

**Universidade de São Paulo**  
**Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação**  
**Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação**

Inteligência Artificial na Agricultura

Heitor Camilo de Freitas e Oliveira  
Pedro Fernando Christofolletti dos Santos

Monografia apresentada na disciplina SCC0630 -  
Inteligência Artificial, como requisito parcial para  
obtenção da aprovação na mesma.

São Carlos/SP, 18 de Maio de 2021

## SUMÁRIO

<b>1. Introdução</b>	<b>2</b>
<b>2. Trabalhos relacionados</b>	<b>3</b>
2.1. História da agricultura	3
2.2. Evolução agrícola	4
2.3. Novos desafios da produção agrícola	4
2.4. Inteligência artificial na agricultura	5
2.4.1. Breve conceito de IA	5
2.4.2 Monitoramento da Lavoura	5
2.4.3 Modelos preditivos de doenças	7
2.4.4 Veículos Autônomos	7
2.4.5 Impacto de IA na produção	8
<b>3. Discussão</b>	<b>9</b>
<b>4. Conclusão</b>	<b>10</b>
<b>Referências bibliográficas</b>	<b>11</b>

**Abstract:** *The theme of this monograph is Artificial Intelligence in Agriculture. It will show the main challenges faced by farmers and how this tool can solve a good part of them and optimize the invested resources, as well as practical examples of the use of this technology. Data will be presented that reflect the impact of this modernization on agricultural production and why they are extremely relevant. Topics such as implementation difficulties and changes in processes will also be addressed.*

Keywords: Artificial Intelligence, Agriculture, Optimize

**Resumo:** *O tema desta monografia é Inteligência Artificial na Agricultura. Será mostrado os principais desafios enfrentados pelos agricultores e como essa ferramenta pode solucionar boa parte deles e otimizar os recursos investidos, bem como exemplos práticos do uso dessa tecnologia. Serão apresentados dados que refletem o impacto dessa modernização na produção agrícola e o porque são de extrema relevância. Temas como dificuldade de implantação e mudanças nos processos também serão abordados.*

Palavras-chave: Inteligência Artificial, Agricultura, Otimizar

## **1. Introdução**

A IA (Inteligência Artificial) vem trazendo mudanças em todos os setores de produção, serviços, entretenimento etc, se tornando hoje um dos principais campos de pesquisa e investimento do mundo, de acordo com dados da Grand View Research, In, o valor de mercado da inteligência artificial previsto para 2027 é de mais de 733 bilhões de dólares. Visto isso, não seria surpresa que um dos principais setores de produção do mundo desbravasse a vasta gama de recursos providos pela IA, o agronegócio. Desde os primórdios da civilização humana, a agricultura foi protagonista no processo de evolução e desenvolvimento da nossa espécie. Dados de 2019 mostram que no Brasil o agronegócio representa 21% do PIB (Produto Interno Bruto). Além disso, as técnicas e métodos de produção já passaram por milênios de evolução, ao ponto de que hoje é usado dos artifícios da Inteligência Artificial para lidar com os principais desafios enfrentados pelos sistemas de produção intensivo. Visto isso, esta monografia tem como objetivo abordar a integração da inteligência artificial com a indústria agrícola, quais são suas implicações, suas aplicações, impacto e tendências futuras. Ademais, serão abordados exemplos práticos dessa integração como o monitoramento de lavouras, uso de veículos autônomos, modelos preditivos etc.

## 2. Trabalhos relacionados

### 2.1. História da agricultura

O termo agricultura quer dizer “arte de cultivar”. Ele representa o conjunto de técnicas concebidas para cultivar a terra a fim de obter produtos dela. Os produtos agrícolas são primordialmente os alimentos, contudo, graças aos avanços tecnológicos e a pesquisa no campo das técnicas e métodos de cultivo, a agricultura tem se expandido cada vez mais e adentrando em outras áreas como o fornecimento de gêneros para a produção de fibras, energia, matéria-prima para roupas, combustível, construções, medicamentos, ferramentas, ornamentação e inúmeras outras finalidades. Esses produtos, bem como os métodos agrícolas utilizados, podem variar de uma parte do mundo para outra.

A agricultura marcou o início do sedentarismo humano e está essencialmente ligada ao surgimento dos primeiros aglomerados humanos e às primeiras civilizações. Antes da universalização da agricultura, as pessoas passavam a maior parte de suas vidas em tarefas que envolviam a caça e coleta de frutos e plantas para a alimentação. Visto isso, podemos concluir que a agricultura é um dos principais responsáveis se não o maior responsável pela evolução humana e desempenha um papel importantíssimo na sobrevivência da nossa espécie.



Figura 1: LAVOURA - Alimentos do campo: a evolução da anatomia da mordida humana estimulou construções orais inéditas.

DeAgostini/GettyImages. Disponível em: <https://datareportal.com/reports/digital-2019-brazil>. Acesso em maio/2021. Fonte incluída na imagem

## 2.2. Evolução agrícola

Por milhares de anos, o desenvolvimento da agricultura foi muito lento. O desempenho satisfatório da produção dependia essencialmente de fatores naturais, como a qualidade do solo, umidade, condições climáticas, relevo, proximidade de cursos d'água entre outros. Esses fatores determinavam a qualidade e a quantidade de produtos agrícolas cultivados.

Todavia, com a criação e o surgimento gradual de técnicas e ferramentas destinadas ao controle da produção, o ser humano conseguiu diminuir e, em alguns casos, erradicar os impedimentos naturais ao alcance da produtividade almejada. Técnicas como a rotação de culturas, correção do solo e, principalmente, a irrigação e o controle de pragas permitiram aos agricultores maior autonomia para a produção de gêneros agrícolas.

Além disso, o avanço tecnológico foi protagonista na evolução da agricultura com a chegada dos tratores, plantadeiras e colheitadeiras, a utilização de produtos químicos para o controle de pragas, fertilização e reposição de nutrientes no solo, a irrigação como forma de controle do nível de umidade nas lavouras, modificação genética de sementes e plantas.

## 2.3. Novos desafios da produção agrícola

Ainda que os avanços tecnológicos tenham contribuído para o melhor desempenho na produção agrícola, muitos problemas ainda persistem, dentre eles podemos citar os principais como:

1. **Capital humano:** A migração da população rural para a cidade é um dos fatores que diminuiu a disponibilidade de trabalhadores no campo. Além disso, existe uma dificuldade em encontrar mão de obra qualificada para operar máquinas sofisticadas.
2. **Concorrência:** Com o avanço da tecnologia agrícola e o desenvolvimento de novas técnicas de produção, os países que não possuíam solo fértil e/ou amplas áreas de produção como o Brasil, agora fazem parte da concorrência mundial.
3. **Demanda:** A demanda de alimento é inelástica, as crises não causam muito efeito sobre ela, a demanda sempre existe e os dilemas são de curto período, muitas indústrias perderam ou deixaram de ganhar dinheiro não por capacidade ociosa, mas sim por não conseguirem suprir a busca pelo produto. Um dos desafios é conseguir corresponder a esse crescimento constante da demanda, pois a produção já está no máximo de capacidade.
4. **Terras:** A exploração de terras agrícolas no mundo estagnou em cerca de 1,4 bilhão de hectares. Além disso, as áreas nobres para agricultura já estão sendo utilizadas e o momento é de “platô de produtividade”, no qual a produção não sobe mais, além disso, é preciso achar uma forma de aumentar a produtividade, mesmo se a disponibilidade de terras não crescer.

5. **Clima:** O efeito do clima na agricultura é algo com que o setor conviverá sempre. O mal planejamento dos recursos em função do clima ou ainda má previsão climática podem gerar milhões ou até bilhões de reais de prejuízo, causados pela perda de uma safra, atrasos na colheita etc.
6. **Logística:** Os custos de deslocamento são altos, especialmente no Brasil onde o sistema ferroviário foi sucateado e a dependência do sistema rodoviário gera gargalos, altos custos de manutenção, mão de obra e provisões.

## **2.4. Inteligência artificial na agricultura**

A Inteligência Artificial é uma das tecnologias que encabeçam a chamada quarta revolução industrial ou indústria 4.0, junto à realidade aumentada, à Internet das Coisas (IoT), à virtualização de elementos físicos da fábrica para criação de cópias (gêmeos digitais) etc. Portanto, um setor gigantesco como o do agronegócio não ficaria fora dessa revolução.

Visto isso, agora veremos a integração da IA na agricultura e como ela pode solucionar os principais problemas da produção agrícola citados anteriormente bem como tendências futuras dessa junção.

### **2.4.1. Breve conceito de IA**

Uma solução baseada em IA envolve o conjunto de várias tecnologias e métodos, tais como redes neurais artificiais, algoritmos, sistemas de aprendizado, entre outros que permitem simular capacidades humanas ligadas à inteligência. Por exemplo, o raciocínio, a percepção de ambiente e a habilidade de análise a fim de tomar decisões. IAs também possuem a capacidade de “aprender por si mesmas” graças aos sistemas de aprendizado que analisam e processam grandes volumes de dados, permitindo a elas “assimilarem” uma gama de informação e ampliarem sua atuação.

A Inteligência Artificial (IA) além de ferramenta é também um campo da ciência, cujo propósito visa estudar, desenvolver e empregar máquinas para realizarem atividades humanas de maneira autônoma usando da robótica, Machine Learning (Aprendizagem de Máquina), Deep Learning (Aprendizagem Profunda), Processamento de Linguagem Natural, o reconhecimento de voz e de visão, entre outras tecnologias.

### **2.4.2 Monitoramento da Lavoura**

No monitoramento da lavoura, drones realizam o imageamento sub-milimétrico, ou seja, tiram fotos que possuem um nível de detalhamento que permite visualizar folhas ou frutos com grande quantidade de detalhes. Além de fotos, também é utilizado o sensoriamento remoto acompanhado de

digitalização a laser 3D. Os dados são analisados e podem dar resultados que sejam usados a curto, médio e longo prazo.



Figura 2: Drone sobrevoando lavouras. Disponível em:

<https://alavoura.com.br/colunas/panorama/drone-auxilia-no-diagnostico-de-pragas-e-doencas/>. Acesso em maio/2021 Fonte incluída na imagem.

Um drone tira a foto com zoom da folha amarela de uma muda de tomate. A foto tirada é inserida em um algoritmo de inteligência artificial que fará o processamento, reunindo dados sobre o histórico da mesma, e irá calcular o tempo necessário para cada estágio do tomate, assim como sua colheita, embalagem e chegada ao hortifruti. Esse é um caso de uso no qual IA é fundamental para estimar o tempo certo para cada decisão.

Através dessas fotos, é feito o mapeamento de diversas maneiras, incidência de infestantes, emergência de sementes, pragas e doenças. Esse mapeamento pode auxiliar nas decisões momentâneas, como aplicar mais agrotóxicos visto que parte da lavoura está iniciando uma tendência ruim quanto às pragas ou iniciar a colheita caso os frutos estejam maduros. No médio e longo prazo já é possível tomar decisões mais estratégicas como verificar a situação dos solos e planejar uma rotação do cultivo.

O monitoramento da lavoura é algo amplo e muitas vezes pode envolver sistemas que integrem os algoritmos de IA, dados do maquinário e seus sensores, drones que podem tanto tirar fotos quanto acompanhar o progresso do trabalho de maquinário automatizado ou não. Essa junção faz com que a quantidade de dados tratados alimente detalhadamente o algoritmo e assim as previsões e análises tendem a ser cada vez mais precisas.

### **2.4.3 Modelos preditivos de doenças**

A IA pode bater padrões dos fatores que estão presentes quando há surgimento de alguma doença ou praga e utilizar esses dados para construir um modelo preditivo de doenças. Sabendo que

de 20 a 40% do cultivo mundial é perdido todos os anos por fatores como pragas, desenvolver um modelo desse é algo cada vez mais necessário e relevante.

Quando um drone faz o imageamento de uma grande área, é possível visualizar se há alguma mudança no estado e desenvolvimento das plantas por conta de alguma doença ou praga. Com a alta qualidade da imagem, o algoritmo é capaz de identificar os primeiros traços das invasões e sinalizar isso em sua análise.

Para ter um bom modelo preditivo de doença é necessário que um grande volume de dados possa ser usado no treinamento do algoritmo, dessa maneira os drones mandam os dados tanto das verificações necessárias de cada parte da plantação quanto do monitoramento geral da lavoura e isso é adicionado à dados provenientes de outros sensores, dessa maneira o algoritmo tende a ficar mais robusto e pode ser utilizado para visualizar por exemplo como a relação de um solo com minerais, água, temperatura e rotação de culturas afeta a lavoura como um todo e de maneira fragmentada.

Depois da análise de um período extenso de tempo, o algoritmo já consegue prever os traços do ambiente que indicam os períodos nos quais a tendência de futuras invasões aumenta significativamente, além de quais as melhores quantidades e períodos para aplicar agrotóxicos.

#### **2.4.4 Veículos Autônomos**

Veículos autônomos ainda não se encontram em grande escala no campo, visto que muitos ainda estão em fase de desenvolvimento ou de testes, entretanto já possuem funções bem interessantes. Esses veículos são repletos de sensores e atuam em áreas já mapeadas. Como envolvem grandes riscos, um controlador a distância recebe os dados referentes a obstáculos, ao entorno do veículo, garantindo que não haja problemas com o veículo ou com a lavoura.

Um pulverizador autônomo por exemplo pode identificar algum vegetal indesejado e já aplicar uma quantidade de herbicida condizente com o vegetal, aumentando a eficiência e reduzindo gastos. Já uma colhedora de soja, por exemplo, poderia rodar a lavoura e somente trabalhar quando a soja estiver com a umidade ideal e com o nível certo de amadurecimento calculado.

Além disso, utilizando sistemas de informação contidos no meio, é possível localizar, a partir do mapeamento e GPS, as outras máquinas presentes e se comunicar com as mesmas, de maneira que o trabalho seja dividido e informações como velocidade, direção e funções sejam trocadas. Dessa forma o tempo em que o trabalho é feito reduz ainda mais, fora que com essa comunicação é necessário somente um controlador que pode utilizar tanto os sensores das máquinas quanto a visualização de cima feita por drones, deixando ainda mais simples de ver como vai o desenrolar do trabalho.

Figura 3: Agricultura de precisão. Disponível em

<https://www.portaldagronegocio.com.br/tecnologia/agricultura-precisao/noticias/agricultura-de-precisao-eleva-ganho-do-produtor>. Acesso em maio/2021 Fonte incluída na imagem.





#### 2.4.5 Impacto de IA na produção

De acordo com o livro “VISÃO 2030 O Futuro da Agricultura Brasileira” da Embrapa, a eficiência na produção agrícola vem aumentando devido ao uso de novas tecnologias e métodos de produção, a seguir será mostrado um gráfico com os índices de produtividade ao longo dos anos e um outro gráfico mostrando o contraste entre a produção e área plantada ao longo dos anos, provando o aumento da eficiência na produção.

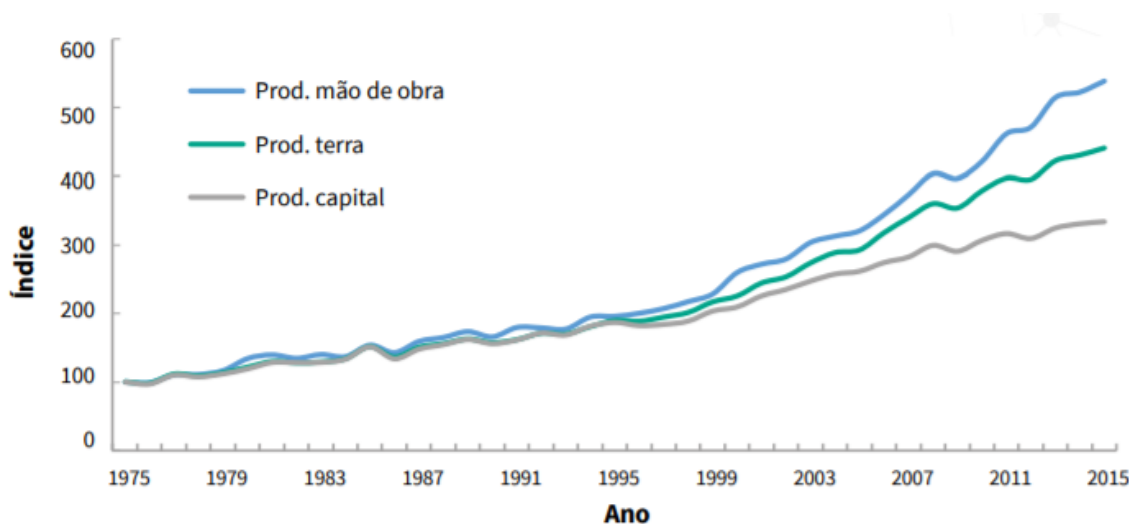


Figura 4: Índice da produtividade total dos fatores (PTF), do produto e do insumo, de 1975 a 2015. Fonte: Gasques et al. (2017) Disponível em: <https://datareportal.com/reports/digital-2019-brazil>. Acesso em maio/2021. Fonte incluída na imagem

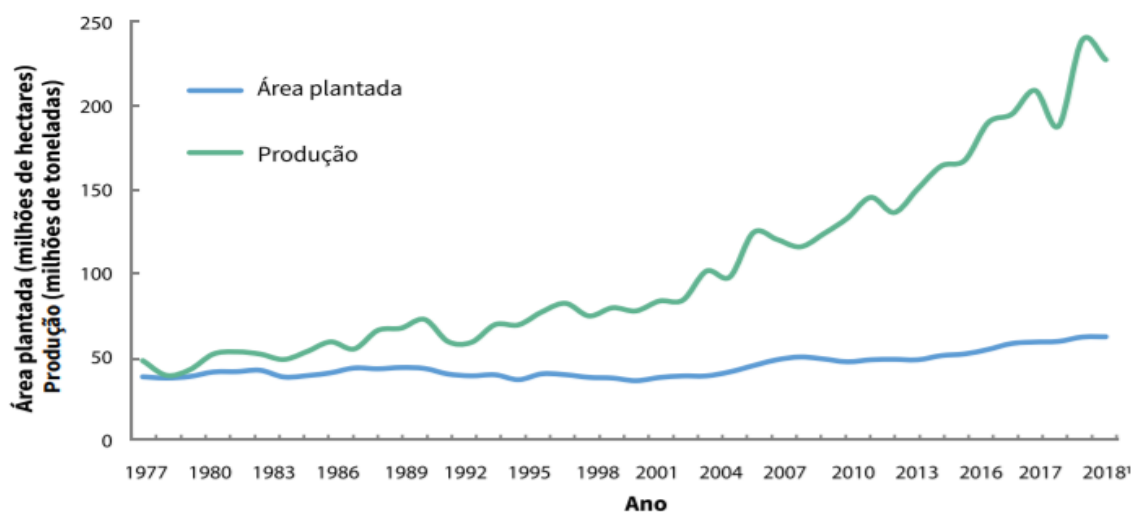


Figura 5: Área e produção de grãos de 1977 a 2018. Nota: 1 estimativa. Fonte: Conab (2018). Disponível em: <https://datareportal.com/reports/digital-2019-brazil>. Acesso em maio/2021. Fonte incluída na imagem

### 3. Discussão

Com a adesão de sensores, drones, equipamentos dos mais diversos e até mesmo satélites, a massa de dados produzida se tornou inviável de ser analisada por humanos, logo, tornou-se necessário o uso da Inteligência Artificial que usa dos algoritmos de Redes Neurais, reconhecimento de imagens, modelagens preditivas em função do histórico dos dados coletados. Além disso, combinar todos esses dados às previsões meteorológicas, quantidade de agrotóxicos usados, sazonalidade, umidade, saúde do solo etc, é uma tarefa que demanda extrema precisão, do contrário poderá gerar dados inconsistentes e passíveis de conclusões equivocadas.

Visto isso, com o uso correto dos equipamentos por uma mão de obra qualificada e especializada, o software de IA tem o potencial de solucionar uma gama enorme de problemas como saber qual o melhor momento para plantio e colheita através da análise do histórico de safras anteriores somado ao balanceamento climático, localização geográfica e previsão meteorológica, reconhecimento precoce de doenças e pragas nas lavouras que por sua vez facilita sua eliminação e gera conhecimento maior sobre a região, regulação eficiente da irrigação e níveis de agrotóxico garantindo que a distribuição do maquinário seja otimizada e assim contribuindo para redução dos custos de água e energia pois os equipamentos estarão melhor posicionados em relação às regiões que demandam mais e menos recursos o que também afeta na qualidade do produto final pois pode diminuir a quantidade de químicos onde não é necessário.

Ademais, conforme os algoritmos de IA forem “alimentados” com mais dados e também aumentando seu nível de precisão com o próprio auxílio dos funcionários que podem corrigir o tratamento dos dados e ensinarem aos robôs o que deve ou não deve ser considerado, o que deve ou

não deve ser classificado em determinada categoria, será possível criar simulações confiáveis e auxiliar imensamente no planejamento a longo prazo, diminuindo a intervenção humana pois ela está sujeita a possíveis riscos e imprevistos. Dessa forma, o retorno positivo na execução dos processos de produção será suficiente para atender a crescente demanda da atualidade.

Entretanto, toda essa otimização vem com um preço, a mão de obra necessária para execução desses processos precisa ser qualificada e o investimento no maquinário é altíssimo, porém compensa a longo prazo tanto para suprir a demanda quanto para permanecer na concorrência já que a tendência é de modernização.

#### **4. Conclusão**

A população mundial está aumentando, a demanda por alimentos e outros insumos aumenta em um ritmo incompatível com a produção, o que leva ao aumento dos preços em diversas áreas devido ao efeito dominó muito comum quando se trata do agronegócio. Além disso, a área plantada ou passível de ser já está chegando no seu limite, tanto por questões de preservação ambiental como por falta de solo propício. Por conseguinte, se tornou mais do que necessário elevar a eficiência da produção junto a uma boa otimização dos recursos aliados a um planejamento que prevê possíveis contratempos.

A luz dessas considerações, a IA será protagonista nesse processo de otimização pois ela já tem melhorado diversos processos da produção como na lavoura, onde as perdas vêm diminuindo as pois é possível detectar com antecedência pragas e/ou doenças. Além disso, com os drones e satélites produzindo fotos com boa resolução permite auxiliar o mapeamento das regiões de plantio o que é fundamental para produção de informações valiosas. Os drones juntos aos algoritmos evitam perdas e deixam de uma maneira muito mais palpável a forma como o campo vai se desenvolvendo e como cada fator altera isso, de maneira que mudanças após-análise resultem em ganhos expressivos.

Além disso, decidir os melhores momentos para adubagem, aplicação de aditivos no local mais necessitado e de acordo com a necessidade são pontos que mostram como a IA pode auxiliar na economia de insumos para a lavoura e otimização do seu uso. Com o desenvolvimento de IA em todo ambiente, cada vez mais as tarefas ficam mais fáceis e rápidas, de maneira que os veículos autônomos conseguem identificar onde precisam ir e se intercomunicam, reduzindo a necessidade de logística por parte dos funcionários.

A IA na agricultura ainda tem muito o que evoluir, requer muito investimento e estudo de caso, ainda sim, já se tornou fundamental no agronegócio. Benefícios como aumento da produção e redução das perdas já são garantidos pelo uso dessa ferramenta, menos insumos e agrotóxicos utilizados, menos dinheiro gasto, e em mãos responsáveis pode ainda contribuir para a preservação ambiental.

## Referências bibliográficas

<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/geografia/o-que-e-agricultura.htm>  
acesso: 17 de Maio de 2021;

<https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2014/08/6-desafios-para-o-setor-agricola-brasileiro.html>  
acesso: 17 de Maio de 2021;

<https://www.totvs.com/blog/inovacoes/o-que-e-inteligencia-artificial/>  
acesso: 17 de Maio de 2021;

<https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2020/03/09/agronegocio-cresce-38percent-e-representa-21percent-do-pib-brasileiro-em-2019-diz-cna.ghtml>  
acesso: 17 de Maio de 2021;

<https://www.grandviewresearch.com/press-release/global-artificial-intelligence-ai-market>  
acesso: 17 de Maio de 2021;

<https://www.totvs.com/blog/gestao-agricola/inteligencia-artificial-agricultura/#:~:text=A%20intelig%C3%Aancia%20artificial%20na%20agricultura,a%20mesma%20quantidade%20de%20terra;>  
acesso: 9 de Maio de 2021;

<https://www.intel.com.br/content/www/br/pt/big-data/article/agriculture-harvests-big-data.html>;  
acesso: 9 de Maio de 2021;

<https://rehagro.com.br/blog/inteligencia-artificial-na-agricultura/>;  
acesso: 9 de Maio de 2021;

<https://www.youtube.com/watch?v=g97RBCIKzZs>;  
acesso: 9 de Maio de 2021;

<https://blog.jacto.com.br/descubra-o-que-e-um-veiculo-autonomo-e-seu-impacto-na-agricultura/>;  
acesso: 9 de Maio de 2021;

<https://tecnologianocampo.com.br/trator-autonomo/>;  
acesso: 9 de Maio de 2021;

<https://alavoura.com.br/colunas/panorama/drone-auxilia-no-diagnostico-de-pragas-e-doencas/>;  
acesso: 9 de Maio de 2021;

<https://www.capitaldocampo.com.br/artigo/veiculos-autonomos-uma-nova-tendencia-na-agricultura>;  
acesso: 18 de Maio de 2021;

<https://blog.chbagro.com.br/controle-de-pragas-e-doencas-no-agro-40>;  
acesso: 18 de Maio de 2021;

<https://www.aciconchal.com.br/blog-leitura/agricultura--trator-autonomo-chega-ao-mercado-em-5-anos>;  
acesso: 18 de Maio de 2021;