

UNIVERSIDADE EVANGÉLICA DE GOIÁS - UNIEVANGÉLICA  
ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

**LUCAS COSTA TOLEDO**  
**LUÍS FERNANDO MONTES**  
**RUBENS DE OLIVEIRA SILVA**

O estudo da inteligência artificial no processamento de imagens aplicado ao  
manejo e controle de pragas na agricultura brasileira

Anápolis  
Novembro, 2021

UNIVERSIDADE EVANGÉLICA DE GOIÁS - UNIEVANGÉLICA  
ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

**LUCAS COSTA TOLEDO**  
**LUÍS FERNANDO MONTES**  
**RUBENS DE OLIVEIRA SILVA**

O estudo da inteligência artificial no processamento de imagens aplicado ao manejo e controle de pragas na agricultura brasileira.

Trabalho apresentado ao Curso de Engenharia de Computação da Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA, da cidade de Anápolis-GO como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia de Computação.

Orientador (a): Prof. Ms Natasha Sophie Pereira

Anápolis  
Novembro, 2021

UNIVERSIDADE EVANGÉLICA DE GOIÁS - UNIEVANGÉLICA  
ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

**LUCAS COSTA TOLEDO**  
**LUÍS FERNANDO MONTES**  
**RUBENS DE OLIVEIRA SILVA**

O estudo da inteligência artificial no processamento de imagens aplicado ao  
manejo e controle de pragas no cultivo da soja no Brasil

Monografia apresentada para Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia de Computação  
da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA, da cidade de Anápolis-GO como  
requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro(a) de Computação.

**Aprovado por:**

---

**Natasha Sophie Pereira, Mestre, UniEVA**  
**(ORIENTADOR)**

---

**Natasha Sophie Pereira, Mestre, UniEVA**  
**(AVALIADOR)**

**Anápolis, 15 de Novembro de 2021.**

## FICHA CATALOGRÁFICA

TOLEDO, Lucas Costa; MONTES, Luis Fernando; SILVA, Rubens de Oliveira. **O uso da inteligência artificial no processamento de imagens aplicado ao manejo e controle de pragas na agricultura brasileira.** Anápolis 2021. (Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA, Engenheiro(a) de Computação, 2021).

Monografia. Universidade Evangélica de Goiás, Curso de Engenharia de Computação, da cidade de Anápolis-GO.

1. Inteligência artificial, Agricultura, Processamento de imagens.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

TOLEDO, Lucas Costa; MONTES, Luis Fernando; SILVA, Rubens de Oliveira. **O uso da inteligência artificial no processamento de imagens aplicado ao manejo e controle de pragas na agricultura brasileira.** Anápolis 2021. XX p. Monografia - Curso de Engenharia de Computação, Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOMES DOS AUTORES: Lucas Costa Toledo, Luis Fernando Montes e Rubens de Oliveira Silva

TÍTULO DO TRABALHO: O uso da inteligência artificial no processamento de imagens aplicado ao manejo e controle de pragas na agricultura brasileira

GRAU/ANO: Graduação /2022

É concedida à Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA, permissão para reproduzir cópias deste trabalho, emprestar ou vender tais cópias para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste trabalho pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

Lucas Costa Toledo

Anápolis, 15 de Novembro de 2021

---

Luís Fernando Montes

Anápolis, 15 de Novembro de 2021

---

Rubens de Oliveira Silva

Anápolis, 15 de Novembro de 2021

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por tudo que já nos concedeu nesta vida. A nossos pais, e familiares pelo apoio incondicional e aos docentes tão importantes na nossa formação, em nome da nossa orientadora Prof. Ms. Natasha Pereira Sophie.

## RESUMO

A tecnologia da informação se tornou essencial em todas as áreas, inclusive no campo. Poder ter acesso a diagnósticos rápidos e precisos, pode auxiliar uma melhor tomada de decisão, tornando o setor cada vez mais produtivo e eficiente, além da possibilidade de tratamento precoce e diminuição de custos para o produtor agrícola. A utilização da inteligência artificial no campo é recente e pode auxiliar inúmeros produtores a tomarem a decisão de forma rápida e eficaz. Este estudo busca levantar informações sobre os benefícios, possibilidades e a evolução da produção agrícola com a aplicação da tecnologia no campo, que vem cada vez mais, auxiliando o agricultor a identificar de forma prematura através da análise e processamento de imagens possíveis pragas e deficiências que as lavouras competem atualmente.

**Palavras-chave:** Agricultura. Inteligência artificial. Processamento de imagens.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1: Interação REM com a folha	16
Ilustração 2: Reflectância da folha	18
Ilustração 3: VANT de 4 motores	19

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>Siglas</b>	<b>Descrição</b>
ConvNets	<i>Convolutional Neural Networks</i>
HSV	<i>Hue, Saturation E Brightness</i>
IA	Inteligência Artificial
MLP	<i>Multi Layer Perceptron</i>
NDRE	<i>Normalized Difference Red Edge Index</i>
NVDI	<i>Normalized Difference Vegetation Index</i>
RGB	<i>Red, Green, Blue</i>
RNA	Rede Neural Artificial
SISCOB	Sistema De Análise De Cobertura Do Solo
SVM	<i>Support Vector Machine</i>
VANT	Veículo Aéreo Não Tripulado
WEKA	<i>Waikato Environment Knowledge Analysis</i>

# SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	8
1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	9
1.1 Soja .....	9
1.1.1 Cultivo da Soja no Brasil .....	9
1.2 Pragas nas lavouras.....	10
1.3 Combate às pragas nas lavouras.....	10
1.4 Processamento Digital de Imagens.....	11
1.4.1 Utilização da Inteligência Artificial no Combate às Pragas .....	12
1.4.2 Redes Neurais .....	13
1.4.3 Neurônios Biológicos vs. Artificiais.....	13
1.4.4 Redes Neurais Convolucionais .....	14
2. METODOLOGIA DA PESQUISA .....	15
3. LEVANTAMENTO E ANÁLISE DOS TRABALHOS .....	15
4. ANÁLISE E DISCUSSÃO.....	20
5. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	22
REFERÊNCIAS .....	23



## INTRODUÇÃO

O presente estudo tem como enfoque o uso de Inteligência Artificial (IA) no controle e avaliação de imagens de solo quanto a identificação de pragas. É um avanço promissor e que demonstra resultados satisfatórios conforme já apresentado em outros estudos. A IA aplicada ao contexto da agricultura, pode trazer para o agricultor informações rápidas e precisas, de forma que ele possa atuar de forma mais ágil no controle dessas pragas. Nesta pesquisa, pretende-se avaliar os artigos já publicados trazendo informações relevantes para o meio acadêmico de quais tecnologias de IA são mais utilizadas e promissoras.

A cultura da soja será abordada com um enfoque maior na investigação, pois dar-se-á sua representatividade no mercado brasileiro, aproximadamente 48% dos 240,65 milhões de toneladas de grãos produzidos, de acordo com dados do ano de 2019 (CONAB, 2019).

O aumento da produtividade da soja no país está associado aos avanços tecnológicos, ao manejo e à eficiência dos produtores. No entanto, ainda existem vários problemas, e um deles é o fitossanitário, que pode comprometer a produtividade, bem como a qualidade final do produto. Atualmente, podem-se destacar como problemas mais comuns: a ferrugem-asiática, o mofo-branco, os nematóides e a qualidade fisiológica e sanitária das sementes produzidas (JUHÁSZ et al., 2013). Nesse sentido, o controle fitossanitário tem representado um montante cada vez maior do custo de produção, dada à elevação do preço dos insumos e da maior frequência do seu uso (CONTE et al., 2017).

Visto as dificuldades de identificação e combate dos problemas fitossanitários, que comprometem significativamente a produção brasileira. Como otimizar a produção agrícola em relação à identificação precoce de doenças que afetam as lavouras no Brasil?

### Objetivos

#### Objetivo Geral

Apresentar uma análise de artigos, teses e/ou dissertações sobre a utilização da Inteligência Artificial aplicada ao processamento de imagens na agricultura brasileira, bem como a utilização de Redes Neurais Artificiais na identificação de pragas e doenças foliares.

#### Objetivos Específicos

- Ressaltar a evolução da agricultura e a importância da utilização de recursos tecnológicos como a Inteligência Artificial;
- Descrever o estudo da Inteligência Artificial para reconhecimento de determinados padrões que seguem decorrentes de pragas existentes em lavouras de soja que podem acarretar aumento de custos nas plantações;
- Realizar um levantamento teórico sobre os conceitos de Inteligência Artificial e processamento de imagens;
- Levantar artigos científicos que trazem a aplicação de Inteligência Artificial no Processamento de Imagens na Agricultura.

## **Justificativa**

A agricultura brasileira vem passando por um processo de evolução tecnológica crescente e exponencial. A Inteligência Artificial aplicada a este setor econômico pode favorecer diversos aspectos, trazendo como consequência um melhor resultado de qualidade e quantidade de produção. A IA também pode minimizar as perdas na produção, bem como diminuir a carga de trabalho (GALVÃO; CARVALHO; ROCHA, 2018).

Esta pesquisa, a partir desse cenário, busca elencar os benefícios e resultados satisfatórios que a IA tem demonstrado no cenário da agricultura. Busca-se, também, apresentar uma proposta mais viável em termos de custos da utilização de tal recurso tecnológico, visto que, normalmente o uso da IA requer um alto investimento, o que torna esta, uma ação difícil para pequenos e médios produtores (NEUMANN, 2019).

A relevância da temática investigada neste estudo se dá em função de que ainda não há um software específico com preço mais acessível que utiliza IA na agricultura brasileira. Este estudo bibliográfico poderá favorecer estudos posteriores, colaborando com o cultivo da soja, para pequenos e médios produtores.

## **1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **1.1 Soja**

A soja, *Glycine max*, é uma planta herbácea anual da família Fabaceae, originária do Nordeste da China, cultivada por suas sementes comestíveis. A planta de soja é geralmente um arbusto ereto com caules lenhosos e folhas dispostas alternadamente. As folhas possuem três folíolos individuais que são ovais ou em forma de lança, crescendo até um comprimento de 3–10 cm (1,2–4,0 pol.). A planta de soja produz pequenas flores brancas ou roxas e vagens de sementes curvas que têm de 3 a 15 cm (1,2 a 6 pol.) De comprimento e podem conter entre 1 e 5 sementes. As sementes podem ser de várias cores, incluindo amarelo, verde, marrom, preto ou uma combinação mosqueada. A soja é uma planta anual, sobrevivendo apenas a uma estação de cultivo e pode atingir alturas de 0,2- 1,5 m (0,7-1,4 pés) (EMBRAPA, 2020).

#### **1.1.1 Cultivo da Soja no Brasil**

Durante a década de 1970, a soja estabeleceu-se como a principal cultura do agronegócio brasileiro, passando de 1,5 milhões de toneladas (1970) para mais de 15 milhões de toneladas (1979). Esse crescimento se deu, não somente por conta do aumento da área plantada que saltou de 1,3 para 8,8 milhões de hectares, mas também, foi devido ao expressivo aumento da produtividade que foi de 1,14 para 1,73 toneladas por hectare, graças aos estudos e novas tecnologias desenvolvidas e disponibilizadas aos produtores. (EMBRAPA, 2020).

Nos últimos 50 anos, a produção mundial de soja se multiplicou por dez. Em 2050, a Organização para a Alimentação e Agricultura (FAO) prevê que a produção quase dobrará para 515 milhões de toneladas (NEUMANN, 2019).

Segundo dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), o cultivo da soja ocupava uma área de aproximadamente 35 milhões de hectares em 2018 (mais de 3 vezes o tamanho da Europa continental). Aproximadamente 70% de toda a soja exportada do Brasil destinavam-se à China, em 2018 (EMBRAPA, 2018).

A soja é fortemente influenciada pelo fotoperíodo, de forma que a cultura cresce e se desenvolve de acordo com o qual o fotoperíodo é submetido. A soja é classificada como uma planta quantitativa de dias curtos, o que significa que o tempo de desenvolvimento é bastante

acelerado e o crescimento reprodutivo é aprimorado quando a duração do dia cai abaixo de um nível crítico. Este nível crítico (denominado fotoperíodo crítico) difere com a cultivar e o grupo de maturidade. A soja responde de forma diferente à duração do dia. Diferenças foram observadas durante o período de floração da soja quando cultivada em diferentes datas. A descoberta da importância do fotoperíodo no florescimento da soja possibilitou a classificação da soja como planta de dia curto. Quando a soja é cultivada em sua área adaptada, a iniciação floral ocorre aproximadamente três semanas após a germinação. A floração ocorrerá três a cinco semanas depois. Assim, existe um período de aproximadamente três semanas entre os dois estágios de desenvolvimento (DIAS, 2010).

## 1.2 Pragas nas lavouras

No caso da cultura de soja é muito comum a ocorrência de doenças e pragas ao longo do seu cultivo, e a identificação de qualquer irregularidade de forma rápida e eficaz colabora para que se utilize o corretivo adequado e com isso garantir a produtividade na lavoura. Mais de 100 espécies de nematóides, envolvendo cerca de 50 gêneros, foram associadas a cultivos de soja em todo o mundo. No Brasil, as espécies que causam os maiores danos são *Meloidogyne javanica*, *M. incognita*, *Heterodera glycines*, *Pratylenchus brachyurus* e *Rotylenchulus reniformis* (FERRAZ, 2001).

A expansão da cultura da soja para novas fronteiras agrícolas, a intensificação da monocultura e a adoção de práticas inadequadas de manejo têm aumentado os níveis de danos causados por nematóides, nos últimos anos. A principal preocupação do sojicultor era com relação ao nematoide-de-cisto (*H. glycines*). E, a situação é diferente, uma vez que o nematoide-das-lesões (*P. brachyurus*) está amplamente disseminado e tem causado perdas econômicas, agravadas pela dificuldade de manejo (JUHÁSZ et al., 2013).

De acordo com (JUHÁSZ et al., 2013), na lavoura, os sintomas ocorrem inicialmente em reboleiras e podem evoluir para a área total. São evidenciados por clorose, diminuição na quantidade de vagens e, em alguns casos, redução do porte da planta.

Em áreas onde o nematoide-de-cisto já foi identificado, o produtor deve conviver com esta praga, uma vez que sua erradicação é praticamente impossível. Algumas medidas ajudam a minimizar as perdas, destacando-se a rotação/sucessão de culturas com plantas não hospedeiras e o uso de cultivares resistentes (JUHÁSZ et al., 2013).

Segundo Antônio Garcia Eng. Agrônomo, M.Sc. pesquisador da Embrapa Soja a identificação precoce de doenças que afetam a soja, como no caso do Nematoide de cisto (*Heterodera glycines*), pode contribuir significativamente para o aumento da produção do grão nas lavouras brasileiras, visto que o controle da praga realizado no início dos primeiros vestígios é mais eficiente, além de viabilizar o custo de produção com a aquisição baixa de agentes fitossanitários que são utilizados para combater as reboleiras no qual se encontram os parasitas. Segundo Rafael C. Gonzalez e Richard E. Woods na 3ª edição do seu livro Processamento digital de Imagens, uma imagem pode ser definida como uma função de duas dimensões,  $f(x,y)$ , em que  $x$  e  $y$  são coordenadas espaciais. Quando as coordenadas e os níveis de intensidade de  $f$  são finitos e discretos, chamamos de imagem digital, e partir da coleta dessas imagens, começa o trabalho de identificar anomalias através do uso de software que será utilizado como meio para reconhecer padrões nos pixels.

## 1.3 Combate às pragas nas lavouras

Ervas daninhas costumam ser um problema nos campos de soja e podem ser reduzidas por meio de uma boa preparação do canteiro e da manutenção de um canteiro sem ervas daninhas por várias semanas antes do plantio. As ervas daninhas podem ser controladas com herbicidas apropriados, quando disponíveis, ou por meio de cultivo mecânico quando necessário. A soja deve ser irrigada na floração e novamente na sementeira para o máximo

enchimento e rendimento ideal. A irrigação deve ser aumentada em solos arenosos que não retêm tanta umidade. A soja fixa aproximadamente metade do nitrogênio de que necessita para crescer e a outra metade deve ser fornecida do solo ou através da aplicação de fertilizantes. A soja também requer um suprimento adequado de fósforo e potássio e as taxas de aplicação devem ser baseadas nos resultados de um teste de solo (DIAS, 2010).

A agricultura é como os humanos começaram a moldar a natureza de acordo com suas necessidades. A humanidade pode ter percorrido um longo caminho desde então, mudando as formas e métodos de cultivo, e com o intuito de melhorar a qualidade das colheitas e evitar perdas (VILLAFUERTE et al., 2018)

Vale reiterar que a agricultura era feita no seu processo inicial na forma manual, tendo-se avanço por meio da mecanização e atualmente com a introdução de recursos tecnológicos, que é descrita como agricultura de precisão (GALVÃO et al., 2018).

Com o aumento contínuo da população global e a escassez de terras, é necessário que a agricultura se torne mais eficiente com menos recursos. A introdução de várias soluções de Inteligência Artificial e aprendizado de máquina está ajudando a fornecer a inovação necessária nesta função tradicional de negócios (EMBRAPA, 2018)

A agricultura desempenha um papel significativo no setor econômico. A automação na agricultura é a principal preocupação e o assunto emergente em todo o mundo. Mas pragas e doenças agrícolas são sempre um fator de preocupação de agricultores, visto que, pode comprometer todo um plantio. Segundo dados da EMBRAPA (2018) a agricultura brasileira apresenta perdas consideráveis a cada ano decorrente de pragas e doenças agrícolas no cultivo, chegando em torno de R\$ 55 bilhões por ano. Com a era digital alguns recursos tem sido utilizados a fim de colaborar no controle e até mesmo na proteção de safras, como será o objeto deste estudo, da inteligência artificial. Os métodos tradicionais utilizados pelos agricultores não eram suficientes para cumprir estes requisitos. Assim, novos métodos automatizados têm sido introduzidos (VILLAFUERTE et al., 2018).

Ter acesso a informações preditivas sobre o comportamento de pragas é uma ferramenta muito poderosa para técnicos e agricultores na visão do manejo integrado de pragas, pois permite uma melhor tomada de decisão, conhecendo as áreas e datas de maior risco e impacto, e projetando medidas de controle de forma mais eficiente e sustentável (BERNARDI et al., 2014).

Tornar os agricultores os proprietários de seus dados e fornecer oportunidades de controlar o fluxo de seus dados para as partes interessadas deve ajudar a construir a confiança dos agricultores. Essas tecnologias economizam o uso excessivo de água, pesticidas, herbicidas, mantém a fertilidade do solo, também auxiliam no uso eficiente da mão de obra e elevam a produtividade e melhoram a qualidade (BERNARDI et al., 2014).

Com o advento da tecnologia, tem sido observada uma transformação, e na agricultura, embora seja a menos digitalizada, viu um impulso para o desenvolvimento e comercialização de tecnologias agrícolas. A Inteligência Artificial (IA) começou a desempenhar um papel importante na vida. No caso do cenário da agricultura fornece um método para o planejamento da colheita como o controle de pragas (BERNARDI et al., 2015).

Neumann (2019) traz em seu estudo enfoque de que a utilização de recursos tecnológicos como da Inteligência Artificial tem demonstrado resultados promissores na resolução de problemas diversos, e no caso da agricultura no controle de pragas, sendo que, este processo demonstra-se de total relevância a qual colabora diretamente com o sucesso da colheita.

#### **1.4 Processamento Digital de Imagens**

Neste sentido também Galvão et al., (2018) também no artigo de Imagens Aéreas multiespectrais para avaliação da cultura do milho, os autores buscam identificar o teor de

nitrogênio da cultura do milho, através de imagens multiespectrais coletadas a partir de uma câmera instalada em um drone e comparar com o índice NVDI e NDRE. Os voos foram realizados em diversas altitudes bem como horários distintos também. Para a análise das imagens foi utilizado o teste de Regressão, Statistica e o software SISVAR. Onde segundo os autores os melhores resultados se deram em altitudes de 90 e 120 metros, pois os níveis de ruído na imagem eram menores.

Já no artigo Condições de estresse em áreas de soja a partir de medidas do sistema solo-planta-atmosfera e imagens de VANT os autores buscavam identificar condições de estresse no cultivo da soja através da captura de imagens por Drones bem como utilizando o Processamento digital de imagens na busca por resultados satisfatórios e precoces. Onde, os autores ressaltaram que os modelos de cores que demonstram melhores resultados foram HSV e yCbCr aplicados a imagens RGB (MACHADO et al., 2020).

No livro o Uso de veículos aéreos não tripulados (VANT) em agricultura de precisão os autores trazem uma análise dos principais modelos de Drones bem como os diversos modos de serem utilizados na agricultura de precisão e na aquisição de imagens para o processamento digital e identificação precoce dos problemas nas lavouras. Com sensores e sistemas cada vez mais precisos, a tecnologia tem sido fundamental para o melhoramento do manejo e aumento da produção. Técnicas como utilização de câmeras capazes de gerar ortomosaicos e imagens georreferenciadas facilitam muito o trabalho na hora de gerar resultados, em geral segundo os autores as câmeras usam formatos como EXIF e JPG com compressões mínimas para assim evitar perdas de qualidade, mas essa utilização é particular, já que cada sistema pode trabalhar de um modo diferente, tendo em alguns casos que as imagens sejam redimensionadas ou o formato mudado (JORGE et al., 2014).

Em Computação aplicada à agricultura de precisão Honda e Jorge (2013) buscaram desenvolver um sistema que fosse capaz de realizar o Processamento digital de imagens, onde a base para o desenvolvimento foi o sistema SICOOB da Embrapa, no qual utilizava-se como apoio para o cálculo dos índices de vegetação, e também geração de imagens após serem segmentadas e classificadas. Utilizando tecnologias como Java para o desenvolvimento juntamente com uma API de técnicas de I.A conhecida como WEKA muito utilizada na mineração de dados. Já a rede neural utilizada foi a MLP que teve como objetivo classificar pixel a pixel e atribuir a cada um deles uma determinada classe para que ao fim do processamento pudesse ter uma imagem segmentada. Segundo os autores, resultados satisfatórios foram obtidos com o sistema.

O autor explica que esse processo é obtido por meio de técnicas de visão computacional, os dados obtidos pelas máquinas por meio de redes neurais e reconhecimento de padrões, a qual desenvolve então algoritmo que passa então a ser capaz de identificar plantas que possam estar com determinada doença, ou até mesmo pragas, no solo, e após tal diagnóstico pode-se então o agricultor intervir de forma rápida evitando perdas (LEAL et al, 2015).

A IA torna possível replicar a inspeção visual manual das plantações. Oferece um método não destrutivo de inspeção de qualidade, auxiliando na análise das características e classificação do grão. A visão computacional pode ser usada para entender imagens e reconhecer caracteres externos de grãos, fornecendo ainda informações sobre a qualidade para classificar e classificar as safras (GALVÃO et al., 2018).

#### **1.4.1 Utilização da Inteligência Artificial no Combate às Pragas**

A Inteligência Artificial na agricultura trouxe uma revolução na agricultura. Esta tecnologia protegeu o rendimento da colheita de vários fatores como as mudanças climáticas, crescimento populacional, questões de emprego e problemas de segurança alimentar (LEAL et al, 2015).

O conceito básico de IA para desenvolver uma tecnologia que funcione como o cérebro humano. Esta tecnologia é perpetrada ao estudar como o cérebro humano pensa, como os humanos aprendem, tomam decisões e trabalham enquanto resolvem um problema, e neste terreno software e sistemas inteligentes são desenvolvidos. Esses softwares são alimentados com dados de treinamento e, além disso, esses dispositivos inteligentes nos fornecem a saída desejada para cada entrada válida, assim como o cérebro humano. O principal fator subjetivo da IA é facilitar a resolução de problemas (BERNARDI et al., 2014).

IA é uma tecnologia emergente no campo da agricultura. Equipamentos e máquinas baseados em IA elevaram o sistema agrícola de hoje a um nível diferente. Essa tecnologia melhorou a produção agrícola e melhorou o monitoramento, colheita, processamento e comercialização em tempo real. As mais recentes tecnologias de sistemas automatizados que usam robôs agrícolas e drones têm feito uma enorme contribuição no setor agrícola, realizando mapeamento de produção (LEAL et al, 2015).

Por meio da utilização de recursos como a inteligência artificial ajuda-se os agricultores a diagnosticar danos causados por pragas, doenças de plantas e deficiências de nutrientes, tirando uma foto de sua lavoura afetada. Os usuários podem discutir as possíveis causas e soluções entre si ou com especialistas pagos para monitorar infestações e fornecer soluções cientificamente verificadas (BERNARDI et al., 2014).

#### **1.4.2 Redes Neurais**

Ressalta a Rede Neural Artificial (RNA) como um destes recursos de inteligência artificial para reconhecimento de doenças em plantações de soja, sendo este feito a partir da análise de imagens da folha obtido por meio de algoritmos. Vale reiterar que RNA detém de capacidade de aprender e adaptar-se, organizando grupos de conhecimentos obtidos com os dados processados, podendo explicar como um conjunto de neurônios interconectados que se comunicam através de sinapses, e diante da entrada de novas informações podem ser auto ajustada, podendo ser aplicadas em diversos aspectos, como na aquisição e avaliação de imagens (NEUMANN, 2019).

O campo da RNA imita o funcionamento do cérebro humano e ao mesmo tempo tenta obter melhor desempenho na resolução de problemas difíceis. Uma RNA é uma abstração e uma simplificação das redes neurais biológicas. O campo da RNA imita o funcionamento do cérebro humano e ao mesmo tempo tenta obter melhor desempenho na resolução de problemas difíceis. Uma RNA é uma abstração e uma simplificação das redes neurais biológicas. Isso sugere que a estrutura da rede de conexão determina o comportamento geral de um sistema nervoso. Este processo básico é representado pelo neurônio artificial. Uma rede neural é projetada para modelar a maneira pela qual o cérebro executa uma tarefa específica, e são geralmente implementados por software em um computador digital (GALVÃO et al., 2018).

#### **1.4.3 Neurônios Biológicos vs. Artificiais**

As imagens de campo podem ser analisadas através de visão computacional, fornecendo relatórios detalhados sobre a saúde atual do solo, condição das folhas ou estado das plantações contra fungos e bactérias. Isso ajuda os agricultores a controlar as doenças em tempo hábil, usando métodos de controle de pragas. Como por exemplo, utilizar a função de limiarização de imagem que pode ser definida através da função Threshold que estabelece valores de pixels inferiores, o que é conhecido como binarização de imagens. A etapa de segmentação deve ser baseada em técnica Watershed que se refere a um algoritmo de segmentação de imagens que possibilita a visualização de imagem em três dimensões, processo esse similar de superfície topográfica, tendo-se então duas coordenadas espaciais x e y, e sendo a altura igual ao nível de cinza do pixel (SILVA et al., 2015).

#### 1.4.4 Redes Neurais Convolucionais

Rede neural convolucional é uma classe de métodos de aprendizado profundo que se tornou dominante em várias tarefas de visão computacional e está atraindo interesse em uma variedade de domínios, incluindo a radiologia. A rede neural convolucional é composta de vários blocos de construção, como camadas de convolução, camadas de pool e camadas totalmente conectadas, e é projetada para aprender hierarquias espaciais de recursos de forma automática e adaptativa por meio de um algoritmo de retropropagação (FUNCK, 2019).

Uma Rede Neural Convolucional (ConvNet / CNN) é um algoritmo de Aprendizado Profundo que pode receber uma imagem de entrada, atribuir importância (pesos e tendências aprendíveis) a vários aspectos / objetos na imagem e ser capaz de diferenciar uns dos outros. O pré-processamento necessário em um ConvNet é muito menor em comparação com outros algoritmos de classificação. Enquanto nos métodos primitivos os filtros são feitos à mão, com treinamento suficiente, ConvNets têm a capacidade de aprender esses filtros / características (MARQUES JUNIOR; COVOLAN, 2018)

As redes neurais convolucionais são muito semelhantes às redes neurais comuns do capítulo anterior: elas são compostas de neurônios com pesos e vieses aprendíveis. Cada neurônio recebe algumas entradas, realiza um produto escalar e, opcionalmente, segue-o com uma não linearidade. Toda a rede ainda expressa uma única função de pontuação diferenciável: desde os pixels da imagem bruta em uma extremidade até as pontuações da classe na outra. E eles ainda têm uma função de perda (por exemplo, SVM / Softmax) na última camada (totalmente conectada) e todas as dicas / truques que desenvolvemos para aprender redes neurais regulares ainda se aplicam (FUNCK, 2019).

## 2. METODOLOGIA DA PESQUISA

Essa pesquisa será do tipo exploratória e descritiva, pois serão realizados levantamentos bibliográficos de artigos, dissertações, teses e monografias sobre os conceitos de Inteligência Artificial e Processamento de Imagens Aplicado na Agricultura e suas diversas áreas do conhecimento.

A pesquisa também será do tipo quantitativa-qualitativa (CIRIBELLI, 2003; WAZLAWICK, 2014), pois terá como objetivo identificar a atuação e crescimento do uso da Inteligência Artificial na agricultura, sua expansão nos últimos anos e os pesquisadores, assim ao final do artigo podendo apresentar resultados e uma visão geral da utilização desses conceitos atualmente e das possíveis aplicações futuras também.

## 3. LEVANTAMENTO E ANÁLISE DOS TRABALHOS

Durante o levantamento dos artigos e pesquisas, selecionamos inicialmente de forma empírica cerca de 50 artigos, utilizando como parâmetros de busca: Processamento de imagens; Drones, Agricultura de precisão, publicados entre 2013 e 2021 e em português. Ao longo das análises os critérios de exclusão utilizados foram inicialmente, artigos fora de algum dos filtros acima, repositório não identificado ou que não exemplificam o uso da tecnologia na agricultura.

Com isso filtramos e analisamos 11 artigos que trazem diversas utilizações e possíveis soluções ou novidades para o campo de pesquisa de processamento de imagens, aprendizado de máquinas e outras tecnologias.

Os trabalhos selecionados são apresentados a seguir.

No artigo **Imagens Aéreas multiespectrais para avaliação da cultura do milho** de Hoss et al., (2020) trazem em seu trabalho a utilização da combinação de imagens aéreas multiespectrais e processamento computacional, os quais têm trazido grande colaboração para se verificar o estado de uma cultura, como no caso do presente estudo, do milho. Para tal avaliação utilizou-se de imagens que foram captadas por um drone do modelo DJI Matrice 200 RPA com uma câmera multiespectral acoplada da marca Micasense modelo RedEdge-M com uma distância focal de 6mm, e uma Distância de Amostra do solo de 8 cm por pixel, sendo as imagens registradas entre 10 e 12h da manhã com 30, 60, 90 e 120 metros e armazenando sempre no formato TIFF.

O estudo foi realizado no estado do Rio Grande do Sul e teve seus dados coletados entre 2018 e 2019, o estudo abordado teve como objetivo associar o teor de nitrogênio e o peso seco da parte aérea das plantas de milho com os índices de vegetação em imagens obtidas por VANTs em diferentes altitudes porém, coletados no estágio v6 da planta, os índices espectrais utilizados no processamento de imagens coletadas foram o NVDI e para a cor vermelha foi utilizado o índice de borda NDRE, o NDVI é um índice de vegetação obtido por meio de uma equação matemática entre as diferenças dos valores das bandas infravermelho e vermelho, já o NDRE é obtido por meio da equação entre a diferença de bandas infravermelho e vermelho dividido pela soma entre os valores das bandas de infravermelho e *Red Edge* e podem variar entre -1 e 1, sendo valores negativos, nuvens, neve e solos enquanto positivos estão relacionados ao vigor/teor de clorofila e saúde da cultura. Para as análises das imagens foi utilizado o teste de Regressão e o software estatístico *Statistica* e o software SISVAR, a qual pode-se observar que as imagens capturadas em 90 e 120 metros tiveram melhor aproveitamento pois possuem níveis de ruído mais baixos, ou seja, menor exposição a poeira, sombras e outras variáveis que poderiam causar interferência nas imagens colhidas. Dessa maneira, a altitude de 120 metros foi escolhida para que se pudesse seguir com os estudos.

No artigo **Condições de estresse em áreas de soja a partir de medidas do sistema solo-planta-atmosfera e imagens de VANT** de Machado et al., (2020) os autores já buscaram



identificar as condições de estresse em lavouras de soja, visando garantir maior efetividade, visto que muitas vezes, algum dano pode passar imperceptível. Assim, avaliaram três ambientes de cultivo optando pela técnica de processamento de imagens obtidas por VANT, assim como sensor foliar e de solo e também dados climáticos. Esse levantamento foi então realizado em duas fases, sendo na fase do início do florescimento (R1) e na fase do enchimento das sementes (R2), e também buscou mapear a clorofila, umidade e pH do solo.

Ressaltam os autores que os modelos de cores HSV e YCbCr foram então aplicados a imagens RGB o que demonstra melhores índices de acurácia Kappa para a identificação de feições da lavoura. A qual foi possível observar que o pH e a umidade do solo (disponibilidade de água), radiação solar e temperatura afetou diretamente o crescimento e desenvolvimento da lavoura, isso nos estádios reprodutivos R1 e R5, mas o que puderam observar que no R1 pH do solo foi o que teve menor influência que as variáveis climáticas. Já no estágio R5 observou-se vulnerabilidade ao estresse por umidade do solo e temperatura.

No artigo **Computação aplicada à agricultura de precisão** de Honda e Jorge (2013) enfatizaram que a busca pela análise junto a uma vegetação é fundamental no contexto da agricultura, visando assim, evitar manifestação e crescimento de pragas que ocasionam uma perda considerável. E, com isso, ressalta –se que a obtenção de índices calculados utilizando valores dos pixels obtidos por meio de VANTs demonstram grande significância. Visando atender a tal necessidade, os autores então buscaram desenvolver um software que realiza o processamento digital de imagens adquiridas através de sensoriamento remoto, tendo por base do desenvolvimento do projeto o sistema SISCOB da Embrapa, que colabora para cálculo dos índices de vegetação, assim como geração de imagens que após foram segmentadas e classificadas para análise da cobertura do solo.

E, o projeto desenvolvido demonstrou então eficácia no processamento de imagens, tendo resultados satisfatórios, onde usuários então puderam ser capazes de distinguir e separar áreas em suas diferentes densidades de verde. Assim, o presente projeto desenvolvido pode vir a colaborar no auxílio do processamento de imagens para a agricultura de precisão, visto que, demonstra então por meio deste estudo que cada objeto absorve ou reflete a onda eletromagnética incidente de modo diferente, e, com isso, essa diferença de interação pode colaborar para entendimento de como cada um deles irá aparecer na imagem. No software desenvolvido pelos autores foi utilizada a linguagem Java, com uma API de técnicas de inteligência artificial WAIKATO ENVIRONMENT KNOWLEDGE ANALYSIS(WEKA) para a implementação da rede neural artificial. Já a rede neural utilizada foi a MLP que irá classificar pixel a pixel da imagem e atribuir a cada um deles uma classe para que no fim pudessem ter uma imagem segmentada, conforme exemplificado na figura 1 abaixo:

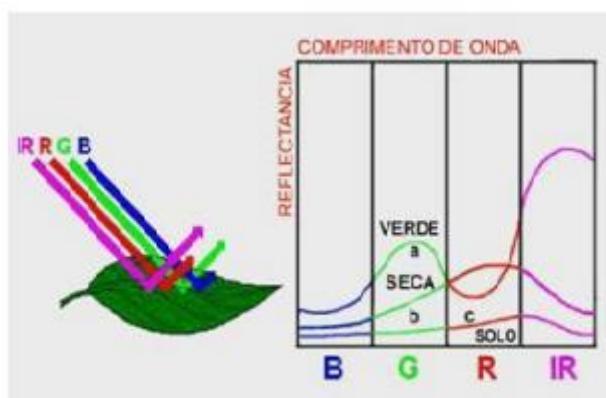


Figura 1: Interação REM com a folha.

Fonte: [http://www.agr.feis.unesp.br/hrsilva/SERE\\_CAP\\_14/Aula\\_25\\_03\\_04\\_Imagem%20\\_sere.htm](http://www.agr.feis.unesp.br/hrsilva/SERE_CAP_14/Aula_25_03_04_Imagem%20_sere.htm)

Assim a utilização do sensoriamento remoto na agricultura, permite que por meio da utilização de sensores que captam ondas verdes, vermelhas e infravermelho próximo, e com isso ter uma noção do estado nutricional da cultura, isso é observado por meio da análise do comportamento espectral. Isso pode ser explicado pelo fato do verde da clorofila, por exemplo, ser como um fotorreceptor da luz visível. Como técnica de tratamento de imagens foi utilizada a segmentação, pois de modo geral ela subdivide a imagem em diversos modos para facilitar a compreensão de padrões pelo sistema. Existem diversas técnicas de segmentação, a limiarização (thresholding), a detecção de bordas, a extração de regiões, morfologia matemática e outras abordagens como a utilização de redes neurais também permitem a segmentação de imagens.

No artigo **Uso de veículos aéreos não tripulados (VANT) em agricultura de precisão** de Jorge e Inamasu (2014) apontaram o uso de veículos aéreos não tripulados (VANT) visando assim garantir agricultura de precisão, e, com isso, demonstrou diversos modos de utilização de vários modelos de sensores e drones que podem ser utilizados na agricultura junto a áreas que estejam em desenvolvimento e evolução. Ressaltaram que Przybilla e Wester-Ebbinghaus foram os primeiros experimentos com VANT em fotogrametria. E, no Brasil teve-se relatos que o uso de drones foram utilizados na década de 80 pelo Centro Tecnológico Aeroespacial (CTA) quando desenvolveu o projeto Acauã, para fins militares, e desde então tem-se aumentado o interesse em veículos aéreos não tripulados (VANTs), e isso cresce no Brasil e no mundo.

No caso da utilização de veículos aéreos não tripulados (VANT) na agricultura, pode-se colocar que as imagens no espectro visível funcionam como o “olho do agricultor” sobre a cultura, e isso tem colabora para uma agricultura de precisão, o que então tem sido cada vez mais utilizado, isso devido a fatores como tecnologia e preços acessíveis, assim como devido a confiabilidade e sensores cada vez mais precisos. Segundo os autores, os sistemas estão cada vez mais fáceis de operar, o que pode diminuir os custos e aumentar os resultados.

Galvão (2014) em **Acurácia da mosaicagem gerada por veículo aéreo não tripulado utilizado na agricultura de precisão** realizou em seu estudo comparação de mosaico, sendo um com pontos de controle e outros sem, por meio de imagens capturadas por VANT Swinglet da Sensefly em área agrícola de 285,79 ha, 2,86 km<sup>2</sup>, a qual não observou diferença nas imagens coletadas com ou sem a utilização de pontos de controle, através do software Terra 3D. E, o que pode-se concluir foi que a qualidade na determinação de áreas e perímetros não apresentou diferença relevante com relação a pontos de controle e outros sem.

Graebin e Hoppe (2017) traz em seu estudo **Desenvolvimento de um protótipo para análise de imagens aéreas para a agricultura de precisão** enfoque quanto a ampla utilização da tecnologia na agricultura, descrita como Agricultura 4.0 que implementou avanços tecnológicos consideráveis ao setor agrícola. Com isso foi desenvolvido um protótipo de software que possibilitou a captura de imagens em plantação, sendo possível isso por meio de drones e satélites, ou seja, utilizando Framework JavaServer Faces (JSF) e uma base de dados NoSQL, já o processamento das imagens passadas pelo usuário envolveu a ferramenta MATLAB. Para seleção de amostras utilizou-se a biblioteca PrimeFaces, que se refere a widget ImageAreaSelect, e após isso, implementou então a seleção de segmentos de imagem na tela de edição do protótipo. Para desenvolvimento do projeto optou-se pela utilização de diferentes linguagens de marcação e programação como: HTML, JavaScript, Node.js, C++ e Python.

Assim observou-se através deste estudo que no protótipo os autores utilizaram de diferentes imagens obtidas de diferentes formas como imagens virtuais, do software Google Earth, o que de alguma forma colabora para que se torne mais viável a utilização por meio de geoprocessamento por agricultores em geral, podendo então qualquer pessoa fazer processamento digital de imagens para a geração de mapas com resultados e o usuário tem autonomia para a definição de áreas de interesse dentro da imagem (GRAEBIN; HOPPE, 2017).

Reghini e Cavichioli (2020) **Utilização de geoprocessamento na agricultura de precisão** realizaram revisão de literatura onde enfatizam a utilização de geoprocessamento na agricultura de precisão que tem contribuído como auxílio junto aos agricultores quanto a tomada de decisão em termos de produtividade, utilização de fertilizantes, tendo como enfoque a variabilidade espacial dos nutrientes do solo.

Apresenta inúmeras vantagens como diminuição dos impactos ambientais dentro das atividades agrícolas, colabora ainda na conservação do solo, e até mesmo quanto a aspectos lucrativos e econômicos, visto que, apresenta maior eficiência quanto a utilização de insumos, e até mesmo podendo evitar perdas devido monitoramento e controle de pragas e doenças em culturas, e também gerando produtos que subsidiam o planejamento e a tomada de decisão. Com relação às desvantagens destaca-se dificuldades devido ao alto custo de softwares disponíveis, não sendo acessível a todos, assim como profissionais qualificados (REGHINI; CAVICHIOLI, 2020).

Reghini e Cavichioli (2020) então concluíram que o geoprocessamento que colabora para uma agricultura de precisão tem demonstrado como ferramenta de coleta, tratamento e análise de dados, que favorece a obtenção de dados que colabora em inúmeros fatores como aumento da eficiência, produtividade, prevenção de pragas e doenças, bem como o aumento da produtividade e economia nos custos de produção, e a longo prazo diversas vantagens e benefícios nos âmbitos econômico e ambiental.

Segundo Barros, Farias e Marinho (2020) em **Drones como ferramenta de apoio para agricultores do Rio Grande do Sul** os dados obtidos por meio de sensoriamento remoto têm se demonstrado fundamentais como informações para agricultores, podendo avaliar comportamento da vegetação, e até mesmo fenômenos meteorológicos e ambientais. Ressaltam o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) que tem sido amplamente utilizado para o monitoramento e avaliação da vegetação, pois fornece aos agricultores e profissionais da área imagens multiespectrais. Assim demonstra-se viável para que se avalie fenômenos humanos e naturais visando um melhor uso e gerenciamento de recursos.

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) colabora ainda para avaliação de grandes extensões de áreas, de forma mais precisa devido às imagens multiespectrais derivadas de sensores orbitais e, assim sendo possível detectar e monitorar determinada área e situações e sendo indispensável para melhor planejamento de atividades ambientais (BARROS; FARIAS; MARINHO, 2020).

Reips e Gubert (2019) **Drones como ferramenta de apoio para agricultores do Rio Grande do Sul** ressaltam a utilização de drones como ferramentas de apoio a agricultores. Citam então que o uso de tecnologia de sistema de posicionamento global (GPS), juntamente com ferramentas de sistema de informações geográficas (GIS), formam uma grande parte dessas práticas de agricultura de precisão, permitindo monitoramento em escala precisa e mapeamento de dados de parâmetros de safra e cultura dentro dos campos. Os drones normalmente se apresentam de dois modelos, podendo ter ou não câmeras equipadas, ou seja, de menor ou maior capacidade, especificando ainda que pode apresentar sistema de captura de imagens por meio de infravermelho, térmica, multiespectral.

Eles fornecem métodos de cultivo mais intensos e eficientes, que podem ajudar os agricultores a ajustar as prescrições de fertilizantes ou identificar doenças nas plantações antes que se espalhem. Com mais dados ao seu alcance, os agricultores podem tomar decisões com base em fatores econômicos e ambientais - por exemplo, otimizando o tratamento de fertilizantes e aplicando apenas a quantidade certa no momento certo, podem ser obtidos custos significativos e economias ambientais (REIPS; GUBERT, 2019).

As intensidades de cores (pixels) é que são determinantes na avaliação da agricultura conforme representado na figura 2 abaixo:

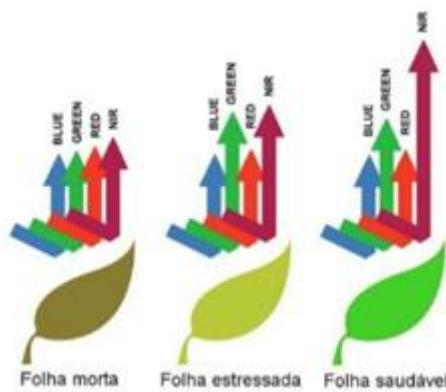


Figura 2: Refletância da folha. Fonte: <https://dronepedia.xyz>

Ou seja, no caso do infravermelho, cada pixel do mapa, por meio da onda infravermelha, é que determina a saúde da planta, no caso da figura 2, especificando se a folha está morta quando os níveis dos pixels estão equivalentes à folha. E, a vegetação saudável é muito maior que a refletância do verde e vermelho da mesma vegetação. Vale ressaltar portanto que a escolha do GSD tem influência direta na nitidez e na capacidade de mapeamento, pois, para haver o aumento do nível de detalhamento, o drone precisa sobrevoar mais baixo, cobrindo, desta forma, uma menor porção de área.

Silva (2021) **Classificação Automática de Imagens Aéreas Multiespectrais para Agricultura de Precisão** enfatizou as Redes Neurais Convolucionais (RNCs) na qual demonstraram ser excelentes em tarefas como classificação de imagens e quando combinadas com VANTs, o que simplifica a análise e verificação de possíveis danos no meio ambiente, em diferentes tipos de vegetação, classificando ainda os objetivos (imagens) em formas, cores e texturas.

No trabalho de Silva (2021) na obtenção de Imagens Aéreas Multiespectrais para Agricultura utilizou de um VANT de 4 motores, com uma dimensão de (716X220X236) mm e aproximadamente 3.8 kg equipado com um câmara multiespectral Rededge-M da MicaSense para recolher imagens aéreas para realizar classificação de espécies na vegetação, a qual obteve como amostra 2500 imagens aéreas de 4 espécies diferentes, conforme representado na figura 3 abaixo:



Figura 3: VANT de 4 motores, com uma dimensão de (716X220X236) mm e aproximadamente 3.8 kg.

As imagens obtidas pelo VANT e utilizando deste sensor multiespectral apresentava 5 bandas diferentes, que são: azul (1), verde (2), vermelho (3) do espectro visível. Bem como as bandas próximas do infravermelho (PIV) (4) e infravermelho (IV) (5). E, devido a arquitetura de uma RNC pré-treinada, não suportando imagens multiespectrais, alterou-se e ajustou-se para dados de entrada da rede, redimensionando as imagens para uma resolução de 480x640 pixels. As imagens analisadas foram aquelas obtidas entre 40 e 120 metros, pois o valor da altitude

demasiado alto, pode tornar elementos da imagem, neste caso as espécies de vegetação, demasiado pequenos (SILVA, 2021).

EMBRAPA (2020) **Agricultura digital: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas** relata que a visão computacional possui uma vasta área de atuação no campo da agricultura digital. Entretanto, ainda há obstáculos a serem superados para obtermos melhores resultados, dentre eles, ter uma extensa base de dados, para o treinamento das redes neurais é um desafio a ser trabalhado. Desse modo deve-se fazer com que as redes neurais aprendam, mesmo que com poucos exemplos, a ter uma alta precisão na detecção de padrões de frutos, animais e sintomas.

Outro obstáculo se encontra na parte da robótica, onde os robôs ainda não apresentam autonomia e capacidade de operar sozinhos, sendo necessário o acompanhamento para a execução de tarefas e a recarga e manutenção de baterias, feitas pelo operador. Mesmo com esses obstáculos, ambos os campos de visão computacional e robótica apresentaram avanços significativos nos últimos anos e se mostram promissores, fazendo com que grandes empresas como Embrapa, Fapesp, PES/Fundecitrus e NVIDIA Corporation, invistam de forma ativa com equipamentos e dados científicos, para que aconteça esses avanços.

#### 4. ANÁLISE E DISCUSSÃO

No artigo de **Imagens aéreas multiespectrais para avaliação da cultura do milho**, os autores buscam identificar o teor de nitrogênio da cultura do milho, através de imagens multiespectrais coletadas a partir de uma câmera instalada em um drone e comparar com o índice *Normalized Difference Vegetation* NDVI e *Normalized Difference Red Edge* NDRE.

O NDVI é um índice de vegetação obtido por meio de equação matemática entre a diferença dos valores das bandas vermelho e infravermelho, dividido pelo soma entre os valores das faixas vermelho e infravermelho. Enquanto isso, NDRE é obtido por meio de equação matemática entre a diferença das faixas vermelho e infravermelho, dividido pela soma entre os valores das bandas de vermelho e infravermelho (Hoss et al., 2020).

Segundo o autor tais índices podem variar entre -1 e 1, onde os valores negativos estão relacionados a nuvens, solos e neve, enquanto os valores positivos já demonstram a clorofila e a saúde da cultura identificada.

Os voos foram realizados em diversas altitudes bem como horários distintos também. Para a análise das imagens foi utilizado o teste de Regressão, *Statistica* e o software SISVAR. Onde segundo os autores os melhores resultados se deram em altitudes de 90 e 120 metros, pois os níveis de ruído na imagem eram menores.

Já no artigo **Condições de estresse em áreas de soja a partir de medidas do sistema solo-planta-atmosfera e imagens de VANT** os autores buscavam identificar condições de estresse no cultivo da soja através da captura de imagens por Drones bem como utilizando o Processamento digital de imagens na busca por resultados satisfatórios, onde, os autores ressaltaram que os modelos de cores que demonstram melhores resultados foram HSV e yCbCr aplicados à imagens RGB.

No livro **Uso de veículos aéreos não tripulados (VANT) em agricultura de precisão** os autores trazem uma análise dos principais modelos de Drones bem como os diversos modos de serem utilizados na agricultura de precisão e na aquisição de imagens para o processamento digital e identificação precoce dos problemas nas lavouras. Com sensores e sistemas cada vez mais precisos, a tecnologia tem sido fundamental para o melhoramento do manejo e aumento da produção. Técnicas como utilização de câmeras capazes de gerar ortomosaicos e imagens georreferenciadas facilitam muito o trabalho na hora de gerar resultados, em geral segundo os autores as câmeras usam formatos como EXIF e JPG com compressões mínimas para assim evitar perdas de qualidade, mas essa utilização é particular, já que cada sistema pode trabalhar de um modo diferente, tendo em alguns casos que as imagens sejam redimensionadas ou o formato mudado.

Em **Computação aplicada à agricultura de precisão** os autores buscaram desenvolver um sistema que fosse capaz de realizar o Processamento digital de imagens, onde a base para o desenvolvimento foi o sistema SISCOB da Embrapa, no qual utilizava-se como apoio para o cálculo dos índices de vegetação, e também geração de imagens após serem segmentadas e classificadas. Utilizando tecnologias como Java para o desenvolvimento juntamente com uma API de técnicas de IA conhecida como WEKA muito utilizada na mineração de dados. Já a rede neural utilizada foi a MLP que teve como objetivo classificar pixel a pixel e atribuir a cada um deles uma determinada classe para que ao fim do processamento pudesse ter uma imagem segmentada. Segundo os autores, resultados satisfatórios foram obtidos com o sistema desenvolvido.

No trabalho de conclusão de curso **Acurácia da mosaicagem gerada por veículo aéreo não tripulado utilizado na agricultura de precisão** o autor buscou comparar mosaico, com pontos de controle e sem pontos de controle, através de imagens capturadas por VANT Swinglet da Sensefly. O mesmo não conseguiu identificar divergências entre os dois tipos de mosaico, nas imagens capturadas, utilizando o software Terra 3D. Ou seja, não houve de forma relevante diferenças quando se determina áreas e perímetros com relação aos mosaicos com pontos de controle e mosaicos sem ponto de controle.

Na monografia **Desenvolvimento de um protótipo para análise de imagens aéreas para a agricultura de precisão**, o autor se propôs a desenvolver um protótipo de software que tem como objetivo primário a análise de imagens aéreas, apresentando um foco maior no processamento da variabilidade espacial de uma plantação. Tendo como um de seus objetivos a obtenção de padrões em fotografias coletadas usando parâmetros informados por um usuário de dentro de uma determinada área de uma plantação. Nota-se que a representação visual dos resultados gerados pelo protótipo desenvolvido satisfaz os objetivos propostos.

## 5. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esperamos contribuir com a comunidade acadêmica trazendo ao leitor um compilado das principais técnicas de Inteligência artificial junto ao processamento de imagens que vem sendo aplicadas na agricultura mundial, visando atender às necessidades da produção agrícola brasileira.

Com este estudo foi possível analisar as técnicas de processamento de imagens que vêm sendo adotadas no campo, junto a análise e aplicabilidade da inteligência artificial que vem crescendo a cada dia mais neste nicho, e um deles que buscamos enfoque foi o monitoramento de lavouras. Buscamos então, entender o comportamento de algumas doenças comuns nas principais culturas cultivadas no Brasil, para identificar anomalias precoces decorrentes de pragas que comprometem a produção agrícola.

Para isto foi realizado um estudo da arte, no qual pesquisamos e selecionamos os principais trabalhos já desenvolvidos sobre o tema abordado, para assim realizar uma análise e discussão das principais técnicas que vem sendo aplicadas e os resultados obtidos com cada uma.

Ao final, foi possível entender que cada cultura estudada existe suas peculiaridades, no qual entender as fases de crescimento da planta é fundamental para se aplicar um monitoramento eficaz, na identificação precoce das doenças que afetam cada cultura respectivamente.

Sendo assim, para que se consiga chegar em um resultado ideal, é necessário determinar um correto cálculo dos índices de vegetação para que ao ser realizado o monitoramento com o auxílio dos sensores multiespectrais, e a execução das técnicas já apresentadas de processamento de imagens e visão computacional possa ser identificado através de um algoritmo eficiente, plantas que estejam afetadas por determinadas doenças, agindo assim com maior eficiência no tratamento e manutenção das lavouras.

Esperamos que este trabalho sirva de embasamento e conteúdo para que mais pessoas possam buscar e dar suas contribuições sobre o tema abordado fazendo com que agricultura e a tecnologia estejam cada vez mais alinhadas.

## REFERÊNCIAS

- BARROS, A. S; FARIAS, L. M; MARINHO, J. L. A. Aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) na Caracterização da Cobertura Vegetativa de Juazeiro Do Norte – CE. **Revista Brasileira de Geografia Física**. vol 13, n. 6, 2020.
- BERNARDI, A C. C; NAIME, J. M; RESENDE, Á.V; BASSOI, L. H; INAMASU, R. Y. **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. Brasília, DF: Embrapa, 2014.
- DIAS, W. P. et al. **Nematóides em Soja: Identificação e Controle**. Londrina, PR Abril, 2010.
- EMBRAPA. **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira**. – Brasília, DF: Embrapa, 2018.
- FERRAZ, L. As meloidoginose da soja: passado, presente e futuro. In book: **Relações parasito-hospedeiro nas Meloidoginose da Soja**. Sociedade Brasileira de Nematologia & EMBRAPA, 2001.
- FUNCK, F. C. **Detectando a ferrugem asiática na folha da soja utilizando redes neurais convolucionais**. 2019. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena, 2019.
- GALVÃO, G; CARVALHO, W; ROCHA, W. Visão computacional para detecção de doenças fúngicas na agricultura. **Única Cadernos Acadêmicos**. v. 2,n. 4, 2018. Disponível em: <http://co.unicaen.com.br:89/periodicos/index.php/UNICA/article/view/67>. Acesso em 05 out 2020.
- GALVÃO, G. M. **Acurácia da mosaicagem gerada por veículo aéreo não tripulado utilizado na agricultura de precisão**. Trabalho apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal para graduação em Agronomia, 2014
- GONZALEZ, R. C. E WOODS, R. C. **Processamento digital de imagens**. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.
- GRAEBIN, A; HOPPE, A. **Desenvolvimento de um protótipo para análise de imagens aéreas para a Agricultura de Precisão**. Departamento de Sistemas e Computação – FURB Curso de Ciência da Computação Trabalho de Conclusão de Curso II – 2017.
- HONDA, B; JORGE, L. A. C. Computação aplicada à agricultura de precisão. **Rev. Científica Eletrônica UNISEB**, Ribeirão Preto, vol 1, n.1, p.111-132, jan./jun.2013.



HOSS, D. F. G; LUZ, G. L; LAJUS, C. R; MORETTO, M. A. Imagens áreas multiespectrais para avaliação da cultura do milho. **Agricultura e Ciência Agrotécnica**. vol 44, n. 2020.

JORGE, L. A. C; INAMASU, R. Uso de veículos aéreos não tripulados (VANT) em Agricultura de Precisão. In: BERNARDI, A. C. de C.; NAIME, J. de M.; RESENDE, A. V. de; BASSOI, L. H.; INAMASU, R. Y. (Ed.). **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 109-134.

JUHÁSZ, A.C.P.; PÁDUA, G.P.; WRUCK, D.S.M.; FAVORETO, L.; RIBEIR N.R. Desafios fitossanitários para a produção de soja. **Informe Agropecuário**, vol.34, n.276, p.66-75, 2013.

LEAL, A. J. F; MIGUEL, E. P; BAIO, F. H. R; NEVES, D. C; LEAL, U. A. S. Redes neurais artificiais na predição da produtividade de milho e definição de sítios de manejo diferenciado por meio de atributos do solo. **Jornal Científico de Ciências Agrárias e Ambientais**, Junho de 2015.

MACHADO, M. L; SIMÃO, M. L. R; SIMÃO, F. R; ALEXANDRINO, R. C. S. Condições de estresse em áreas de soja a partir de medidas do sistema solo-planta-atmosfera e imagens de VANT. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, vol. 50, n. 1, 2020. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/61785>. Acesso em: 21 out. 2021.

MARQUES JUNIOR, L. C; COVOLAN, J. A. U. Aplicação de redes neurais profundas para detecção e classificação de plantas daninhas e seu estado da arte. **REGRAD, UNIVEM/Marília-SP**, vol. 11, n. 1, p 391-403, agosto de 2018.

NEUMANN, B. G. **Identificação de doenças na soja utilizando inteligência artificial por meio de análise de imagens**. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade do Vale do Taquari – Univates. Sistema de Informações. Lajeado, 2019.

REGHINI, F. L; CAVICHIOLI, F. A. A utilização de geoprocessamento na agricultura de precisão. **Revista Interface Tecnológica**. vol 17, n. 1, 2020. p.329-339.

REIPS, L; GUBERT, L. C. Drones como ferramenta de apoio para agricultores do Rio Grande do Sul. RUGF. **Revista UFG**. Vol 19, n. 1, 2019.

SILVA, J. F; ASSIS, H. Y. E; BRITOS, A. V; ALMEIDA, N. V. VANT como ferramenta auxiliar na análise da cobertura e uso da terra UAV. In: **X Congresso Brasileiro de Agroinformática**, 2015.

**SILVA, J. F. A. A. Classificação Automática de Imagens Aéreas Multiespectrais para Agricultura de Precisão.** Dissertação. Mestrado em Engenharia Electrotécnica e Computadores. Universidade Nova de Lisboa, fev. 2021

VILLAFUERTE, A; VALADARES, F; CAMPOLINA, A. C. G. F; SILVA, M. G. P.  
Agricultura 4.0: estudo de inovação disruptiva no agronegócio brasileiro. **ISTI/SIMTEC.**  
Aracaju/SE – 19 a 21/09/ 2018. Vol. 9/n.1/ p.150-162.

WAZLAWICK, R. S. **Metodologia de Pesquisa para Ciência da Computação.** 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.