v7.n11.2026

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

MONITORAMENTO DE ARTRÓPODES-PRAGA EM CAFEEIROS UTILIZANDO SENSORIAMENTO REMOTO NA AMAZÔNIA

MONITORING OF ARTHROPOD PESTS IN COFFEE PLANTATIONS USING REMOTE SENSING IN THE AMAZON

SEGUIMIENTO DE PLAGAS DE ARTRÓPODOS EN PLANTACIONES DE CAFÉ MEDIANTE TELEDETECCIÓN EN LA AMAZONÍA

Matheus dos Santos Oliveira[1], Mariéli Ramilo de Oliveira[1], Vando Miossi Rondelli[2], João Marcelo Silva do Nascimento[3], Jhony Vendruscolo[4], Idelfonso Leandro Bezerra[5], Victor Gustavo Marques Pereira[6], Jeferson Fortunato Correia[6], Luiz Fernandes Cardoso Campos[7], Angela Maria dos Santos Pessoa[8]

https://doi.org/10.47820/recima21.v7i11.9630

PUBLICADO: 11/2026

RESUMO

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café (*Coffea* sp.), no entanto a ocorrência de artrópodes-praga representa um desafio fitossanitário, evidenciando a necessidade de métodos de monitoramento eficientes. Nesse contexto, o sensoriamento remoto por Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) apresenta potencial para auxiliar a agricultura de precisão e otimizar o manejo fitossanitário. Objetivou-se avaliar o potencial do uso de VANT equipado com sensor RGB para o monitoramento do ácaro-vermelho e do bicho-mineiro em lavouras cafeeiras, comparando os resultados com os obtidos por métodos convencionais de amostragem. O estudo foi conduzido em lavouras, nas quais os dados de injúrias atribuídas às pragas, obtidos por amostragem convencional, foram correlacionados com o Índice de Folha Verde (Green Leaf Index - GLI), calculado a partir dos canais vermelho (Red), verde (Green) e azul (Blue) (RGB) das imagens aéreas. A avaliação das correlações foi realizada por meio de análises estatísticas e da aplicação do plugin AcATaMa no software QGIS, versão 3.22. Os resultados indicaram baixa concordância entre os métodos, com coeficientes de correlação inferiores aos valores considerados adequados para a substituição das técnicas convencionais. A baixa acurácia foi atribuída à confusão espectral decorrente de outros estresses vegetais, às limitações dos sensores RGB na identificação específica das injúrias e à variabilidade genética entre clones de cafeeiro. Nas condições avaliadas, o uso de VANTs equipados com sensores RGB, associado ao índice GLI, não apresenta acurácia suficiente para substituir os métodos convencionais de monitoramento do ácaro-vermelho e do bicho-mineiro em cafeeiros.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura de precisão. *Coffea canephora*. Geoprocessamento. Índice de vegetação. Monitoramento fitossanitário.

ABSTRACT

Brazil is the world's largest producer and exporter of coffee (Coffea sp.), however, arthropod pests pose a phytosanitary challenge, highlighting the need for efficient monitoring methods. In this context, remote sensing using unmanned aerial vehicles (UAVs) may support precision agriculture and improve phytosanitary management. This study aimed to evaluate the potential of a UAV equipped with an RGB sensor to monitor red spider mites and coffee leaf miners in coffee

[1] Graduado em Agronomia pela Universidade Federal de Rondônia (UNIR).
[2] Dr. em Entomologia Agrícola, vinculado à Universidade Federal de Rondônia (UNIR).
[3] Dr. em Recursos Hídricos, vinculado à Universidade Federal de Rondônia (UNIR).
[4] Dr. em Recursos Ciência do Solo, vinculado à Universidade Federal de Rondônia (UNIR).
[5] Dr. em Engenharia Agrícola, vinculado à Universidade Federal de Rondônia (UNIR).
[6] Graduando em Agronomia pela Universidade Federal de Rondônia (UNIR).
[7] Dr. em Agronomia, vinculado à Universidade Federal de Rondônia (UNIR).
8 Drª. em Agronomia, vinculado à Universidade Federal de Rondônia (UNIR).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

plantations, comparing its results with those obtained through conventional sampling methods. The study was conducted in coffee plantations, where pest-related leaf damage recorded through conventional sampling was correlated with the Green Leaf Index (GLI), calculated from the red (Red), green (Green), and blue (Blue) channels of aerial RGB images. This approach was intended to examine whether visible spectral responses could reflect the injuries observed directly in the field and provide a practical basis for pest monitoring in agricultural practice. Correlations were assessed through statistical analyses and application of the AcATaMa plugin in QGIS software, version 3.22. The results indicated low agreement between the methods, with correlation coefficients below the values considered adequate for replacing conventional techniques. The low accuracy was attributed to spectral confusion caused by other types of plant stress, limitations of RGB sensors in identifying specific pest-related injuries, and genetic variability among coffee clones. Under the conditions evaluated, UAVs equipped with RGB sensors, combined with the GLI, did not provide sufficient accuracy to replace conventional methods for monitoring red spider mites and coffee leaf miners in coffee.

KEYWORDS: *Precision agriculture. Coffea canephora. Geoprocessing. Vegetation index. Phytosanitary monitoring.*

RESUMEN

Brasil es el mayor productor y exportador mundial de café (Coffea sp.), pero los artrópodos plaga representan un desafío fitosanitario que exige métodos eficientes de seguimiento y detección temprana de daños en los cultivos. La teledetección mediante vehículos aéreos no tripulados (VANT) puede contribuir a la agricultura de precisión, especialmente mediante la obtención de información espacial sobre el estado vegetal general, y mejorar la gestión fitosanitaria. Este estudio evaluó el potencial de un VANT equipado con sensor RGB para detectar daños del ácaro rojo y del minador de la hoja en cafetales, comparando sus resultados con el muestreo convencional. Los daños atribuidos a estas plagas, registrados mediante muestreo en campo, se correlacionaron con el Índice de Hoja Verde (Green Leaf Index, GLI), calculado a partir de los canales rojo (Red), verde (Green) y azul (Blue) de imágenes aéreas. Las correlaciones se evaluaron mediante análisis estadísticos y el complemento AcATaMa del programa QGIS, versión 3.22. Los resultados mostraron baja concordancia entre ambos métodos, con coeficientes de correlación insuficientes para justificar la sustitución del seguimiento convencional en las condiciones analizadas. Esta limitada precisión podría relacionarse con la confusión espectral provocada por otros factores de estrés vegetal, la dificultad de los sensores RGB para distinguir daños específicos y la variabilidad genética entre clones de cafeto. En las condiciones estudiadas, el uso de VANT con sensores RGB y el índice GLI no alcanzó una precisión suficiente para sustituir los métodos convencionales de seguimiento del ácaro rojo y del minador de la hoja en cafetales.

PALABRAS CLAVE*: Agricultura de precisión. Coffea canephora. Geoprocesamiento. Índice de vegetación. Monitoreo fitosanitario.*

1. INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se como o principal produtor e exportador mundial de café. Nesse cenário, Rondônia apresenta relevância crescente na cafeicultura amazônica, especialmente pela produção de café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner), destacando-se como importante produtor nacional. Em 2024, a produção estadual foi estimada em aproximadamente 2,093 milhões de sacas, com produtividade média de 50,2 sacas ha^{-1} (CONAB, 2024). Embora

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

esses indicadores evidenciem a importância econômica da atividade para o estado, a manutenção e a ampliação da produtividade dependem, entre outros fatores, do aprimoramento das práticas de manejo, particularmente aquelas relacionadas à prevenção e ao monitoramento de problemas fitossanitários.

Entre os fatores bióticos que podem comprometer o desempenho produtivo do cafeeiro, destacam-se os artrópodes-praga, especialmente o ácaro-vermelho, *Oligonychus ilicis* (Acari: Tetranychidae), e o bicho-mineiro, *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae). Esses organismos causam danos aos tecidos foliares por meio de diferentes mecanismos de alimentação, podendo reduzir a área fotossinteticamente ativa e interferir no desenvolvimento e na capacidade produtiva das plantas. A ocorrência e a intensidade desses danos são influenciadas por fatores ambientais, pelas características da cultura e pela dinâmica populacional das pragas. Nesse sentido, o monitoramento sistemático constitui uma etapa fundamental do Manejo Integrado de Pragas (MIP), pois fornece informações para a determinação da ocorrência e da intensidade das infestações e subsidia a tomada de decisão quanto à necessidade de intervenção. Entretanto, os métodos convencionais de amostragem geralmente exigem avaliações diretas nas plantas, demandando tempo, mão de obra e deslocamentos pela área cultivada, o que pode dificultar sua aplicação em áreas extensas ou em situações que exigem elevada frequência de monitoramento (Costa *et al*., 2020).

O desenvolvimento de tecnologias associadas à Agricultura 4.0 tem ampliado as possibilidades de aquisição e análise de informações espaciais nos sistemas agrícolas. Entre essas tecnologias, os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) destacam-se pela capacidade de obter imagens com elevada resolução espacial, flexibilidade operacional e possibilidade de repetição das aquisições em diferentes períodos do ciclo da cultura. Dependendo do sensor empregado, essas imagens podem fornecer informações relacionadas às características estruturais e espectrais da vegetação, permitindo identificar padrões de variabilidade espacial potencialmente associados ao estado das plantas (Al-Shareeda *et al*., 2023).

No contexto fitossanitário, alterações provocadas por agentes bióticos podem modificar características da vegetação detectáveis por sensores remotos, criando a possibilidade de utilização de dados remotos como indicadores indiretos da ocorrência ou da intensidade de determinados estresses. Essas informações podem complementar o monitoramento convencional e contribuir para o direcionamento das avaliações de campo e das estratégias de manejo (Nansen; Elliott, 2016; Amaral *et al*., 2020).

Na cafeicultura, pesquisas têm explorado a utilização de imagens obtidas por VANTs para caracterizar a distribuição espacial de artrópodes-praga e os padrões de variabilidade

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

observados nos cafezais. Orlando *et al*. (2022), por exemplo, empregaram imagens aéreas associadas ao estimador de intensidade Kernel para analisar a distribuição espacial do bicho-mineiro em cafeeiros. Esses resultados demonstram a possibilidade de integrar informações obtidas por sensoriamento remoto a métodos de análise espacial no estudo da dinâmica de pragas. Entretanto, a caracterização espacial da ocorrência de uma praga não implica, necessariamente, a capacidade de detectar diretamente seus danos por meio de informações espectrais. A distinção entre essas duas abordagens é particularmente relevante, uma vez que alterações na resposta espectral da vegetação podem resultar de diferentes fatores bióticos e abióticos, dificultando a atribuição específica de uma determinada assinatura espectral à presença de um artrópode-praga (Orlando *et al*., 2022).

Nesse sentido, Silva *et al*. (2022) destacam que, embora os VANTs apresentem potencial para complementar as estratégias convencionais de monitoramento, a efetividade dessa abordagem depende da capacidade dos sensores e dos métodos de processamento empregados em discriminar as alterações efetivamente associadas aos danos causados pelas pragas. Essa limitação é particularmente relevante quando são utilizados sensores RGB, cuja informação espectral está restrita às faixas do vermelho, verde e azul. Assim, a avaliação da relação entre variáveis obtidas por sensoriamento remoto e indicadores convencionais de infestação é necessária para determinar a aplicabilidade desses dados no monitoramento fitossanitário (Silva *et al*., 2022).

Diante desse contexto, este estudo teve como objetivo avaliar o potencial de imagens aéreas obtidas por VANT equipado com sensor RGB, associadas ao Índice de Folha Verde (GLI), para o monitoramento do ácaro-vermelho (*O. ilicis*) e do bicho-mineiro (*L. coffeella*) em cafeeiros. Especificamente, buscou-se verificar a relação entre os valores do GLI obtidos a partir das imagens aéreas e os níveis de infestação ou danos determinados por métodos convencionais de amostragem. A partir dessa comparação, buscou-se avaliar a aplicabilidade do sensoriamento remoto com imagens RGB como ferramenta complementar ao monitoramento fitossanitário e ao Manejo Integrado de Pragas na cafeicultura.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Ácaro-vermelho

O ácaro-vermelho, *O. ilicis*, constitui uma das principais pragas associadas ao cultivo do cafeeiro, cuja ocorrência tende a ser favorecida por períodos de estiagem, particularmente entre os meses de julho e setembro nas regiões produtoras de *C. canephora* em Rondônia. As

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

condições caracterizadas por temperaturas elevadas e baixa disponibilidade hídrica favorecem o desenvolvimento e a multiplicação da praga. Os indivíduos adultos apresentam aproximadamente 0,5 mm de comprimento e coloração avermelhada, com manchas escuras. Seu hábito alimentar consiste na perfuração das células do tecido foliar e sucção do conteúdo celular, provocando alterações na coloração das folhas que podem evoluir para o bronzeamento em condições de elevada infestação. Esse processo compromete a área foliar funcional e reduz a capacidade fotossintética das plantas, podendo refletir negativamente na produtividade da cultura (Gallo *et al*., 2002).

O monitoramento da população do ácaro-vermelho é fundamental para subsidiar a tomada de decisão quanto às estratégias de manejo. O nível de ação recomendado corresponde à ocorrência da praga em 30% das folhas avaliadas. Para a amostragem, recomenda-se a avaliação de 20 plantas por hectare, considerando duas folhas por planta, coletadas no terceiro nó de um ramo plagiotrópico localizado no terço médio da planta. O manejo pode envolver estratégias biológicas, com destaque para a atuação de ácaros predadores da família Phytoseiidae e coleópteros do gênero *Stethorus* (Coleoptera: Coccinellidae). Quando necessário, o controle químico pode ser empregado mediante a utilização de acaricidas, de acordo com a necessidade e as condições de ocorrência da praga (Costa *et al*., 2020).

2.2. Bicho-mineiro

O bicho-mineiro, *L. coffeella*, é uma importante praga do cafeeiro, especialmente em regiões caracterizadas por temperaturas elevadas e baixa precipitação. Trata-se de uma pequena mariposa, com aproximadamente 6,5 mm de envergadura, cuja fêmea realiza a postura na superfície superior das folhas. Após a eclosão, as larvas penetram no tecido foliar e alimentam-se do parênquima, formando galerias ou minas que provocam necrose dos tecidos. Em situações de elevada infestação, os danos podem resultar na queda e na destruição de folhas, comprometendo a área fotossinteticamente ativa e, consequentemente, o desenvolvimento e o potencial produtivo das plantas (Costa *et al*., 2020).

A ocorrência e a intensidade dos danos provocados pelo bicho-mineiro estão relacionadas às condições climáticas, principalmente à temperatura e à precipitação. Em regiões onde a praga ocorre durante o período seco, como nos meses de julho e agosto, recomenda-se o início do controle quando forem identificadas 40 folhas contendo lagartas vivas em uma amostra de 100 folhas. Durante o período chuvoso, especialmente nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, o nível de controle recomendado corresponde a 20% de folhas infestadas (Gallo *et al*., 2002). Dessa forma, o monitoramento sistemático da infestação constitui uma etapa

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

essencial para determinar o momento adequado de intervenção e evitar aplicações desnecessárias de produtos fitossanitários.

2.3. Sensoriamento remoto na agricultura

O sensoriamento remoto consiste na obtenção de informações sobre objetos e fenômenos da superfície terrestre sem contato físico direto, utilizando a interação da radiação eletromagnética com os alvos. Essa abordagem permite a aquisição de informações em diferentes escalas, sendo elas a espacial, a temporal e a espectral, tendo a radiação eletromagnética como principal meio de transferência de energia entre o alvo e o sensor. A energia utilizada pode ser proveniente de fontes naturais, como o Sol e a própria Terra, ou de fontes artificiais, como os sistemas de radar (Novo, 2010).

A interação da radiação eletromagnética com os componentes da superfície terrestre varia de acordo com as características físicas, químicas e estruturais de cada alvo. Vegetação, solo e água apresentam diferentes padrões de absorção, reflexão e transmissão da radiação em função do comprimento de onda. Essas características resultam em padrões específicos de resposta espectral, denominados assinaturas espectrais, que podem ser utilizados na identificação e diferenciação dos alvos presentes na superfície terrestre (Liu, 2015).

Na vegetação, a resposta espectral é influenciada principalmente pelas características morfológicas e estruturais das folhas, incluindo a distribuição dos tecidos, a quantidade de espaços intercelulares e a presença e concentração de pigmentos fotossintéticos. Alterações fisiológicas ou estruturais das plantas podem modificar sua resposta espectral, possibilitando a utilização de dados de sensoriamento remoto para avaliação das condições da vegetação (Colwell, 1974).

A aplicação do sensoriamento remoto no monitoramento de artrópodes-praga está associada principalmente à capacidade dos sensores em identificar alterações provocadas pela herbivoria. A ocorrência de pragas pode modificar a estrutura e a composição dos tecidos foliares, interferindo na capacidade da planta de absorver e refletir a radiação eletromagnética. Essas alterações podem ser detectadas em determinadas regiões do espectro, possibilitando a utilização de informações espectrais como indicadores indiretos da ocorrência de estresses bióticos (Iost Filho *et al*., 2020).

Nesse contexto, os índices de vegetação constituem ferramentas utilizadas para sintetizar informações espectrais e relacioná-las às características da cobertura vegetal. Entretanto, a capacidade de detectar danos provocados por artrópodes depende de fatores como resolução espacial e espectral do sensor, intensidade e distribuição das injúrias, características

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

da cultura e estágio de desenvolvimento das plantas. Assim, a escolha do índice deve ser compatível com o tipo de alteração provocada na vegetação e com as características dos dados utilizados (Silva *et al*., 2020; Barros *et al*., 2021).

Um dos principais critérios utilizados no controle de qualidade de dados cartográficos é a acurácia posicional, que está relacionada à precisão da localização espacial das feições representadas (Santos *et al*., 2010). Sua avaliação é tradicionalmente realizada por meio de pontos de checagem, a partir da comparação entre pontos homólogos identificados no produto cartográfico e suas respectivas posições em dados de referência obtidos em campo. Entretanto, quando a quantidade ou a distribuição espacial desses pontos é insuficiente para representar adequadamente toda a extensão da área de estudo, torna-se necessário considerar métodos alternativos de avaliação. Nesse contexto, destaca-se a utilização de feições lineares, uma vez que essas geometrias apresentam ampla representatividade nas bases de dados cartográficas, correspondendo, de forma generalizada, a aproximadamente 80% das feições nelas existentes (Mozas; Ariza, 2010).

Assim, a utilização de VANTs amplia as possibilidades de aplicação do sensoriamento remoto na agricultura, especialmente em áreas de cultivo que demandam elevada resolução espacial. As imagens obtidas por esses equipamentos podem fornecer informações detalhadas sobre a variabilidade espacial das plantas e possibilitar a identificação de padrões associados ao estresse vegetal. Nesse sentido, o sensoriamento remoto aplicado ao manejo fitossanitário apresenta potencial para auxiliar o monitoramento de pragas, a identificação de áreas com maior ocorrência de danos e o direcionamento das estratégias de manejo. Contudo, sua aplicação depende da adequada relação entre características do sensor, resolução das imagens, condições de aquisição, características da cultura, intensidade dos danos e capacidade dos índices de vegetação em representar as alterações provocadas pelas pragas.

3. METODOLOGIA

As amostragens das pragas foram realizadas em três lavouras comerciais de cafeeiro localizadas na mesorregião do leste rondoniense. A região tem altitude média de 277 m e clima tropical chuvoso do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, com precipitação média anual de 2.250 mm, temperatura média de 26 ºC e umidade relativa do ar média de 85% (Alvares *et al*., 2013).

Duas lavouras foram destinadas para a avaliação das injúrias associadas ao ácaro-vermelho (*O. ilicis*): uma no município de Rolim de Moura, RO (11°39'06"S 61°47'01"W), e outra

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

em Santana do Guaporé, RO (11°43'27.5"S 62°30'02.3"W), esta última cultivada com os clones R22, 08 e 25. A avaliação do bicho-mineiro (*L. coffeella*) foi realizada em uma terceira lavoura, também em Rolim de Moura, RO (11°44'08.5"S 61°38'20.0"W). Em cada lavoura, foram estabelecidos 32 pontos amostrais para o monitoramento do ácaro-vermelho e 40 pontos amostrais para o bicho-mineiro, distribuídos uniformemente no talhão. Cada ponto amostral foi composto por cinco plantas: a planta central e quatro plantas próximas a ela, consideradas como repetições. Foi calculada a média aritmética da intensidade das injúrias de cada praga para representar cada ponto amostral. Além disso, a distância entre as plantas centrais de pontos amostrais adjacentes não ultrapassou 10 m e buscou-se a distribuição das plantas centrais na área para se formar um retângulo no talhão (Zampiroli *et al*., 2017).

As injúrias do ácaro-vermelho e do bicho-mineiro, avaliadas por amostragem visual, foram comparadas com as informações obtidas por meio de imagens aéreas obtidas por VANT, para verificar se o uso do sensoriamento remoto pode auxiliar na amostragem dessas pragas. A espacialização das injúrias causadas pelos artrópodes-praga foi avaliada usando o estimador de intensidade Kernel, amplamente empregado para análise de padrões de distribuição espacial e geração de mapas de calor. Para o ácaro-vermelho, foram realizadas duas avaliações com intervalo de quinze dias, durante o período pós-colheita da lavoura, nos meses de agosto e setembro de 2024. Para o bicho-mineiro, foi realizada uma única avaliação no mês de novembro de 2024. Ambas as avaliações coincidiram com os períodos de maior ocorrência das respectivas pragas (Egonyu *et al*., 2016; Costa *et al*., 2020).

A amostragem de artrópodes-praga pode ser feita com base na presença dos indivíduos ou na avaliação das injúrias causadas (Costa *et al*., 2020). Neste trabalho, optou-se pela amostragem visual das injúrias, visando à comparação direta entre as injúrias observadas em campo e as respostas espectrais obtidas a partir das imagens aéreas captadas pelo VANT.

Para a avaliação do ácaro-vermelho, as injúrias foliares foram quantificadas visualmente com base na porcentagem da área foliar afetada. Foram avaliadas duas folhas por planta, selecionadas aleatoriamente no terceiro nó do ramo plagiotrópico, localizado no terço médio da planta, conforme metodologia proposta por Costa *et al*. (2020). A intensidade das injúrias foi estimada por meio de uma escala ordinal de cinco níveis, estabelecida de acordo com a porcentagem da área foliar lesionada. As injúrias caracterizaram-se pela presença de manchas avermelhadas, geralmente inferiores a 0,5 mm de diâmetro. A escala utilizada foi: 0 – ausência de injúria (0%); 1 – injúria leve (1 a 10%); 2 – injúria moderada (11 a 25%); 3 – injúria severa (26 a 50%); e 4 – injúria muito severa (51 a 100%).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Para a avaliação do bicho-mineiro, foram quantificadas visualmente as injúrias foliares características da infestação, decorrentes da formação de minas entre as epidermes das folhas. As áreas lesionadas apresentam secamento do tecido foliar, tornando-se facilmente destacáveis (Costa *et al*., 2020). A intensidade das injúrias foi determinada com base na porcentagem estimada da área foliar afetada, utilizando-se uma escala ordinal de cinco níveis: 0 – ausência de injúria (0%); 1 – injúria leve (1 a 10%); 2 – injúria moderada (11 a 20%); 3 – injúria severa (21 a 30%); e 4 – injúria muito severa (> 30%).

A aquisição das imagens aéreas foi realizada por meio de aerolevantamentos dos talhões experimentais, entre 11h00 e 13h00, período selecionado em função da maior estabilidade das condições de iluminação solar. Os voos foram realizados somente em condições de ausência de precipitação e nas mesmas datas das avaliações visuais das injúrias causadas pelo ácaro-vermelho e pelo bicho-mineiro, de modo a garantir a correspondência temporal entre os dados de campo e as imagens aéreas.

Foi utilizado um Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), modelo DJI Mini 4 Pro, equipado com câmera RGB (*Red*, *Green* e *Blue*) de 48 MP e abertura focal de f/1,7. Os aerolevantamentos foram realizados a 100 m de altura, com sobreposição de 75% entre as imagens, tanto no sentido longitudinal quanto transversal ao voo.

Após a aquisição, as imagens foram processadas no software de código aberto WebODM® (OpenDroneMap, 2022), visando à geração dos ortomosaicos. A acurácia posicional dos ortomosaicos foi avaliada mediante a comparação entre as coordenadas dos pontos amostrais georreferenciados em campo e suas respectivas posições identificadas nas imagens ortorretificadas.

Para a avaliação das injúrias foliares a partir das imagens aéreas, foi utilizado o Índice de Folha Verde (Green Leaf Index – GLI), calculado a partir dos valores de reflectância dos canais RGB, conforme a Equação 1. Os valores obtidos foram posteriormente agrupados em classes, com o objetivo de facilitar a interpretação espacial e visual da condição vegetativa dos cafeeiros, conforme metodologia descrita por Silva *et al*. (2022).

$$GLI = (2G - R - B)/(2G + R + B) \quad (1)$$

em que: GLI = Índice de Folha Verde; G = reflectância no canal verde (Green); R = reflectância no canal vermelho (Red); e B = reflectância no canal azul (Blue).

A análise espacial dos dados de injúria obtidos por meio da avaliação visual foi realizada utilizando o estimador de densidade Kernel, por meio da ferramenta Mapa de Calor (Kernel Density Estimation), disponível no software QGIS Desktop, versão 3.22 (QGIS Development

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Team, 2023). Para a análise, considerou-se a proporção de folhas com injúrias registrada em cada ponto amostral georreferenciado.

Considerando o espaçamento médio de 3 m entre as linhas de plantio e a distância média entre os pontos amostrais, foi estabelecido um raio de influência (*bandwidth*) de 10 m para a aplicação da função Kernel. Esse método atribui maior peso aos pontos amostrais localizados nas proximidades de cada célula da área analisada, reduzindo gradualmente sua influência à medida que aumenta a distância. Dessa forma, foram gerados mapas de densidade espacial, permitindo representar a distribuição e a intensidade das classes de injúria nos talhões.

A avaliação da correspondência espacial dos mapas gerados foi realizada mediante comparação com os ortofotomosaicos dos respectivos talhões, conforme metodologia adaptada de Silva *et al*. (2015). Adicionalmente, as informações provenientes da classificação das imagens foram analisadas utilizando o *plugin* AcATaMa, disponível para o QGIS (Llano, 2023).

Por fim, os níveis de injúria determinados pela avaliação visual em cada ponto amostral georreferenciado foram confrontados com os valores correspondentes obtidos a partir dos ortofotomosaicos gerados com as imagens aéreas das três propriedades. Essa comparação permitiu avaliar a concordância entre o método convencional de amostragem e a abordagem baseada em sensoriamento remoto.

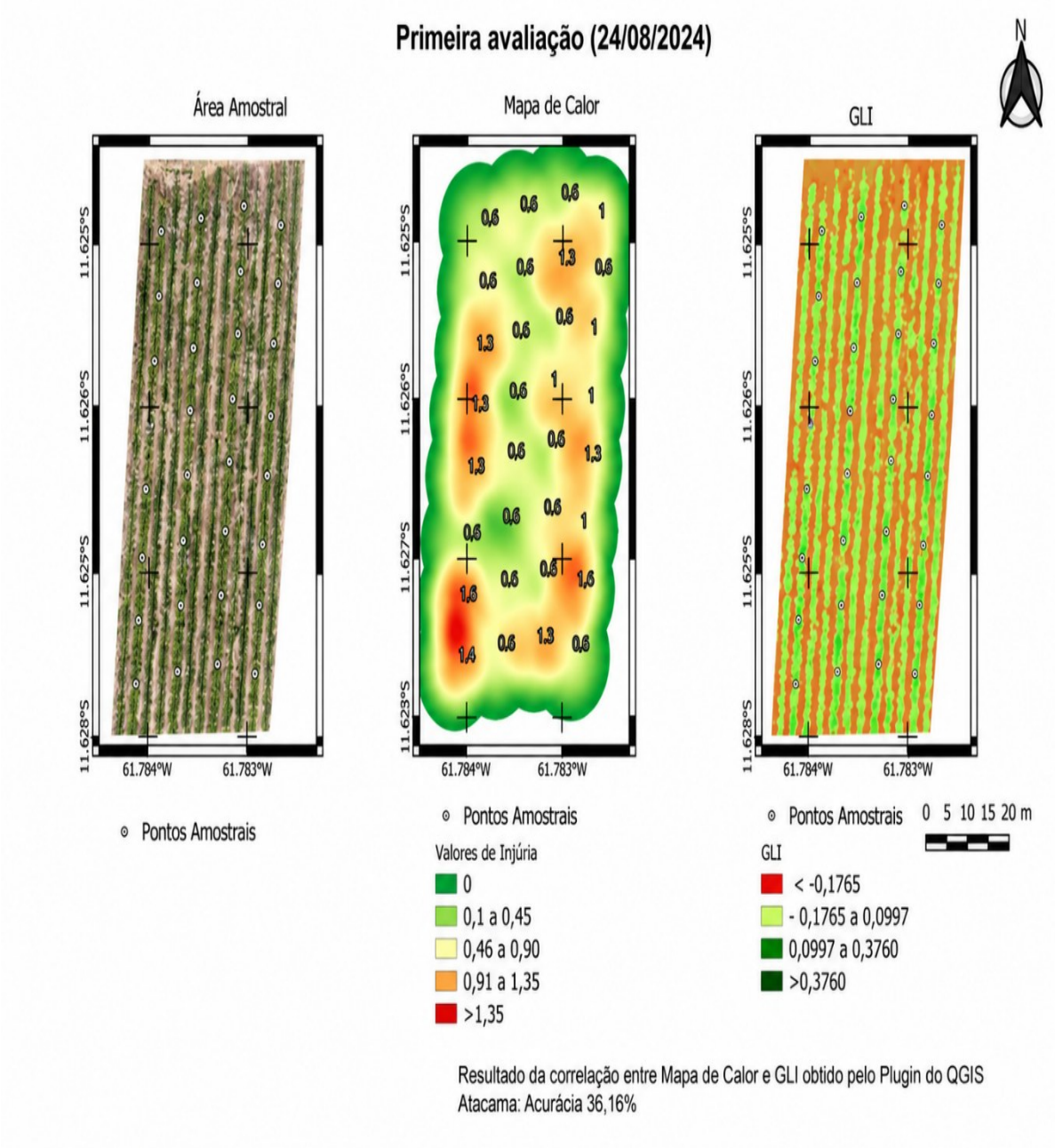
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Ácaro-vermelho em Rolim de Moura, RO

A primeira avaliação foi realizada em 24 de agosto de 2024. A distribuição espacial das injúrias causadas pelo ácaro-vermelho foi representada por meio de um mapa de calor gerado pelo estimador de densidade Kernel (Figura 1), permitindo identificar as áreas de maior e menor concentração de injúrias no talhão.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Figura 1. Distribuição espacial das injúrias causadas pelo ácaro-vermelho em Rolim de Moura, RO, expressa por meio de mapa de calor, e representação do Índice de Folha Verde (GLI) – primeira avaliação.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Não foram identificados pontos amostrais sem ocorrência de injúrias. Foram registrados nove pontos amostrais com valores de injúria superiores a 1,0 na escala adotada. O valor 1,2 foi observado em cinco pontos, geralmente próximos a locais com valor 1,4, registrado em três pontos distintos do talhão, nas porções oeste, sudoeste e sudeste. A maior intensidade de injúria, correspondente ao valor 1,6, foi identificada na porção sudoeste, indicando maior concentração de injúria nessa região. Em contrapartida, os menores valores de injúria (0,2 e 0,4) concentraram-se na região central do talhão, enquanto as demais áreas apresentaram distribuição relativamente homogênea das intensidades de injúria.

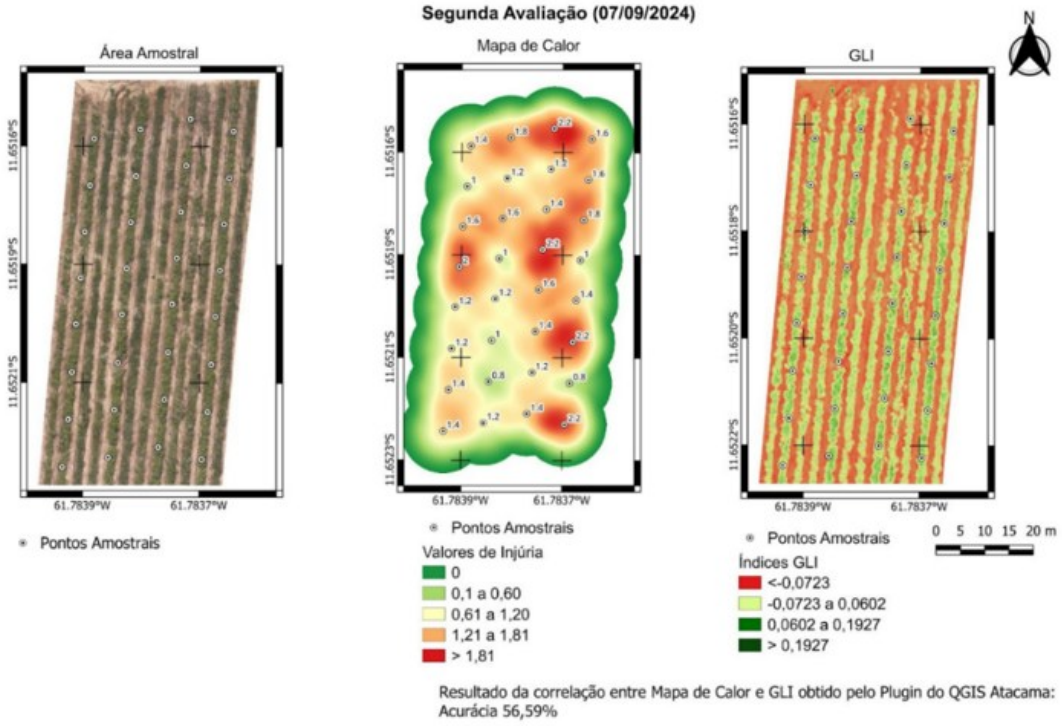
O mapa do GLI (Figura 1) evidenciou variabilidade espacial do vigor vegetativo da lavoura, expressa por diferentes tonalidades. As áreas em tons de vermelho corresponderam predominantemente ao solo exposto nas entrelinhas, enquanto as tonalidades verdes indicaram a presença de vegetação, sendo os tons mais escuros associados a maior vigor vegetativo. Também foram observadas falhas no estande de plantas, representadas por linhas vermelhas contínuas entre as fileiras de cafeeiros.

A comparação entre o mapa de calor da intensidade de injúria obtida pela amostragem convencional e o mapa do GLI, gerado no QGIS com auxílio do *plugin* AcATaMa, apresentou acurácia de 36,16% (Figura 1). Esse resultado indica baixa correspondência espacial entre os dois métodos, uma vez que o valor obtido se encontra abaixo do intervalo de confiabilidade de 90 a 100% considerado como referência no presente estudo, conforme Landis e Koch (1977). Dessa forma, os dados obtidos indicam que, nessa avaliação, o GLI não apresentou capacidade suficiente para representar espacialmente a distribuição da intensidade de injúria causada pelo ácaro-vermelho.

Na segunda avaliação, realizada quinze dias após a primeira, em 7 de setembro de 2024, a amostragem convencional evidenciou maior homogeneidade na distribuição espacial das injúrias causadas pelo ácaro-vermelho ao longo do talhão. Observou-se aumento generalizado da intensidade de injúria, com 81% dos pontos amostrais apresentando valores superiores a 1,0 na escala adotada. As maiores intensidades de injúria, variando entre 2,0 e 2,2, concentraram-se predominantemente na porção leste do mapa. O menor valor registrado também apresentou incremento, passando para 0,8, indicando uma intensificação gradual e relativamente uniforme da injúria foliar entre os pontos amostrados (Figura 2).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Figura 2. Distribuição espacial das injúrias causadas pelo ácaro-vermelho em Rolim de Moura, RO, expressa por meio de mapa de calor, e representação do Índice de Folha Verde (GLI) – segunda avaliação.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

O índice GLI continuou a evidenciar a variabilidade espacial do vigor vegetativo das plantas ao longo do talhão. Embora tenham sido identificados pontos com maior vigor, representados por tonalidades de verde mais escuro, a imagem foi predominantemente constituída por áreas em vermelho, correspondentes ao solo exposto, e por tonalidades próximas ao amarelo, indicativas de vegetação com menor vigor (Figura 2). Ressalta-se que as áreas correspondentes ao solo exposto foram excluídas das análises estatísticas subsequentes em todas as avaliações.

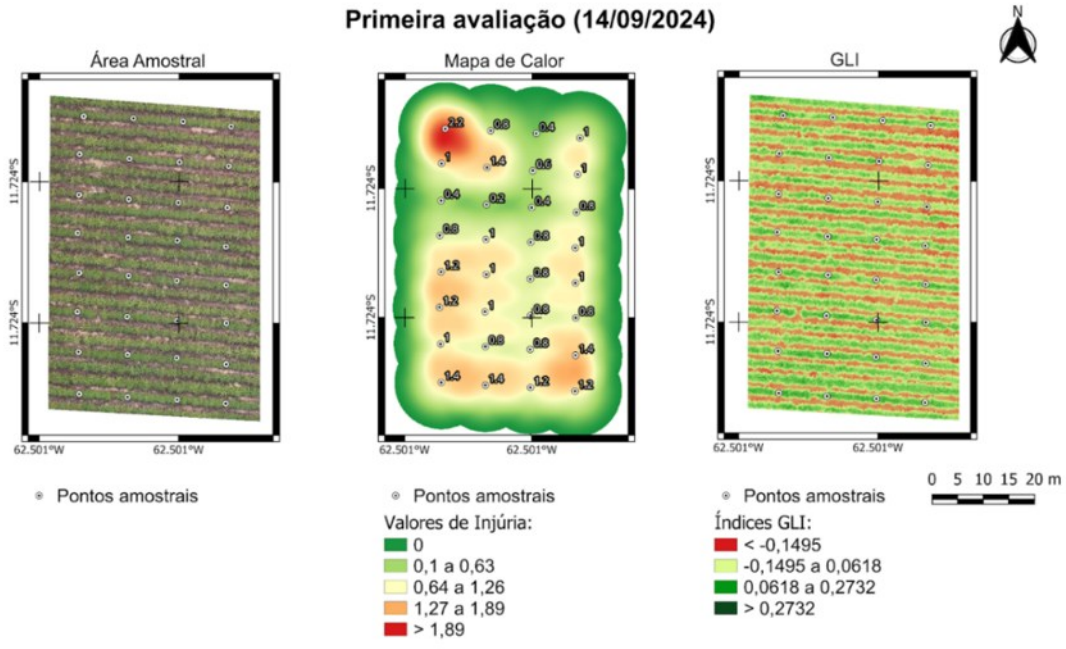
Na segunda avaliação, a comparação entre o mapa de calor das injúrias obtidas por amostragem convencional e o mapa do GLI resultou em acurácia de 56,59% (Figura 2). Embora esse valor permaneça abaixo do intervalo de referência adotado no estudo, observou-se aumento expressivo em relação à acurácia obtida na primeira avaliação, que foi de 36,16%.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

4.2. Ácaro-vermelho em Santana do Guaporé, RO

Na primeira avaliação convencional, realizada em 14 de setembro de 2024, observou-se distribuição espacial relativamente homogênea das injúrias causadas pelo ácaro-vermelho ao longo do talhão. A maioria dos pontos amostrais (78%) apresentou valores próximos, variando entre 1,0 e 1,4 na escala de injúria adotada. Os demais pontos (22%) registraram valores inferiores, situados entre 0,2 e 0,8. Destaca-se a ocorrência de um ponto isolado no extremo noroeste do talhão, no qual foi observado o maior valor de injúria (2,2), caracterizando uma área pontual de maior severidade (Figura 3). O mapa do índice GLI evidenciou boa cobertura do dossel, indicando adequado volume de copa das plantas ao longo do talhão. Entretanto, observou-se variabilidade no vigor vegetativo, caracterizada pela transição de tonalidades de verde-escuro para verde-claro ao longo das linhas de plantio, principalmente na região nordeste do talhão (Figura 3).

Figura 3. Distribuição espacial das injúrias causadas pelo ácaro-vermelho em Santana do Guaporé, RO, expressa por meio de mapa de calor, e representação do Índice de Folha Verde (GLI) – primeira avaliação.



Resultado da correlação entre Mapa de calor e GLI obtidos pelo Plugin do QGIS Atacama: Acurácia= 43,68%

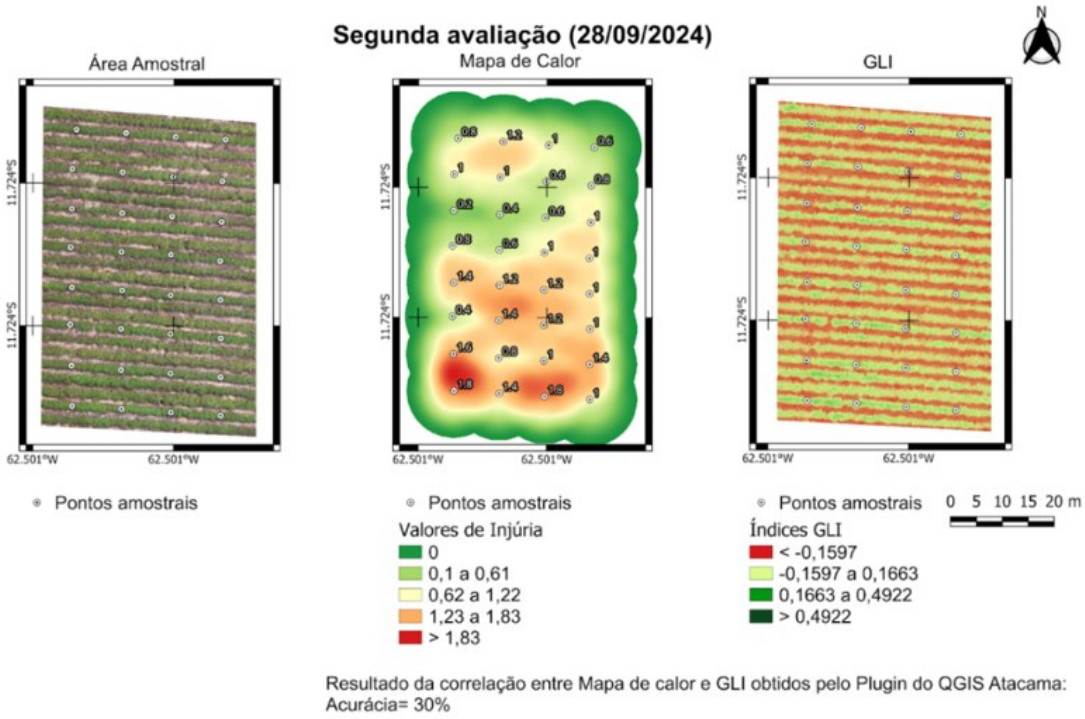
Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Na primeira avaliação em Santana do Guaporé, RO, a comparação entre o mapa de calor das injúrias obtidas por amostragem convencional e o índice GLI apresentou acurácia de 43,68% (Figura 3). Esse valor permaneceu abaixo do intervalo de referência adotado no estudo, indicando baixa correspondência entre a distribuição espacial das injúrias observadas em campo e aquela representada pelo índice GLI.

Na segunda avaliação, realizada quinze dias após a primeira, em 28 de setembro de 2024, a amostragem convencional evidenciou alteração no padrão espacial das injúrias causadas pelo ácaro-vermelho. As maiores intensidades de injúria passaram a concentrar-se na porção sul do talhão, com valores variando entre 1,4 e 1,8, enquanto os pontos com menores intensidades mantiveram distribuição espacial semelhante à observada na avaliação anterior (Figura 4).

Figura 4. Distribuição espacial das injúrias causadas pelo ácaro-vermelho em Santana do Guaporé, RO, expressa por meio de mapa de calor, e representação do Índice de Folha Verde (GLI) – segunda avaliação.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

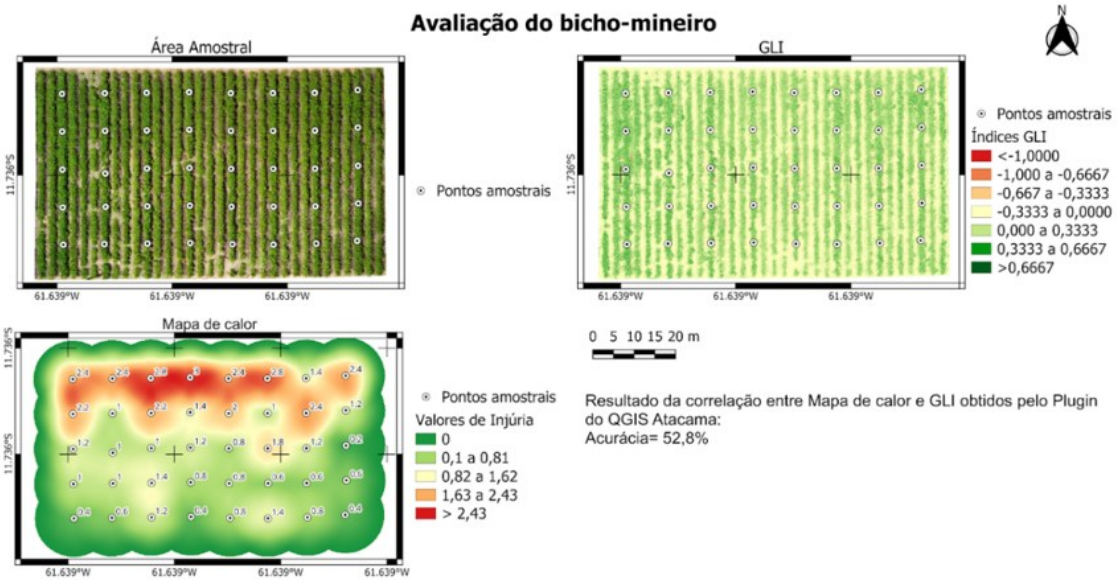
O índice GLI evidenciou predominância de áreas em tons de vermelho e amarelo, correspondentes, respectivamente, ao solo exposto e à vegetação de menor vigor, com menor ocorrência de tonalidades verdes associadas às plantas de maior vigor vegetativo. A maior concentração de áreas com maior vigor ocorreu na porção sul do talhão, coincidindo espacialmente com a região que apresentou maior intensidade de injúria causada pelo ácaro-vermelho (Figura 4).

Na segunda avaliação, a comparação entre os dados de injúria obtidos pela amostragem convencional, representados pelo mapa de calor, e o índice GLI resultou em acurácia de apenas 30% (Figura 4). Esse valor foi inferior aos demais resultados obtidos no estudo e permaneceu abaixo do intervalo de referência adotado, indicando baixa correspondência espacial entre os dois métodos.

4.3. Bicho-mineiro em Rolim de Moura, RO

Na avaliação do bicho-mineiro, realizada em 14 de novembro de 2024 na lavoura de Rolim de Moura, RO, o mapa de calor das injúrias revelou maior concentração da infestação na região norte do talhão (Figura 5).

Figura 5. Distribuição espacial das injúrias causadas pelo bicho-mineiro em Rolim de Moura, RO, expressa por meio de mapa de calor, e representação do Índice de Folha Verde (GLI).



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Os maiores valores médios de intensidade de injúria, representados em vermelho no mapa de calor, variaram entre 2,0 e 2,8. Em contraste, as menores intensidades situaram-se entre 0,2 e 1,4. Ressalta-se que todos os pontos amostrados apresentaram algum nível de injúria, não sendo identificadas áreas sem ocorrência da praga no talhão avaliado (Figura 5).

O mapa do índice GLI evidenciou heterogeneidade espacial no vigor vegetativo das plantas ao longo do talhão. Observou-se um gradiente espacial bem definido nas linhas de plantio, no sentido oeste-centro, caracterizado por tonalidades de verde mais intenso, indicativas de maior vigor vegetativo nessa região. Um padrão semelhante, no entanto, menos pronunciado, também foi identificado no sentido norte-sul do talhão (Figura 5).

A comparação entre os dados obtidos pela amostragem convencional e aqueles derivados do índice GLI, realizada com auxílio do *plugin* AcATaMa no software QGIS, resultou em acurácia de 52,80%. Esse valor permaneceu abaixo do intervalo de referência adotado no estudo, indicando baixa correspondência espacial entre os métodos avaliados.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Índice de Folha Verde (GLI), obtido a partir de imagens RGB adquiridas por Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), não apresenta acurácia suficiente para substituir o método convencional de monitoramento do ácaro-vermelho e do bicho-mineiro em cafeeiros, nas condições avaliadas neste estudo. Embora o GLI tenha permitido caracterizar a variabilidade espacial do vigor vegetativo das plantas, sua principal limitação esteve relacionada à baixa capacidade de distinguir especificamente as alterações espectrais decorrentes das injúrias causadas pelas pragas de outras condições que também modificam a resposta espectral da vegetação, como diferenças de vigor entre plantas, solo exposto, falhas no estande e outros possíveis estresses vegetais.

A baixa correspondência espacial observada entre os mapas de calor obtidos pela amostragem convencional e os mapas derivados do GLI, evidenciada pelas diferentes acurácias registradas nas avaliações, demonstra que as alterações identificadas nas imagens RGB não são suficientemente específicas para representar a distribuição e a intensidade das injúrias causadas pelos artrópodes-praga. Assim, o GLI, nas condições e com a tecnologia empregada neste estudo, apresenta maior potencial como ferramenta complementar para caracterização do vigor vegetativo e apoio ao monitoramento fitossanitário do que como método substitutivo da amostragem convencional.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Dessa forma, recomenda-se que pesquisas futuras avaliem o emprego de sensores multiespectrais ou hiperespectrais, associados a diferentes índices de vegetação e técnicas de classificação, buscando aumentar a capacidade de discriminação entre as injúrias causadas por artrópodes-praga e outras fontes de variabilidade espectral presentes nos cafeeiros.

6. AGRADECIMENTOS

À UNIR (Universidade Federal de Rondônia), pela disponibilização de recursos para a realização deste trabalho, incluindo a concessão de bolsa de pesquisa pelo PIBIC/UNIR.

REFERÊNCIAS

AL-SHAREEDA, M. A.; SAARE, M. A.; MANICKAM, S. Unmanned aerial vehicle: a review and future directions. **Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science**, v. 30, n. 2, p. 778-786, 2023. DOI: http://doi.org/10.11591/ijeecs.v30.i2.pp778-786. Acesso em: 08 dez. 2025.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. DOI: https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507. Acesso em: 02 dez. 2025.

AMARAL, L. R.; ZERBATO, C.; FREITAS, R. G.; BARBOSA JÚNIOR, M. R.; SIMÕES, I. O. P. DA S. UAV applications in agriculture 4.0. **Revista Ciência Agronômica**, v. 51S, p. 1-15, 2020. DOI: https://doi.org/10.5935/1806-6690.20200091. Acesso em: 08 nov. 2025.

BARROS, P. P. DA S.; ROSALEN, D. L.; IOST FILHO, F. H.; MARTINS, G. D.; LEO, N. DI. Monitoramento fitossanitário utilizando sensoriamento remoto: avanços e desafios. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 73, n. 2, p. 489-515, 2021. DOI: https://doi.org/10.14393/rbcv73n2-56597. Acesso em: 8 maio 2026.

COLWELL, J. E. **Vegetation canopy reflectance. Remote Sensing of Environment**, Amsterdam, v. 3, n. 3, p. 175-183, 1974.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento de safra brasileira-Café**: quarto levantamento, dezembro 2024-safra 2023/2024. Brasília: CONAB, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safras/safra-de-cafe/2o-levantamento-de-cafe-safra-2025/boletim-cafe-maio-2025. Acesso em: 26 out. 2025.

COSTA, J. N. M.; FONSECA, A. S.; FREIRE, T. C.; LIMA, A. P. C. **Identificação e manejo de pragas do cafeeiro (*Coffea canephora*)**. In: VIEIRA JUNIOR, J. R.; COSTA, J. N. M. (Ed.). Guia de bolso: diagnose e manejo de doenças e pragas do cafeeiro na Amazônia. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2020. Cap. 2, p. 46-70. Disponível em: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1126497. Acesso em: 26 out. 2025.

EGONYU, J. P.; AHUMADA, G.; OGARI, I. Population dynamics of *Xylosandrus compactus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) on *Coffea canephora* in the Lake Victoria Crescent

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

agroecological zone of Uganda. **African Zoology**, v. 51, n. 3, p. 121-126, 2016. DOI: https://doi.org/10.1080/15627020.2016.1215262

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C. DE; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002.

IOST FILHO, F. H.; HELDENS, W. B.; KONG, Z.; LANGE, E. S. Drones: innovative technology for use in precision pest management. **Journal of Economic Entomology**, v. 113, n. 1, p. 1-25, 2020.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, p. 159-174, 1977. DOI: https://doi.org/10.2307/2529310

LIU, W. T. H. **Aplicações de sensoriamento remoto**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

MOZAS, A. T. C.; ARIZA, F. J. Methodology for positional quality control in cartography using linear features. **The Cartographic Journal**, v. 47, n. 4, p. 371-378, 2010. DOI: https://doi.org/10.1179/000870410X12825500202931

NANSEN, C.; ELLIOTT, N. C. Remote sensing and reflectance profiling in entomology. **Annual Review of Entomology**, v. 61, n. 1, p. 139-158, 2016. DOI: https://doi.org/10.1146/annurev-ento-010715-023834

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. 4. ed. São Paulo: Blucher, 2010.

OPENDRONEMAP AUTHORS. ODM: a command line toolkit to generate maps, point clouds, 3D models and DEMs from drone, balloon or kite images. [S. l.]: **OpenDroneMap**, 2022. Software. Disponível em: https://github.com/OpenDroneMap/ODM. Acesso em: 26 out. 2026.

ORLANDO, V. S. W.; GALLO, M. L. B. T.; MARTINS, G. D.; VIERA, B. S.; ANDALÓ, V.; ASSIS, G. A. **Análise da distribuição espacial de bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*) em cafeeiro**. In: COLÓQUIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS, 12.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOMÁTICA, 5., 2022, Curitiba. Anais [...]. Curitiba, 2022. p. 26-29. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/371990947_ANALISE_DA_DISTRIBUICAO_ESPACIAL_DE_BICHO_MINEIRO_LEUCOPTERA_COFFEELLA_EM_CAFEEIRO. Acesso em: 26 out. 2025.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. **QGIS Geographic Information System**. [S. l.]: QGIS Association, 2023. Disponível em: http://www.qgis.org. Acesso em: 17 jan. 2023.

SANTOS, A. P.; OLIVEIRA, L. F.; GUIMARÃES, W. D.; VIEIRA, C. A. O. **Avaliação da acurácia planimétrica de imagens Ikonos ortorretificadas com diferentes MDEs**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 24., 2010, Aracaju. Anais [...]. Aracaju, 2010.

SILVA, C. A. DA; SOUTO, M. V. S.; DUARTE, C. R.; BICHO, C. P.; SABADIA, J. A. B. Avaliação da acurácia dos ortomosaicos e modelos digitais do terreno gerados pelo µVANT/DNPM. **Revista**

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto, v. 67, n. 7, p. 1479-1495, 2015. DOI: https://doi.org/10.14393/rbcv67n7-49200. Acesso em: 15 jan. 2024.

SILVA, M. H.; ELIAS, A. R.; ROSÁRIO, L. L. Análise da cultura da soja a partir de índices de vegetação (ExG – GLI – TGI – VEG) advindos de imagens RGB obtidas com ARP. **Revista Brasileira de Geomática**, v. 10, n. 2, p. 140-154, 2022. DOI: http://dx.doi.org/10.3895/rbgeo.v10n2.15042. Acesso em: 15 jan. 2024.

LLANO, X. C. AcATaMa: accuracy assessment of thematic maps. In: **QGIS Python Plugins Repository**. [S. l.], 2023. Disponível em: https://plugins.qgis.org/plugins/AcATaMa/. Acesso em: 15 jan. 2024.

ZAMPIROLI, R.; ALVARENGA, C. B.; CARVALHO, V. A. M.; RINALDI, P. C. N.; ASSIS, G. A. Application technology for chemically controlling coffee leaf miner in the cerrado of Minas Gerais State. **Revista de Ciências Agrárias - Amazon Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 60, n. 3, p. 256-262, 2017. DOI: http://dx.doi.org/10.4322/rca.2583. Acesso em 15 jan. 2024.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.