

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

CAROLINE MAXIMILIANE SANTOS RIBEIRO

IMAGENS AÉREAS OBTIDAS POR DRONES PARA DETECÇÃO DE
Planococcus citri EM CAFEEIRO

Monte Carmelo

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

CAROLINE MAXIMILIANE SANTOS RIBEIRO

IMAGENS AÉREAS OBTIDAS POR DRONES PARA DETECÇÃO DE
Planococcus citri EM CAFEEIRO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia, Campus Monte Carmelo, da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Profa. Dra. Vanessa Andaló Mendes de Carvalho.

Monte Carmelo

2022

CAROLINE MAXIMILIANE SANTOS RIBEIRO

IMAGENS AÉREAS OBTIDAS POR DRONES PARA DETECÇÃO DE
Planococcus citri EM CAFEEIRO

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como requisito necessário para a obtenção do grau de Engenheira Agrônoma.

Monte Carmelo, 11 de agosto de 2022

Banca Examinadora

Profa. Dra. Vanessa Andaló Mendes de Carvalho
Orientadora

Prof. Dr. Cleyton Batista de Alvarenga
Membro da Banca

Ms. Renan Zampiroli
Membro da Banca

Monte Carmelo
2022

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
3 OBJETIVO	7
4 REVISÃO DE LITERATURA	7
4.1 Cultura do cafeeiro	7
4.2 <i>Planococcus citri</i>	8
4.3 Uso do sensoriamento remoto para detecção de insetos	9
4. MATERIAL E MÉTODOS	10
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
6. CONCLUSÃO	16
REFERÊNCIAS	17

RESUMO

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, sendo uma cultura agrícola de suma importância para a economia do país. Entre as principais pragas do cafeeiro pode-se destacar a cochonilha-da-roseta, *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae) que sugam a seiva da planta, causando definhamento e podendo levar a morte. As cochonilhas excretam uma substância açucarda que propicia o desenvolvimento de fumagina e diminui a área fotossintética da planta, ocasionando queda drástica na produção. Com isso, se torna indispensável o monitoramento periódico das lavouras, a fim de detectar a ocorrência do inseto e verificar se é necessário entrar com medidas de controle. Com isso, teve-se por objetivo detectar a ocorrência da cochonilha-da-roseta na parte aérea no cafeeiro por meio de imagens obtidas por drones. O estudo foi realizado em três áreas cafeeiras, nos municípios de Coromandel e Monte Carmelo, MG. As imagens foram coletadas com drone da marca Phantom 4 Pro, acoplado a uma câmera Mapiir Survey 3W. As imagens foram submetidas ao software Pix4D para a elaboração de um ortomosaico. Foi realizada a coleta da reflectância das plantas amostradas em campo nas bandas do infravermelho próximo (IVP), Vermelho (Red) e verde (Green), para gerar os índices NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) e GNDVI (Vegetação de Diferença Normalizada Verde). As reflectâncias coletadas foram analisadas utilizando o software Weka 3.8.5. Com base nos resultados obtidos poderão ser feitas inferências sobre a presença da cochonilha-da-roseta, auxiliando na tomada de decisão para controle da praga em função do nível de infestação. O presente estudo apresentou alta exatidão na detecção das cochonilhas nas lavouras cafeeiras, sendo que, nas lavouras de Coromandel os classificadores apresentaram melhor desempenho na diferenciação entre plantas saudáveis e plantas infectadas em relação a diferenciação nas lavouras de Monte Carmelo. Dessa forma, é possível concluir que o uso de drones para a detecção de cochonilhas nas lavouras cafeeiras é uma ferramenta que auxilia na tomada de decisão em relação ao manejo da praga.

Palavras-chave: cochonilha-da-roseta, *Coffea*, imagem, inteligência artificial.

1 INTRODUÇÃO

O cafeeiro, *Coffea arabica* L., pertence à família Rubiaceae, possui porte arbóreo, apresentando dimorfismo de crescimento dos ramos, formando ramos plagiotrópicos e ortotrópicos, sendo o grão do café o produto de grande valor comercial. É uma cultura perene de clima favorável tropical com aptidão de temperatura de 18°C a 23°C, portando, se adapta às condições ambientais no Brasil, sendo de suma importância para economia nacional gerando diversas riquezas e empregos (MESQUITA, 2016).

O Brasil é o maior produtor e exportador de café mundial e segundo maior consumidor de café do mundo, na safra de 2022 é prevista uma bienalidade positiva mas, apesar desse fator, devido ao longo período de estiagem e geadas intensas que ocorrem durante os meses de junho e setembro no ano de 2021, não estão confirmando esse aumento da produção, tendo em vista que, a produção do cafezal é definido durante esses meses. Apresentando uma produção para o café arábica de 24,6 sacas/ha, com crescimento de 12,1% em relação à safra anterior, mas 23,7% inferior a safra de 2020 que também era de bienalidade positiva. A área de cultivo total deve atingir 2.242,6 mil hectares. O estado de Minas Gerais, sendo considerado como maior produtor do país é responsável por 24,3 sacas/ha, 7,5% superior à produção da safra anterior, mas 26,8% menor do que o rendimento obtido na safra de 2020 (CONAB, 2022).

Dentre os insetos-praga que ocorrem na cultura do cafeeiro podem-se destacar as cochonilhas, que são insetos polívoros, sugam a seiva de folhas, caules e raízes e se alimentam de grande número de hospedeiros, sendo que 16 espécies distintas podem ser encontradas na cultura do cafeeiro, entre elas as espécies *Coccus viridis* (Green) (Hemiptera: Coccidae), cochonilha-verde, e *Planococcus citri* Risso (Hemiptera: Pseudococcidae), cochonilha-branca (REVISTA CULTIVAR, 2020).

Esses insetos têm como características tamanho diminuto e sugam a seiva das plantas liberando toxinas, sendo que diversas espécies são recobertas por uma secreção cerosa tanto em ninfas como em adultos. Estes insetos causam danos nas lavouras podendo atacar ramos, folhas, frutos e troncos, sendo que quanto maior for o ataque maior a probabilidade de enfraquecimento generalizado da planta, causando queda precoce de frutos e folhas. Normalmente as fêmeas das cochonilhas causam maiores danos, devido a machos adultos serem alados e não se alimentarem (ALMEIDA, 2016).

Ninfas e adultos quando se alimentam sugando a seiva pelo aparato bucal ao eliminar o excesso desta seiva liberam uma substância adocicada chamada *honeydew*. Estas gotículas adocicadas atraem formigas doceiras servindo como fonte de alimento, que também ajudam na dispersão destas cochonilhas para outras folhas e plantas. O excesso desta substância adocicada nas folhas propicia o crescimento de fungos do gênero *Capnodium*, conhecidos como fumagina, que por sua vez revestem as folhas formando uma camada escura que prejudica a realização da fotossíntese e respiração das plantas (ALMEIDA, 2016).

Devido à ocorrência desta praga nas lavouras, o monitoramento regular se torna necessário devendo ser introduzidas nas práticas de manejo do cafeeiro. Dentre os métodos de monitoramento de insetos-praga pode-se destacar o uso de novas tecnologias envolvendo o sensoriamento remoto, que possibilita a avaliação constante da lavoura, em pontos pré-estabelecidos (CROP LIVE, 2020).

O processamento digital de imagens no campo vem sendo um grande aliado dos produtores. Funciona baseado na densidade populacional do inseto que vai auxiliar na indicação da tomada de decisão quanto ao controle da praga, baseando-se no nível de dano econômico, tornando assim, o monitoramento de pragas menos oneroso em relação ao tempo de amostragem, com menor gasto de mão-de-obra e maior precisão, que podem ser citados como dificuldades dentro do monitoramento convencional de pragas (PICANÇO, 2010).

Tendo em vista a grande importância da cafeicultura para a economia brasileira e para a economia do estado, visto que, Minas Gerais é o maior produtor de café nacional (CONAB, 2022) e os danos severos causados pelo ataque por cochonilhas é de suma importância à detecção e o manejo adequado para redução populacional do inseto.

No estado do Espírito Santo em lavouras de café as cochonilhas foram responsáveis por 70 % de perdas (CANAL RURAL, 2015). O prejuízo gerado por essa praga inicia na a sucção da seiva levando ao enfraquecimento da planta, até a produção da excreção açucarada que essas cochonilhas liberam que colabora com o aparecimento de fumagina nas folhas, reduzindo a fotossíntese e a respiração celular. O aparecimento das cochonilhas ocorre principalmente pela disseminação pelo vento e por formigas, portanto é de suma importância o monitoramento periódico das lavouras para detectar a incidência de cochonilhas (BENEVENUTE, 2012).

O alcance de um método preciso que indique o nível populacional das cochonilhas nas lavouras cafeeiras, assim como a sua distribuição, irá influenciar diretamente na tomada de decisão no controle deste inseto. Assim, a obtenção de imagens para identificação de sintomas

de ocorrência de cochonilhas na parte aérea do cafeeiro permitirá a redução no tempo de amostragem, menor erro do avaliador, menor gasto com mão de obra e aplicações de inseticidas direcionadas nas áreas de infestação.

3 OBJETIVO

Teve-se como objetivo detectar a ocorrência de *P. citri* na parte aérea no cafeeiro, por meio de sensoriamento remoto.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Cultura do cafeeiro

O cafeeiro pertencente à família botânica Rubiaceae, gênero *Coffea*, sendo uma planta arbustiva, dicotiledônea, angiosperma, fanerógama, seus frutos são do tipo drupa, apresentando normalmente duas sementes dentro, suas folhas são opostas com coloração verde-escuras, seu caule é lenhoso e lignificado. Possui cerca de 100 espécies, sendo duas as mais cultivadas *C. arabica* e *Coffea canephora* Pierre ex Froehner (OLIVEIRA et al., 2012). O centro de origem do *C. arabica* é na Etiópia, Sudão e Quênia, já o *C. canephora* tem seu centro de origem nas regiões tropicais e subtropicais da África (GASPARI-PEZZOPANE et al., 2004).

Os estados de Minas Gerais e São Paulo apresentam as maiores áreas cultivadas de *C. arabica*, nas regiões conhecidas como Cerrado Mineiro e Alto Mogiana, essa espécie se diferencia na sua qualidade superior no produto final mais fino, sendo preferido pelo consumidor (MAPA, 2017). A produção estimada para 2022 onde se caracteriza um ciclo de bienalidade positiva, indica uma produção de um total de 53,43 milhões de sacas beneficiadas, onde estão incluídas as espécies arábica e conilon nesse total, representando

15,3% inferior das 63,08 milhões de sacas colhidas no ano de 2020, último ano de bienalidade positiva (CONAB, 2022).

O Brasil já exportou cerca de 14,1 milhões de sacas de café de 60 Kg nos primeiros quatro meses do ano de 2022, uma redução de 10,8% em relação as 15,8 milhões de sacas exportadas no mesmo período no ano de 2021. Os Estados Unidos e Alemanha se destacam como principais importadores do café brasileiro, nos primeiros meses do ano de 2022 importaram cerca de 2,79 milhões de sacas, seguido da Alemanha com 2,59 milhões de sacas, sendo o terceiro maior importador de café brasileiro é a Bélgica com 1,5 milhões de sacas (CONAB, 2022).

Embora grande produção e exportação do café brasileiro existem fatores que devem ser levados em consideração para a produção cafeeira, como a ocorrência de insetos-praga na cultura, como é o caso das cochonilhas, onde sua presença nas lavouras pode causar redução na produção.

4.2 *Planococcus citri*

A cochonilha *P. citri*, conhecida como cochonilha-das-rosetas, pertencente ao grupo das cochonilhas farinhentas, ocorre de maneira geral no Brasil em culturas como cafeeiro, uva e algodoeiro causando danos econômicos (GULLAN, 2000).

É uma espécie que apresenta dimorfismo sexual, onde as fêmeas adultas não possuem asas assemelhando-o as ninfas, medem em torno de 3 mm de comprimento, os machos são alados, ligeiramente maiores. Esses insetos não apresentam carapaça, apresentam coloração branca ou pouco rosada, contém um orifício longitudinal pequeno na região central do dorso, possuem 18 pares de filamentos de ceras laterais e o filamento caudal é curto, representando 1/8 do comprimento do corpo. O ovissaco é constituído por filamentos finos de cera enovelados que dão aspecto de tufos de algodão, dispostos sob o corpo do inseto, sendo que cada ovissaco pode conter até 20 ovos de coloração amarela brilhante ou rosada, apresentando 0,3 mm de diâmetro cada um (MILLER et al., 2011).

No primeiro ínstar a ninfa é móvel rastejante possui coloração amarelada com revestimento ceroso. A ninfa masculina passa pelo estágio pré-pupal e é mais longa e estreita

do que a ninfa feminina que por sua vez atravessa mais instares. Após o estágio de pupa o macho segrega o casulo com aspecto de algodão (LÓPEZ-MADRIGAL et al., 2013).

É um inseto sugador de seiva, tem preferência por climas mais úmidos, se alimentam das folhas, frutos, caule e raízes, enfraquecendo as plantas, causando secamento e queda dos botões florais e frutos, dano conhecido como roseta banguela, e se o ataque for intenso podem acarretar queda de 100% de flores e frutos ou seca das rosetas (GONZÁLEZ; VOLOSKY, 2004). Igualmente a cochonilha-verde após se alimentarem da seiva das plantas esses insetos excretam um líquido adocicado (*honeydew*), que servem como substrato para o desenvolvimento do fungo fumagina que é prejudicial à cultura, que pela redução da área fotossintética e redução da taxa de respiração da planta, ocasionam queda drástica na produção (GRAVENA, 2003).

O ataque das cochonilhas é favorecido de acordo com as condições climáticas adversas, em especial durante os períodos de estiagem prolongadas e também o uso inadequado de produtos fitossanitários que causam desequilíbrios ambientais que reduzem os inimigos naturais (fungos e insetos) das cochonilhas (CAFEICULTURA, 2005).

4.3 Uso do sensoriamento remoto para detecção de insetos

As pragas estão na agricultura desde a domesticação das plantas, sendo um desafio constante tanto para pequeno quanto para o grande agricultor, pois, se não controladas podem ocasionar grande prejuízos nas lavouras reduzindo drasticamente a produtividade das culturas (BARBEDO; MEIRA, 2014).

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (2015), a produção agrícola deve aumentar em torno de 60% levando em consideração o aumento exponencial da população mundial, com isso a presença de pragas em lavouras se torna um fator limitante para o desenvolvimento da agricultura, causando diversos prejuízos ao produtor e ao consumidor.

Com isso, se torna indispensável o uso de monitoramento periódico das lavouras para evitar ou controlar tal problema, um exemplo disso é a agricultura de precisão que vem se tornando um aliado para com os produtores devido à agilidade e eficiência para elaboração de respostas (RESENDE et al., 2005).

Conforme Aita (2013), a agricultura de precisão tem evoluído para uma situação promissora, sendo que com a aplicação destes dados possibilita melhores potenciais de respostas nas lavouras e menores impactos ambientais, além de resultados econômicos positivos.

De acordo com Moreira (2013), as imagens aéreas na agricultura são usadas no mapeamento de diversas culturas para detecção de lavouras comprometidas, com isso, a tomada de decisão foi mais pontual e precisa.

Segundo Artioli e Beloni (2016), o uso de ARP (Aeronave Remotamente Pilotada) se fez possível uma precisão de amostragem das lavouras tanto em áreas pequenas ou grandes quase em tempo real por meio de imagens geradas pelos ARP, sendo assim possível a identificação de pragas existentes nas lavouras para uma aplicação de inseticida mais precisa e equilibrada ou até mesmo ajudando no auxílio de diferentes manejos.

Conforme Gomes (2017), as obtenções de informações chaves sobre o estado nutricional da planta por meio de dados de sensoriamento remetem se tornou possível devido à variações espectrais da vegetação, que por meio de imagens capturam os índices de vegetação e informam a porcentagem de cobertura verde, teor de clorofila, biomassa verde, atividade da vegetação, índice de área foliar e a radiação fotossinteticamente ativa absorvida.

Após a caracterização destas informações geradas pelas imagens capturadas e com a ajuda de softwares especializados é possível determinar e avaliar o progresso da lavoura, por meio de mapas de falhas no plantio ou até mesmo na adubação e identificando pragas e doenças (MESQUITA, 2014).

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Monte Carmelo em três áreas cafeeiras, onde foram registrados por meio de amostragem convencional o nível de infestação de *P. citri* em cada lavoura. As áreas foram comparadas com lavoura cafeeira sem a presença do inseto. A amostragem convencional foi realizada de forma aleatória, realizando caminhamento em ziguezague, também sendo realizada a coleta das coordenadas geográficas (latitude e longitude) (Figuras 1, 2 e 3).

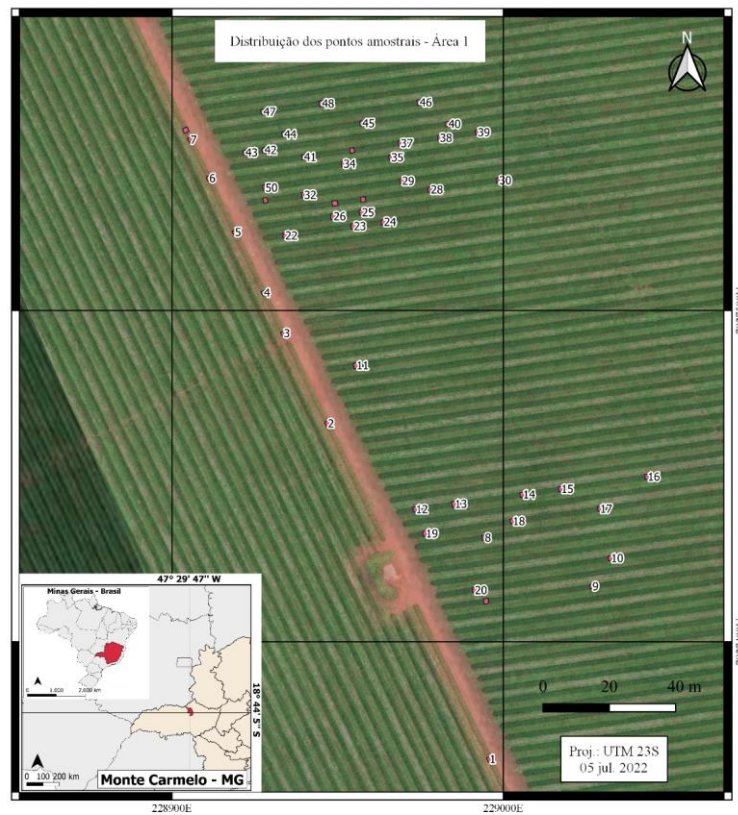


Figura 1. Imagem e coordenadas da área de Monte Carmelo/MG.



Figura 2. Imagem e coordenadas da área de Coromandel/MG, sem cochonilha.



Figura 3. Imagem e coordenadas da área de Coromandel/MG, com cochonilha.

O voo foi realizado para coleta das imagens utilizando um drone da marca Phantom 4 Pro, acoplado a uma câmera Mapir Survey 3W, realizando o voo a uma altura de 100 metros, foi determinada essa altitude para reduzir interferências que podem ocorrer nas plantas a serem analisadas

Após a aquisição das imagens, estas foram submetidas ao software Pix4D para a elaboração de um ortomosaico. Posteriormente, por meio do software ENVI e aplicando o ortomosaico gerado anteriormente, foi feita a coleta da reflectância das plantas amostradas em campo nas bandas do infravermelho próximo (IVP), vermelho (Red) e verde (Green), para tornar possível gerar os índices de vegetação NDVI (Índice de Vegetação por Diferença

Normalizada) e GNDVI (Vegetação de Diferença Normalizada Verde), utilizando as bandas obtidas. Em seguida, as reflectâncias foram analisadas utilizando o software Weka 3.8.5, que foram submetidas a diferentes classificadores, tais como: Redes Neurais (Multilayer Perceptron), Support Vector Machine (SMO) e Florestas Aleatórias (Random Trees).

As cultivares estudadas foram Topázio na cidade de Coromandel com idade de 4,5 anos e em Monte Carmelo a cultivar Arara com idade de 3 anos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação a detecção da presença de *P. citri* nas áreas cafeeiras pode-se observar um comportamento espectral entre as plantas sadias e plantas infestadas diferente entre as regiões onde foi realizado o monitoramento utilizando o drone. Onde nas bandas o município de Coromandel apresentou menores índices de reflectância nas bandas e índices crescentes nas bandas IVP (Figuras 4 e 5).

O comportamento espectral se altera de acordo com o comprimento da onda, de acordo com os raios solares sobre as folhas. De um modo geral, apresentam elevada absorvância nas regiões do ultravioleta, azul, vermelho e IV médio. Por consequência, nas região do verde e do IV próximo apresentam elevada reflectância. Onde essa variação entre absorvância, reflectância e transmitância varia de acordo com os pigmentos contidos nos cloroplastos, estrutura interna e quantidade de água existente na folha (TODT, 1998).

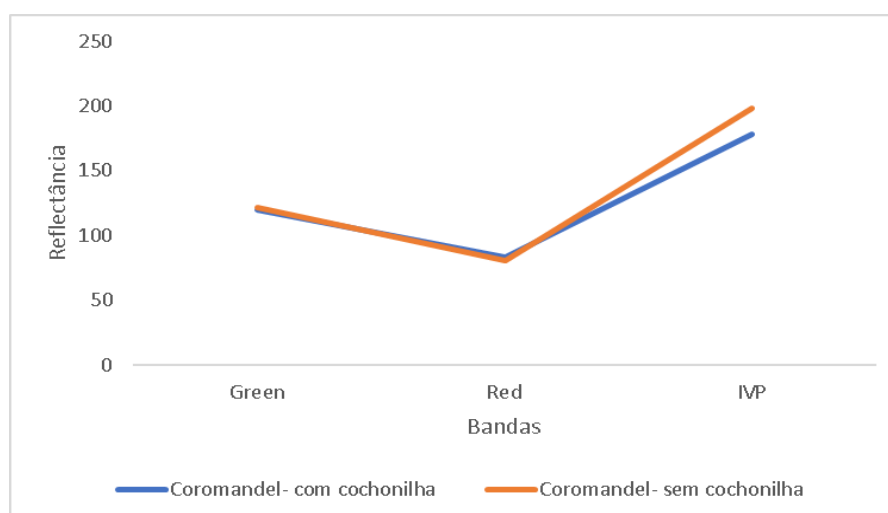


Figura 4. Comportamento espectral de plantas de café saudáveis e infestadas, calculados a partir de reflectância dos dosséis saudáveis e infestados no município de Coromandel-MG.

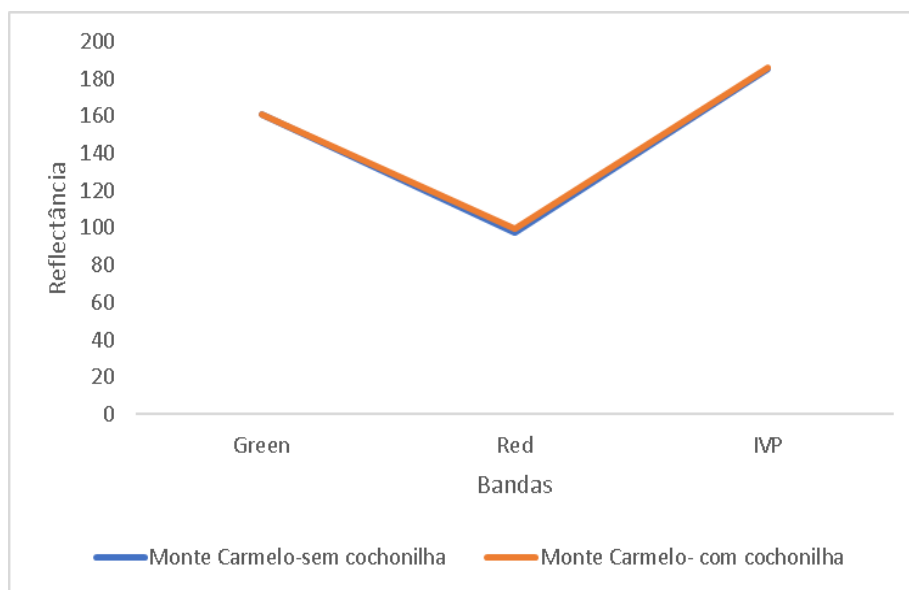


Figura 5. Comportamento espectral de plantas de café saudáveis e infestadas, calculados a partir de reflectância dos dosséis saudáveis e infestados no município de Monte Carmelo - MG.

O gráfico demonstra que no município de Coromandel as plantas saudáveis e infestadas possuem uma diferença na região do infravermelho próximo em função da perda de biomassa dos vegetais devido a incidência da doença na área infectada. De acordo com Crato (2018), o comportamento espectral da vegetação se altera ao longo de seu ciclo e alguns outros fatores como arquitetura do dossel podendo influenciar os resultados.

Segundo Ponzoni et al. (2012) o comportamento espectral da vegetação no espectro eletromagnético que é compreendida entre a região do visível e do infravermelho obtém-se uma curva de reflectância característica. A região do infravermelho próximo é onde é possível observar a maior taxa de reflectância foliar (KAFER et al., 2016), como pode ser observado em ambos os municípios um maior índice de reflectância na região do infravermelho.

No município de Monte Carmelo, a diferença na região do infravermelho próximo não foi evidente em função do estágio vegetativo das plantas, por serem plantas saudáveis e bem nutridas, dessa forma, as duas curvas ficaram idênticas.

No município de Coromandel, os classificadores RNA e SMO apresentaram exatidão global igual a 100% e coeficiente kappa igual a 1, demonstrando uma concordância perfeita entre os dados analisados sendo possível distinguir e detectar plantas sadias de plantas infestadas com cochonilhas. Já no município de Monte Carmelo, o classificador RF apresentou uma exatidão global de 90% e coeficiente kappa de 0,8 demonstrando uma concordância substancial entre os dados analisados (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Classificações supervisionadas de plantas sadias e infestadas por *Planococcus citri*, para diferentes classificadores.

Áreas de estudo	Classificadores					
	Redes Neurais		SMO		Florestas aleatórias	
	EG	K	EG	K	EG	K
Coromandel	100	1	100	1	95	0,9
Monte Carmelo	80	0,6	70	0,4	90	0,8

EG: exatidão global; K: coeficiente kappa.

Tabela 2. Matriz de confusão por meio dos classificadores: redes neurais artificiais, *support vector machine* (smo) e florestas aleatórias.

Áreas de estudo	Matriz de confusão					
	Redes Neurais		SMO		Florestas aleatórias	
	A	B	A	B	A	b
Coromandel	10	0	10	0	10	0
	0	10	0	10	1	9
Monte Carmelo	4	1	2	3	5	0
	1	4	0	5	1	4

a: plantas sadias; b: plantas infestadas.

A matriz de confusão mostra o que aconteceu na tabela anterior onde no município de Coromandel os algoritmos SMO e RNA classificaram corretamente todas as plantas que foram utilizadas como treinamento. Já no município de Monte Carmelo o algoritmo florestas aleatórias classificou corretamente nove plantas, sendo uma planta classificada incorretamente (Tabela 2).

6. CONCLUSÃO

Conclui-se que no município de Coromandel os algoritmos classificaram corretamente todas as plantas, distinguindo as plantas sadias das plantas infestadas que foram utilizadas como treinamento. Já no município de Monte Carmelo, os algoritmos também distinguiram grande parte das plantas sadias das plantas infestadas, onde somente uma planta foi classificada incorretamente.

Em virtude desses resultados, foi possível detectar a presença de cochonilha na parte área do cafeeiro das regiões que foram estudadas no presente trabalho.

REFERÊNCIAS

- AITA, V. **Manejo de lagartas e percevejos da soja com controle localizado**. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Santa Maria. Rio Grande do Sul, 2013.
- ALMEIDA, L. F. V. **Estudo diagnóstico e taxonômico de cochonilhas (Hemiptera: Coccoidea) associadas às plantas cítricas no estado de São Paulo, Brasil**. Tese (Mestre em Entomologia Agrícola). UNESP, 2016.
- ARTIOLI, F.; BELONI, T. Diagnóstico do perfil do usuário de drones no Agronegócio Brasileiro. **Revista iPecege**, v. 2, n. 3, p. 40–56, 2016.
- BARBEDO, J. G. A.; MEIRA, C. A. A. TIC na segurança fitossanitária das cadeias produtivas. Tecnologia da informação e comunicação e suas relações com a agricultura. **EMBRAPA**, Brasília, DF, p. 95-189, 2014.
- BENEVENUTE, J. da S. Distribuição da cochonilha verde em café arábica em fase de formação. **CBPC**, 2012.
- CANAL RURAL. **ES: cochonilha causa perdas de 70% no café, 2015**. Disponível em: <<https://www.canalrural.com.br/programas/informacao/mercado-e-cia/cochonilha-causa-perdas-cafe-67535/>> . Acesso em 14 de Jun. 2022.
- CONAB (Brasil). **Acompanhamento da safra brasileira de café**. (2022), Brasília, 2022. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/cafe/boletim-da-safra-de-cafe>> Acesso em 11 Jun. 2022.
- CRATO, J. K. T. **Deteção em multiescala de bicho-mineiro em lavoura cafeeira utilizando imagens multiespectrais**. Trabalho de Conclusão de Curso. 48f. Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, 2018.
- CROP LIVE. **O manejo integrado de pragas é parte essencial da agricultura moderna**, 2020. Disponível em: <<http://croplifebrasil.org/noticias/o-manejo-integrado-de-pragas-e-parte-essencial-da-agricultura-moderna/>> . Acesso em: 15 de Jun. 2022.
- FAO. **Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura**. 2015. Disponível em: http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/HLEF2050_Global_Ag. Acesso em: 15 Jun. 2022.
- FREDRICK, J. M. Some preliminary investigations of the green scale, *Coccus viridis* (Green), in south Florida. **Florida Entomologist**, v. 26, p.12-15, 1943.
- GASPARI-PEZZOPANE, C. et al. Variabilidade genética do rendimento intrínseco de grãos em germoplasma de *Coffea*. **Bragantia**, v. 63, n. 1, p. 39-54, 2004.
- GONZÁLEZ, R. H.; VOLOSKY, C. Chanchitos blancos y polillas de la fruta: problemas cuarentenarios de la fruticultura de exportación. **Revista Frutícola**, v. 25, p. 41-62, 2004.

GOMES, D. F. Identificação e mapeamento de pragas e doenças de plantas para extensas porções da terra. **Pix Force**, 2017.

GRAVENA, S. Cochonilha branca: descontrolada em 2001. **Laranja**, v.24, n.1, p.71-82, 2003.

GULLAN, P. J. Identification of the immature instars of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) found on citrus in Australia. **Australian Journal of Entomology**, v. 39, p. 160-166, 2000.

KÄFER, P. S.; REX, F. E.; SANTOS, M. A. G.; SEBEM, E. Caracterização espectral e NDVI de espécies florestais das famílias fabaceae, myrtaceae, rutaceae e salicaceae. **Enciclopédia Biosfera**, v. 13, p. 262-275, 2016.

LÓPEZ-MADRIGAL, S. et al. Mealybugs nested endosymbiosis: going into the ‘matryoshka’ system in *Planococcus citri* in depth. **BMC Microbiology**, v.13, n.74, 2013.

MAPA. **Café no Brasil**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira>> Acesso em: 15 out. de 2022.

MESQUITA, A. O avanço dos drones. **Agro DBO**, v. 33, n. 403, p. 20-25, 2014.

MESQUITA, C.M. et al. **Manual do café: implantação de cafezais *Coffea arabica* L.** EMATER-MG, p. 10-50, 2016.

MILLER, D. R.; DAVIDSON, J. A.; MORRISON, H. Scale insects: identification tools for species of quarantine importance, **USDA**. 2011.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologia de aplicação**. 2.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p.307, 2003.

NAIS, J.; BUSOLI, A. C. Morphological, behavioral and biological aspects of *Azya luteipes* Mulsant fed on *Coccus viridis* (Green). **Scientia Agricola**, v. 69, n. 1, p. 81- 83, 2012.

OLIVEIRA, I. P. et al. Cultura de café: histórico, classificação botânica e fases de crescimento. **Revista Faculdade Montes Belos**, v. 5, n. 4, p. 1-16, 2012.

PICANÇO, M.C. **Manejo Integrado De Pragas**. Departamento de Biologia Animal, 2010. Disponível em: < https://www.ica.ufmg.br/wp-content/uploads/2017/06/apostila_entomologia_2010.pdf> . Acesso em: 14 de Jun. 2022.

PONZONI, F. J. Sensoriamento remoto no estudo da vegetação: diagnosticando a mata atlântica. In: RUDORFF, B. F. T.; MORAES, E. C.; PONZONI, F. J.; CAMARGO JÚNIOR, H.; CONFORTE, J. C.; MOREIRA, J. C.; EPIPHANIO, J. C. N.; MOREIRA, M.A.; KAMPEL, M.; ALBUQUERQUE, P. C. G.; MARTINI, P. R.; FERREIRA, S. H.; TAVARES JÚNIOR, S. S.; SANTOS, V. M. N. (Ed.). **Curso de uso de sensoriamento remoto no estudo do meio ambiente**. 2002. São José dos Campos: INPE, 22 p.

RESENDE, A. et al. Agricultura de precisão no Brasil: avanços, dificuldades e impactos no manejo e conservação do solo. Segurança Alimentar e Sustentabilidade. **EMBRAPA**, 2005.

REVISTA CULTIVAR. **Monitoramento e manejo adequado de cochonilha-branca em café**, 2020. Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/noticias/monitoramento-e-manejo-adequado-de-cochonilha-branca-em-cafe>>. Acesso em 15 de Jun. 2022.

TODY, V. **Avaliação do desempenho de classificadores neurais para aplicações em sensoriamento remoto**. 252f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.
