inserção da inteligência artificial pode corroborar para o desenvolvimento econômico do estado de Goiás?

3 JUSTIFICATIVA

A inteligência artificial já está presente na sociedade. Sua aplicabilidade deixou de ser, obra de ficção científica e passou a fazer parte do dia a dia das pessoas, até mesmo em pequenas aplicações que muitas vezes nem se percebe a sua utilização. Podemos comprovar o seu uso por meio de software, smartphones, computadores, *smart tv's*, além de processadores com funções inteligentes. Diversas empresas e o governo, também vêm apostando no uso dessa ferramenta de inovação. Na economia, observa-se que a IA vem sendo bastante incorporada ao agronegócio. Com modelos preditivos de doenças, o produtor é capaz de tomar precaução com maior antecedência, evitando perdas e fornecendo melhor assertividade nas tomadas de decisões. Aliada ao campo, a inteligência artificial visa um melhor planejamento e administração de recursos, por meio de análises inteligentes.

Uma recente pesquisa realizada pela empresa de consultoria americana Accenture¹, aponta que a inteligência artificial é uma das tecnologias que mais estará em alta e que deve moldar o mercado da tecnologia. O estudo realizado em 25 países com mais de 5 mil executivos revela que para 61% dos entrevistados a expectativa é que suas empresas passem a utilizar técnicas de IA.

Almejando a inovação, alguns países estão buscando ser líderes no domínio da inteligência artificial. Em virtude disso, é necessário que haja cada vez mais investimentos para o avanço dessa tecnologia em nosso país, considerando que tal mecanismo, em muitos países já é visto como, planejamento estratégico e tecnológico para as melhorias econômicas e desenvolvimentos territoriais.

O surgimento de novas tecnologias propõe questionamentos sobre os reais impactos que essas podem proporcionar para as áreas em que são implementadas. Pinheiro *et al* (2007, pág. 72) diz que é necessário que a sociedade, em geral, comece a questionar sobre os impactos da evolução e aplicação da ciência e tecnologia sobre seu entorno [...]. Diante do exposto, surge o anseio e a proposta de analisar e obter respostas precisas sobre o tema aplicado na área econômica do estado de Goiás. Portanto, a importância desta pesquisa é oferecer aos leitores embasamento suficiente para compreender a necessidade do investimento

¹ACCENTURE. **Technology Vision 2020**. Disponível em: <https://www.accenture.com/us-en/insights/technology/technology-trends-2020#trend-2>. Acesso em: 06 de Abril de 2020.

em pesquisa e tecnologia voltada para a inteligência artificial e seus benefícios e implicações os quais poderão corroborar para a elevação de uma sociedade.

Para uma melhor construção temática, é preciso contextualizar o processo histórico e evolutivo da inteligência artificial, para que possa obter-se uma visão ampla do seu início até o atual estágio da ferramenta. Por ser uma grande área de estudo, trataremos também das suas subáreas para melhor compreensão. Em seguida, com a revisão da literatura será apresentada como a inteligência artificial poderá e vem sendo aplicada na economia, e por fim, alcançaremos a questão central apresentando de que maneira essa tecnologia poderá beneficiar o desenvolvimento econômico do estado.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo Geral

Analisar a implementação da inteligência artificial e sua aplicabilidade na economia, como ferramenta de desenvolvimento para o estado de Goiás.

4.2 Objetivos Específicos

- Conceituar o contexto histórico e evolutivo da IA;
- Apontar os seus subcampos;
- Analisar como ocorre a aplicabilidade da IA na área do desenvolvimento econômico;
- Verificar a aplicação da IA no ramo econômico com maior notoriedade no estado de Goiás.

5 HIPÓTESES

Por fazer parte de tecnologias que são capazes de provocar uma ruptura nos padrões tecnológicos, a IA é uma importante fonte de inovação e aliada do ser humano na solução de problemas que antes só poderiam ser realizadas pelo homem. Os sistemas que utilizam técnicas de inteligência artificial têm se mostrado promissores, não somente na teoria, mas também são positivos os resultados obtidos pelas suas aplicações.

Investir em tecnologias, como a inteligência artificial, poderá alavancar a pesquisa no estado, tendo em vista que a promoção de pesquisas científicas e o desenvolvimento de projetos é fundamental para a evolução da sociedade e para que ela passe a adotar meios mais eficazes de solucionar seus problemas, sejam eles de qualquer natureza. Com isso, o ramo econômico poderá ser atingido com uma demanda por profissionais aptos a aplicar seus conhecimentos na construção de sistemas inteligentes, para diversas áreas. Eventualmente, a competitividade entre as empresas tende a aumentar com a adoção dessa tecnologia. Além disso, poderão haver melhorias no processo de produção, acarretando em melhores resultados em termos de produtividade e lucratividade. Portanto, tem-se assim boas expectativas quanto às possíveis melhorias que a inserção dessa ferramenta poderá proporcionar para o desenvolvimento econômico do estado de Goiás.

6 REFERENCIAL TEÓRICO

6.1 Conceituação da Inteligência Artificial

Conceituar a inteligência artificial é uma tarefa que vem sendo feita por vários autores desde o seu início, até mesmo por pessoas fora da área da computação. Luger (2007, pág. 23) define a IA como o ramo da ciência da computação que se ocupa da automação do comportamento inteligente. Sua definição, nos remete à tarefa de tornar o comportamento humano, de ser inteligente, em uma habilidade computacional automática. Por outro lado, Pereira (s.d, pág. 3) explica que é a área da computação que estuda como simular comportamento inteligente usando métodos computacionais, preferindo defini-la enquanto área do conhecimento.

No entanto, assim como acontece em outros conceitos, essas breves explicações enfatizam que essa tecnologia faz parte da ciência da computação, não definindo inicialmente o termo: inteligência. Ora porque, conceituá-la exige um aprofundamento. Mesmo atualmente com tamanha evolução humana, conceituar o comportamento inteligente é algo difícil. Tanto que Luger (2007, pág. 23) discorre acerca:

Embora a maioria de nós esteja certo de que reconhecemos o que é comportamento inteligente quando o vimos, é muito improvável que alguém seja capaz de definir inteligência de uma maneira que seja específica o suficiente para auxiliar na avaliação de um programa de computador supostamente inteligente, e, ao mesmo tempo, capturando a vitalidade e a complexidade da mente humana. (LUGER, 2007, pág. 23)

Isso acarreta em uma diversidade de conceitos presentes na bibliografia. Rich (1988, pág. 1) considera a IA como o estudo de como fazer computadores realizarem tarefas, em que no momento, as pessoas são melhores, ou seja, a ideia que demonstra a vontade humana de fazer com que as máquinas possam realizar tarefas como se fossem uma pessoa. Alguns autores separam a IA em dois conceitos, assim como é feito por Mueller e Massaron (2019, pág. 8) ao apontarem que o artificial é algo que não veio de uma fonte natural, já a inteligência envolve certas ações mentais compostas pelas atividades de aprendizado, raciocínio, compreensão, aprendizado de verdades, estabelecimento de relações, entre outras. Isso permite um entendimento mais detalhado de um termo complexo como este.

Dessa forma, Oliveira (2018, pág. 11) discorre brevemente sobre o comportamento inteligente:

[...] quando um computador consegue fazer uma tarefa que até então apenas os seres humanos (e aqui nos referimos a seres humanos comuns, sem deficiências ou habilidades especiais) conseguiam fazer, este computador exhibe traços de inteligência, e por ser uma entidade fabricada — construída por seres humanos em vez de ter surgido espontaneamente na natureza — é artificial. (OLIVEIRA, 2018, pág. 11)

Isto nos coloca em reflexão, tendo em vista que o homem constantemente se coloca no topo do intelecto. Com a máquina podendo adquirir parte das capacidades inerentes aos seres humanos, muitos se questionam a respeito das aplicações cada vez mais recorrentes dessa tecnologia.

Em suma, a IA é fundamentada pela soma de diferentes áreas do conhecimento, Russel e Norvig (2013) relatam que há uma série de disciplinas que contribuíram com ideias para essa tecnologia, algumas delas são: a Filosofia, Matemática, Economia, Neurociência, Psicologia, Engenharia de computadores, Teoria de controle e cibernética, Linguística, dentre outras. Portanto, o avanço da inteligência artificial depende não somente da ciência da computação, como também de todas essas áreas citadas, uma vez que entender a inteligência humana requer conhecimento de múltiplas ciências, dado a sua complexidade, para assim ser possível simular em uma máquina.

6.2 Histórico da Inteligência Artificial

Os primeiros estudos na área datam desde 1943, durante a Segunda Guerra Mundial, ocasião na qual os matemáticos Warren Mcculloch e Walter Pitts apresentaram um artigo que abordava pela primeira vez as redes neurais artificiais, estruturas de raciocínio em forma de modelo matemático, estruturas essas responsáveis por imitar o sistema nervoso do ser humano. Cada modelo de neurônio se caracterizava por “ligado” ou “desligado”, transmitindo assim informações de um neurônio para outro.

Em 1950, em um artigo intitulado de “*Computing Machinery and Intelligence*” (Computadores e Inteligência), Alan Turing, um dos precursores da inteligência artificial, inicia o seu trabalho com o questionamento: as máquinas podem pensar? Ele apresentou assuntos como aprendizagem de máquina, algoritmos genéticos e o teste que conhecemos hoje como, o Teste de Turing. Nesse experimento, ele propôs testar a capacidade de uma máquina de se passar por um humano. O teste consiste em um ser humano (interrogador) conversar com outro ser humano e uma máquina todos em um mesmo ambiente, porém separados, por meio de linguagem natural por mensagens. Se ao final da conversa, o interrogador não conseguir distinguir as respostas geradas por um ser humano ou por uma máquina, o robô vence o teste e ele passa a ser considerado inteligente.

Em 1951, foi criada a primeira máquina de rede neural, uma calculadora denominada Calculadora Neural-Análoga Estocástica de Reforço (em inglês conhecida pela sigla Snarc). Não há muitas informações sobre essa máquina. No entanto, o seu criador Marvin Minsky foi um dos autores do campo da IA, possuindo importantes feitos na área.

Até então, nessa época, a área ainda não era conhecida como inteligência artificial, sendo que somente em 1956, na conferência de Dartmouth, John McCarthy batizou pela primeira vez o termo e conceituou a IA como a ciência e engenharia de produzir máquinas inteligentes. O evento reuniu os principais idealizadores da IA, com a presença de Nathan Rochester da IBM, Marvin Minsky, Claude Shannon, matemático e engenheiro eletrônico, e outros pesquisadores importantes. Por essa razão, o ano de 1956 é considerado como o nascimento da inteligência artificial.

No mesmo ano, o software de computador denominado *Logic Theorist* foi lançado por Allen Newell, Herbert Simon e J.C. Shaw. Considerado como o primeiro sistema de IA, tinha

como propósito executar tarefas humanas consideradas inteligentes. O programa foi um marco para a área, introduzindo importantes conceitos como o raciocínio como pesquisa, heurística e outras características que atualmente são bases para a construção de sistemas inteligentes. Foi desenvolvido na linguagem de programação IPL (*Information Processing Language*), criada exclusivamente para a codificação desse sistema, mas que serviu de base para futuras linguagens de programação, pois contava com recursos de manipulação de listas, computação com símbolos e máquina virtual. Em 1957, os mesmos idealizadores criaram o *General Problem Solver* (GPS) ou em tradução direta Solucionador de Problemas Gerais, que consistia em um sistema de solucionar problemas universais. O objetivo era resolver diversos problemas utilizando o mesmo mecanismo de raciocínio, ou seja, problemas que poderiam ser traduzidos simbolicamente, poderiam ser resolvidos, como por exemplo, problemas de geometria e teoremas matemáticos, além de jogos de xadrez.

Motivado pela construção de sistemas de IA, em 1958 John McCarthy criou a linguagem de programação LISP. Ela se tornou a principal linguagem de programação da inteligência artificial durante muitos anos, inspirada na IPL e influenciou linguagens atuais como Python, Ruby e JavaScript. Uma forte característica dessa linguagem é a sua forma intrínseca de trabalhar com listas, partes integrantes das principais estruturas de dados.

Em 1963, Leonard Uhr e Charles Vossler lançam um artigo intitulado *A Pattern Recognition Program That Generates, Evaluates, and Adjusts Its Own Operators* (traduzido em: Um programa de reconhecimento de padrões que gera, avalia e ajusta seus próprios operadores), dando assim base para o que atualmente é uma das principais aplicações da área da IA: o reconhecimento de padrões.

Por volta da década de 70, surgiram os primeiros Sistemas Especialistas, que para Luger (2007, pág. 40) são construídos através da extração deste conhecimento de um especialista humano, codificando-o de uma forma que um computador possa aplicar a problemas similares.

A priori, a inteligência artificial era objeto de estudo principalmente dentro do meio acadêmico e grandes universidades internacionais investiram na construção de laboratórios que eram geradores de importantes projetos para a área. Durante seu início, a IA se tornou altamente promissora, com os pesquisadores engajados em promover estudos e torná-la cada

vez mais parecida com o homem. Contudo, existiam inúmeras dificuldades que prejudicaram o seu pleno desenvolvimento. Russel e Norvig (2013, pág. 43) apontam algumas:

O primeiro tipo de dificuldade surgiu porque a maioria dos primeiros programas não tinha conhecimento de seu assunto; eles obtinham sucesso por meio de manipulações sintáticas simples. [...] O segundo tipo de dificuldade foi a impossibilidade de tratar muitos dos problemas que a IA estava tentando resolver. A maior parte dos primeiros programas de IA resolvia problemas experimentando diferentes combinações de passos até encontrar a solução. Essa estratégia funcionou inicialmente porque os micromundos continham pouquíssimos objetos e, conseqüentemente, um número muito pequeno de ações possíveis e seqüências de soluções muito curtas. (RUSSEL e NORVIG, 2013, pág. 43)

Em virtude dos problemas enfrentados, o ramo da IA sofreu um período de estagnação que culminou em um lento progresso. Segundo Russell e Norvig (2013) o governo britânico decidiu, na época, encerrar o apoio às pesquisas relacionadas à área em quase todas as universidades que mantinham projetos similares. Foi somente por volta dos anos 90 que as pesquisas retornaram com força, principalmente relacionadas a redes neurais. Muito se deve às possibilidades que o mercado via em aplicações comerciais. Tanto que Oliveira (2018, pág. 20) diz que na década de 1990 vimos as pesquisas em inteligência artificial saírem das universidades e passarem a ser exploradas pelas empresas. Ou seja, isso demonstra que essa tecnologia começou a ser bem vista também pelo meio corporativo.

6.3 Subcampos da Inteligência Artificial

O termo inteligência artificial é genérico e abrangente, assim como a inteligência humana é composta de várias habilidades como aprendizado, percepção e raciocínio, a IA é composta por subcampos que são responsáveis por algumas habilidades humanas específicas. Algumas das principais são: Aprendizagem de Máquina, Redes Neurais Artificiais, Processamento de Linguagem Natural, Visão Computacional e Robótica.

6.3.1 Machine Learning e Deep Learning

Machine Learning (ML) ou Aprendizagem de máquina, é o campo da inteligência artificial responsável pela capacidade de aprendizagem por meio do reconhecimento de padrões. É com essas técnicas que a máquina é capaz de aprender sobre determinados conteúdos e assim ser possível tomar decisões.

O processo de aprendizagem humano requer um treinamento para que sejamos capazes de aprender e distinguir objetos e afins ao nosso redor. Quando criança, o ser humano aprende a distinguir um animal, por exemplo, através das suas diversas características particulares. O mesmo ocorre com um sistema de ML no qual, para ser capaz de aprender, é necessário que o algoritmo² passe por um treinamento inicial a partir da entrada de dados. Luger (2007, pág. 334) diz que com base na sua experiência, a máquina de aprendizagem constrói ou modifica expressões numa linguagem formal, como a lógica, por exemplo, e retém este conhecimento para uso futuro. Ou seja, a aprendizagem ocorre com a experiência que a máquina adquire ao observar as características das análises feitas, isso é guardado e cada vez mais o sistema se torna especialista no propósito ao qual foi construído.

Os algoritmos de ML são treinados utilizando basicamente três técnicas de estudos: supervisionado, não supervisionado, e por reforço. O aprendizado supervisionado envolve o ser humano ensinar o sistema a reconhecer determinados objetos, por exemplo. Nesse processo, o software depende do humano para determinar se o que ele reconheceu condiz com a realidade. O aprendizado não supervisionado não depende de um ser humano para o treinamento, o sistema é autônomo o suficiente para aprender, no entanto, como é feito sozinho o tempo gasto para o aprendizado é maior. Por outro lado, a aprendizagem por reforço vai além e exige que o sistema perceba o ambiente ao seu redor para assim tomar decisões. Por meio das tentativas, cada ação escolhida é recompensada ou punida, e assim, por meio da tentativa e erro o algoritmo aprende a melhor decisão a ser tomada, a depender do contexto empregado. Um exemplo desse tipo de aplicação é um sistema de recomendação de vídeos, se ao oferecer um conteúdo ao usuário e este o demonstrar não gostar, o algoritmo entende que sua ação não foi a melhor escolha, aprende com o seu erro e passa a fazer outras tentativas com o intuito de ser mais preciso e atingir o seu objetivo.

² Algoritmo: conjunto de regras e sequência de passos a serem seguidos para a solução de um problema.

Deep Learning (DL), ou Aprendizagem profunda, é o ramo que utiliza várias camadas de processamento para aprender determinado conceito. O processo de aprendizado do DL é ainda mais complexo do que ocorre no *machine learning*, pois aqui utiliza-se outro conceito da inteligência artificial chamado de Redes Neurais Artificiais (RNAs), estruturas responsáveis por imitar o sistema nervoso central, que realiza as comunicações do organismo humano, ou seja, são modelos que simulam as funções e o comportamento de neurônios biológicos. Com as RNAs, os problemas são investigados de maneira mais profunda e quanto maior a dificuldade maior é a necessidade de se utilizar esse tipo de solução, principalmente quando há um alto grau de complexidade, a exemplo do reconhecimento facial.

6.3.2 Processamento de Linguagem Natural

Natural Language Processing ou Processamento de Linguagem Natural (PLN) é o campo responsável por lidar com a compreensão e geração da linguagem natural humana por parte de sistemas computacionais. Russell e Norvig (2013, pág. 991) dizem que um agente que deseja adquirir conhecimento precisa entender – pelo menos parcialmente – a ambígua e confusa linguagem que os seres humanos usam. Sendo assim, permite que a máquina comunique e entenda a linguagem que é gerada, a partir da interação do homem com o sistema.

A complexidade da construção de um sistema capaz de entender o ser humano é grande, devido a tantas camadas envolvidas na linguagem. Oliveira (2018, pág. 14) discorre acerca disso:

Um sistema de inteligência artificial precisa ter a capacidade de interagir com o mundo real, e para tanto, a capacidade de interagir com seres humanos utilizando não as linguagens formais e não ambíguas dos computadores, mas também a linguagem humana — com todas as suas idiossincrasias e imperfeições — é fundamental. (OLIVEIRA, 2018, pág. 14)

Dessa maneira, o processamento de linguagem natural deve ser capaz de analisar diversas particularidades e características que envolvem, dentre outras, sintaxe, morfologia e semântica.

É uma área que avança constantemente, muito se deve pelo uso crescente em *chatbots* que comumente é possível observar as suas aplicações em sites comerciais para a interação de clientes, pois são capazes de conversar com os usuários e resolver grande parte das demandas. Ou também as famosas assistentes virtuais como Google Assistente, Siri e Amazon Alexa, presentes em *smartphones* e dispositivos de áudio.

6.3.3 Visão Computacional

Visão computacional é o ramo da IA responsável por conceder às máquinas a capacidade de perceber e interpretar imagens, similar a visão humana. Em outras palavras, é possível criar sistemas capazes de obter imagens por meio de sensores ou câmeras, analisar e processá-las para as suas devidas finalidades. Backes e Junior (2016, pág. 1) apresenta algumas das possibilidades desse campo:

A visão consiste em captar imagens, melhorá-las (por exemplo, com retirada de ruídos, aumento de contraste etc.), separar as regiões ou objetos de interesse de uma cena, extrair várias informações dependendo da imagem analisada, como, por exemplo, forma, cor e textura, e, finalmente, relacionar as imagens com outras vistas previamente. (BACKES e JUNIOR, 2016, pág. 1)

Sendo assim, é possível observar que é um processo que envolve variadas técnicas. Como o processamento de imagens, responsável pela manipulação e tratamento das imagens. Além disso, tem-se a presença do reconhecimento, que envolve o aprendizado de máquina para identificação de objetos em uma imagem, ou seja, é necessário também ter um conhecimento prévio para o sistema entender cada ponto que é percebido nas imagens.

São inúmeras as possibilidades de aplicações dessa tecnologia, desde sua aplicabilidade comercial até o uso para a segurança pública, onde destaca-se nessa área o reconhecimento facial em busca de foragidos da justiça. Além dos sistemas voltados para a área da saúde, em que muitos deles são para o diagnóstico de doenças, apresentando altos níveis de precisão e assertividade. Bem como os carros autônomos que vêm sendo testados em alguns países, nos quais a visão computacional é a principal tecnologia para o deslocamento desses veículos.

6.3.4 Robótica

Russell e Norvig (pág. 1115) afirmam que os robôs são agentes físicos que executam tarefas manipulando o mundo físico. Em outras palavras, são equipamentos mecânicos capazes de executar tarefas no mundo real. A robótica, por sua vez, é responsável pelos estudos e evolução dos robôs.

Os autores ainda classificam os robôs em três categorias, a primeira são os de aplicações industriais, que evoluíram muito graças ao grande uso e ao avanço tecnológico industrial. Geralmente, os mais utilizados nessa categoria são os manipuladores ou braços robôs, altamente utilizados em linhas de montagens, principalmente quando observa-se a agilidade e articulação que essas máquinas possuem. A segunda categoria diz respeito aos robôs humanóides, que são aqueles que têm aparência similar ao homem ou que possuem características que o lembre, como por exemplo duas pernas, braços, dentre outras. A terceira, são os manipuladores móveis, talvez o maior exemplo sejam os robôs de exploração espacial.

A robótica pode aliar todos esses conceitos anteriormente abordados, aproximando os robôs cada vez mais dos seres humanos, não somente de sua aparência física, como também de sua forma de agir e resolver problemas.

Portanto, é assim que a inteligência artificial se estrutura. As suas subáreas almejam cada vez mais a evolução em busca de construir sistemas amplos que sejam capazes de reunir todas essas características, configurando, assim, uma autonomia semelhante ao ser humano.

6.4 As tecnologias no desenvolvimento econômico

O desenvolvimento econômico é um termo abrangente que envolve diversas camadas da sociedade, comumente ligado ao bem-estar das pessoas, possuindo diversos indicadores como a qualidade de vida, distribuição de renda e empregabilidade. Esse conceito engloba o crescimento econômico, que diz respeito ao aumento da produção e consumo de bens e serviços, medido pelo Produto Interno Bruto (PIB). O desenvolvimento econômico implica em mudanças estruturais, mesmo os dois termos sendo tratado muitas vezes com distinção, entendi as duas expressões como sinônimas (BRESSER-PEREIRA, 2008). Para tanto, seguindo o entendimento do autor, optou-se por trabalhar com a nomenclatura de desenvolvimento que conseqüentemente compreende o crescimento econômico, tendo em vista que a tecnologia pode ser empregada em ambas. Relacionada à qualidade de vida, a inteligência artificial, dentre inúmeras aplicações, pode estar presente na área da saúde como auxiliadora no diagnóstico de doenças. No que se refere ao aumento e auxílio da produção, essa tecnologia pode oferecer, dentre outras, soluções de controle e gerenciamento de plantações, por exemplo.

Ao analisarmos o contexto histórico, é possível constatar que as tecnologias desempenham papel primordial na economia há muito tempo. Principalmente quando se observa o ramo industrial, que evoluiu exponencialmente com a evolução tecnológica, cuja evolução proporcionou a robotização como um dos mais importantes ganhos da área em termos de produtividade, aliado a altos níveis de qualidade e precisão. No setor agrícola, as inovações oferecem, dentre outras coisas, tratores inteligentes capazes de realizar tarefas de colheitas mais eficientes com ajuda de pilotos automáticos, além de controlar a aplicação de fertilizantes, garantindo melhor uso de recursos e aumentando a produtividade.

A popularização das tecnologias mudou a forma com que se comercializam produtos e serviços. Com o varejo *online*, as pessoas podem comprar o que desejam com a praticidade e o conforto de casa, sem restrições de horários. Ou seja, são novas formas de consumir que surgem. Toda essa conectividade é benéfica para todos, seja para os clientes ou para os empresários. Isso permite que a publicidade se torne outro ramo extremamente beneficiado com a inserção de tecnologias, pois com elas é possível direcionar muito bem os produtos para os clientes certos, tornando essa tarefa mais eficaz do que as utilizadas outrora.

Seja como for, a presença da tecnologia traz transformações para toda a sociedade. Del Claro (2009, pág. 2) diz que:

A tecnologia trouxe, com o passar dos anos, uma modernização nos utilitários de produção, comunicação, estudo e interação. O avanço nos aparelhos eletrônicos como telefones celulares, computadores, câmeras fotográficas, aparelhos de som são alguns exemplos dessa modernização obtida pela melhoria da tecnologia. Ela também veio a influenciar o mundo econômico, incentivando a competitividade global, já que as inovações tecnológicas servem de suporte para o desenvolvimento econômico, estando presente na administração e produção de pequenas e grandes empresas. (DEL CLARO, 2009, pág. 2)

Assim dizendo, o seu emprego produz mudanças que começam em algumas áreas, como no setor de comunicação, e acabam surtindo efeito na economia. O avanço permite que haja mais competitividade para as empresas que façam uso das tecnologias, isso as coloca em um patamar de disputa que vence a que entrega o melhor para o consumidor. A autora complementa ainda dizendo:

A tecnologia trouxe bastante melhorias à economia, pois permite que se criem melhores resultados nos estudos planejados, com menor esforço e custo, além de consentir que se crie um desenvolvimento muito mais aprofundado no produto final. Na área da saúde, por exemplo, o uso da tecnologia permite que se tenham aparelhos médicos mais avançados que possibilitem um melhor atendimento à população, com métodos precisos e modernos. Essas mesmas tecnologias aplicadas na área da saúde também permitem ao governo ter um orçamento mais enxuto, levando em conta que os estudos científicos impedem avanços de doenças, que poderiam causar um desembolso governamental na contenção de pandemias, por exemplo, muito maiores do que os investimentos no avanço tecnológico. (DEL CLARO, 2009, pág. 2)

A partir disso nota-se que, além das tecnologias proporcionarem melhorias para as áreas que são incorporadas, elas ainda muitas vezes reduzem custos desnecessários, caso as ferramentas de software, por exemplo, sejam bem projetadas. O setor financeiro é um caso de sucesso, no que diz respeito ao uso da tecnologia como aliada. Nos últimos anos, surgiram no mercado diversas *fintechs*³ com o objetivo de otimizar o setor e oferecer serviços diferenciados para os clientes, permitindo novos modelos de negócios nos quais o cliente tem mais facilidade ao movimentar dinheiro, investir e outras funcionalidades disponíveis. Isso tudo aumenta diversas vezes os números de transações diárias que já eram expressivas, movimentando a economia.

³ Fintech: do inglês *financial technology* ou a junção de financeiro e tecnologia. São empresas que buscam inovar no setor financeiro por meio do uso massivo de tecnologias, diferenciando-se das tradicionais instituições financeiras.

Ao analisarmos, chegamos à conclusão de que a tecnologia atua diretamente na economia, proporcionando crescimento de empresas e vários outros fatores, assim como Del Claro explicou anteriormente. No entanto, por outro ponto de vista, a pesquisadora também identifica possíveis fragilidades do uso de tecnologias:

Quando analisada de forma mais profunda, a Era da Informação apresenta o lado contraditório sobre essa aderência entre tecnologia e desenvolvimento. Auxilia, sem sombra de dúvidas, no desenvolvimento mundial e humano, contudo, essa tecnologia prejudicou ou pode prejudicar de alguma forma esse próprio desenvolvimento, já que grande parte deveu-se a uma exploração crescente e insustentável dos recursos naturais limitados e à degradação do meio ambiente. Dessa forma, não se torna abstruso relacionar crescimento econômico com a deterioração da natureza e não com desenvolvimento. (DEL CLARO, 2009, pág. 2)

Sendo assim, há o reconhecimento de que as tecnologias ajudam no desenvolvimento mundial, porém, é necessário ver as implicações que surgem com algumas delas. Para criação de dispositivos precisam ser explorados, do meio ambiente, matérias-primas para sua construção, associado também ao descarte dos próprios que exigem lugares específicos, assim como o plástico, para não prejudicar o ambiente. Portanto, a cada inovação precisam ser criadas soluções que busquem o equilíbrio entre a necessidade de usar as tecnologias e de manter conservada a natureza.

6.5 Inteligência Artificial e seus impactos no desenvolvimento econômico

Sempre que surge uma nova tecnologia com grandes potenciais, são questionados e estudados seus impactos na vida das pessoas, no trabalho e em outras áreas. A inteligência artificial é também uma tecnologia que promete impactar o desenvolvimento econômico. A versatilidade é uma de suas principais características e isso proporciona uma infinidade de aplicações, o que torna o seu uso possível em diversos setores da sociedade.

É importante avaliarmos e estudarmos a inteligência artificial que cresce e vem sendo implementada em vários países, assim como na China, que conta com um plano nacional de desenvolvimento dessa tecnologia, confirmando assim a importância que o país avalia o seu uso. Makridakis (2017, pág. 1) pondera que é de extrema relevância avaliar quais serão os impactos da inteligência artificial na sociedade e nas empresas:

[...] seu impacto nas empresas e no emprego será considerável, resultando em organizações ricamente interconectadas com tomada de decisão baseada na análise e exploração de “big data” e intensificação da concorrência global entre empresas. (Makridakis, 2017, p. 1).

O autor demonstra otimismo ao expressar que a revolução da IA será ainda mais impactante do que a revolução industrial no que se refere à produtividade e à maior expansão da riqueza. Com isso, as empresas poderão ter mais oportunidades de crescimento e lucratividade. Contribuirá para o crescimento econômico de países em desenvolvimento e terá papel crucial em países desenvolvidos. Algo similar é dito por Campos (2010, pág. 19) quando ele diz que, entre outros fatores, o que diferencia os países desenvolvidos dos em desenvolvimento (comumente chamados de subdesenvolvidos) é a sua capacidade de produção tecnológica. Desta forma, se observarmos atualmente, os países desenvolvidos são também os que mais investem em ciência e tecnologia. Por outro lado, Makridakis, em seu artigo, ainda aborda que as tecnologias de IA afetarão o modo de operação das empresas, como elas vendem seus produtos e serviços, bem como a tomada de decisões e a forma como são gerenciadas.

Um dos setores em que a inteligência artificial vem sendo muito discutido e possui ampla presença é no novo conceito industrial, conhecido como a Indústria 4.0. É tida como a Quarta Revolução Industrial, que visa agregar tecnologias inovadoras como Internet das Coisas (IoT), *Big Data*, Inteligência Artificial e muitas outras, para evoluir a automação e tornar a indústria altamente tecnológica e mais conectada. Buscando uma linha de produção ainda mais eficiente e permitindo que os robôs sejam mais inteligentes e que façam tarefas mais complexas. Basicamente, tudo isso almeja a elevação da cadeia de produção. Que por sua vez promete aliar tecnologias em alta para aumentar a produtividade e maximizar os resultados obtidos. Morais (2017, pág. 19-20) discorre sobre isso:

O momento atual é marcado pelo avanço expansivo, permanente e irreversível da CT&I, caracterizando o que especialistas no tema chamam, por exemplo, de “indústria 4.0”. Na *práxis*, constata-se que já (con)vivemos com um novo paradigma – ainda que muita coisa esteja por vir – na(s) forma(s) como lidamos em nosso dia a dia.

Referimo-nos ao Airbnb, à inteligência artificial em suas diferentes dimensões, ao IBM Watson, aos carros elétricos (Tesla), às energias renováveis, ao Tricorder X, ao Bitcoin, à automação inteligente, à modularidade, à impressão 3D, ao *big data*, aos aplicativos Moodies, à nanotecnologia, à nanoquímica, ao *cloud computing* etc. Tal fenômeno contempla uma profunda ruptura tecnológica, pois significa a emergência de um novo padrão tecnológico e produtivo-industrial, que mescla aspectos digital, físico, biológico e cultural e que trará, indubitavelmente, profundas alterações nas cadeias de valor e nas relações sociais de produção. (MORAIS, 2017, pág. 19-20)

Acerca disso, percebe-se que vários ramos da sociedade estão sofrendo modificações com as inovações que estão surgindo. A indústria, com a inserção dessas tecnologias, aos poucos, está se adequando para esse aumento de produtividade e mais interatividade proporcionada pela alta conexão. À medida que essas tecnologias vão sendo implementadas, pode-se ter mais alcance das produções industriais, tendo em vista que as exportações tendem a aumentar. A maneira com que se produz algo também sofrerá alterações, com fábricas altamente conectadas, poderão minimizar ainda mais as perdas. As possibilidades são diversas, no entanto, Morais chama a atenção para o desenvolvimento inclusivo e sustentável. Para o autor é evidente que a ciência, tecnologia e inovação (CT&I) trarão resultados positivos para o crescimento econômico, porém é necessário que esses resultados se transformem em mais qualidade, diminuindo a desigualdade em vários nichos, pois atualmente já conseguimos uma produção eficaz, ou seja, é imprescindível que as melhorias e esse novo rumo seja pensado não apenas em números, mas também com o cuidado ao meio ambiente e ao social.

Uma das preocupações mais evidentes na literatura é quanto à substituição da mão de obra humana pelas máquinas com inteligência artificial. É uma consequência da modernização e avanço dessas tecnologias, é algo semelhante com o que ocorreu na revolução industrial, que passou a utilizar máquinas no processo de produção. As pessoas na época, temiam por seus empregos, assim como acontece atualmente. No entanto, De Negri (2006, pág. 50) tem um ponto de vista diferente e explica:

As relações entre tecnologia, inserção externa e emprego parecem ser mais benéficas do que se poderia imaginar. Em geral o que se costuma ressaltar, quando se analisam os impactos da tecnologia sobre o emprego, são os efeitos negativos derivados da substituição de mão-de-obra por máquinas e equipamentos mais modernos. De fato, a tecnologia é poupadora de mão-de-obra, especialmente de mão-de-obra menos qualificada. Entretanto, como foi possível observar neste livro, as inovações tecnológicas realizadas pela firma também abrem oportunidades para outras firmas inovadoras. Essas oportunidades se relacionam à conquista de novos mercados e ao desempenho econômico que permite a essas firmas crescerem mais do que suas congêneres não-inovadoras. Seu crescimento acaba fazendo com que o emprego nelas volte a crescer, e com um nível de qualidade e remuneração superior ao que se tinha antes das mudanças tecnológicas. (DE NEGRI, 2006, pág. 50)

Isto significa que a tecnologia exclui a necessidade de certas vagas de emprego, principalmente as que envolvem tarefas repetitivas e que podem ser substituídas por uma máquina, por exemplo. Todavia, a própria tecnologia também cria novos postos de trabalho, devido à necessidade de profissionais aptos a manuseá-las. O autor ainda ressalta que as

empresas mais inovadoras possuem crescimento e remunerações superiores às empresas concorrentes não inovadoras. Isso demonstra a importância de se adotar as novas tecnologias para auxílio e crescimento da empresa, de forma geral.

No Brasil, o agronegócio é um dos grandes setores da economia brasileira, destacando-se entre os demais e ocupando grande parcela do PIB brasileiro. Segundo dados do IBGE, em 2017 o PIB do país voltou a apresentar crescimento de 1,3% após sucessivas quedas em anos anteriores. Olhando pela ótica da produção, o valor adicionado bruto cresceu em volume 1,3% em 2017, dos quais 0,8 ponto percentual é explicado pelo crescimento de 14,2% da Agropecuária (IBGE, 2017). Ou seja, quase um por cento do crescimento se deve a esse setor. E as tecnologias também estão presentes nessa área e visam aumentar a qualidade em geral. Para Garcia (2020, pág. 191):

Atualmente, o agronegócio volta-se para a tecnologia, com foco em internet das coisas e inteligência artificial, entre outras, mas é uma revolução digital que está no começo, e a expansão dos dados, da conectividade e do poder de processamento melhorará as condições para o setor e nesse contexto, deverá aumentar a criação de valor, com melhores produtos, serviços de qualidade, maior eficiência operacional e a busca de modelos inovadores para os negócios. (GARCIA, 2020, pág. 191)

Isto posto, as tecnologias se consolidam de fundamental importância para maiores resultados da área. Nesse contexto, a exemplo do uso de inovações, temos a agricultura de precisão que é o uso de tecnologias avançadas para acompanhamento e práticas mais precisas de cultivo. Garcia (2020, pág. 197) diz:

Só para citar algumas vantagens, monitorar a produção com softwares ajuda a evitar perdas acarretadas por condições meteorológicas, por exemplo. Já as ferramentas de controle de frota e rastreabilidade ajudam a melhorar a distribuição e entrega e evitar desperdício.

Os sistemas de abastecimento automático e controle de combustível possibilitam a redução de custos com transporte. (GARCIA, 2020, pág. 197)

Com as tecnologias, muitas delas lideradas pela Internet das Coisas e inteligência artificial, os negócios que as utilizam conseguem desempenhos superiores. A IA permite que sistemas inteligentes fiquem responsáveis por monitoramentos e possibilitam aos empresários uma gestão mais eficiente dos recursos. Fernandes et al (2019, pág. 112) complementa essa ideia, afirmando que:

Podemos citar também a aplicação de inteligência artificial no agronegócio, para tomada de decisões autônomas na identificação de pragas, pontos de colheita, otimização de uso de veículos autônomos, assim como organizar a logística de uso

de silos de armazenamento, dentre outras aplicações. Nesse caso, os dados são a energia que possibilitam esses eventos. (FERNANDES, 2019, pág. 112)

Ou seja, as possibilidades de aplicações são inúmeras e isso é muito benéfico ao produtor. Todavia, Garcia chama a atenção para a urgente e necessária capacitação de pessoas para trabalhar com esses desafios e sistemas. E classifica o momento como oportuno para o investimento na gestão do agronegócio, focado nesse aumento de produtividade e lucro (GARCIA, 2020).

6.6 Panorama da IA no Brasil e no estado de Goiás

No Brasil, a inteligência artificial foi colocada em debate aproximadamente na década de 80, onde o tema entrou em questão buscando apoio do governo para dar início a tratativas que fizessem a área começar a se desenvolver no país. No entanto, nessa época o governo não conseguiu ver a importância da IA, o que resultou no atraso do desenvolvimento, se comparado a outros países.

A conjuntura nacional relacionada ao tema não se modificou tanto quanto o esperado, o país demorou a perceber a importância e os benefícios do campo. No que se refere às diretrizes sobre o uso da IA, o Brasil ainda não possui uma política nacional regulamentada, indo em um sentido oposto ao de grandes nações desenvolvidas tecnologicamente.

Somente em 2019, o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações lançou uma consulta pública sobre o tema visando obter questões que os direcionassem para a criação de um plano nacional de desenvolvimento da inteligência artificial no país, sob várias vertentes, como educação, força de trabalho, inovação, pesquisa, legislação e questões éticas. A expectativa é que com essas iniciativas o Brasil passe a dar mais visibilidade para a área, incentivando o desenvolvimento de soluções para a administração pública e privada, com aplicações que sejam benéficas também para a sociedade.

Diante do exposto, o governo goiano vinha dando o mesmo grau de importância para a inteligência artificial. Não havia grandes investimentos, ficando a cargo das universidades a pesquisa e o desenvolvimento do tema. No estado de Goiás, a pioneira em estudos de inteligência artificial foi a UFG por meio do seu Instituto de Informática (INF) que

desenvolvia alguns projetos com inteligência artificial. Para Pereira (1988, pág. 7), a importância científica, industrial e econômica da IA, bem como o seu previsível impacto social têm crescido muito nos últimos anos, estimando-se que cresça muito mais. Percebendo a importância da inteligência artificial no mundo, o governo estadual – que antes não via o tema com relevância – passou a buscar ideias com intuito de mudar esse cenário e, por meio da Universidade Federal do Goiás – UFG, que tornou-se a precursora na área, vem apostando em técnicas de inteligência artificial no estado e possuindo projetos com aplicações reais na sociedade. O governo se propôs a investir em ações permanentes que podem promover um melhor desenvolvimento da IA no estado, com a criação do Centro de Excelência em Inteligência Artificial, o que promete ser o início de grandes investimentos.

7 METODOLOGIA

7.1 Tipo e descrição geral da pesquisa

Prodanov e Freitas (2013, pág. 14), conceituam a metodologia como a aplicação de procedimentos e técnicas que devem ser observados para a construção do conhecimento, com o propósito de comprovar sua validade e utilidade nos diversos âmbitos da sociedade. Sob a mesma perspectiva, para Lakatos e Marconi (2003, pág. 155), a pesquisa é um procedimento formal, com método de pensamento reflexivo, que requer um tratamento científico e se constitui no caminho para conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais. Desta forma, a pesquisa metodológica caracteriza-se por uma série de instrumentos e métodos para se alcançar determinada finalidade.

A pesquisa tem como objetivo obter, com o levantamento e análise dos dados, parâmetros que possam identificar o setor de maior destaque da economia goiana e verificar como a aplicação da inteligência artificial nesse ramo poderá auxiliar no desenvolvimento econômico do estado de Goiás.

Essa pesquisa se desenvolverá por meio da abordagem quantitativa, pois entende-se que a quantificação de resultados das áreas escolhidas reflete a realidade, ou seja, os dados refletem características de determinado assunto. Para Silva e Menezes (2005, pág. 20), a pesquisa quantitativa considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números, opiniões e informações para classificá-las e analisá-las.

Em relação à técnica de pesquisa, o método escolhido foi o indutivo, pois para Lakatos e Marconi (2003, pág. 92), esse método tem o propósito de explicar o conteúdo das premissas. Proporcionando assim explicações das ideias abordadas sob o ponto de vista do autor. Esse método também permite que a partir de premissas verdadeiras, possa induzir conclusões com altas probabilidades de repetir o conteúdo dessas premissas.

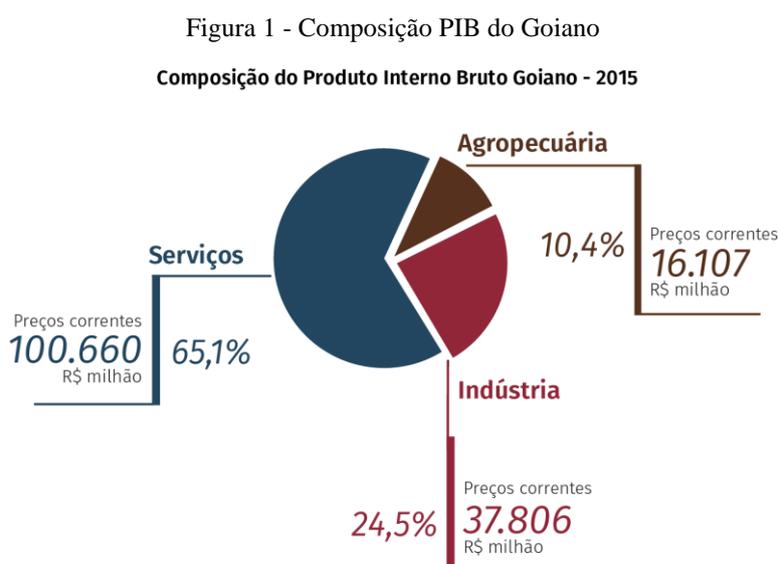
Diante do exposto, o trabalho é caracterizado por ser uma análise descritiva, cujo objetivo primordial, de acordo com Gil (2008, pág. 28), é a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. A partir da análise dos dados serão descritas e exploradas as suas características, auxiliando na sua interpretação.

7.2 Instrumento de pesquisa

O instrumento de pesquisa se refere à forma pela qual se obtém os dados de determinada investigação ou pesquisa. Neste caso, a fim de fazer o levantamento de dados sobre a economia do estado de Goiás, foram consultados os principais sites de dados abertos disponíveis: o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos (IMB). Posteriormente, foi escolhido também o site da Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SEAPA) do governo do estado. Os citados são importantes fontes de dados que permitem caracterizar com precisão as variáveis econômicas da região.

7.3 Coleta e análise dos dados

Por meio das consultas nos determinados instrumentos da pesquisa, foram observados os percentuais a que cada ramo corresponde na economia do estado. Como pode ser constatado abaixo, na figura 1, em dados de 2015, o setor de comércio e serviços é o que obteve o maior percentual de participação no PIB goiano, seguido pelo ramo industrial que detinha 24,5%.



Fonte IBGE, IMB
Elaboração Instituto Mauro Borges / Segplan-GO

Fonte: Instituto Mauro Borges

Apesar de ocupar a 3ª posição com 10,4%, a agropecuária é a área mais explorada do estado e segundo o Instituto Mauro Borges⁴, é a atividade mais importante para economia da região, uma vez que a produção de grãos e carnes fazem parte dos principais itens de exportação do estado. Conforme a definição de agronegócio citada por Pacheco *et al* (2012, pág. 3):

O agronegócio brasileiro compreende atividades econômicas ligadas, basicamente, a insumos para a agricultura, como fertilizantes, defensivos, corretivos, a produção agrícola, compreendendo lavouras, pecuária, florestas e extrativismo, a agroindustrialização dos produtos primários, transporte e comercialização de produtos primários e processados (MAPA, 2011 apud PACHECO *et al*, 2012).

O agronegócio é um termo amplo que engloba a agropecuária, ou seja, engloba o processo de produção agrícola e animal. Mas não somente isso, o agronegócio se refere a todo o processo, não somente a produção, mas também envolve a comercialização, logística e demais outros. Envolvendo desde os produtores rurais até grandes empresas e indústrias.

Tamanha é a importância do agronegócio, que mesmo em épocas de recessão, assim como essa da pandemia causada pelo coronavírus (COVID-19), no estado, esse setor conseguiu se sobressair e obteve leves resultados positivos, contrastando ao que ocorre nos demais setores.

Tendo isso em vista, foi definido o ramo do agronegócio como a dimensão econômica a ser abordada como agente de desenvolvimento, aliada à como a aplicação da inteligência artificial tende a causar melhorias nessa área. Mediante a busca bibliográfica no Google Acadêmico, foram retornados aproximadamente quatro mil duzentos e trinta resultados, utilizando o critério de busca e seleção a palavras-chave: Inteligência artificial aplicada ao agronegócio. Dentro desse universo, foram selecionados quatro trabalhos entre artigos e monografias, para demonstrar como a inserção dessa tecnologia auxilia no avanço do agronegócio do estado.

Por fim, os dados obtidos por consultas aos sites já citados, foram extraídos levando em consideração as apurações mais recentes disponíveis. Apresentando-os em forma de figuras gráficas como tabelas, gráficos e dados por extenso. Sendo analisados e descritos para melhor contextualização e compreensão.

⁴ Goiás – Visão Geral. **Instituto Mauro Borges**. Disponível em: <<https://www.imb.go.gov.br/sobre-goias.html>> Acesso em: 10 dez. 2020.

8 ANÁLISE E DISCUSSÃO

8.1 Caracterização geral da economia goiana

O estado de Goiás, segundo estimativas de 2020 do IBGE⁵, possui uma população de 7.113.540 pessoas, ocupando o 12º lugar no ranking dos estados mais populosos do Brasil. Seus habitantes são distribuídos em 246 municípios, que somam uma grande extensão territorial de 340.203,239 km² [2019], ocasionando em uma densidade demográfica de 17,65 hab/km² [2010]. No tocante ao desenvolvimento humano, o estado possui o IDHM de 0,756 [2015, IMB].

Goiânia é a capital do estado e, conseqüentemente, a mais populosa do Goiás, com uma população de 1.495.705 habitantes [2018, IMB]. Fazendo parte da Região Metropolitana, Goiânia e outros 20 municípios abrigam cerca de 2,494 milhões de pessoas e participam com 40% do PIB goiano. Se comparado a outros estados, o Goiás ocupa a 11ª posição no que diz respeito ao rendimento nominal mensal domiciliar per capita, com uma média salarial de R\$ 1.306,31.

Os três grandes setores da economia do estado são Serviços, Indústria e Agropecuária, respectivamente por ordem de participação no PIB. No que se relaciona a Serviços, esse ramo econômico é composto por diversas atividades, como por exemplo, o comércio de produtos, administração pública, saúde, educação, serviços financeiros e imobiliários, dentre outros. Além disso, boa parte da força de trabalho vem desse setor, destacando-se devido ao forte comércio atacado e varejista. Em 2015, sua participação foi cerca de 65,1% no PIB. Em 2017, 42,7% dos municípios goianos tinham esse setor como o de maior representatividade nas economias locais.

A Indústria goiana é bastante diversificada, possuindo produções de destaque como alimentos e bebidas, cana-de-açúcar, fármacos, mineração e fabricação de automóveis. Tanto que o Goiás figura em posições elevadas em diversos rankings nacionais. O estado é o segundo maior produtor de cana-de-açúcar do país, produzindo em 2017 71,38 milhões de toneladas, uma alta de 0,46% em relação ao ano anterior, e conseqüentemente também é o

⁵ IBGE. **Cidades e Estados**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/panorama>> Acesso em: 29 de Dez. 2020.

segundo maior produtor nacional de etanol nos anos de 2017 e 2018, atingindo 4,6 bilhões de litros. A sua indústria farmacêutica se consolida como uma das mais importantes do Brasil – o Polo Farmoquímico situado no Distrito Agroindustrial de Anápolis (DAIA), emprega milhares de pessoas e possui mais de 15 indústrias nesse tipo de atividade dentro do Distrito.

A indústria da mineração também é relevante. O estado conta com ricas reservas minerais como o cobre, níquel, ouro, cobalto, nióbio, fosfato, vermiculita, além de diversos outros. Participa ativamente na produção nacional e, segundo o IMB, Goiás ocupava em 2015 o 1º lugar no ranking de produção de amianto, vermiculita e níquel. A seguir na tabela 1, é possível observar o quanto de cada atividade compõe a indústria do estado, constatando-se que a fabricação de alimentos e bebidas, fabricação de álcool, medicamentos e automóveis, são as maiores atividades industriais.

Tabela 1 - Estrutura da Indústria Goiana

| Estrutura da Indústria Goiana | |
|---|-------------------------|
| Participação das principais atividades industriais, 2015 (%) | |
| Atividades | Participação (%) |
| Indústria de Transformação | 100,0 |
| Alimentos e bebidas | 37,3 |
| Fabricação de álcool | 8,5 |
| Medicamentos | 6,9 |
| Automóveis, camionetas e utilitários | 7,0 |
| Produtos químicos (adubos, fertilizantes, defensivos) | 3,4 |
| Metalurgia | 2,7 |
| Minerais não metálicos | 4,7 |
| Demais segmentos | 28,5 |

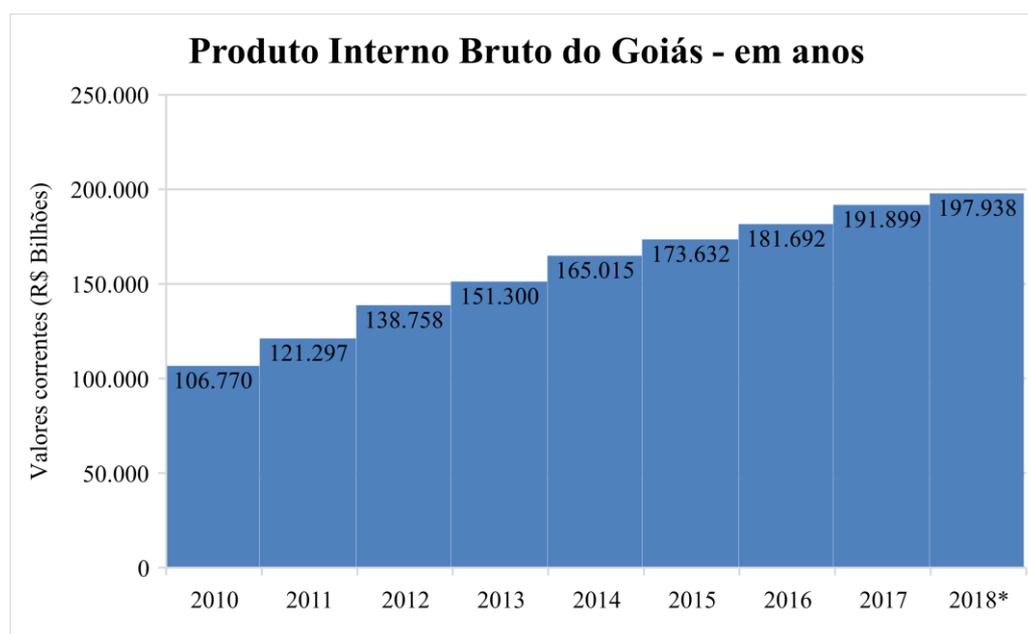
Fonte: retirada de IMB – Sobre Goiás

Por fim, temos a agropecuária como uma das integrantes mais importantes do produto interno bruto. Favorecido pelo clima semiúmido, caracterizado pela predominância de duas estações bem definidas: verão úmido e inverno seco, cujas temperaturas variam em média de 26°C. Os aspectos naturais com as grandes extensões de terras férteis e agricultáveis permitem que a agropecuária progrida categoricamente bem no estado, com uma área de 26.275.245 hectares e 152.174 estabelecimentos rurais [SEAPA/IBGE]. Nas produções agrícolas, se

destacam a soja, cana-de-açúcar, milho, sorgo, feijão, tomate, entre outros. Relacionado à pecuária, o Goiás possui grandes rebanhos de animais e se mantém entre os maiores produtos a nível nacional. A criação bovina é a 2ª maior do Brasil, possuindo cerca de 22,8 milhões de cabeças, representando 10,6% do total nacional. A suinocultura e avicultura também possuem grande papel, se consolidando ambas em 6º lugar no ranking de maiores criações em 2018, em dados preliminares.

Em valores correntes, o PIB goiano tem crescido relativamente bem, ano após ano, apesar de algumas retrações relacionadas às previsões mercadológicas comuns a todo ano. O bom desempenho, muitas vezes, é impulsionado pelo agronegócio que vem se estabelecendo, há muito tempo no estado, em posição de destaque na economia.

Figura 2 - PIB do Goiás em anos



Elaboração: O autor (2021)

Fonte: IMB, IBGE, SEGPLAN-GO

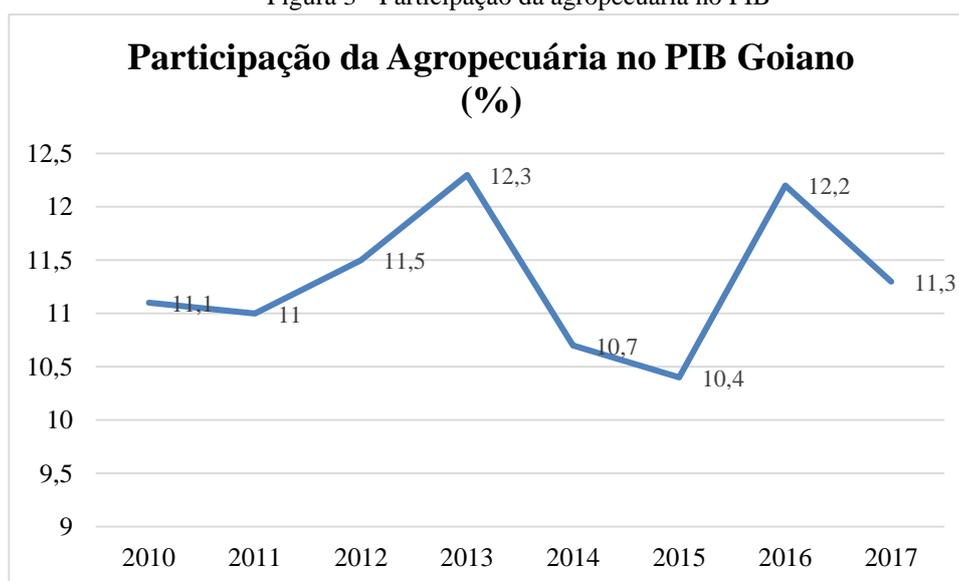
Em 2016, por exemplo, Indústria e Serviços tiveram quedas de -4,5% e -3,1% respectivamente. Somente a atividade agropecuária teve resultado positivo na época, o que permitiu que o valor adicionado em valores correntes continuasse com saldo crescente. Isso demonstra a importância dos bens produzidos pelo setor para o estado.

8.2 Agropecuária e agronegócio goiano

Como introduzido anteriormente, a agropecuária é um importante mecanismo para o estado. Analisando dados da SEAPA/IBGE⁶ constata-se que uma característica forte e bem estabelecida é a agricultura familiar, presente em grande parte do Goiás com cerca de 95.684 estabelecimentos rurais. Desse quantitativo, 54,7% possui o ensino fundamental completo. 20% concluiu o ensino médio. Apenas 6,7% tem o grau de instrução superior. 11% nunca frequentou a escola e 7,6% foram alfabetizados, principal característica das regiões interioranas onde as condições empregatícias são mais reduzidas e a desigualdade social é maior, os agricultores encontram essa forma como fonte de sustento.

Relacionado ao Produto Interno Bruto goiano, a agropecuária nos últimos anos tem tido uma média de 11,3% de participação na composição do próprio. O que corresponde a uma variância de 0,3 para mais ou para menos, com um desvio padrão de 0,6, indicando um índice estável de participação. Apesar dos anos de 2014 e 2015 apresentarem resultados abaixo do esperado, muitos são os fatores que influenciam o setor, como o próprio clima, porém, na maioria dos anos analisados o setor consegue se manter em uma média, conforme pode ser observado no gráfico abaixo:

Figura 3 - Participação da agropecuária no PIB



Elaboração: O autor (2021)

Fonte: IMB

⁶ SEAPA. **Radiografia do Agro**. Disponível em: < <https://www.agricultura.go.gov.br/files/Radiografia/RadiografiadoAgroemGoiasPT.pdf> > Acesso em: 13 de Jan. 2021.

O universo do agronegócio engloba as cadeias de produções agrícolas e pecuárias, dito isso, em termos de produção, o panorama quantitativo aponta diversas vertentes em que a agropecuária se destaca entre os principais do Brasil. Em 2019, novamente, o estado foi o 2º maior produtor de cana-de-açúcar do país, equivalente ao triênio consecutivo de 2017, 2018 e 2019. No mesmo ano, atingiu o 4º lugar de maior produção de soja e maior efetivo de rebanho bovino, assim como expressam os dados abaixo:

Tabela 2 - Produção Vegetal e Animal da Agropecuária Goiana em 2019

| AGROPECUÁRIA GOIANA | | | | |
|----------------------------------|----------------|---|--------------------------------|---|
| Produção Vegetal e Animal | | | | |
| Produção | Período | Quantidade produzida (toneladas) | Valor bruto - VPB (R\$) | Participação do estado no ranking nacional |
| VEGETAL | | | | |
| Soja | 2019 | 11.395.436 | R\$ 12.896.408.491,26 | 4º |
| Cana-de-açúcar | | 73.760.045 | R\$ 6.706.892.011,58 | 2º |
| Milho | | 8.934.855 | R\$ 6.065.087.244,45 | 3º |
| Arroz | | 111.852 | R\$ 84.820.795,38 | 8º |
| Feijão | | 344.689 | R\$ 1.181.013.065,91 | 3º |
| ANIMAL | | | | |
| Rebanho Bovino | 2019 | Efetivo: 22.651.910 cabeças | R\$ 8.113.535.538,47 | 2º |
| Carne Suína | | Efetivo: 1.969.922 cabeças | R\$ 724.789.226,98 | 6º |

Elaboração: O autor (2021)

Fonte: Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SEAPA / Radiografia do Agro)

Anualmente o estado atinge expressivas produções, o que acarreta em significativas arrecadações no setor. O Valor Bruto da Produção Agropecuária (VPB), alcançou valores bilionários em produções de soja, milho, feijão e outros. A produção de soja se destacou, sendo que o levantamento da safra 2019/2020 registrou um aumento de 4,3% se comparada com a safra anterior.

O preço de comercialização desses produtos teve altas significativas devido diversos fatores, e isso ajudou também em valores expressivos relacionados ao valor bruto arrecadado por cada tipo de produção agropecuária.

A boa produtividade permitiu também que boa parte do que foi feito por aqui, fosse exportado para outros países como a China, Hong Kong, Egito e demais outros. O aumento da produção também se deu devido à alta demanda de países compradores, que vem aumentando

nesses últimos dois anos. Tanto que se observar a quantidade de soja produzida em 2019, descrita na tabela acima, é possível constatar que mais da metade foi exportada, demonstrando que possuímos boas relações com os compradores.

Tabela 3 - Exportações da agropecuária goiana em 2019

| EXPORTAÇÕES | | | |
|--------------------|-------------------|---|---------------------------|
| Produto | Subproduto | Quantidade exportada (toneladas) | Valor bruto (US\$) |
| Soja | - | 6.873.013,30 | 2.472.371.708,00 |
| Cana-de-açúcar | Açúcar | 677.976,30 | 233.858.103,00 |
| Milho | Em grão | 4.882.029,80 | 808.180.366,00 |
| Arroz | - | 446,4 | 143.862,00 |
| Feijão | - | 574,2 | 507.139,00 |
| Carne Bovina | - | 254.635,10 | 1.083.534.348,00 |
| Carne Suína | - | 6.237,00 | 8.078.625,00 |

Elaboração: O autor (2021)

Fonte: Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SEAPA / Radiografia do Agro)

Ainda em 2019, o setor agropecuário conseguiu alavancar o PIB goiano com um crescimento de 4,1% em relação a 2018. Aliado a um aumento setorial de 14,1% no último trimestre de 2019, em comparação ao mesmo período.

Em 2020, a agropecuária segurou a economia goiana, servindo como fator amortizador enquanto os demais setores sofreram com baixos desempenhos. Mesmo frente à pandemia do coronavírus (COVID-19), o setor viu sua produção bater recorde com acréscimo de 8,8% em relação à safra 2018/2019. O VPB da soja no Goiás teve acréscimo de 35% em seu valor total, se comparado a 2019. Até o mês de novembro de 2020, o valor das exportações do setor bateu recorde e foi o maior valor já visto desde que começou a quantificar esses dados, totalizando US\$ 93,6 bilhões.

No entanto, é preciso estar ciente que em estimativas do SEAPA previstas para a próxima safra, preveem para a soja, milho e açúcar, uma queda na produtividade de 2,0%, 0,6% e 2,5% respectivamente. Muito disso diz respeito às condições climáticas, mas não necessariamente significa queda nas arrecadações.

Portanto, é fato que o agro movimenta a economia, mesmo com a alta da demanda de fornecimento tanto para o mercado interno quanto o externo. O agronegócio conseguiu suprir

essas duas demandas sem grandes problemas, comprovando a preparação que a produção estadual possui e o potencial de se tornar cada vez mais forte, mesmo em épocas atípicas e inesperadas.

8.3 Agronegócio e Inteligência artificial

Assim como foi abordado anteriormente na metodologia, foram selecionados quatro trabalhos acadêmicos entre artigos e monografias. Com base nisso, foi feita a descrição e discussão das pesquisas escolhidas, expondo os pontos de vista de cada autor e analisando de que forma a inteligência artificial pode e vem sendo aplicada dentro do agronegócio. Conforme o quadro abaixo com a relação das bibliografias escolhidas:

Quadro 1 - Relação das bibliografias selecionadas

| TRABALHOS SELECIONADOS | | | |
|--|--|--------------------------|-------------|
| Título | Autor(es) | Ano de publicação | Tipo |
| A Visão Computacional no Agronegócio: Aplicações e Direcionamentos | BORTH, Marcelo R; IACIA, Julio C; PISTORI, Hemerson; RUVIARO, Clandio F. | 2014 | Artigo |
| Uso de Inteligência Artificial em Agricultura de Precisão: Redes Bayesianas e Neurais | MEIRELLES, Margareth SP; MOREIRA, Marlon; COELHO, Fábio BN. | 2004 | Artigo |
| Rede neural artificial aplicada à agricultura | BARBOSA, Cibelle Degel. | 2011 | Artigo |
| Identificação de doenças na soja utilizando inteligência artificial por meio de análise de imagens | NEUMANN, Bruno Germano. | 2019 | Monografia |

Fonte: elaborado pelo autor (2021)

Diversas áreas passaram ou estão passando por um processo de modernização que tem como objetivo inserir tecnologias em busca de ganhos em variados critérios. E o campo é uma dessas áreas que está em processo de desenvolvimento tecnológico. Porém, em um estudo

realizado pelo Instituto Interamericano de Cooperação para Agricultura foi observado que apenas 18,5% da população rural possui conexão à rede 4G, expondo que existem diversos obstáculos que podem provocar baixos índices de conexão a redes de internet ou acesso a tecnologias em geral. Dentre isso pode-se citar a falta de investimento em levar a tecnologia a lugares distantes onde o produtor se encontra ou até mesmo a dificuldade dele em aderir às tecnologias disponíveis ao campo.

Por mais que haja esses problemas, é necessário combatê-los para que as melhorias aconteçam. Nesse sentido, Goiás recebeu em Rio Verde, a internet móvel de quinta geração, o 5G, voltado para a produção do agronegócio. A iniciativa é testada em caráter experimental e conta com o apoio da multinacional chinesa das telecomunicações, a Huawei, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (Fapeg), IF Goiano, e o Centro de Excelência em Inteligência Artificial (CEIA). Junto a isso, foi inaugurado o Centro de Excelência em Agricultura Exponencial (Ceagre), com o objetivo de promover o empreendedorismo e levar o desenvolvimento de soluções inovadoras ao campo, para aumento da eficiência, desempenho e competitividade. A ideia é popularizar o acesso a essas tecnologias, trabalhando com todos os portes desde o pequeno, médio e grande produtor, além de levar essas soluções a todas as regiões do estado.

O 5G irá viabilizar o uso de tecnologias como Internet das Coisas (IoT) e Inteligência Artificial no campo, para melhorias de produtividade, economia e combate às pragas que afetam as produções rurais. Poderão ser desenvolvidos sistemas voltados para avaliação de nutrientes das plantações, deficiência hídrica, problemas causados por insetos e a proliferação de ervas daninhas que podem impactar negativamente a agricultura.

Tudo isso vai em consonância com os pensamentos abordados por Garcia no referencial teórico, onde o autor aborda sobre a variedade de aplicações tecnológicas que podem ser incorporadas ao agronegócio e em como isso sugere novos modelos de negócios baseados em informações, que almejam não somente vender, mas também agregar valor ao produto, com melhor qualidade.

Na mesma perspectiva, Teigens [sd. sp] fala sobre os ganhos que a inteligência artificial pode proporcionar na agricultura:

Na agricultura, novos avanços em IA mostram melhorias no ganho de produtividade e no aumento da pesquisa e desenvolvimento de culturas. Agora, a nova inteligência

artificial prevê o tempo necessário para que uma colheita como o tomate esteja madura e pronta para a colheita, aumentando assim a eficiência da agricultura. Esses avanços continuam incluindo o monitoramento de colheitas e solos, robôs agrícolas e análises preditivas. O monitoramento de lavouras e solos utiliza novos algoritmos e dados coletados em campo para gerenciar e rastrear a saúde das lavouras, tornando-a mais fácil e sustentável para os agricultores. (TEIGENS, sd, sp)

Isso sugere que a IA traz avanços para a área em vários sentidos, tornando as ações na agricultura mais eficientes e com menores chances de erros, entrando em ação a análise preditiva, que basicamente é a forma de fazer previsões de eventos futuros que podem ou não acontecer, dado uma estatística, utilizando várias técnicas, dentre elas o aprendizado de máquina (*Machine Learning*). Isso é de muita relevância para o produtor, haja vista que com esses dados em mãos ele poderá tomar decisões antecipadas, antes mesmo que os eventos ocorram e tragam algum prejuízo.

Outra tecnologia robusta que coloca em prática a análise preditiva, é a visão computacional. Borth *et al* (2014, pág. 2) aborda que:

A visão computacional é um conjunto de métodos e técnicas computacionais capaz de interpretar imagens e ajudar no processo de tomada de decisão a partir de identificação de padrões e interpretação de imagens, possibilitando, assim, gerenciar incertezas e sazonalidades, como os períodos de safra e entressafra. (Borth *et al*, 2014, pág. 2)

Não se limitando a isso, essa tecnologia é aliada da agricultura de precisão, que conceitualmente utiliza avançadas tecnologias para acompanhar o campo de maneira mais precisa e assertiva. O autor cita que dentre as várias aplicações temos: a classificação e seleção de produtos agrícolas, sementes e frutos; robotização da colheita; posicionamento de implementos agrícolas; direção e navegação autônoma; identificação de doenças, pragas, plantas daninhas; análise da planta e nível de dano foliar causado por pragas e doenças [...] (BORTH *et al*, 2014).

Além da agricultura de precisão, Borth aborda sobre algumas aplicações da visão computacional: Veículos Aéreos Não Tripulados, Sistemas de Informações Geográfico, Análise da Área Foliar Danificada e Controle de Qualidade de Alimentos.

Sobre os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs), é abordado que o uso desses equipamentos é útil para aperfeiçoamento de produção e precisão nas aplicações benéficas à produção e ao cultivo de grãos (BORTH *et al*, 2014). Geralmente, podem, e são utilizados, no monitoramento de plantações, para coleta e posterior análise das imagens. É bastante eficaz

pois esses veículos podem sobrevoar a alturas extremamente baixas, que permitem a captura de imagens em longas dimensões, possibilitando a identificação de pragas bem antes da sua propagação, configurando assim uma prevenção ativa contra problemas que surgem. Borth *et al* (2014, pág. 6) complementam:

Portanto, a agricultura, base da economia brasileira, tende a ser cada vez mais dependente da tecnologia, visando a agricultura de precisão. Assim, as imagens obtidas pelos VANTs aliadas às técnicas de visão computacional podem trazer resultados satisfatórios desde o plantio até a colheita, uma vez que as informações geradas são importantes na tomada de decisão. (BORTH *et al*, 2014, pág. 6)

Para o agricultor, ter informações precisas que o auxiliem a tomar decisão sobre qual ação tomar é importante para que se evite problemas e cultive melhor, podendo até mesmo diminuir custos. No entanto, o autor salienta que mesmo com grande potencial, essa tecnologia ainda necessita de mais pesquisa e desenvolvimento para que seu uso possa ser ampliado e consiga chegar à posse de mais produtores.

Por outro lado, a tecnologia também pode ser ótima companheira na identificação de pragas, um dos maiores problemas que as lavouras sofrem e que são comuns nesse meio. A Análise da Área Foliar Danificada é essencial para o combate das pragas, uma vez que o diagnóstico seja feito de maneira rápida as chances de solução são maiores. E com a tecnologia de visão computacional isso eleva a precisão, já que o processamento de imagens obtidas pode analisar as folhas das plantações e verificar ainda em estágio inicial a presença de doenças.

Sobre os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) temos nesse sentido o estudo do espaço terrestre para monitoramento de áreas agrícolas ou pecuárias. A finalidade é obter dados geográficos dos territórios para gerar informações sobre as condições dos locais do ambiente. Borth *et al* (2014) citam um trabalho que aborda essa técnica:

Um exemplo de aplicação usando um SIG e a visão computacional é o trabalho realizado por PEREIRA (2013). O objetivo era criar uma solução computacional baseada em visão computacional para a classificar áreas cafeeiras a partir de imagens de satélite, para identificar e mapear o uso e ocupação da terra, estimando a percentagem de cobertura do solo. (BORTH *et al*, 2014, pág. 6)

Com o mapeamento, o produtor rural pode ter diversas informações de maneira fácil sobre onde se localizam as melhores áreas para cultivo, locais de preferências dos animais,

ocupação do solo, dentre outras utilidades. Por fim, a qualidade final do produto a ser comercializado é relevante para várias vertentes, como saúde, vendas, etc. Então, o Controle de Qualidade de Alimentos é um processo rigoroso que com o apoio da inteligência artificial se torna uma atividade rápida, não destrutiva e altamente eficaz. Com a visão computacional, os sistemas de controle de qualidade podem analisar as imagens e verificar grandes lotes de alimentos ou até mesmo verificar se já é tempo de colheita.

Por fim, Borth *et al* consideram que:

A elevação dos custos de produção, as exigências dos mercados por alimentos mais seguros e rastreáveis, preocupação crescente com a contaminação ambiental e as mudanças climáticas são fatores que têm contribuído para intensificar os avanços da agricultura de precisão incluindo aplicações da visão computacional na agricultura. Dessa forma, a multidisciplinaridade e os avanços da computação possibilitam novas práticas agrícolas e abrem a oportunidade para inserção de sistemas cada vez mais automatizados na agricultura de precisão. Dessa forma, percebe-se que o avanço e crescimento da agropecuária está dependente do avanço tecnológico. (BORTH *et al*, 2014, pág. 8)

Com esse ponto de vista, percebe-se que os autores consideram a tecnologia como ferramenta para o avanço da agropecuária. Principalmente com esse conceito de agricultura de precisão que depende intrinsecamente do apoio de sistemas de hardware e software para a análise do clima e solo. Logo, percebe-se que o uso de tecnologia deixou de ser apenas para apoio e tornou-se um diferencial para quem a utiliza e imprescindível para a competitividade.

No trabalho de Meirelles *et al* (2004), é utilizado o uso de duas técnicas para previsão de produtividade, sendo elas: Redes Bayesianas e Redes Neurais, na agricultura de precisão. Dessa forma, o objetivo era verificar quais as influências que as principais variáveis do solo e da planta causam na produtividade da soja no plantio direto. Ou seja, o intuito era otimizar a produção para realizar simulações que previssem a produtividade. No primeiro teste, utilizou-se as redes bayesianas, conceituado por Meirelles *et al* (2004, pág. 179) como "A metodologia bayesiana consiste em determinar a probabilidade de ocorrer um evento, dada uma certa condição, baseia-se no Teorema de Bayes". Nesse caso, a produtividade final é dada em medidas probabilísticas.

Já o segundo teste, analisou o uso de redes neurais para avaliação de relações entre os parâmetros químicos e físicos do solo de plantio da soja, dados os seus nutrientes. Os dados foram coletados pela colheitadeira e as redes treinadas, para que fossem possíveis novas estimativas futuras acerca da produtividade. Uma das vantagens da utilização desse tipo de

técnica, apontada pelos autores, é a característica de aprender com dados históricos e a generalização dos resultados a partir da aprendizagem. Nesse segundo experimento, foram correlacionadas variáveis do solo e da planta com a produtividade.

Para tanto, os autores concluem seu trabalho acerca das técnicas utilizadas:

As redes bayesianas podem ser utilizadas em projetos de agricultura de precisão como uma ferramenta de análise de dados, tanto para simular o comportamento da produtividade em função da variação dos parâmetros químicos, quanto para simular a probabilidade destes parâmetros, dada uma determinada situação de produtividade desejável. As redes neurais artificiais apresentam forte potencial para serem utilizadas no estabelecimento de relação entre as variáveis de solo e teores de nutrientes das plantas para subsidiar a simulação de mapas de produtividade. (MEIRELLES *et al*, 2004, pág. 195)

Apesar de em testes iniciais as redes neurais já apresentarem bons resultados, Meirelles *et al* apontam que poderiam ser melhores se o tamanho das redes neurais construídas fossem maiores (porém demanda mais tempo de processamento) e fossem mais treinadas, tudo isso influencia nos resultados finais e o quão bons eles ficarão.

A medição e cálculo da produtividade é importante para a tomada de decisão do produtor, ela auxilia na identificação de problemas e desperdícios que podem ocorrer. Ter esses resultados antecipadamente é essencial para prevenir esses inconvenientes e evitar maiores custos de produção, que envolvem insumos como fertilizantes, matérias-primas, água, energia elétrica e diversos outros fatores envolventes. Com o auxílio da tecnologia e técnicas inteligentes a medição pode levar em consideração diversos fatores para previsão de produtividade e não somente questões de tamanho de áreas cultivadas e mais.

Na pesquisa realizada por Barbosa, é verificado o uso da rede neural artificial aplicada à agricultura. Assim como Meirelles, a autora avalia que os modelos computacionais inteligentes acabam desempenhando resultados superiores do que modelos tradicionais, não deixando de reconhecer a importância deles, mas enfatizando que muitos modelos tradicionais estatísticos possuem problemas quanto à interpretação por pessoas não especialistas. Barbosa (2011, pág. 1) diz que é crescente a necessidade de se viabilizarem soluções para o desenvolvimento sustentável do agronegócio brasileiro, por meio da geração, adaptação e transferência de conhecimentos e tecnologias de informação e de bioinformática, em benefício da sociedade.

Barbosa busca apontar várias aplicações de redes neurais nessa área, dentre elas podemos citar: desenvolvimento de redes neurais para estimativa mensal e anual das temperaturas na região nordeste do Brasil, que com a aplicação desse subcampo da inteligência artificial, permitiu maior acurácia nos resultados em comparação com equações encontradas na bibliografia especializada. Utilização de imagens aéreas para o mapeamento de plantas invasoras em produção de soja. Além disso, ela fala do processo de automação que consequentemente envolve a robótica:

O processo de automação pode contribuir na atividade agrícola através da melhora de qualidade do processo, redução de perdas ou riscos, aumento de produtividade, melhor controle de custos e aumento do retorno de investimento, planejamento do negócio e proteção do meio-ambiente, proporcionando uma maior competitividade. A robótica, ou máquinas computadorizadas para executar atividades específicas sem a interferência humana, tem sido objeto de estudo na área agrícola. O desenvolvimento de um sistema adequado de sensores, em conjunto com a técnica de redes neurais artificiais, capaz de reconhecer estágios de amadurecimento de frutos, permite que robôs sejam capazes, por exemplo, de colher frutas individualmente de acordo com seu tamanho e estágio de amadurecimento. Isso possibilitaria eliminar a fase de seleção, e a fase de embalagem e empacotamento poderia ser realizada logo após a colheita. (BARBOSA, 2011, pág. 7)

As aplicações são inúmeras, assim como afirma Barbosa, que reconhece a evolução como inevitável e novamente, assim como outros autores, registra que inteligência artificial agregada ao agronegócio é importante ferramenta para tomada de decisão.

No quarto trabalho analisado, desenvolvido por Neumann, é abordada a identificação de doenças na soja utilizando a inteligência artificial. Para isso, ele propõe o uso do aprendizado de máquina para avaliação da soja por meio da análise de imagens tiradas das folhas, buscando reconhecer da melhor forma as pragas e doenças que atacam essa produção. Nesse caso, o autor examinou a bibliografia e entendeu que o uso de redes neurais artificiais (RNAs) seria a melhor forma de atingir o seu objetivo. Neumann (2019, pág. 14) fala sobre as aplicações da sua escolha:

As RNAs possuem aplicações em diversas áreas econômicas, como indústria, agricultura e setor de serviços. A crescente utilização se deve ao fato de que elas desoneram pessoas de trabalhos complexos, diminuindo gastos e sobretudo erros humanos. (NEUMANN, 2019, PÁG. 14)

As redes neurais são bastantes utilizadas no reconhecimento de imagens, identificação de objetos em determinados ambientes, bem úteis no reconhecimento facial e também é parte

das tecnologias que permitem os sistemas autônomos em veículos. Enfim, as aplicações não se limitam a apenas isso.

Dito isso, o andamento da pesquisa seguiu para a construção do sistema, onde utilizou-se a linguagem Javascript para programação em ambiente web e o framework TensorFlow, sendo treinado com poucas imagens para controlar a sua eficácia. O modo de treinamento foi de maneira supervisionada, ou seja, teve o auxílio do autor para o aprendizado, utilizando base de imagens do Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) e de outras fontes sobre diversas doenças e pragas. Pronto para o uso, o sistema permitia o envio de imagens para identificação de doenças e retornava à classificação da imagem com os resultados e o percentual de confiança desse retorno.

Dados os resultados, os primeiros testes mostraram taxas de assertividade abaixo do esperado, principalmente quando o aprendizado ocorreu com menores quantidades de imagens. No entanto, é comum que inicialmente essas redes apresentem retornos menores, considerando que o processo de aprendizagem se encontra em estágio inicial, e assim com o tempo, conseqüentemente as redes se tornam mais maduras ao receberem novos estímulos, o que torna o nível de confiança e assertividade mais alto. O que posteriormente aconteceu em outros testes do autor.

Por fim, Neumann (2019, pág. 103) conclui que:

De forma geral, baseando-se na quantidade de recursos de imagens, no ambiente proposto e nos resultados obtidos, pode-se afirmar que foi possível identificar doenças na soja a partir do software criado. Quanto à acuracidade desses resultados, existem ressalvas alusivas exclusivamente ao treinamento adequado da rede neural.

[...]

Foi constatado através de experimento, que quando acrescentou-se mais conhecimento na rede neural, as previsões começaram a melhorar gradativamente. Em outras palavras, quanto maior for a base de imagens de treinamento, melhor serão os resultados. (NEUMANN, 2019, pág. 103)

O autor evidencia que os resultados foram bons, no entanto, são influenciados por características dos treinamentos que são dados às redes neurais artificiais. Assim como acontece com os seres humanos, as redes vão se tornando cada vez mais especialistas na medida em que são analisadas mais imagens.

Portanto, é interessante observar o quanto a inteligência artificial consegue abranger uma série de atividades dentro do campo da produção agrícola. Que vai desde o início da plantação, podendo analisar o solo, até o controle de qualidade do produto final. Atuando na

resolução de problemas complexos, que sem o seu auxílio se tornariam tarefas mais trabalhosas e demoradas.

Por outro lado, é grande a facilidade com que grandes empresas podem adquirir sistemas sofisticados e altamente tecnológicos, entretanto, como problematizado por Neumann, para os pequenos e médios produtores é consideravelmente mais difícil fazer uso de tecnologias que possa auxiliá-los em melhores práticas em suas produções, por vários motivos, sejam financeiros ou de capacitação. Por esse motivo, faz-se assim necessário o aumento de pesquisas e desenvolvimento para fomentar e tornar mais acessível o uso dessas ferramentas pelos produtores.

Assim como fundamentado pelas bibliografias apresentadas e analisadas, o agronegócio tem muito a avançar tendo como aliada as tecnologias de inteligência artificial para potencialização de suas atividades. Foi possível observar que a IA consegue atuar em diversas frentes da agropecuária, apoiando o produtor na facilitação de suas tarefas e indo até os níveis mais complexos dos seus serviços: solucionando e dando suporte na caracterização do seu cultivo, identificando doenças e pragas antecipadamente, monitoramento do solo e do terreno, dentre outras.

O Goiás tem muito a ganhar com a modernização do campo, tornando acessível a tecnologia para várias regiões do estado, os produtores podem produzir mais e com melhor qualidade, transformando aos poucos as realidades locais, onde muitas delas são caracterizadas frágeis economicamente e com baixos níveis de desenvolvimento. Em outras palavras, o agronegócio goiano tende a se beneficiar com a presença da inteligência artificial avançando em seus processos. O impacto que o setor provoca na economia do estado já é significativo, somando com as tecnologias citadas pode-se aumentar ainda mais os percentuais de participação no desenvolvimento econômico.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O constante avanço das tecnologias, especificamente da inteligência artificial, abordada neste trabalho, aliado à percepção de que outros países estão investindo quantias significativas em pesquisa e desenvolvimento da IA, fez com que promovêssemos esse estudo na área, propondo analisar de que maneira o seu uso se aplica no ramo econômico.

Para atingir o objetivo geral, inicialmente foi apresentado o processo histórico da inteligência artificial, cuja abordagem permitiu conhecer os primórdios e como se iniciou a tecnologia. Ao longo da pesquisa foi observado que assim como a inteligência humana é composta de várias áreas, a artificial também possui subcampos que juntos formam essa complexa tecnologia. Além disso, foi analisada a aplicabilidade da IA na área do desenvolvimento econômico. Por fim, foi verificada a aplicação da ferramenta especificamente no ramo de maior destaque do estado de Goiás.

As hipóteses foram abordadas e contextualizadas por alguns autores no referencial teórico, confirmando que a competitividade é incentivada quando há a adoção dessas tecnologias, as empresas têm novas possibilidades de conseguir e conquistar novos clientes. Além do aumento da produtividade, já que com a inteligência artificial podemos ter o avanço da automatização em diversas atividades rotineiras e outras que antes só poderiam ser realizadas com o aval do ser humano. Portanto, o pressuposto, ora citado, de que eram positivas as expectativas quanto à inserção da inteligência artificial como ferramenta de desenvolvimento, foi confirmado pelas bibliografias que exemplificaram com utilizações práticas dessa tecnologia.

Dessa forma, a inteligência artificial pode corroborar em melhorias em vários processos, sejam empresariais, industriais ou novos modelos de negócios voltados para maior produtividade e mais eficiência. Modelos esses que podem ser baseados em análises de dados com a junção da inteligência artificial e *big data*, que pode prover informações valiosas sobre os hábitos dos clientes de uma empresa, ocasionando em inúmeras possibilidades no que se refere ao desenvolvimento de novas tecnologias ou estratégias. Impacta a produção industrial, principalmente quando observamos que a IA soma a outras tecnologias e dá significado ao conceito de Indústria 4.0. O mesmo ocorre com a agricultura de precisão, que anseia melhorar o manejo agrícola, trazendo mais eficiência e redução de custos e erros.

Frente a isso, obteve-se por meio das plataformas públicas uma ampla variedade de dados que permitiu caracterizar a economia do Goiás e extrair qual o setor de maior destaque e prevalência no estado, definindo-se assim a agropecuária. Com isso, foi feita uma busca bibliográfica com o intuito de obter informações e colocar em debate a forma que se aplica a inteligência artificial na área econômica selecionada e como isso permite melhorar o setor, alavancando o desenvolvimento econômico.

Percebeu-se que a inteligência artificial pode contribuir para diversos aspectos da agropecuária. E não somente isso, ela pode ser aplicada em todos os processos do agronegócio, que inclui a produção dos insumos para a produção agrícola, a própria produção, seja a produção vegetal ou animal, ou também no processo de comercialização e logística. Sendo assim, a IA tende a trazer melhorias ao agronegócio, o que pode potencializar a sua participação na economia do estado, caso haja de fato a sua inserção nesse ramo. Além disso, se observarmos, as tecnologias têm participado ativamente há muito tempo no desenvolvimento econômico, seja aperfeiçoando diversos processos ou até mesmo abrindo oportunidades para a inovação, que é uma das principais missões de startups que surgem no mercado.

A promoção de soluções tecnológicas que promovam a transformação da realidade em que vivemos é essencial, principalmente quando observamos que a caracterização do setor agropecuário demonstra a existência de pouca formação acadêmica por parte de certa parcela dos produtores, especialmente os que se propõe a praticar a produção familiar no campo. Isso pode gerar dificuldades quanto à adoção de tecnologias por esses produtores rurais. A tecnologia no campo precisa se tornar cada vez mais acessível para chegar igualmente a todos, para que seus benefícios sejam abrangentes e não seletivos a apenas determinadas parcelas dos produtores.

Existem inúmeras tecnologias e possibilidades para o avanço do agronegócio, mas é preciso também que o produtor conheça os benefícios que as ferramentas tecnológicas podem trazer para o seu trabalho. É necessário superar antigos paradigmas de que tecnologia é gasto e é trabalhosa. Portanto, as dificuldades enfrentadas para a adoção de tecnologias no campo podem ser objeto de pesquisa para futuras investigações e aprofundamentos nessa problemática.

REFERÊNCIAS

BACKES, André Ricardo; JUNIOR, Jarbas Joaci de Mesquita Sá. **Introdução à Visão Computacional Usando MATLAB**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2016.

FERNANDES, Aguinaldo Aragon; DINIZ, Jose Luis; ABREU, Vladimir Ferraz de. **Governança digital 4.0**. Rio de Janeiro: Brasport, 2019.

GARCIA, Solimar. **Gestão 4.0 em tempos de disrupção**. São Paulo: Blucher, 2020.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6.ed. – São Paulo: Atlas, 2008.

LUGER, G. F. **Inteligência artificial: estruturas e estratégias para a solução de problemas complexos**. 4ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

_____. **Inteligência artificial: estruturas e estratégias para a solução de problemas complexos**. Tradução Paulo Martins Engel. – 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

MARCONI, M. A; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

_____. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MUELLER, John Paul; MASSARON, Luca. **Inteligência Artificial Para Leigos**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2019.

OLIVEIRA, Ruy Flávio de. **Inteligência artificial**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018.

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.

RICH, E. **Inteligência artificial**. São Paulo: McGraw-Hill, 1988.

RUSSEL, Stuart J; NORVIG, Peter. **Inteligência Artificial**. 3 ed - Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 2013.

SANTOS, Sandro. **Introdução à IoT: Desvendando a Internet das Coisas**. SS Trader Editor, 2018.

SILVA, E. L. MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. rev. atual. Florianópolis: UFSC, 2005.

SKALFIST, Peter; MIKELSTEN, Daniel; TEIGENS, Vasil. **Inteligência Artificial: A Quarta Revolução Industrial**. Cambridge Stanford Books, 2019.

VELOSO, Renato. **Tecnologias da Informação: desafios e perspectivas**. São Paulo: Saraiva, 2011.

BARBOSA, Cibelle Degel. **Rede neural artificial aplicada à agricultura**. *Vértices*, v. 13, p. 161-170, 2011.

BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos. **Crescimento e desenvolvimento econômico**. Notas para uso em curso de desenvolvimento econômico na Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas. Versão de junho de 2008.

BORTH, Marcelo Rafael et al. **A visão computacional no agronegócio: Aplicações e direcionamentos**. 7º Encontro Científico de Administração, Economia e Contabilidade (ECAECO), 2014.

CAMPOS, Fernando Rosseto Gallego. **Ciência, tecnologia e sociedade**. Florianópolis: Publicações do IF-SC, 2010.

COSTA, Sely Maria de Souza. **Impactos sociais das tecnologias de informação**. *Revista de Biblioteconomia de Brasília*, Brasília, v. 19, n. 1, p. 3-22, jan./jun. 1995. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/17506/3/ARTIGO_ImpactosSociaisdasTecnologias.pdf> Acesso em: 07 out. 2020.

DE NEGRI, João Alberto et al. **Tecnologia, Exportação e Emprego**. Brasília: IPEA, 2006

DEL CLARO, Fernanda. **O avanço tecnológico no mundo econômico**. *Revista FAE, Vitrine da Conjuntura*, v. 2, n. 8, 2009.

FÜHR, Regina Candida. **O dilúvio digital e seus impactos na educação 4.0 e na indústria 4.0**. In: FOSSATTI, Paulo; JUNG, Hildegard Susana. *Investigação em governança universitária: memórias*, Canoas: Uninasalle, 2018. p. 188-200.

GRANATYR, Jones. **Solucionador Geral de Problemas (GPS)**. Disponível em: <<https://iaexpert.academy/2016/08/30/historico-da-ia-solucionador-geral-de-problemas-gps/>> Acesso em: 26 Out. 2020.

MAKRIDAKIS, Spyros. **The forthcoming Artificial Intelligence (AI) revolution: Its impact on society and firms**. *Futures*, v. 90, p. 46-60, 2017.

MCCULLOCH, W. S; PITTS, W. **A Logical Calculus of the Ideas Imminent in Nervous Activity**. *Bulletin of Mathematical Biophysics*, vol. 5, p. 1-115, 1943.

MEIRELLES, Margareth SP; MOREIRA, Marlon; COELHO, Fábio BN. **Uso de Inteligência Artificial em Agricultura de Precisão: Redes Bayesianas e Neurais**. *Agricultura de precisão para o manejo da fertilidade do solo em sistema plantio direto*, p. 175.

MENDONÇA, C. M. C; ANDRADE, An; NETO, M. V. S. **Uso da IoT, Big Data e Inteligência Artificial nas Capacidades Dinâmicas e seus Microfundamentos**. In *International Conference on Information Systems and Technology Management-CONTECSI-2018*. Universidade de São Paulo, 2018. p. 131-151.

MORAIS, Leandro Pereira. **Ciência, tecnologia e inovação (CT&I) para o desenvolvimento inclusivo e sustentável: breves reflexões sobre o papel das tecnologias sociais (TS)**. 2017.

NEUMANN, Bruno Germano. **Identificação de doenças na soja utilizando inteligência artificial por meio de análise de imagens**. Trabalho de Conclusão de Curso. 2019.

PACHECO, Alessandro Mendes et al. **A importância do agronegócio para o Brasil: revisão de literatura**. Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária. Ano X, n. 19, 2012.

PEREIRA, Luís Moniz. **Inteligência Artificial: mito e ciência**. Revista Colóquio-Ciências, v. 3, p. 1-13, 1988.

PEREIRA, Silvio do Lago. **Introdução a Inteligência Artificial**. FATEC-SP. Disponível em: <<https://www.ime.usp.br/~slago/ia-1.pdf>> Acesso em: 25 Out. 2020.

PINHEIRO, Nilcéia A. M; SILVEIRA, Rosemari M. C. F; BAZZO, Walter A. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio**. Ciênc. educ. (Bauru), Bauru, v. 13, n. 1, p. 71-84, Apr. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132007000100005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 07 Out. 2020.

TEIGENS, Vasil. **Inteligência Geral Artificial**. Tradutor: C.S.B Equipment. Cambridge Stanford Books.

TURING, A. M. **Computing Machinery and Intelligence**. Mind, LIX, ed. 236, p. 433–460, 1950.

ACCENTURE. **Technology Vision 2020**. Disponível em: <https://www.accenture.com/us-en/insights/technology/technology-trends-2020#trend-2>. Acesso em: 06 de Abril de 2020.

Data Center Dynamics. **Goiás sai na frente na tecnologia 5G para o agronegócio**. Disponível em: < <https://www.datacenterdynamics.com/br/not%C3%ADcias/goi%C3%A1s-sai-na-frente-na-tecnologia-5g-para-o-agronego%C3%B3cio/> > Acesso em: 29 de jan. 2021.

Emater Goiás. **Governo de Goiás investe R\$ 15 milhões em centro de excelência de agricultura exponencial**. Disponível em: < <https://www.emater.go.gov.br/wp/governo-de-goias-investe-r-15-milhoes-em-centro-de-excelencia-de-agricultura-exponencial/> > Acesso em: 29 de jan. 2021.

Governo de Goiás. **Rio Verde recebe rede de internet móvel de quinta geração**. Disponível em: < <https://www.goias.gov.br/servico/103-tecnologia/123699-rio-verde-recebe-rede-de-internet-m%C3%B3vel-de-quinta-gera%C3%A7%C3%A3o.html> > Acesso em: 29 de jan. 2021.

IBGE. **Sistema de Contas Nacionais: Brasil 2017**. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101680_informativo.pdf> Acesso em: 01 de Dez. 2020.

Instituto Mauro Borges. **Goiás – Visão Geral**. Disponível em: <<https://www.imb.go.gov.br/sobre-goias.html>> Acesso em: 10 dez. 2020.

IBGE. **Cidades e Estados**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/panorama>> Acesso em: 29 de dez. 2020.

IMB. **Produto Interno Bruto 2016 - Goiás**. Disponível em: <<https://www.imb.go.gov.br/files/docs/publicacoes/informes-tecnicos/2018/13-produto-interno-bruto-do-estado-de-goias-2016-201811.pdf>> Acesso em: 29 de dez. 2020.

IMB. **Produto Interno Bruto dos Municípios Goianos - 2017**. Disponível em: <<https://www.imb.go.gov.br/files/docs/publicacoes/informes-tecnicos/2019/8-pib-municipios-goianos-2017-201912n.pdf>> Acesso em: 29 de dez. 2020.

IMB. **PIB Goiás – 4º Trimestre de 2018**. Disponível em: <<https://www.imb.go.gov.br/files/docs/publicacoes/informes-tecnicos/2019/1-pib-goias-4o-trimestre-de-2018-201901.pdf>> Acesso em: 29 de dez. 2020.

NovaCana.com. **Ranking traz as 100 cidades brasileiras que mais produziram cana-de-açúcar em 2017**. Disponível em: <<https://www.novacana.com/n/cana/safra/ranking-100-cidades-brasileiras-mais-produziram-cana-de-acucar-2017-161018>> Acesso em: 12 de jan. 2021.

SEAPA. **Radiografia do Agro em Goiás**. Disponível em: <<https://www.agricultura.go.gov.br/informativos/radiografia-do-agro.html>> Acesso em: 20 de jan. 2021.

SEAPA. **Agro em dados: Janeiro 2021**. Disponível em: <<https://www.agricultura.go.gov.br/files/AgroemDados21/JANEIRO2021-AGROEMDADOS.pdf>> Acesso em: 20 de jan. 2021.

SEAPA. **Setor agropecuário alavanca PIB goiano em 2019**. Disponível em: <<https://www.agricultura.go.gov.br/comunica%C3%A7%C3%A3o/not%C3%ADcias/3235-setor-agropecu%C3%A1rio-alavanca-pib-goiano-em-2019.html>> Acesso em: 26 de jan. 2021.

SEAPA. **Agro em dados: Outubro 2020**. Disponível em: <<https://www.agricultura.go.gov.br/files/Agro-em-Dados-2020/OUTUBRO-AGROEMDADOS-BAIXA.pdf>> Acesso em: 26 de jan. 2021.