

***Campus São Miguel do Guaporé***  
**Coordenação do Curso Tecnologia em Agrocomputação**

**RONALDO DO CARMO**

**USO DA VISÃO COMPUTACIONAL NA DETECÇÃO DE PRAGAS NA  
CAFEICULTURA EM SÃO MIGUEL DO GUAPORÉ**

SÃO MIGUEL DO GUAPORÉ- RO  
2025

**RONALDO DO CARMO**

**USO DA VISÃO COMPUTACIONAL NA DETECÇÃO DE PRAGAS NA  
CAFEICULTURA EM SÃO MIGUEL DO GUAPORÉ**

Artigo entregue como Trabalho de Conclusão de Curso ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* São Miguel do Guaporé, como requisito parcial para a obtenção do grau de tecnólogo, junto ao curso Superior de Tecnologia em Agrocomputação, sob a orientação do Professor Me. Nephi Moraes de Barros.

SÃO MIGUEL DO GUAPORÉ- RO

2025

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO.

Carmo, Ronaldo do.

Uso da visão computacional na detecção de pragas na cafeicultura em São Miguel do Guaporé / Ronaldo do Carmo. - São Miguel do Guaporé, 2025.

21 f.

Orientador(a): Prof. Me. Nephi Moraes de Barros.

Trabalho de Conclusão de Curso (Superior de Tecnologia em Agrocomputação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, São Miguel do Guaporé, 2025.

1. Visão computacional. 2. Inteligência artificial. 3. Cafeicultura. 4. Detecção de pragas e doenças. 5. Rondônia. I. Barros, Nephi Moraes de (orient.). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. III. Título.


**Bibliotecário(a) Responsável:** Roseni Santos Rodrigues, CRB-11/916

**RONALDO DO CARMO**

**USO DA VISÃO COMPUTACIONAL NA DETECÇÃO DE PRAGAS NA  
CAFEICULTURA EM SÃO MIGUEL DO GUAPORÉ**


Artigo entregue como Trabalho de Conclusão de Curso ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), Campus São Miguel do Guaporé, como requisito parcial para obtenção do grau de tecnólogo, junto ao curso Superior de Tecnologia em Agrocomputação, sob a orientação do Professor Me. Nephi Moraes de Barros.

Aprovado em: 04/12/2025 pela banca examinadora.

Documento assinado digitalmente  
 **NATHAN WESLEY SANTOS SILVA**  
Data: 11/12/2025 21:39:59-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


---

Membro da Banca - Nathan Wesley Santos Silva

Documento assinado digitalmente  
 **FABIANA BOTTEGA BALEM**  
Data: 11/12/2025 22:45:54-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Membro da Banca - Fabiana Bottega Balem

Documento assinado digitalmente  
 **NEPHI MORAES DE BARROS**  
Data: 11/12/2025 21:31:47-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Orientador - Prof. Me. Nephi Moraes de Barros

# USO DA VISÃO COMPUTACIONAL NA DETECÇÃO DE PRAGAS NA CAFEICULTURA EM SÃO MIGUEL DO GUAPORÉ

## RESUMO

Este trabalho apresenta uma análise bibliográfica sobre o uso da visão computacional, associada à inteligência artificial, na detecção precoce de pragas e doenças que afetam a cafeicultura no estado de Rondônia. A pesquisa foi conduzida em diferentes bases de dados, utilizando critérios de busca, inclusão e exclusão previamente definidos, com foco em estudos publicados entre 2020 e 2025. Os resultados mostram que, embora a aplicação dessas tecnologias esteja em expansão na agricultura, ainda há um número limitado de pesquisas voltadas especificamente para o contexto rondoniense e amazônico. Entre os trabalhos identificados, destacam-se aqueles que demonstram a alta precisão de modelos baseados em aprendizado de máquina e redes neurais convolucionais na classificação de imagens de folhas de cafeeiro. Observou-se também que, apesar da relevância econômica do café em Rondônia e da incidência significativa de pragas na região, há lacunas importantes na produção científica local. Conclui-se que a visão computacional representa uma ferramenta promissora para o monitoramento fitossanitário, reforçando a necessidade de novos estudos, bases de dados regionais e validações em campo que ampliem o uso dessas tecnologias na agricultura rondoniense.

**PALAVRAS-CHAVE:** Visão computacional; Inteligência artificial; Cafeicultura; Detecção de pragas e doenças; Rondônia.

## ABSTRACT

This study presents a bibliographic analysis of the use of computer vision, combined with artificial intelligence, for the early detection of pests and diseases affecting coffee crops in the state of Rondônia, Brazil. The research was conducted across multiple scientific databases, using previously defined search, inclusion, and exclusion criteria, focusing on studies published between 2020 and 2025. The results show that, although these technologies are increasingly applied in agriculture, there is still a limited number of studies specifically addressing the Amazonian and Rondonian context. Among the identified works, those demonstrating the high accuracy of machine learning models and convolutional neural networks in classifying coffee leaf images stand out. The findings also reveal that, despite the economic importance of coffee production in Rondônia and the significant incidence of pests in the region, there are notable gaps in local scientific production. It is concluded that computer vision is a promising tool for phytosanitary monitoring, reinforcing the need for further studies, regional image datasets, and field validations that may expand the application of these technologies in Rondonian agriculture.

**KEYWORDS:** Computer vision; Artificial intelligence; Coffee cultivation; Pest and disease detection; Rondônia.

# 1 INTRODUÇÃO

A aplicação da visão computacional na agricultura tem se destacado como uma solução inovadora para promover práticas mais eficientes, precisas e sustentáveis no campo. Utilizando câmeras, drones e sensores, essa tecnologia viabiliza a coleta e análise de dados visuais do ambiente agrícola, contribuindo para o monitoramento de culturas, a detecção de pragas e doenças e a tomada de decisões mais embasadas.

Nesse contexto, a visão computacional surge como um ramo da inteligência artificial dedicado à interpretação automatizada de informações visuais. Por meio de técnicas avançadas de análise de imagens digitais, aliadas a modelos matemáticos e algoritmos capazes de simular aspectos da percepção humana, assim, tornando possível a identificação de padrões, o reconhecimento de objetos e a geração de diagnósticos com base nos dados coletados no campo.

Ademais, a visão computacional possui um valor acessível e se tornou hoje uma realidade, especialmente com o avanço do hardware de baixo custo e o acesso às bibliotecas *open-source*, para pequenos e médios produtores, mediante as quais, é possível montar soluções eficientes sem grandes investimentos, ou seja, o uso de equipamentos tecnológicos, tais como os drones, aliados à visão computacional, têm revolucionado a agricultura moderna, permitindo um monitoramento aéreo eficiente, abrangente e de baixo custo.

Também é importante ressaltar que, durante o Seminário de Gestão e Tecnologia para o Agro (SGTA 2024), realizado no IFRO – Campus São Miguel do Guaporé, RO, evento em que os estudantes do último período do curso superior em Agrocomputação apresentaram palestras sobre inovações para o setor, foi exposto um trabalho cujo tema tratava do uso da visão computacional na agricultura. A partir dessa apresentação, emergiu o interesse em contribuir de forma significativa, investigando o que tem sido desenvolvido e pesquisado no âmbito da otimização de processos e da automatização de tarefas, com o intuito de favorecer melhorias na rotina dos cafeicultores do estado de Rondônia.

Diante do exposto, faz-se necessário salientar que o estado de Rondônia é um dos maiores produtores de café do Brasil e ocupa uma posição de destaque na região norte, isto é, de acordo com o site Globo Rural (2024) a unidade federativa aparece em 5º lugar em produção total (somando-se as espécies *arábica* e *robusta*), com cerca de 2,54 milhões de sacas na safra de 2024/25, entretanto, ocupa a 2ª posição nacional da espécie *robusta/canephora*, com cerca de 194 mil toneladas produzidas anualmente.

Adicionalmente, a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) estimou, para a safra de 2024, uma produção de 2,73 milhões de sacas de café *conilon (robusta)*, com rendimento médio de 50,8 sacas por hectare. Não somente isso, mas também, de acordo com informações disponibilizadas pela Emater-RO (Entidade Autárquica de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Rondônia), o estado bateu o recorde histórico de 35.056 toneladas exportadas no ano de 2024.

Apesar do contexto exposto previamente, os cafeicultores da região enfrentam diuturnamente a presença de alguns tipos de pragas e doenças, dentre as quais, de acordo com Costa *et al.* (2002), tem-se: a broca-do-café (*hypothenemus hampei*), o ácaro-vermelho (*oligonychus ilicis*), o bicho-mineiro (*leucoptera coffeella*), a lagarta dos cafezais (*eacles imperialis*) e as cochonilhas (verde, branca, roseta e ortézia).

Diante desse cenário, emergiu o interesse em investigar como a visão computacional, associada à inteligência artificial, vem sendo empregada na detecção precoce das principais pragas e doenças que incidem sobre a cafeicultura no estado de Rondônia.

Com base nesse interesse emergente, tornou-se necessário definir um percurso metodológico capaz de identificar, de maneira sistemática, o que tem sido produzido cientificamente sobre o uso da visão computacional e da inteligência artificial na detecção de pragas e doenças na cafeicultura rondoniense. Para isso, elaborou-se uma pesquisa bibliográfica orientada por critérios de busca bem delimitados, empregados em bases de dados nacionais e internacionais. O objetivo principal consistiu em localizar estudos que articulassem diretamente a temática da agricultura digital com os desafios fitossanitários enfrentados pelos produtores de café na região Amazônica, especialmente no estado de Rondônia.

Nesse sentido, este trabalho foi organizado para apresentar o tema de forma clara e progressiva. Primeiro, são expostos os conceitos básicos sobre visão computacional e as principais pragas e doenças que afetam a cafeicultura em Rondônia. Depois, descreve-se como a pesquisa foi realizada, mostrando as bases consultadas e os critérios usados para selecionar os estudos. Na sequência, são apresentados os resultados encontrados e discutidos os pontos mais relevantes.

## **2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

A presente seção reúne os principais conceitos e bases teóricas que sustentam a discussão proposta neste trabalho. Inicialmente, aborda-se a visão computacional, apresentando seus fundamentos, aplicações em diferentes áreas e seu papel crescente na agricultura, especialmente na detecção de pragas e doenças. Em seguida, são introduzidas as tecnologias e

ferramentas que dão suporte a essa área, como a linguagem *Python* e a biblioteca *OpenCV*, destacando sua importância para o processamento de imagens. Por fim, são expostas as principais pragas que afetam a cafeicultura em Rondônia, contextualizando os desafios enfrentados pelos produtores e evidenciando a relevância de soluções tecnológicas para o monitoramento fitossanitário das lavouras.

## 2.1 VISÃO COMPUTACIONAL

### 2.1.1 FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES MULTISSECTORIAIS

A visão computacional tem se consolidado como uma tecnologia essencial na automação de processos visuais, permitindo que máquinas *vejam* e interpretem imagens com o objetivo de auxiliar ou substituir a análise humana em diversas aplicações. No contexto da agricultura, essa tecnologia é empregada para monitorar lavouras, identificar falhas no plantio, classificar objetos visuais e auxiliar na tomada de decisões com maior precisão. Seu funcionamento baseia-se na capacidade de processar imagens digitais por meio de algoritmos que reconhecem padrões, cores, formas e texturas, muitas vezes de maneira mais rápida e precisa do que o olhar humano.

Assim, de acordo com Cavalli e Guadagnin (2021), a visão computacional utiliza métodos voltados à extração de informações relevantes a partir de imagens, possibilitando a segmentação em regiões distintas, como o fundo e os elementos de interesse. Essa abordagem permite ao sistema computacional identificar padrões e anomalias que poderiam passar despercebidos pela observação humana.

Nesse sentido, um dos fundamentos dessa técnica é a representação da imagem nos canais de cor vermelho, verde e azul (Red, Green, Blue - RGB), que serve como base para o processamento e a análise das informações visuais.

De acordo com Gonzales e Woods (2010, apud Cavalli e Guadagnin, 2021, p. 496):

Não existem limites claros se considerarmos uma linha contínua com o processamento de imagens em um extremo e a visão computacional no outro. No entanto, um paradigma útil seria levar em consideração três tipos de processos computacionais nessa linha contínua: processos de níveis baixo, médio e alto. [...] Por fim, o processamento de nível alto envolve 'dar sentido' a um conjunto de objetos reconhecidos, como na análise de imagens e, no extremo dessa linha contínua, realizar as funções cognitivas normalmente associadas à visão.

Complementando essa perspectiva, Santos et al. (2020) destacam que a visão computacional constitui um ramo da inteligência artificial voltado à interpretação automatizada de imagens digitais, sendo capaz de simular, por meio de algoritmos e modelos matemáticos, a percepção visual humana. Essa tecnologia tem se revelado estratégica na modernização de diversos setores, pois viabiliza a análise visual em larga escala, com elevada precisão e em tempo reduzido, contribuindo significativamente para a otimização de processos e a redução de erros.

Como exemplo, no setor da saúde, por exemplo, é amplamente aplicada na interpretação de exames médicos, promovendo diagnósticos mais rápidos e precisos. Na segurança pública, sistemas de vigilância inteligente baseados em reconhecimento facial auxiliam na prevenção de crimes e na identificação de suspeitos. Na indústria, a tecnologia é empregada no controle de qualidade automatizado, permitindo a detecção eficiente de falhas e defeitos em produtos.

Outrossim, o setor de transportes também tem sido beneficiado, especialmente com o desenvolvimento de veículos autônomos, que utilizam visão computacional para reconhecer obstáculos, interpretar sinalizações e tomar decisões em tempo real. No campo do comércio e do varejo, algoritmos visuais impulsionam sistemas de autoatendimento, rastreamento de comportamento do consumidor e gerenciamento inteligente de estoques. Já no entretenimento, a tecnologia contribui para a criação de efeitos visuais realistas e para a captura precisa de movimentos em produções cinematográficas e jogos digitais.

Especificamente na agricultura, Santos et al. (2020) ressaltam que a visão computacional exerce papel central na agricultura digital, sendo utilizada na detecção precoce de pragas e doenças, no monitoramento do desenvolvimento das lavouras e na análise não destrutiva da qualidade dos produtos.

Complementarmente, associada a veículos aéreos não tripulados (VANTs), como drones, essa tecnologia permite o acompanhamento contínuo e detalhado das plantações, promovendo a aplicação dos princípios da agricultura de precisão. Além disso, favorece a operação autônoma de máquinas e equipamentos agrícolas, a partir da análise de imagens capturadas por câmeras embarcadas em tratores, robôs ou drones.

Não obstante, os principais desafios enfrentados nesse contexto envolvem a identificação e categorização de padrões visuais, como frutos, animais ou sinais de doenças e infestações, o que exige o desenvolvimento de soluções computacionais robustas e adaptadas às variabilidades do ambiente agrícola.

Por conseguinte, a visão computacional, tecnologia derivada do campo do *deep learning*, tem atraído atenção pelo seu uso em diversos setores, especialmente pela sua

capacidade de replicar o funcionamento da visão humana com maior precisão. Ela permite diagnosticar situações que anteriormente dependiam exclusivamente da percepção humana, oferecendo a vantagem de identificar detalhes que poderiam passar despercebidos.

Em função disso, essa tecnologia tem se destacado em diferentes áreas do conhecimento, proporcionando benefícios significativos, como a análise de imagens e a automação de processos. Na agricultura, setor crucial para a economia brasileira, a visão computacional surge como uma ferramenta estratégica, alinhando-se aos avanços da Indústria 4.0. Ela possibilita a coleta e análise de dados biológicos por meio de sistemas inteligentes, contribuindo para a otimização de processos e aumento da eficiência, especialmente em territórios vastos e cadeias produtivas complexas. Isso representa uma grande evolução para o setor agrícola, que, em um cenário de crescimento constante, busca modernizar-se e adotar soluções tecnológicas para melhorar a produtividade e sustentabilidade.

## 2.1.2 PYTHON NO PROCESSAMENTO DE IMAGENS

A compreensão dos fundamentos da visão computacional é essencial para o desenvolvimento de sistemas eficientes, e a linguagem de programação Python desempenha um papel fundamental nesse contexto. Dentre as diversas linguagens utilizadas, Python se destaca por seu elevado poder computacional e sua ampla aplicabilidade no processamento de imagens e dados.

Sua natureza de código aberto (*Open Source*) permite seu uso gratuito, o que contribui para sua crescente adoção em diversas áreas da ciência e tecnologia, substituindo ferramentas comerciais, como o MATLAB. A simplicidade e a acessibilidade de sua sintaxe tornam a linguagem atraente tanto para iniciantes quanto para profissionais experientes, sem comprometer a capacidade de executar tarefas complexas.

Além disso, Python tem se consolidado como uma das linguagens mais populares, especialmente em áreas como aprendizado de máquina, inteligência artificial e análise de dados, conforme evidenciado por rankings atualizados, como os disponibilizados pelo Geeks for Geeks. A popularização de Python também impulsionou o desenvolvimento de diversas bibliotecas especializadas, que ampliam as funcionalidades da linguagem e tornam possível a execução de tarefas avançadas, consolidando-a como uma ferramenta essencial no campo da visão computacional (Cavalli e Guadagnin, 2021).

### 2.1.3 *OPENCV*: A BIBLIOTECA ESSENCIAL PARA VISÃO COMPUTACIONAL

No âmbito da computação moderna, diversas linguagens de programação estão disponíveis para o desenvolvimento de sistemas, mas muitas vezes as operações específicas requerem bibliotecas especializadas. A *OpenCV* (*Open Source Computer Vision Library*) é uma dessas bibliotecas que se destaca no campo da visão computacional devido à sua eficiência e versatilidade.

Diante desse cenário, ela oferece uma vasta gama de funcionalidades para o processamento de imagens, permitindo o desenvolvimento de sistemas que possibilitam que máquinas interpretem imagens com alta precisão. Essa capacidade de "enxergar" vai além da simples captura de imagens, permitindo ainda a correção de falhas originadas por erros humanos ou outras inteligências artificiais.

Focada exclusivamente em operações de processamento de imagem, a *OpenCV* inclui recursos como extração de cores, análise de pixels e segmentação de objetos, permitindo que padrões visuais antes imperceptíveis ao olho humano se tornem evidentes. Esses recursos tornam a *OpenCV* uma ferramenta poderosa para detectar inconsistências em imagens, como falhas na germinação de culturas agrícolas, como o milho (Cavalli e Guadagnin, 2021).

## 2.2 PRAGAS DO CAFÉ

### 2.2.1 PRINCIPAIS PRAGAS NA CAFEICULTURA DE RONDÔNIA

As condições edafoclimáticas predominantes em Rondônia são favoráveis ao cultivo do café, posicionando o estado como o quinto maior produtor de café do Brasil e o segundo na produção de *Coffea canephora*, variedade Conilon. Apesar do elevado potencial agrícola da cultura no estado, diversos fatores comprometem a produtividade das lavouras, sendo as pragas e doenças um dos principais entraves.

Entre os artrópodes-praga mais relevantes destacam-se a broca-do-café (*Hypothenemus hampei*), reconhecida como a principal praga da cultura na região amazônica e responsável por perdas significativas na produção do café Conilon, o ácaro-vermelho (*Oligonychus ilicis*), classificado como a segunda praga de maior impacto na região e o bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*), cuja presença tem sido observada em infestações elevadas em determinadas lavouras. Além disso, a lagarta-dos-cafezais (*Eacles imperialis*) tem causado danos recorrentes em plantações localizadas no município de Cacoal (RO) e em áreas adjacentes. Também há registro

do surgimento de pragas emergentes que despertam preocupação, como determinadas espécies de cochonilhas e a lagarta-das-rosetas (Costa *et al.*, 2015).

### 2.2.2 BROCA-DO-CAFÉ – *HYPOTHENEMUS HAMPEI*

A broca-do-café é considerada a praga de maior relevância econômica para a cafeicultura em Rondônia, uma vez que a maioria das lavouras no estado é composta por *Coffea canephora*, especialmente do tipo Conilon, ambas altamente suscetíveis ao ataque desse inseto (Costa *et al.*, 2015).

Ainda segundo Costa *et al.* (2015), a praga retrocitada é responsável por prejuízos significativos na produtividade, sobretudo em lavouras de café Conilon cultivadas em áreas de baixa altitude e submetidas a altas temperaturas, condições que favorecem o desenvolvimento do inseto.

Além disso, a broca-do-café infesta frutos em diferentes estágios de maturação (verdes, maduros e secos), ocasionando danos diretos e indiretos, muitos dos quais de difícil detecção. Entre os prejuízos observados estão a redução no peso do café beneficiado, em decorrência da destruição das sementes pelas larvas, a depreciação da qualidade do produto, a queda prematura de frutos perfurados, o apodrecimento das sementes em frutos infestados, a inviabilidade do uso dos frutos afetados para a produção de sementes e, conseqüentemente, a perda de competitividade no mercado externo.

No caso de frutos de menor porte, popularmente conhecidos como “chumbinhos”, com alto teor de umidade, ou mesmo em frutos de maior tamanho, cujos cotilédones ainda se encontram em estado quase líquido, o principal dano provocado pela broca-do-café refere-se à queda prematura desses frutos, resultando em uma redução expressiva na quantidade de grãos maduros colhidos. Contudo, os prejuízos mais severos ocorrem quando as fêmeas infestam frutos em estágios de desenvolvimento verde ou maduro, fase na qual perfuram o grão, escavam galerias no seu interior e realizam a oviposição.

Por fim, vale destacar que a intensidade das infestações pode ser modulada por diversos fatores, como condições climáticas, práticas de colheita, sombreamento, densidade de plantio e altitude. Em Rondônia, por exemplo, no auge da colheita do café (maio/2000), foram verificadas altas infestações, que variaram de 33,59% a 40,87%, níveis comprometedores para a produtividade e qualidade do café (Costa *et al.*, 2015, p. 258).

### 2.2.3 ÁCARO-VERMELHO – *OLIGONYCHUS ILICIS*, ACARI: TETRANYCHIDAE

O ácaro-vermelho é apontado como uma das principais pragas que afetam a cafeicultura em Rondônia, sendo considerado o segundo organismo fitófago de maior impacto sobre os cultivos de Conilon, ficando atrás apenas da broca-do-café em termos de importância econômica (Costa *et al.*, 2015).

Segundo os autores, esse ácaro estabelece-se predominantemente na face adaxial das folhas do cafeeiro. Trata-se de um organismo de dimensões reduzidas, medindo cerca de 0,5 mm de comprimento, com coloração alaranjada e manchas escuras distribuídas pelo corpo. Os ovos apresentam coloração vermelha intensa, formato esférico levemente achatado e um brilho característico.

Apesar do pequeno tamanho, o ácaro pode ser visualizado a olho nu, especialmente quando está em movimento. No entanto, sua observação torna-se mais eficaz com o uso de instrumentos de ampliação, como lupas ou lentes de aumento (Costa *et al.*, 2015).

É comum que folhas infestadas apresentem teias finas e esbranquiçadas, produzidas pelos próprios ácaros, às quais se aderem partículas de poeira e detritos. Esse acúmulo confere às folhas um aspecto sujo, o que pode ser um dos primeiros sinais visíveis de infestação. A infestação, em geral, ocorre em reboleiras. No entanto, na ausência de controle adequado e sob condições ambientais favoráveis, como períodos prolongados de seca, pode disseminar-se por toda a lavoura, aumentando significativamente os prejuízos (Costa *et al.*, 2015).

Entre os principais sintomas, destacam-se a queda de folhas em casos de infestações severas e os danos em plantas jovens, cujas folhas novas surgem pequenas, deformadas e com crescimento comprometido. Tais impactos podem comprometer a produtividade da lavoura (Costa *et al.*, 2015).

### 2.2.4 LAGARTA-DOS-CAFEZAIIS – *EACLES IMPERIALIS*, LEPIDOPTERA SATURNIIDAE

Os danos provocados pelas lagartas são consideráveis, especialmente na porção superior da copa das plantas. Isso ocorre devido ao elevado número de indivíduos por planta, que pode chegar a 150, e ao seu grande porte, com exemplares que atingem até 12 cm de comprimento.

A oviposição da lagarta-dos-cafezais ocorre sobre as folhas do cafeeiro. A partir dessas folhas, emergem as larvas, que iniciam a alimentação foliar, comprometendo o desenvolvimento da planta (Costa *et al.*, 2015).

Ainda segundo o autor, observações realizadas em lavouras do estado de Rondônia indicaram a presença de gerações sobrepostas durante os períodos intermediários do ano. Além disso, foram identificados dois picos sazonais bem definidos de infestação: o primeiro entre os meses de março e maio e o segundo de setembro a novembro.

#### 2.2.5 BICHO-MINEIRO – LEUCOPTERA COFFEELLA, LEPIDOPTERA LYONETIIDAE

Embora o café Conilon (*Coffea canephora*) apresente tolerância natural ao ataque do bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*), em Rondônia têm sido registradas infestações elevadas em determinadas lavouras, o que levanta preocupações quanto ao potencial aumento da importância econômica dessa praga na região. Costa *et al.*, 2015).

Ainda de acordo com o autor, o dano é provocado pela penetração da lagarta no interior das folhas, onde se instala entre as duas epidermes, alimentando-se do parênquima e formando galerias características, chamadas "minas", razão do nome comum da praga. A incidência do bicho-mineiro está relacionada a múltiplos fatores, entre os quais se destacam as condições climáticas, além disso, a ausência de inimigos naturais pode favorecer o aumento populacional da praga.

#### 2.2.6 COCHONILHAS

As cochonilhas representam, em sua maioria, uma preocupação significativa para a agricultura por atuarem como ectoparasitas em plantas cultivadas, afetando tanto suas partes aéreas quanto subterrâneas.

No Estado de Rondônia, têm sido observados surtos desses insetos que, anteriormente, ocorriam de forma esporádica, mas que, nos últimos anos, vêm se tornando mais frequentes e com maior intensidade nas regiões produtoras de café (Costa *et al.*, 2015).

O autor também indica que foram relatadas a ocorrência e a densidade populacional da cochonilha-da-roseta (*Planococcus citri*) e da cochonilha-verde (*Coccus viridis*) no estado de Rondônia. Contudo, segundo ele, ainda são limitadas as informações disponíveis sobre essas pragas e as estratégias de manejo adequadas para seu controle na região.

#### 2.2.7 LAGARTA-DAS-ROSETAS LEPIDOPTERA: PYRALIDAE

Nos cafezais rondonienses, essa lagarta tem sido observada com frequência e embora sua ocorrência não seja uniforme em todos os plantios, diversas lavouras têm sido afetadas, revelando um padrão de infestação localizado, porém recorrente (Costa *et al.*, 2015).

Os indivíduos apresentam coloração castanho-escuro e formam pequenos agrupamentos. Eles se abrigam sob uma teia de seda produzida pelas próprias lagartas, localizada entre os frutos e nas rosetas do cafeeiro, o que dificulta a visualização imediata da praga.

Segundo o autor, um dos principais indícios da presença da lagarta-das-rosetas é a formação de emaranhados com restos da floração. Esse sintoma costuma ser um dos primeiros sinais perceptíveis de infestação em campo, ademais, a presença da praga pode ser observada ao longo de todo o ciclo produtivo da planta. Desde a emissão dos botões florais até os períodos próximos à colheita.

### **3 METODOLOGIA**

O presente trabalho tem por objetivo investigar de que forma a visão computacional, aliada à inteligência artificial, tem sido aplicada na detecção precoce das principais doenças que afetam a cafeicultura no estado de Rondônia. Para isto lançou-se mão de uma pesquisa bibliográfica, pois:

A pesquisa bibliográfica, ou de fontes secundárias, abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, material cartográfico etc. (Lakatos e Marconi, 2025, p. 183).

Isto posto, com base na natureza do trabalho proposto, que visa investigar o que foi produzido cientificamente sobre a detecção de doenças mediante a utilização da visão computacional aliada à inteligência artificial, optou-se por pesquisar nas seguintes bases de dados Google Acadêmico, Portal de Periódicos da CAPES, plataforma SciELO, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, Repositório Institucional da Universidade Federal de Rondônia (UNIR) e o Repositório Institucional do Instituto Federal de Rondônia (IFRO).

Para a realização da pesquisa, foram utilizados os seguintes termos adequados aos operadores booleanos destacados: ("visão computacional" OR "processamento de imagem") AND ("café" OR "cafeicultura") AND ("inteligência artificial" OR "IA") AND ("Rondônia"

OR “Amazônia”) AND (“pragas” OR “doenças”) e com um corte temporal dos últimos cinco anos, ou seja, de 2020 até o ano de 2025.

Adicionalmente, estabeleceram-se, como critérios de inclusão os trabalhos que tratavam da cafeicultura e de suas respectivas doenças e/ou pragas, visão computacional e inteligência artificial no estado de Rondônia e/ou na Amazônia, ademais, adotou-se como critérios de exclusão os trabalhos que não continham os termos previamente citados, que falavam sobre outros tipos de cultura ou que não mencionavam o uso de tecnologias no campo.

É mister ressaltar que “a pesquisa bibliográfica não é mera repetição do que já foi dito ou escrito sobre certo assunto, mas propicia o exame de um tema sob novo enfoque ou abordagem, chegando a conclusões inovadoras.” (Lakatos e Marconi, 2025, p. 183), portanto, os critérios de inclusão e exclusão utilizados forneceram os insumos necessários para a realização da análise do problema proposto, o qual consiste em saber como o uso da visão computacional e o aprendizado de máquina tem contribuído para a detecção automática e precisa das principais pragas e doenças que assolam a cafeicultura no estado de Rondônia.

Com base nos critérios de busca, inclusão e exclusão previamente estabelecidos, foi possível selecionar e analisar um conjunto de trabalhos relevantes que investigam a aplicação da visão computacional e da inteligência artificial na detecção de doenças e pragas na cafeicultura de Rondônia. A seguir, apresentam-se os resultados obtidos a partir dessa análise, discutindo-se as principais tendências, contribuições, limitações e lacunas identificadas na literatura, de modo a evidenciar como essas tecnologias têm sido empregadas no monitoramento e na proteção das plantações de café no estado.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A presente seção reúne e analisa os resultados obtidos a partir das buscas realizadas nas diferentes bases de dados selecionadas para este estudo. O objetivo é apresentar, de forma organizada, os trabalhos encontrados, indicando sua relevância para a temática investigada e discutindo como cada um deles contribui para o entendimento do uso da visão computacional e da inteligência artificial no monitoramento de pragas e doenças da cafeicultura.

Para isso, a seção está estruturada em subseções que descrevem os resultados provenientes de cada plataforma consultada, destacando inicialmente as buscas realizadas no Google Acadêmico e, em seguida, os achados nos Portais de Periódicos da CAPES, na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, no Catálogo de Teses e Dissertações da

CAPES, na Plataforma SciELO e nos repositórios institucionais da UNIR e do IFRO. Ao final, busca-se oferecer uma visão ampla do panorama atual das pesquisas relacionadas ao tema.

#### 4.1 Google Acadêmico

Na pesquisa realizada no Google Acadêmico, foram retornados sessenta e um resultados, dentre os quais apenas dois se encaixavam nos critérios estabelecidos previamente.

Quadro 1 – Resultados Google Acadêmico

Título	Autor	Palavras-chave	Ano	Instituição de Ensino Superior / Revista	Tipo de Trabalho
APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE MACHINE LEARNING NA DETECÇÃO DE PRESENÇA DE DOENÇAS NA FOLHA DO CAFEIEIRO	LUCIANO RODRIGO FERREIRA	Café, Machine Learning, MatLab, Doenças, Vocabulário, Banco, Imagens	UBERABA-MG 2020	UNIUBE UNIVERSIDADE DE UBERABA	Dissertação
IDENTIFICAÇÃO DE BICHO-MINEIRO E DE FERRUGEM NO CAFEIEIRO UTILIZANDO PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS E REDES NEURAI CONVOLUCIONAIS	Charly Braga Ventura; Érick Oliveira Rodrigues; Vanessa Andaló Mendes de Carvalho; Sandro Carvalho Izidoro.	Deep Learning, Visão Computacional, Rede Neural Convolucional, Leucoptera Coffeella, Hemileia Vastatrix.	2024	Revista de estudos interdisciplinares	Artigo

Fonte: elaboração própria (2025)

Os resultados encontrados incluem o trabalho de Ferreira (2020), que destaca a rápida expansão das tecnologias digitais em diversas áreas da vida humana, incluindo a agricultura. Segundo o autor, o monitoramento agrícola mediado por soluções tecnológicas tem oferecido a profissionais do campo uma análise mais detalhada e precisa das lavouras, contribuindo para a

identificação precoce de problemas e para a adoção de estratégias preventivas que evitam prejuízos maiores.

Além disso, o autor ressalta que a análise automatizada de imagens permite identificar padrões e semelhanças entre diferentes amostras, possibilitando a distinção entre múltiplas doenças, tanto em folhas de cafeeiro quanto em outras culturas. Essa identificação mais precisa orienta a escolha das estratégias de tratamento mais adequadas, seja por meio do uso de defensivos, de práticas agrônômicas específicas ou de outras intervenções técnicas.

Outro estudo identificado foi o de Ventura *et al.* (2024), que abordou o uso de técnicas de Visão Computacional e Redes Neurais Convolucionais para identificar duas das principais ameaças à cafeicultura: o bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*) e a ferrugem (*Hemileia vastatrix*). Os autores contextualizam a relevância do café no cenário nacional e internacional e destacam como pragas e doenças impactam diretamente a produtividade e a qualidade dos grãos. Nesse sentido, reforçam que soluções baseadas em inteligência artificial têm se mostrado alternativas promissoras para aprimorar o monitoramento fitossanitário, reduzir falhas humanas e agilizar processos de avaliação no campo.

O estudo desenvolveu uma ferramenta computacional capaz de classificar automaticamente imagens de folhas de cafeeiro, aplicando arquiteturas de *Deep Learning* para diferenciar amostras saudáveis daquelas afetadas por doenças. Os resultados alcançados demonstraram elevada precisão, com acurácia variando entre 97% e 99,67%, desempenho superior ao de outros trabalhos que utilizaram bases de dados semelhantes. Os autores concluem que abordagens desse tipo podem contribuir significativamente para a tomada de decisão no manejo agrícola, oferecendo diagnósticos mais rápidos, padronizados e eficientes, além de reduzir custos operacionais associados às práticas de inspeção manual.

## 4.2 Portal de Periódicos da CAPES

Na pesquisa realizada no Portal de Periódico da CAPES, foram retornados cento e dez resultados, dentre os quais apenas um se encaixava nos critérios estabelecidos previamente, entretanto este já havia aparecido na busca realizada anteriormente na ferramenta digital Google Acadêmico.

Quadro 2 – Resultados Portal de Periódicos da CAPES

Título	Autor	Palavras-chave	Ano	Instituição de Ensino Superior	Tipo de Trabalho
--------	-------	----------------	-----	--------------------------------	------------------

IDENTIFICAÇÃO DE BICHO- MINEIRO E DE FERRUGEM NO CAFEEIRO UTILIZANDO PROCESSAMENT O DIGITAL DE IMAGENS E REDES NEURAI S CONVOLUCIONA IS	Charly Braga Ventura Universidade Federal de Itajubá Érick Oliveira Rodrigues Universidade Tecnológica Federal do Paraná Vanessa Andaló Mendes de Carvalho Universidade Federal de Uberlândia Sandro Carvalho Izidoro Universidade Federal de Itajubá	: Deep Learning, Visão Computaciona l, Rede Neural Convoluciona l, Leucoptera Coffeella, Hemileia Vastatrix.	2024	Revista de Estudos Interdisciplinar es	Artigo
--	--	---	------	---	--------

Fonte: elaboração própria (2025)

#### 4.3 Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações

Na pesquisa realizada na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, foram retornados três resultados, porém nenhum se encaixou nos critérios estabelecidos previamente.

#### 4.4 Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES

Na pesquisa realizada no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, nenhum resultado foi retornado.

#### 4.5 Plataforma SciELO

Na pesquisa realizada na Plataforma SciELO, foram retornados vinte e dois resultados, porém nenhum se encaixou nos critérios estabelecidos para este trabalho.

#### 4.6 Repositório Institucional da UNIR

Na pesquisa realizada no repositório institucional da UNIR, nenhum resultado foi retornado.

#### 4.7 Repositório Institucional do IFRO

Na pesquisa realizada no repositório institucional do IFRO, nenhum resultado foi retornado.

### 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS OU CONCLUSÃO

A partir da análise realizada, foi possível observar que o uso da visão computacional associada à inteligência artificial representa um campo promissor para o monitoramento fitossanitário da cafeicultura, sobretudo no estado de Rondônia. O levantamento bibliográfico efetuado em múltiplas bases de dados demonstrou que, embora o tema seja amplamente discutido em âmbito nacional e internacional, ainda existem poucas produções científicas que tratam especificamente da detecção automática de pragas e doenças em lavouras rondonienses por meio dessas tecnologias.

Entre os estudos encontrados, destacam-se principalmente o trabalho de Ferreira (2020) e o de Ventura *et al.* (2024), ambos evidenciando a capacidade da visão computacional de identificar padrões em imagens e distinguir sinais de doenças com elevada precisão. Essas pesquisas reforçam que técnicas como o aprendizado de máquina e as redes neurais convolucionais podem aprimorar significativamente o processo de diagnóstico, oferecendo soluções mais rápidas, padronizadas e eficientes quando comparadas à inspeção visual tradicional. No entanto, o número reduzido de estudos direcionados ao contexto amazônico demonstra que o potencial da tecnologia ainda é subaproveitado na região.

A literatura consultada também confirma que Rondônia possui um cenário agrícola que demanda fortemente soluções inovadoras. O estado se destaca nacionalmente pela produção de *Coffea canephora*, mas enfrenta pressões constantes de pragas como broca-do-café, ácaro-vermelho, bicho-mineiro, cochonilhas e lagartas de diferentes espécies. Esses problemas fitossanitários têm impacto direto sobre a produtividade e a qualidade dos grãos, o que torna ainda mais urgente a adoção de ferramentas tecnológicas capazes de apoiar o manejo integrado de pragas e doenças.

Diante desse panorama, os resultados obtidos permitem afirmar que a visão computacional, apoiada por linguagens como *Python* e bibliotecas como a *OpenCV*, oferece recursos relevantes para a automação da análise de imagens e para o desenvolvimento de sistemas inteligentes voltados à cafeicultura. Tais ferramentas se mostram especialmente

promissoras quando integradas ao uso de drones e sensores, ampliando o alcance e a eficácia do monitoramento das lavouras.

Contudo, o estudo também evidenciou uma lacuna importante: há escassez de pesquisas aplicadas especificamente à realidade de Rondônia e ao bioma amazônico. Esse vazio científico abre espaço para futuras investigações que considerem as particularidades ambientais da região, bem como o comportamento das pragas sob condições edafoclimáticas locais. Além disso, há necessidade de construção de bases de dados regionais e de experimentos em campo que validem modelos de detecção automática em diferentes estágios de desenvolvimento da cultura.

Assim, conclui-se que a visão computacional representa uma alternativa viável e estratégica para fortalecer a cafeicultura rondoniense, especialmente no enfrentamento dos desafios fitossanitários. O avanço dessa área no estado depende, entretanto, do estímulo a novos estudos, do investimento em tecnologias acessíveis e do estabelecimento de parcerias institucionais que promovam a integração entre pesquisa, extensão e setor produtivo. Dessa forma, será possível ampliar o uso de soluções inteligentes, contribuindo para uma agricultura regional mais eficiente, sustentável e alinhada às demandas contemporâneas da inovação tecnológica.

## 6 REFERÊNCIAS

CAVALLI, H.; GUADAGNIN, E. Aplicação da visão computacional no monitoramento da performance de híbridos de milho. *Conjecturas*, v. 21, n. 7, p. 495–503, 2021. DOI: 10.53660/CONJ-457-511.

COSTA, J. N. M.; TEIXEIRA, C. A. D.; TREVISAN, O.; SANTOS, J. C. F. Principais pragas do cafeeiro em Rondônia: características, infestação e controle. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2002. 11 p. (Circular Técnica, n. 59). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/710610/principais-pragas-do-cafeeiro-em-rondonia-caracteristica-infestacao-e-controle>. Acesso em: 1 jul. 2025.

COSTA, J. N. M.; TEIXEIRA, C. A. D.; TREVISAN, O. *Pragas do cafeeiro*. In: MARCOLAN, A. L.; ESPÍNDULA, M. C. (org.). *Café na Amazônia*. Brasília, DF: Embrapa, 2015. cap. 12, p. 255-278.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Produção de café na safra 2024 está estimada em 54,2 milhões de sacas. Brasília: Conab, 21 jan. 2025. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafes/boletim-da-safra-de-cafes>. Acesso em: 30 jun. 2025.

EMATER-RO – Entidade Autárquica de Assistência Técnica e Extensão Rural de Rondônia. Rondônia alcança recorde histórico de exportação de café com mais de 35 mil toneladas em 2024. Porto Velho, 29 jan. 2025. Disponível em: <http://www.emater.ro.gov.br/ematerro/2025/01/29/rondonia-alcanca-recorde-historico-de-exportacao-de-caffe-com-mais-de-35-mil-toneladas-em-2024/>. Acesso em: 30 jun. 2025.

FERREIRA, Luciano Rodrigo. Aplicação de técnicas de machine learning na detecção de presença de doenças na folha do cafeeiro. 2020. Dissertação – Universidade de Uberaba, Uberaba, 2020.

GLOBO RURAL. Quais são os maiores produtores de café do Brasil? *Revista Cafeicultura*, 19 nov. 2024. Disponível em: <https://revistacafeicultura.com.br/quais-sao-os-maiores-produtores-de-caffe-do-brasil/>. Acesso em: 30 jun. 2025.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. *Fundamentos de metodologia científica* (Portuguese Edition). São Paulo: Atlas, 2025. Edição do Kindle.

SANTOS, T. T. et al., Visão computacional aplicada na agricultura. Brasília, DF: Embrapa, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1126261/visao-computacional-aplicada-na-agricultura>. Acesso em: 12 maio 2025.

VENTURA, Charly Braga; RODRIGUES, Érick Oliveira; CARVALHO, Vanessa Andaló Mendes de; IZIDORO, Sandro Carvalho. Identificação de bicho-mineiro e de ferrugem no cafeeiro utilizando processamento digital de imagens e redes neurais convolucionais. *Revista de Estudos Interdisciplinares*, 2024.