Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.09,2024
ISSN 2178-6925

O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA AGRICULTURA

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN AGRICULTURE

Jéssica Alves Ferreira
Discente do Curso de Engenharia Agronômica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia-IFTO-Campus Palmas/TO, Brasil,
e-mail: ja7680878@gmail.com

José Morais Barbosa
Discente do Curso de Engenharia Agronômica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia-IFTO-Campus Palmas/TO, Brasil,
e-mail: joseantoniobarbosamoraesneto@gmail.com

Samuel Krisley Rodrigues Lima
Discente do Curso de Engenharia Agronômica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia-IFTO-Campus Palmas/TO, Brasil,
e-mail: samuelkrisley0901@gmail.com

Otavio Cabral Neto
Docente da Área de Recursos Naturais, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia- IFTO - Campus Palmas/TO, Brasil,
e-mail: otavio.neto@ifto.edu.br

Resumo

A evolução contínua da IA e das máquinas inteligentes na agricultura é enfatizada por seu impacto positivo no crescimento do setor, como por exemplo a agricultura de precisão que integra tecnologia às práticas agrícolas para reduzir os custos de mão de obra, aplicar de forma precisa insumos, otimizar o desempenho agrícola e aprimorar a sustentabilidade ambiental, evitando problemas ambientais como escassez de água. A transição para métodos baseados em IA na agricultura pode ser complexa e lenta devido à integração de tecnologia moderna com os sistemas existentes, falta de capacitação adequada e desafios na escolha das ferramentas certas para uma comunicação eficaz. A implementação da IA na agricultura requer treinamento e educação significativos para operadores e agricultores lidarem com tecnologias avançadas de forma prática. Considerando que a evolução da agricultura de precisão envolve o aumento da aplicação de máquinas totalmente autônomas e inteligentes na agricultura, melhor previsão do tempo e análise avançada de informações para uma melhor tomada de decisão. Investimentos em pesquisa agrícola levaram ao desenvolvimento de tecnologias avançadas, como máquinas autônomas, robôs e software, que superam as capacidades humanas em tarefas agrícolas. A agricultura 4.0 introduz altos níveis de tecnologia nas atividades agrícolas, capaz de integrar em tarefas como plantio, irrigação, controle de pragas e doenças, colheita, armazenagem e transporte, com a I.A desempenhando um papel crucial nas práticas agrícolas atuais e futuras. Máquinas autônomas equipadas com IA, como tratores e colheitadeiras, oferecem operações precisas, funcionalidade de 24 horas, redução de desperdício, maior produtividade e gestão econômica de custos em atividades agrícolas.

Palavras–chave: Tecnologia, automatização, lavoura, produção, máquinas , indústria 4.0

Abstract

The continuous evolution of AI and intelligent machines in agriculture is emphasized by their positive impact on the sector's growth. Precision agriculture, for example, integrates technology into farming practices to reduce labor costs, precisely apply inputs, optimize agricultural performance, and enhance environmental sustainability by avoiding issues such as water scarcity. The transition to AI-based methods in agriculture can be complex and slow due to the integration of modern technology with existing systems, lack of adequate training, and challenges in choosing the right tools for effective communication. Implementing AI in agriculture requires significant training and education for operators and farmers to handle advanced technologies practically. Considering that the evolution of precision agriculture involves the increased application of fully autonomous and intelligent machines in farming, better weather forecasting, and advanced information analysis for better decision-making. Investments in agricultural research have led to the development of advanced technologies such as autonomous machines, robots, and software that surpass human capabilities in agricultural tasks. Agriculture 4.0 introduces high levels of technology into farming activities, capable of integrating tasks such as planting, irrigation, pest and disease control, harvesting, storage, and transportation, with AI playing a crucial role in current and future farming practices. Autonomous machines equipped with AI, such as tractors and harvesters, offer precise operations, 24-hour functionality, waste reduction, increased productivity, and economic cost management in agricultural activities.

Keywords: Technology, automations, farming, machines, industry 4.0

1. Introdução

Ao abordarmos a temática da Inteligência Artificial, podemos mencionar sua origem lá em 1943 quando dois pesquisadores, Warren McCulloch um pesquisador neuroanatomista psiquiátrico e Walter Pitts um cientista cognitivo, criaram o primeiro modelo de neurônio artificial. É notório que a presença das tecnologias no nosso cotidiano se faz evidente desde muitos anos e é um meio de suma importância para a evolução da sociedade. Atualmente as tecnologias de ponta tem tomado uma proporção enorme, podendo ser observada nos novos modelos de robôs, internet das coisas, computação em nuvem e veículos autônomos (Tateisi et al., 2021).

Ao refletirmos sobre o futuro da I.A, pensamos no quanto podemos fazer uma máquina ser similar a um ser humano, seja no modo de raciocínio lógico, de resolução de problemas, análise de questões e basicamente no modo de pensar, mas hoje podemos afirmar que essa realidade já existe e estamos vivenciando ela no que chamamos de Indústria 4.0 (Araujo e Santos, 2024).

A indústria 4.0, também chamada de Quarta Revolução Industrial, surge nesse cenário a fim de acompanhar as disputas do mercado e se destacar em meio a

concorrência, trazendo consigo inovações no ramo de mecanização, eletricidade e tecnologia da informação, utilizando-se de meios computacionais de altíssimo desempenho, seja mediante a big data, IoT ou comunicação máquina para máquina, inovações essas que desperta mudanças nos processos e organizações no agro (Lima e Gomes, 2020).

E ao analisarmos a relação entre a tecnologia e ser humano, observamos que, quanto mais ela evolui, mais se nota que máquinas autônomas e a tecnologia de ponta, tem ocupado um espaço na sociedade, desempenhando tarefas que substitui parte do trabalho humano, diminuindo assim a necessidade da intervenção humana, principalmente, em trabalhos que oferecem um risco maior a saúde ou vida do trabalhador. Cabe aqui, analisar os impactos no quesito empregabilidade e adaptação da sociedade diante de uma evolução tão grande que se faz necessário a adaptação de pessoas qualificadas para lidar com uma tecnologia tão avançada e precisa (Souza Filho et al.,2024).

Nesse cenário de evolução, nasce a Agricultura 4.0 trazendo consigo altíssimos níveis de tecnologia empregadas nas lavouras que podem ir desde a execução de plantio, irrigação, prevenção de pragas, aplicação de inseticidas e fertilizantes, colheita e armazenamento. A inteligência artificial já se encontra bem empregada na agricultura atualmente, porém a agricultura digital promete inovações futuras que já estão sendo desenvolvidas, e que visa contribuir com os índices de desenvolvimento e resultado, na melhor eficiência na utilização de insumos, na diminuição dos impactos ambientais, aperfeiçoamento da qualidade dos alimentos, e no melhor aproveitamento das áreas de plantação sem que haja expansão, na redução do custo das despesas trabalhistas, melhorias na qualidade do trabalho e consequentemente no aperfeiçoamento das condições de segurança de trabalho (Dias et al.,2020).

Neste artigo científico, vamos analisar a implementação da Inteligência Artificial na Agricultura, seu objetivo, seus desafios, aspecto social e ambiental, e apresentaremos ainda as principais tecnologias sendo utilizadas, bem como uma análise de caso comparativa entre Agricultura de precisão e Agricultura convencional.

2. Metodologia

O presente trabalho objetivou realizar uma investigação dos artigos publicados em sites renomados, periódicos científicos e revistas, sobre a adoção de inteligência

artificial na agricultura e suas respectivas aplicações. Como estratégia de busca foram utilizadas as palavras chaves (inteligência artificial, agricultura, agricultura 4.0, agricultura de precisão, automatização) como guias da análise, a busca foi realizada on-line. Após a pesquisa, foram encontrados 5.350 documentos relacionados, que posteriormente adotou-se o critério de selecionar os documentos mais atuais (2020-2024) e dentre eles foram filtrados, analisados e lidos 26 artigos.

3 Revisão de Literatura

3.1 Agricultura de precisão

A agricultura de precisão, é um método que foi criado a fim de suprir uma demanda agrícola referente a um manejo mais sustentável e rentável nas lavouras, visto suas necessidades específicas e gerais. Em uma lavoura grande, a fertilidade do solo poder ser desigual em diferentes pontos, fazendo com que o produtor precise aplicar um meio de tratamento específico para aquela área, mas como a obtenção da tecnologia era difícil, essa necessidade passou a ser ignorada devido a dificuldade de se resolver tal problema, então os produtores passou a aplicar uma única X quantidade de elemento, de forma igual para toda a lavoura. Porém, com o passar dos anos, e os avanços ocorridos no mundo, referente às tecnologias, surgiram ferramentas capazes de alavancar a produção agrícola de forma específica, suprindo as carências de dada região e de dada planta, suprindo sua necessidade no momento certo e na quantidade ideal. (Borges, Nascimento e Morgado, 2022)

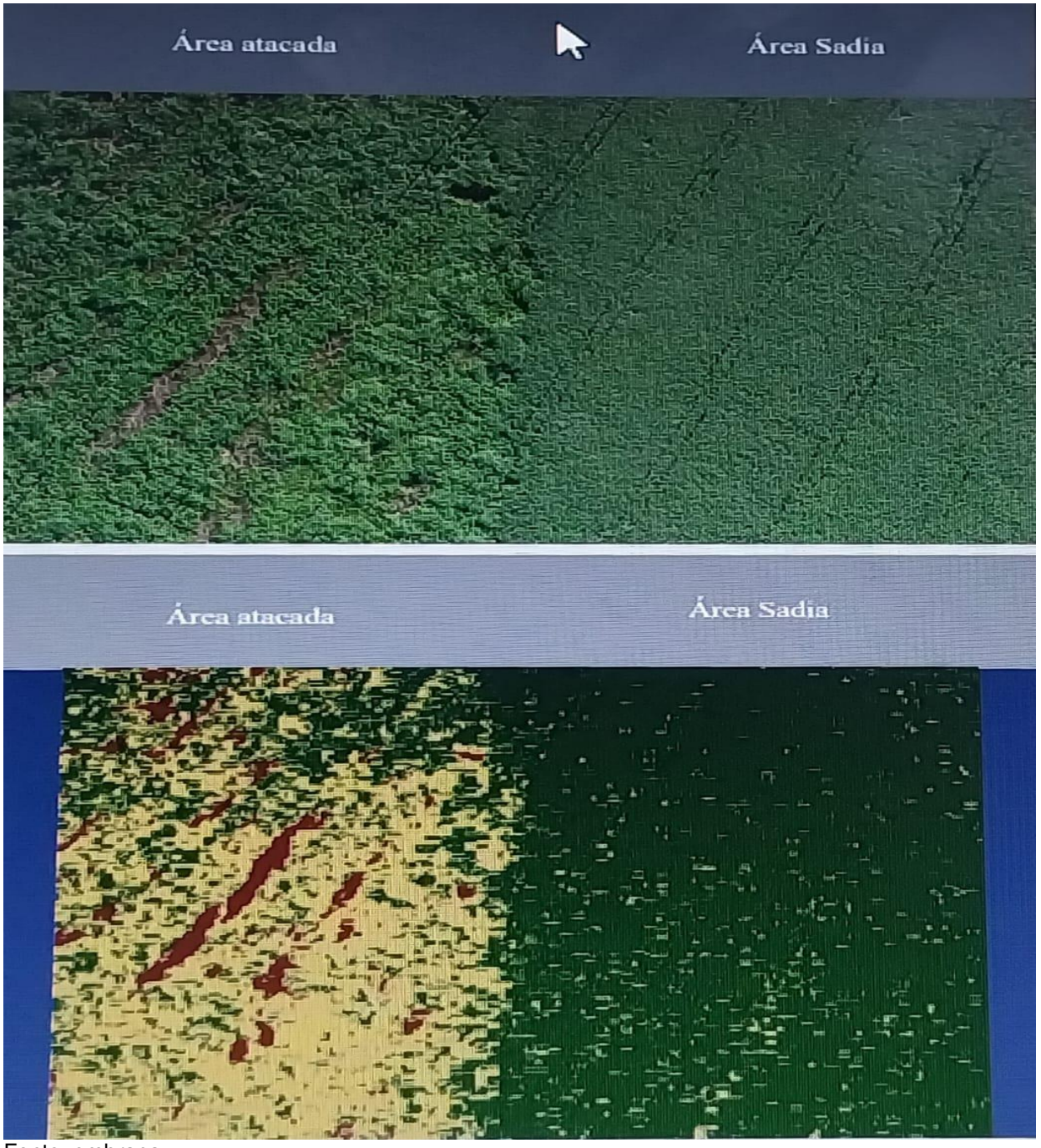
Há no mercado atualmente, um meio capaz de entregar a um agrônomo, um mapa preciso de áreas de uma lavoura que estão tendo um bom rendimento ou não, através de tecnologias como sensores, satélites e drones, possibilitando que o produtor consiga ter uma ampla visualização da situação, para que possa agir de maneira estratégica, eficaz e personalizada, para desenvolver o melhoramento produtivo de uma lavoura,esse meio é chamado de mapa da precisão, criado por pesquisadores da Feagri, universidade estadual de campinas (Rodrigues e Geron, 2023).

Observamos que a agricultura de precisão se refere a aptidão para integrar tecnologia no meio agrícola, somando na capacidade de produção e produtividade de modo detalhado, considerando um delimitado espaço geográfico e um X período de tempo. Observamos então, as vantagens da aplicação de tais tecnologias na lavoura,

não apenas na capacidade de obter uma produção vantajosa, diminuindo sua perda por incidências no campo, mas também no meio ambiental e social. (Hupffer, Sharaine e Martins, 2024).

Pois com a integração dessas ferramentos no campo, o custo com mão de obra decai; com a aplicação precisa de componentes químicos e hidráulico na lavoura, o custo também decai; com a irrigação precisa no campo, a utilização de água pode diminuir evitando um estrago ambiental que já vivenciamos, a escassez de água; mas em consequência, vemos um meio que vem evoluindo gradativamente e que ao chegar certo período, pode ocupar o espaço de trabalhadores nas lavouras, diminuindo um certo custo com mão de obra, porém modificando um meio trabalhista na zona rural. (Bassoi et al., 2020)

Agricultura de precisão integra a tecnologia na lavoura, gerenciando-a de modo detalhado, preciso e minucioso. Atuando desde o campo, até a área administrativa, seja com a transferência de dados concisos integrando na comunicação máquina para máquina, ao qual máquinas se comunicam trocando informações e dados coletados por sensores na lavoura, para gerenciar as aplicabilidades no campo e suas necessidades, ou até mesmo na área financeira. A Inteligência Artificial está guiando produtores na hora de tomar decisões, baseando-se em tendências do mercado e custos operacionais e revolucionando progressivamente o setor agrícola (Gomes, 2024).



Fonte: embrapa

3.2 Diferença entre agricultura de precisão (A.P) e agricultura 4.0

Como observado, a A.P atua no campo de forma bem prática e brusca, cuidando da fertilidade do solo, irrigação da lavoura, aplicação de insumos, na coleta de dados do campo, na análise da planta, dentre outros meios. E isso tudo, visando sempre a otimização; a obtenção de uma boa colheita sem perdas significativas; o bom aproveitamento do espaço sem que haja expansão de área; um consumo equilibrado e monitorado de insumos e água e a preservação do meio ambiente. Ou seja, a A.P coleta

dados a serem usados de forma concisa para a maximização da produção no campo buscando sempre prevenir danos ao meio ambiente (Guarizi e funichello, 2022).

Mas a agricultura 4.0, é a busca por dados agrícolas a serem analisados almejando a melhor maneira de gerenciar uma produção agrícola de forma precisa e confiável. Apesar de usarem meios similares e terem objetivos próximos, há uma diferença entre elas. A agricultura digital, usa da agricultura de precisão, porém, indo um pouco adiante, buscando integrar inteligências artificiais a fim de incorporá-las de uma forma mais ampla, possibilitando a digitalização de uma produção, integrando tecnologias como internet da coisa (IoT), big data, e a automação de máquinas agrícolas bem como o melhor uso da robótica no campo, como é ocaso dos drones ou máquinas autônomas (máquinas com sistema autopilot e com integração de I.A) (Dias, ventura e Bueno, 2023).

3.3 Implementações atuais

Anos atrás, o investimento em pesquisa agrícola era um sonho desejado por muitos, para enfim desenvolver o setor agropecuário, visando o maior desempenho possível para alimentar a crescente população mundial. E graças aos investimentos feito nessas pesquisas, o setor agrícola tem decolado, chegando hoje a fazendas equipadas com tecnologia de ponta, máquinas automatizadas e autônomas, robôs adaptados para essa realidade, software, dentre outros, capazes não só de serem superiores ao desempenho humano de produzir, mas também com “mentes” revigorantes que analisam, busca e entrega dados, estatísticas, analises e assim por diante. (EMBRAPA, 2022)

Atualmente no mercado podemos citar vários desses modelos já desenvolvidos: **Drones**; equipamentos aéreos que podem ser controlados remotamente, equipados com sensores multiespectrais que sobrevoam as lavouras a fim de monitorar, detectar problemas e mapear áreas visando suas necessidades.**Sensores**; dispositivos eletrônicos instalados no solo ou em plantas a fim de coletar dados em tempo real medindo mudanças ou estados variáveis como umidade, temperatura, nível de pH e nutrientes. Equipados ao drone permitem a obtenção de imagens que ao passar por X processo obtém-se em tempo real o monitoramento das culturas, identificação de pragas e doenças, e que podem ser equipados também em máquinas agrícolas a fim de guiar a máquina no plantio, pulverização e a colheita. **Robôs Agrícolas**; máquinas equipadas com I.A de alta acurácia, capaz de realizar de forma autônoma tarefas do setor agrícola

que dispensa ou terceiriza a intervenção humana, realizando tarefas com o dobro de rendimento já que podem trabalhar 24hrs por dia de forma precisa. São elas: colher, plantar, irrigar, pulverizar.

GPS (sistema de geolocalização global); dispositivos de orientação por satélite muito utilizados para guiar tratores, pulverizadores e colheitadeiras, através do direcionamento automático e mapeamento de área. **Software de I.A**; são ferramentas tecnológicas capazes de utilizar algoritmos de IA para processar uma quantidade grande de informações, coletar dados e analisá-los para fornecer insights sobre o momento ideal para plantar, colher e irrigar uma lavoura. Também comumente utilizados na automação de máquinas, controlando-as. Podendo armazenar dados para uma melhor análise futura e uma melhor tomada de decisão. **Internet das coisas (IoT)**é a conexão entre dispositivos e rede de dispositivos conectados, utilizados para monitorar, automatizar e otimizar diversas áreas das atividades agrícolas, gerando um melhor rendimento na produtividade e eficácia agrícola, indo desde o monitoramento da lavoura, armazenamento das culturas até o transporte. **Comunicação máquina para máquina (M2M)**é o compartilhamento de informações e dados entre diversos equipamentos agrícolas que rejeitam a necessidade da ação humana direta para manter um bom funcionamento. Sensores, sistemas de GPS, e outras tecnologias já citadas aqui, compartilham informações com tratores, colheitadeiras, pulverizadores, distribuindo dados entre si para manter uma boa gestão agrícola. (Borba et al.,2022)

tabela 1: aplicação de I.A nas lavouras

Inteligencia Artificial	**descrição**	**Benefícios**
Coleta de dados do solo	Busca obter informações precisas do solo em diferentes aspectos, através da coleta de amostras do solo e sensores, com a finalidade de entregar uma análise completa das necessidades do solo, como aplicação de fertilizantes e água.	tratamento correto do solo, melhora na produtividade, redução de insumos, prevenção de futuros danos à saúde da planta, minimização de impactos ambientais.
Monitoramento de culturas	A I.A atua no monitoramento das culturas através de imagens de satélite e drones capazes de criar mapas de análises detalhadas do solo, mapear áreas de praga e doenças, e prever a produtividade da lavoura.	prevenção precoce de doenças e pragas, correção de solo, redução no custo por insumos, análise de previsão de produtividade da lavoura.
Máquinas autônomas	Maquinas autônomas equipadas com I.A, como tratores, colheitadeiras e pulverizadores, atuam de forma precisa, podendo operar 24hrs por dia.	redução de desperdício, maior produtividade, precisão nas atividades agrícolas, redução no custo com mão de obra.
Previsão de clima	sistemas tecnológicos capazes de fornecer informações concisas sobre planejamento do manejo agrícola, como a big data, internet das coisas (IoT), etc.	previsão para plantação e colheita, maior precisão no planejamento agrícola, redução dos riscos de perdas.

3.4 Análise de caso:

Comparação de custos entre agricultura de precisão (Ap) e agricultura convencional.

Esse estudo de caso tem como finalidade analisar a comparação dos custos da agricultura de precisão com a agricultura convencional em uma área de 7000 hectares

de plantio de soja. Com o objetivo de mostrar a diferença econômica proporcionada pela AP através da redução de insumos e otimização de processos pela I.A nas lavouras.

DADOS PRINCIPAIS:

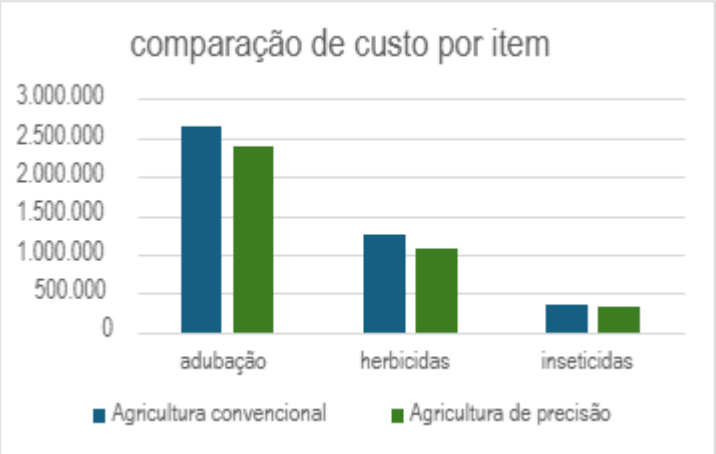
Agricultura Convencional:

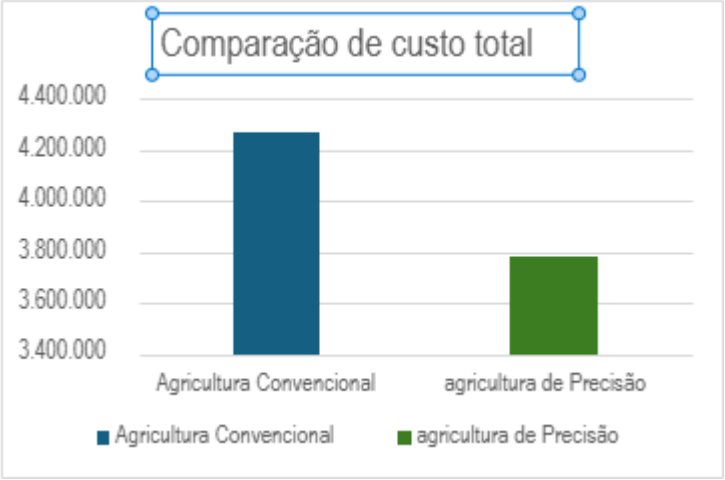
Área de plantio: 7000 hectares.
Custo de adubação: US$380 por hectare.
Custo de herbicidas: US$180 por hectare.
Custo de insecticidas: US$50 por hectare.
Custo total: US$4.270.000.

Agricultura de Precisão:

Área de plantio: 7000 hectares.
Custo de adubação: US$342 por hectare
(economia de 10% em relação à agricultura convencional).
Custo de herbicidas: US$153 por hectáres (economia de 15%).
Custo de insecticidas: US$45 por hectáres (economia de 10%).

Custo total: US$3.780.000.
Economia total: US$490.000.





fonte:embrapa

A análise mostra, na prática, que a agricultura de precisão tem uma vantagem economicamente maior em comparação a agricultura convencional, totalizando uma redução de US$490.000 nos custos. Economia essa que advém da aplicação eficiente de herbicidas, pesticidas e adubo, da redução significativa de desperdício, e otimização dos recursos, evidenciando assim, os benefícios da aplicação de tecnologia na agricultura.

3.5 Infraestrutura e custo

Um dos principais desafios para a implementação da IA na agricultura é a infraestrutura tecnológica. Para que soluções baseadas em IA sejam eficazes, é necessário um ambiente com conectividade adequada, especialmente em áreas rurais que frequentemente sofrem com a falta de cobertura de internet de alta velocidade. (COSTA BORBA et al.,2022)

A implementação de sensores, drones e outras tecnologias de monitoramento depende de uma rede de dados robusta para transmitir as informações em tempo real, essencial para a agricultura de precisão. Ademais, os custos iniciais associados à aquisição de equipamentos de IA, como sensores, câmeras e softwares especializados, podem ser proibitivos para pequenos e médios agricultores. As soluções que envolvem IA geralmente exigem um investimento significativo, tanto em tecnologia quanto na manutenção contínua dos sistemas. Assim, o custo-benefício dessas soluções ainda é uma preocupação constante, principalmente quando os retornos sobre o investimento podem demorar a se materializar. (COSTA BORBA et al., 2022)

3.6 Treinamento e capacitação

A implementação da IA na agricultura também exige uma mudança significativa no perfil dos operadores e agricultores. A formação de profissionais capacitados para operar e interpretar os sistemas de IA é crucial. Muitos agricultores não possuem o

conhecimento técnico necessário para manusear essas tecnologias avançadas, o que torna imprescindível a elaboração de programas de treinamento focados na educação digital e na operação de dispositivos inteligentes. Além do treinamento técnico, há uma demanda por capacitação dos agricultores para que eles compreendam como as soluções de IA podem melhorar suas operações. O treinamento deve ir além do uso básico da tecnologia, abrangendo a interpretação de informações e processos decisórios informados a partir das informações fornecidas pelos sistemas de IA. Isso inclui capacitar os agricultores a utilizar os dados gerados para otimizar a utilização de recursos, elevar a eficiência produtiva e reduzir desperdícios (Borba et al., 2022).

3.7 Dados e privacidade

O uso massivo de dados gerados por dispositivos de IA levanta questões importantes sobre privacidade e segurança. A coleta de volumes massivos de informações agrícolas, como informações sobre o solo, clima e produtividade, pode ser valiosa para o agricultor, mas também representa um risco se esses dados forem acessados ou utilizados indevidamente. A regulamentação sobre o uso e a proteção de dados na agricultura ainda é incipiente em muitos países, o que expõe os agricultores a possíveis violações de privacidade. Além disso, existe a preocupação sobre quem controla os dados coletados pelas tecnologias de IA. Grandes empresas de tecnologia que fornecem esses serviços podem acabar monopolizando as informações, deixando os agricultores dependentes de soluções proprietárias e, em alguns casos, sem acesso direto a seus próprios dados. (Mageto et al.,2020).

3.8 Perspectivas futuras

O uso da I.A na agricultura vem se tornando gradativamente necessário, uma vez que, seu uso contribui grandemente para o setor, pois ela pode disponibilizar informações a respeito da saúde da planta, a qualidade do solo e as condições climáticas em tempo real, o que permite ajustes automatizados (Tavares, Meira e Amaral, 2020).

Assim, é provável que, por intermédio dos drones, a IA possa identificar através de câmeras, as regiões menos irrigadas, as doenças e as pragas, pois desta forma ela consegue até mesmo apontar os pesticidas adequados para cada necessidade específica (Oliveira et al., 2020).

Outra contribuição valiosa é a automação de processos, onde as máquinas são programadas para realizar tarefas repetitivas, como semear, regar e colher, com a ajuda de sensores e algoritmos inteligentes, desta forma as organizações podem tornar seus procedimentos agrícolas mais rápidos e eficientes (Santos et al., 2021).

Considerando que a população está em constante crescimento, faz-se necessário que a produção de alimentos acompanhe esse aumento populacional, segundo dados da Organização das Nações Unidas (ONU) para Alimentação e Agricultura, estima-se que a geração de alimentos deve aumentar em até 60% até 2050. (INOVACOOP, 2024).

Assim, o uso da tecnologia vem sendo a principal ferramenta para o aumento de produção de alimentos, o que impacta positivamente na economia, pois a inteligência artificial, por meio das máquinas inteligentes e novas técnicas, está sempre em constante evolução, contribuindo progressivamente para o crescimento do setor agrícola (Sampaio, 2021).

Ultimamente, os avanços tecnológicos no ramo da agronomia, estiveram em grande ascensão, e podemos estimar para o futuro como exemplo da fazenda liderada pela Solinftec em parceria com o Grupo Baumgart que a partir da união saiu o projeto da primeira fazenda 100% operada por robôs autônomos contando com mais de 10 robôs solix em cerca de 13.000 hectares (Freire, 2024).

Futuramente, com a IA sendo utilizada no setor agrícola, poderemos contar com a evolução da agricultura de precisão, o uso mais recorrente das máquinas totalmente autônomas e inteligentes em meio às lavouras, previsões climáticas e melhor interpretação de dados (Oliveira, 2024).

3.9 Necessidades e desafios

A adoção da Inteligência Artificial (IA) na agricultura enfrenta uma série de necessidades e desafios que variam desde a infraestrutura básica até questões mais complexas como privacidade de dados. Estes obstáculos precisam ser superados para que as inovações tecnológicas proporcionem o impacto esperado na produção agrícola (Borba, 2022).

3.10 Desafios na Aquisição e Integração

Outro obstáculo relevante é a dificuldade de adquirir e integrar tecnologias de IA nas

operações agrícolas já existentes. Muitos agricultores ainda utilizam práticas tradicionais, o que torna a transição para métodos baseados em IA um processo complexo e, muitas vezes, lento. A integração de tecnologias emergentes com sistemas antigos nem sempre é simples e pode exigir ajustes específicos ou até a substituição de equipamentos e processos. Além do mais, a falta de padronização entre diferentes soluções tecnológicas representa um desafio. Com uma ampla variedade de fornecedores e dispositivos no mercado, pode ser difícil para os agricultores escolherem as melhores opções e garantir que todas as ferramentas se comuniquem de forma eficaz. (MAGETO, 2020).

4.1 Considerações Finais

A IA na agricultura aumenta a produtividade, a sustentabilidade e os aspectos econômicos, sociais e ambientais, diminuindo os desperdícios, os gastos e a demanda por trabalho. A agricultura de precisão integra tecnologia para um gerenciamento agrícola detalhado, preciso e completo ao integrar sistemas que compartilham dados entre si a fim de obter uma maior autonomia no campo e consequentemente entregar dados aos produtores que podem auxiliar nas tomadas de decisões.

Referências:

A AGRICULTURA DE PRECISÃO. Revista Alomorfia, *[S. l.]*, v. 6, n. 3, p. 536–547, 2022. Disponível em: https://fatecpp.edu.br/alomorfia/index.php/alomorfia/article/view/177. Acesso em: 10 set. 2024.

ADEWUSI, A. O., ASUZU, O. F., OLORUNSOGO, T., OLORUNSOGO, T., ADAGA, E., & DARAOJIMBA, D. O. (2024). IA na agricultura de precisão: uma revisão das tecnologias para práticas agrícolas sustentáveis. *Jornal Mundial de Pesquisa e Revisões Avançadas*, *1*, 2276–2285. https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.21.1.0314

AMADO RODRIGUES, M., & CARLOS GERON, L. (2023). AGRICULTURA DE PRECISÃO:: Sistema Autopilot sintetizado com a automação do maquinário agrícola na plantação de cana-de-açúcar. *SITEFA - Simpósio de Tecnologia Da Fatec Sertãozinho*, *6*, e6114.

BASSOI, L. H., INAMASU, R. Y., BERNARDI, A. C. de C., VAZ, C. M. P., SPERANZA, E. A., & CRUVINEL, P. E. (2020). Agricultura de precisão e agricultura digital. *TECCOGS: Revista Digital de Tecnologias Cognitivas*, *20*. https://doi.org/10.23925/1984-3585.2019i20p17-36

BORBA, M. da C., RAMOS, J. E. S., RAMBORGER, B. M., MARQUES, E. O., & MACHADO, J. A. D. (2022). Gestão no meio agrícola com o apoio da Inteligência Artificial: uma análise da digitalização da agricultura. *Revista Em Agronegócio e Meio Ambiente*, *15*(3), 1–22. https://doi.org/10.17765/2176-9168.2022v15n3e9337

BORGES, L. C., NASCIMENTO, A. dos R., & MORGADO, C. M. A. (2022). Agricultura de precisão: ferramenta de gestão na rentabilidade e produtividade de grãos. *Arquivos Eletrônicos Científicos*, *15*(3).

https://doi.org/10.36560/15320221520

SOUZA FILHO, H. M., BUAINAIN, A. M., da SILVEIRA, J. M. F. J., e de MELLO BRANDÃO Vinholis, M. (s.d.). *CONDICIONANTES DA ADOÇÃO DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA AGRICULTURA.* Embrapa.Br. Recuperado em 10 de setembro de 2024 de https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/download/12041/6606

DIAS, F. X., VENTURA, R., & BUENO, M. P. (2023). Transferência de tecnologia na agricultura 4.0. *OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA, 21*(11), 21865–21887. https://doi.org/10.55905/oelv21n11-177

e ARAUJO, J. A., & dos SANTOS, M. da S. (s.d.). *IA E AGRICULTURA.* Edu.Br. Recuperado em 10 de setembro de 2024 de https://innova.faqi.edu.br/index.php/jornada/article/download/33/24

FREIRE, J. (2024, maio 17). *Essa é a 1a fazenda 100% operada por robôs autônomos no Brasil; Vídeo*. Conteúdo e Notícias do Agronegócio Brasileiro | CompreRural; Conteúdo e Notícias do Agronegócio Brasileiro | Compre Rural. https://www.comprerural.com/essa-e-a-1a-fazenda-100-operada-por-robos-autonomos-no-brasil-video/

FURTADO, K. D. C., CARVALHO, V. E. B. de, BARBOSA, G. M. R., FERREIRA, H. C. P., & BEZERRA, M. G. F. (2023). O papel dos drones na agricultura 4.0 e 5.0: Auxílio tecnológico para uma agricultura eficiente, produtiva e sustentável. In *TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS E BIOLÓGICAS AVANÇOS PARA A SOCIEDADE ATUAL.* Sete Editora.

Guia da John Deere desvenda o agro para fanáticos por tecnologia. ([s.d.]). Com.br. Recuperado 10 de setembro de 2024, de https://www.deere.com.br/pt/a-nossa-empresa/not%C3%ADcias/sala-de-imprensa/2023/agosto/agro-guia-para-amantes-de-tecnologia/

InovaCoop. ([s.d.]). *Agro 4.0: quais os impactos reais da IA no campo*. InovaCoop. Recuperado 10 de setembro de 2024, de https://inova.coop.br/blog/agro-4-0-quais-os-impactos-reais-da-ia-no-campo-a0b83306bed9

LIMA, F. R., & GOMES, R. (2020). Conceitos e tecnologias da Indústria 4.0: Uma análise bibliométrica. *Revista Brasileira de Inovação*, *19*, e0200023. https://doi.org/10.20396/rbi.v19i0.8658766

MAKSYM, Cristina Borges Ribas. Inteligência artificial aplicada nos serviços públicos rumo ao desenvolvimento sustentável. International Journal of Digital Law | IJDL, Belo Horizonte, v. 2, n. 1, edição especial suplementar, mar. 2021. Comunicados científicos do Seminário Internacional de Integração. DOI: https://doi.org/10.47975/digital.law.vol.2.n.1.especial

MEGETO, G. A. S., SILVA, A. G. da, BULGARELLI, R. F., BUBLITZ, C. F., VALENTE, A. C., & COSTA, D. A. G. da. (2021). Aplicações de inteligência artificial na era da agricultura 4.0. Ciencia agronomica, 51(spe), e20207701. https://www.scielo.br/j/rca/a/KP5mfyFddvVFzqtLmMDNK3H/abstract/?lang=pt

OLIVEIRA, A. J. de; SILVA, G. F. da; SILVA, G. R. da; SANTOS, A. A. C. dos; CALDEIRA, D. S. A.; VILARINHO, M. K. C.; BARELLI, M. A. A.; OLIVEIRA, T. C. de. Potencialidades da utilização de drones na agricultura de precisão / Drones potentiality use in precision agriculture. Brazilian Journal of Development, *[S. l.]*, v. 6, n. 9, p. 64140–64149, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n9-010. Disponível em: https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/15976. Acesso em: 10 sep. 2024.

OLIVEIRA, B. (2024, maio 17). *IA na agricultura: melhorando alimentos e relações de trabalho*. Digital Agro. https://digitalagro.com.br/2024/05/17/ia-na-agricultura/

SAMPAIO, R. M., & FREDO, C. E. (2021). Características socioeconômicas e tecnologias na agricultura: um estudo da produção paulista de amendoim a partir do Levantamento das Unidades de Produção Agropecuária (LUPA) 2016/17. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, *59*(4), e236538. https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.236538

SANTOS, C. A. S. A. dos, DURANTE, L. C., RABÊLO, O. da S., & ALBINO, J. da S. (2021). Mapeamento Patentário do Tema Máquinas Conectadas a Máquinas (M2M) e os Desafios Brasileiros da Agricultura 4.0. *Cadernos de Prospecção*, *14*(1), 153. https://doi.org/10.9771/cp.v14i1.33052

TATEISI, NY; MORAES, G.C.; AGUIAR, L. dos S.; MENDONÇA, M.; PALÁCIOS, RHC; GODOY, WF; MARTINS, LFB; BREGANON, R. Inteligência artificial aplicada na robótica / Inteligência artificial aplicada em robótica. Revista Brasileira de Desenvolvimento , [S. l.] , v. 3, pág. 26730–26741, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n3-396. Disponível em: https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/26446.

TAVARES, L. A.; MEIRA, M. C.; AMARAL, S. F. do. Inteligência Artificial na Educação: Survey / Artificial Intelligence in Education: Survey. Brazilian Journal of Development, *[S. l.]*, v. 6, n. 7, p. 48699–48714, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n7-496. Disponível em: https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/13539. Acesso em: 10 sep. 2024.

Visão de Futuro - Portal Embrapa. (s.d.). Embrapa.br. Recuperado em 10 de setembro de 2024 de https://www.embrapa.br/visao-de-futuro

Vista do Gestão no meio agrícola com o apoio da Inteligência Artificial: uma análise da digitalização da agricultura. (s.d.). Edu.br. Recuperado em 10 de setembro de 2024 de https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/9337/7133

Vista do Gestão no meio agrícola com o apoio da Inteligência Artificial: uma análise da digitalização da agricultura. ([s.d.]). Edu.br. Recuperado 10 de setembro de 2024, de https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/9337/7133