
SENSORIAMENTO REMOTO PARA O ESTUDO DE DOENÇAS E ANÁLISE DA DINÂMICA DA CITRICULTURA NO ESTADO DE SÃO PAULO

Vinícius Fernandes Alves

Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Instituto de Geociências
feralvesvini@gmail.com

Édson Luis Bolfe

UNICAMP, Instituto de Geociências; Embrapa Agricultura Digital
ebolfe@unicamp.br

RESUMO

O Brasil, como um dos principais produtores mundiais de citrus, necessita de instrumentais de monitoramento agrícola das áreas produtivas. A dinâmica agrícola associada essa cultura é crescente, onde exemplifica-se com a diminuição da produção no município de Botucatu-SP. Uma das justificativas é o aparecimento de doenças na citricultura, aumentando seus custos de produção e valor final do fruto ao consumidor final. Com o avanço das tecnologias digitais, o sensoriamento remoto ganha papel importante no monitoramento as pragas que afetam a produção. Assim, esse trabalho baseou-se em uma breve análise bibliográfica e tem o objetivo de elencar as principais doenças da citricultura nacional, junto com seus sintomas e apresentar os potenciais aplicações do sensoriamento remoto no monitoramento e análise da dinâmica agrícola de áreas produtivas.

Palavras-chave: Citrus; Sintomas; Detecção; Controle.

ABSTRACT

Brazil, as one of the world's main producers of citrus, needs instruments for agricultural monitoring of the productive areas. The agricultural dynamics associated with this culture is growing, which is exemplified by the decrease in production in the municipality of Botucatu-SP. One of the justifications is the appearance of diseases in citriculture, increasing its production costs and the final value of the fruit to the final consumer. With the advancement of digital technologies, remote sensing has gained an important role in monitoring the pests that affect the production. Thus, this work was based on a brief literature review and aims to list the main diseases of national citrus, along with their symptoms and present the potential applications of remote sensing in monitoring and analysis of agricultural dynamics of productive areas.

Keywords: Citrus; Symptoms; Detection; Control.

INTRODUÇÃO

A laranja é a fruta cítrica mais produzida no mundo, tendo o Brasil como um de seus maiores produtores (VIDAL, 2021), sendo o Estado de São Paulo o maior produtor nacional. O município de Botucatu está localizado na região centro-sul do Estado e a 235km da capital paulista e de acordo com o IBGE (2022), possui 1.482,642 km² de território, sendo o décimo maior em extensão do Estado. Observa-se uma queda na área do plantio da citricultura a partir da análise dos dados da PAM (Produção Agrícola municipal) do IBGE (2005; 2020) passando de 9.839 hectares de laranja e limão para 7.100 hectares em 2020. Um dos motivos que justificam essa queda é o surgimento de doenças que afetam o pomar e encarecem a produção.

Com o crescimento da tecnologia na agricultura de precisão, cada vez mais se torna indispensável a utilização das ferramentas do Sensoriamento Remoto (SR) para o monitoramento agrícola, sendo utilizado para detectar doenças e insetos vetores nas plantações de diferentes culturas (DENG et al., 2020). Por meio dos veículos aéreos não tripulados (VANT), os produtores rurais estão obtendo maior acessibilidade as imagens de diferentes resoluções espectrais, espaciais e temporais, possibilitando a detecção de ervas daninhas e também para a avaliação da cobertura vegetal e nutrição do solo (ABDULRIDHA et al., 2019)

O uso do SR para a detecção de doenças varia entre sensores RGB (*Red, Green e Blue*), sensores termais e sensores hiperespectrais, na qual é possível captar o infravermelho próximo (GARZA et al., 2020). Mesmo que no momento o uso do SR para o mapeamento da presença e abundância das doenças ainda esteja em fase inicial, nota-se a abrangência das aplicações disponíveis para o estudo precoce e o potencial na prevenção de doenças na citricultura (GARZA et al., 2020).

Assim, a fim de melhor compreender a dinâmica dos citrus em Botucatu (São Paulo), este trabalho, de cunho teórico, levantou informações sobre as principais doenças que ocorrem no estado (DE MELO; ANDRADE, 2006), destacando a ocorrência, transmissão, sintomas e forma de controle do: Cancro Cítrico, Leprose dos Citrus, Podridão Floral, Morte Súbita dos Citrus, Clorose Variegada dos Citrus, e HLB (Greening).

METODOLOGIA

A metodologia utilizada para este trabalho foi da busca de artigos, dissertações e teses sobre os assuntos selecionados em meios eletrônicos como o Google Acadêmico. Foram selecionados trabalhos de diferentes instituições, tanto unidades acadêmicas quanto empresas especializadas no estudo da citricultura, a fim de ampliar o leque da pesquisa.

A pesquisa foi direcionada procurando pelos nomes das doenças, ou seu agente patológico, foi dada preferência para cartilhas técnicas da Embrapa, cujo trabalho era bem objetivo e estruturado. A maioria dos trabalhos são datados das décadas de 1990 e 2000, nas quais as patologias já se encontravam em estágio de entendimento e busca de soluções.

A escolha das doenças foi realizada a partir de pesquisas em empresas que são especializadas no citrus, classificando quais as mais importantes para a citricultura brasileira. Para o filtro da pesquisa foram selecionados de três a cinco trabalhos por tema selecionados a partir de uma rápida leitura.

Para as aplicações do sensoriamento remoto na identificação de doenças na citricultura também foi realizada a busca de trabalhos em meios eletrônicos, encontrando principalmente artigos internacionais sobre o assunto.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é elencar as principais doenças da citricultura nacional, junto com seus sintomas e suas formas de controle. Além de apresentar algumas utilizações do Sensoriamento Remoto nessa questão. A fim de melhor entender a dinâmica agrícola do citrus.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

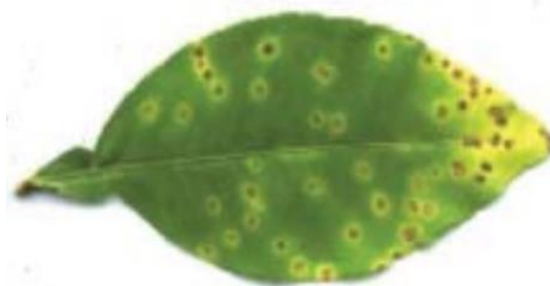
Inicialmente, para melhor entender as aplicações do SR no monitoramento agrícola, é necessário ter conhecimento geral sobre as principais doenças que afetam a citricultura no estado de São Paulo. Para isso algumas características de cada doença foram selecionadas e estão descritas a seguir.

Cancro Cítrico

A doença do Cancro Cítrico é uma das mais importantes doenças que acometem a citricultura. No Brasil a doença é relatada desde da década de 1950, porém ocorrendo em outros grandes produtores do fruto, como os Estados Unidos (AMARAL, 2003). É uma doença “causada pela bactéria *Xhantomonas axonopodis pv. citri* que provoca lesões nas folhas, frutos e ramos e, conseqüentemente queda de folhas frutos e de produção” (IRENO et al., 2014, p.35).

Os principais sintomas são inicialmente apresentados nas folhas, pois “contém a maior concentração de estômatos, constituindo a principal via de acesso da bactéria” (AMARAL, 2003, p.2). A aparição de manchas amarelas nas folhas em seguida com pequenas erupções ásperas e de coloração marrom (figura 1). A principal manifestação da doença é por meio dos crancos, que dá a nomenclatura da patologia (AMARAL, 2003). Quanto ao fruto as lesões ocorrem de maneira mais superficial com lesões que provocam o rompimento da casca (figura 2), permitindo a entrada de outras patologias que estragam mais rapidamente a fruta (IRENO et al.,2014).

Figura 1: Sintomas da doença Cancro Cítrico nas folhas.



Fonte: AMARAL, 2003.

Figura 2: Sintomas da doença Cancro Cítrico nos frutos.



Fonte: FundeCitrus, 2022.

A melhor forma de controle da doença é por meio da prevenção. Ireño (2014) diz que a prevenção:

“deve ser feita já na implantação ou renovação do pomar, com mudas saudáveis, e plantio de quebra ventos. Os cuidados devem ser redobrados durante a colheita. Essa época é a mais favorável para a disseminação da doença por causa do intenso trânsito de pessoas e materiais dentro da propriedade” (IRENO et al., 2014, p.36).

No quesito econômico os danos são preocupantes (ALMEIDA, 2003), visto que essa é uma doença de difícil controle e também, com a necessidade da “erradicação de plantas infectadas e demais plantas vizinhas em um raio mínimo de 30 metros, ou múltiplas pulverizações de plantas afetadas, com produtos cúpricos” (ALMEIDA, 2003, p.2) agregando um custo para o controle.

Leprose dos Citrus

A leprose do citrus é uma doença viral, causada pelo agente *Citrus leprosis virus* (CiLV) (MARQUES et al., 2007). O vetor da doença é um ácaro chamado de (*Brevipalpus phoenicis*) e de acordo com a FUNDECITRUS, cerca de 53% das laranjeiras do estado de São Paulo apresentam algum sintoma da doença (BASSANEZI, 2004).

Quanto aos sintomas, é característico da doença:

“por produzir lesões restritas aos locais de alimentação do vetor, nas folhas, nos frutos e nos ramos infectados. (FIGURA 3) A lesão foliar aparece como um conjunto de halos necróticos intercalados por halos cloróticos. Nos ramos, as lesões apresentam-se como pústulas necróticas e, nos frutos, como depressões necróticas. Quando a planta

apresenta alta taxa de infecção, ocorre queda prematura dos frutos e definhamento dos ramos, que podem levar a planta à morte (Rossetti, 2001, apud in MARQUES et al., 2007, p.1532).”

Figura 3: Sintomas Leprose do Citrus.



Fonte: Fundecitrus, 2022.

Para o controle e tratamento da praga são necessárias algumas medidas, como a proteção do pomar do ácaro, e sua eliminação nas plantações, as podas de ramos mais infectados, e em casos mais extremos a substituição das plantas extremamente degradadas (MARQUES et al., 2007). Desta forma, o tratamento dessa praga na citricultura pode chegar a até US\$ 80 milhões por ano (MARQUES et al., 2007).

Podridão Floral

Outra doença que também ocorre na citricultura é a podridão floral. Uma doença típica de climas tropicais e subtropicais, tendo seu primeiro registro no Brasil em 1977 no Estado do Rio Grande do Sul (THEODORO, 2003). O agente causador da patologia é o fungo *Colletotrichum gloeosporioides* (sin. *C. acutatum*) (Gasparotto et al., 1997).

Diferentemente do Cancro Cítrico, a podridão floral ataca os botões, as flores e nos frutos ainda novos (Gasparotto et al., 1997) (Figura 4). No estágio de crescimento dos botões florais a árvore está em seu período mais sucessível para o avanço da doença. Os períodos chuvosos ou com a ocorrência de orvalho auxiliam no desenvolvimento da patologia (Gasparotto et al., 1997).

Figura 4: Sintomas da Podridão Floral.



Fonte: Fundecitrus, 2022.

Quanto ao controle da doença, a melhor forma de combate é por meio do uso integrado de diferentes técnicas. Destacam-se processos que visam acelerar a flora do fruto (THEODORO, 2003). Outras formas de evitar maior estrago é por meio da poda de limpeza, para uma maior ventilação do pomar e também manter uma boa nutrição das plantas (Gasparotto et al., 1997).

Morte Súbita dos Cítricos

A morte súbita dos cítricos é uma doença que foi registrada no Brasil no ano de 1999, em duas regiões, o sudoeste de Minas Gerais e na região norte de São Paulo (MULLER et al., 2002). Os sintomas da doença se assemelham com os causados pelo vírus da Tristeza dos Citrus, que chegou ao Brasil na década de 1930. O problema inicialmente foi identificado em laranjas enxertadas no limão cravo com sintomas mais severos do que os encontrados posteriormente em laranjas que cresciam no limão Volkameriano (POMPEU JR; BLUMER, 2008).

Os sintomas da doença (figura 5) são caracterizados por:

“inicialmente, folhas verde-pálidas, e sua pronunciada queda, morte apical de ramos e, ocasionalmente, desenvolvimento de pequeno número de ramos “ladrões” na copa. No estágio final, todas as folhas caem e a árvore morre, permanecendo, não raro, com alguns frutos presos aos galhos (MULLER et al., 2002).

Figura 5: Estágios e sintomas da doença.



Fonte: Muller et al., 2002.

As formas de controle dessa doença é semelhante das tratadas anteriormente. A poda e a substituição de algumas árvores em pomares já consolidados são alternativas já conhecidas. Uma opção mais específica para essa praga é o enxerto em outras variações de limão cravo, que seriam menos suscetíveis à doença (MULLER et al., 2002).

Clorose Variada dos Citrus

Outra doença trabalhada é a CVC, doença inicialmente identificada nos Estados de São Paulo e em Minas Gerais (Triângulo Mineiro) no ano de 1987 (ROSSETI; De NEGRI, 2011). A bactéria causadora da praga é a *Xylella fastidiosa* e é considerada uma das mais devastadoras doenças que atingem a citricultura (ROSSETI, 2006).

Os sintomas da doença (figura 6) são:

“Clorose das folhas inicialmente na parte mediana e superior da copa, tomando depois toda a planta. - Folhas com sintomas de deficiência nutricionais, mormente de zinco e carência de potássio (frutos miúdos). - Clorose variegada nas folhas mais desenvolvidas. - As manchas cloróticas da página ventral, correspondente, em folhas mais velhas, pequenas bolhosidades cor de palha na página dorsal, semelhantes a manchas devidas à toxidade de boro. A análise foliar, entretanto, mostrou que não ocorre nível de boro próximo a toxicidade. - Frutos de tamanho reduzido e endurecidos, imprestáveis para o comércio, persistentes, com amarelecimento precoce. - Em plantas muito afetadas notam-se, com bastante freqüência, galhos salientes na parte superior da copa, com folhas e frutos miúdos e alguma desfolha nos galhos ponteiros” (ATA, apud in ROSSETI; De NEGRI, 2011, p.62).

Figura 6: Sintomas da doença.



Fonte: Agrolink, 2022.

As tentativas de controle da doença são feitas a partir do uso de antibióticos para o controle do número de bactérias presentes no xilema das plantas (ROSSETI; De NEGRI, 2011). Com isso é importante ressaltar algumas recomendações deixadas pelos pesquisadores, sendo elas:

“1. Deve ser feito, com urgência, um levantamento da ocorrência da Clorose Variegada dos Citrus para aplicação de medidas de Defesa Sanitária Vegetal, especialmente quanto à formação de mudas, e trânsito de mudas e borbulhas. 2. Deve ser desestimulada a utilização de material vegetativo procedente das propriedades afetadas por Clorose Variegada dos Citrus. 3. É de urgente necessidade que os bacteriologistas consigam preparar um “kit” ou estojo, com base em estudos sorológicos da bactéria, que possa ser utilizado em campo, para detectar com segurança a ocorrência da doença nas várias localidades” (ROSSETI; De NEGRI, 2011, p.65).

HLB (Greening)

A última doença destacada é uma das principais encontradas no país, denominada como Huanglongbing (HLB) (ERPEN et al., 2018) e conhecida por Greening, tem influenciando na diminuição da produção do fruto no Estado de São Paulo. Essa doença que chegou ao Brasil em 2004 (COLLETA-FILHO et al., 2004; HALBERT, 2005; TEIXEIRA et al., 2005 apud in BELASQUE JR. et al., 2010), e é considerada por Bové (2006), como uma doença extremamente perigosa para os cultivos de laranja e de rápida disseminação.

“o HLB foi encontrado em 24% dos pomares comerciais de SP em um levantamento amostral realizado pelo Fundecitrus e a FCAV- UNESP, Jaboticabal-SP em abril de 2009. Já em 2008 a doença foi detectada em todas as regiões citrícolas paulistas. Esses dados revelam a rápida disseminação da doença ocorrida no Estado” (BELASQUE JR et al. 2010, p.54).

Seus sintomas (figura 7) são descritos como:

“Plantas com HLB apresentam, geralmente, pelo menos um dos sintomas descritos a seguir. O início do aparecimento dos sintomas é caracterizado pela presença de um ou poucos ramos com folhas amareladas, geralmente em poucas plantas no pomar. Huanglongbing, o nome oficial da doença, significa, em chinês, “doença do ramo amarelo”. As folhas presentes nesses ramos perdem parte da sua coloração verde, apresentando-se parcialmente amarelas e verdes, sem uma delimitação clara entre essas duas cores. Esse tipo de sintoma é denominado “mosqueado”. Esse é o sintoma mais característico de plantas com HLB, tendo sido observado em todos os locais nos quais a doença foi descrita até hoje” (BELASQUE JR et al. 2010, p.54).

Figura 7: Evolução dos sintomas na folha.



Fonte: Fundecitrus, 2022.

Essa doença, é de difícil controle, não encontrando técnicas efetivas e de baixo custo para tal (BELASQUE JR et al., 2010). Desta forma, o melhor controle é por meio da prevenção, com a eliminação do inseto vetor, que é uma alternativa promissora para evitar maiores danos (BELASQUE JR et al., 2010).

Potencialidades e Desafios do Sensoriamento Remoto

No breve levantamento bibliográfico realizado, foram encontradas alguns exemplos de aplicações do Sensoriamento Remoto na citricultura. Dentre as doenças descritas acima, destacam-se as aplicações para o monitoramento do Greening (ou HLB) e do Cancro Cítrico.

O uso do VANT para imagens do dossel dos indivíduos de Citrus foi aplicado para a detecção do Greening, visto que anomalias encontradas neles poderiam ser consideradas como sintomas da doença (CHANG et al., 2020). Com o trabalho, realizado no Estado da Flórida (EUA), foi possível demonstrar que a forma da copa baseada nos VANT e índices vegetativos podem ser usados para monitorar a infecção do HLB na citricultura. Por mais que no estudo foram utilizadas imagens multiespectrais, as imagens RGB também podem ser uma alternativa para o monitoramento (CHANG et al., 2020).

Outra forma de identificar essa doença, foi por meio do índice triangular verde (TGI), uma forma de medir o verde da vegetação, diretamente ligada a clorofila, assim, se tornando um índice útil para identificar doenças na citricultura. Esse estudo realizado no Texas (EUA) contou com imagens RGB montada no modelo Phantom 4 Pro, no sensor CMOS. As imagens de VANTS, simplificam o cálculo do índice (GARZA et al., 2020).

Já para o Cancro Cítrico, estudos realizados na Flórida (EUA) apresentaram a técnica de imagem baseada em VANT, que pode ser utilizada para detectar árvores infectadas pelo cancro e cobrir grandes áreas em um curto espaço de tempo e com baixo custo. Visto que, ela foi capaz de identificar árvores infectadas com o Cancro de maneira precisa, porém ainda existindo margem para melhora no que tange à identificação dos frutos com a doença (ABDHULRIDHA et al., 2019).

Na agricultura brasileira, é crescente o avanço do controle biológico, onde as imagens geradas por sensoriamento remoto tem sido aplicadas para detecção e monitoramento de pragas e doenças. O uso de drones, a velocidade de mapeamento e processamento das imagens, facilitam muito a definição do momento para a utilização dos agentes que vão realizar o controle de pragas (PARRA, 2019).

Ainda no que tange o sensoriamento remoto existem alguns desafios para o monitoramento das doenças em citrus. Entre eles destacam-se o constante e necessário aperfeiçoamento das técnicas e conhecimentos sobre o assunto (BARROS et. al., 2021). Outro desafio é expresso pelo autor em:

“como unir características tão distintas e únicas dos sensores em um equipamento capaz de ser usado em campo, na grande abrangência de problemas fitossanitários, trazendo informações em tempo real? Um exemplo de dificuldade apresentada em alguns trabalhos é a tentativa de correlação de dados multiescala, visando a utilização da riqueza de detalhes do sensoriamento hiperespectral, aliada à facilidade de operação e ao menor custo dos sensores multiespectrais” (BARROS et al., 2021, p.506-507).

As imagens do sensoriamento remoto são importantes para tomadas de decisão no meio agrícola e agroambiental a partir de seu planejamento. O sucesso dessas decisões irá depender da qualidade e confiabilidade dos dados (SOUZA et. al., 2007).

Marcario et al. (2020) destacam que as geotecnologias já fazem parte da agricultura brasileira, a exemplo do sensoriamento remoto que possibilita realizar análises espaciais fundamentais para o planejamento territorial rural.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir desse levantamento acerca das principais doenças que afetam a citricultura no país, é possível afirmar que sua presença prejudica a produção do citrus em São Paulo. O crescente custo de produção e a dificuldade do controle são exemplos que podem justificar a diminuição da área plantada de citrus no município de Botucatu. Importante também ressaltar, que os contínuos estudos em busca de melhorias no controle e tratamento das doenças devem ser contínuos. O Brasil é o maior produtor de laranja do mundo e para continuar com esse posto, todos os esforços científicos devem ser entregues em busca de melhorar ainda mais a produção, diminuindo os custos e tornando-a mais sustentável.

Observou-se ainda o avanço tecnológico do uso do Sensoriamento Remoto no controle de doenças na citricultura. Com uma maior disponibilidade e acessibilidade as imagens multisensores (VANT e Satélites), suas aplicações tendem a melhorar o manejo dos sistemas de produção agrícola. Importante destacar que essa área está

em constante avanço, e assim, é crescente novas pesquisas e inovações das geotecnologias para o monitoramento agrícola.

AGRADECIMENTOS

A presente pesquisa está sendo realizada com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES – Bolsa de Mestrado).

REFERÊNCIAS

ABDULRIDHA, J.; BATUMAN, O.; AMPATZIDIS, Y. UAV-Based Remote Sensing Technique to Detect Citrus Canker Disease Utilizing Hyperspectral Imaging and Machine Learning. **Remote Sensing**, v. 11, p. 1373, 2019.

BELASQUE JUNIOR, et. al. Controle do Huanglongbing no estado de São Paulo, Brasil. *Citrus Research & Technology*, [S.L.], v. 31, n. 1, p. 53-64, 2010. GN1 Genesis Network. <http://dx.doi.org/10.5935/2236-3122.20100005>. Disponível em: <https://citrusrt.ccsm.br/journal/citrusrt/article/doi/10.5935/2236-3122.20100005>. Acesso em: 02 set. 2022.

BERNARDO, Eduardo Roberto A.; BETTIOL, Wagner. Controle da pinta preta dos frutos cítricos em cultivo orgânico com agentes de biocontrole e produtos alternativos. **Tropical Plant Pathology**, v. 35, p. 037-042, 2010.

BEZERRA, Amanda Silva. Considerações Sobre Conservação

CHANG, A. J.; YEOM, J.; JUNG, J. H. et al. Comparison of Canopy Shape and Vegetation Indices of Citrus Trees Derived from UAV Multispectral Images for Characterization of Citrus Greening Disease. **Remote Sensing**, v. 12, p. 4122, 2020.

DA SILVA BARROS, Pedro Paulo et al. Monitoramento Fitossanitário Utilizando Sensoriamento Remoto: Avanços e Desafios. **Rev. Bras. Cartogr**, v. 73, n. 2, 2021.

DENG, X. L.; ZHU, Z. H.; YANG, J. C. et al. Detection of Citrus Huanglongbing Based on Multi-Input Neural Network Model of UAV Hyperspectral Remote Sensing. **Remote Sensing**, v. 12, p. 2678, 2020.

DE FARIA THEODORO, Gustavo. A podridão floral dos citros na região Oeste do Estado de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v. 16, n. 2, p. 34-37, 2003.

DE MELO, Marcelo Brito; ANDRADE, Luzia Nilda Tabosa. Principais doenças da citricultura em Sergipe e seu controle. Aspectos Técnicos dos Citros em Sergipe, p. 71, 2006.

DE OLIVEIRA, Roberto Pedroso et al. Cancro cítrico: epidemiologia e controle. **Embrapa Clima Temperado-Documentos (INFOTECA-E)**, 2008..

DO AMARAL, Alexandre Morais. Cancro cítrico: permanente preocupação da citricultura no Brasil e no mundo. 2003.

ERPEN, Lígia et al. Análise do cultivo da laranja no Estado de São Paulo de 2001 a 2015. *Revista Ipecege*, Piracicaba, v. 1, n. 4, p. 33-43, jan. 2018. Disponível em: <https://revista.ipecege.org.br/Revista/article/view/221>. Acesso em: 02 set. 2022.

GASPAROTTO, Luadir; PEREIRA, José Clério Rezende; VERAS, S. de M. A podridão floral dos citros no Estado do Amazonas. 1997.

GARZA, B. N.; ANCONA, V.; ENCISO, J. et al. Quantifying Citrus Tree Health Using True Color UAV Images. **Remote Sensing**, v. 12, p. 170, 2020.

IRENO, Mateus Teodoro et al. Doença do Cítrus-Cancro Cítrico. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 25, n. 1, p. 34-37, 2014

LOCALI, ELIANE CRISTINA; FREITAS-ASTÚA, JULIANA; MACHADO, M. A. Leprose dos citros: biologia e diagnóstico do vírus. **Laranja**, v. 25, n. 1, p. 53-68, 2004.

MACÁRIO, Carla Geovana do Nascimento et al. Geotecnologias na agricultura digital. In: MASSRUHÁ, Silvia Maria Fonseca Silveira (ed.). **Agricultura Digital**. Brasília: Embrapa, 2020. p. 94-119.

MARQUES, João Paulo Rodrigues et al. Lesões foliares e de ramos de laranjeira-doce causadas pela leprose-dos-citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 1531-1536, 2007.

MÜLLER, GERD WALTER et al. Morte súbita dos citros: uma nova doença na citricultura brasileira. **Laranja**, v. 23, n. 2, p. 371-386, 2002.

NUNES, William Mário Carvalho et al. Ocorrência de pinta preta, causada por *Guignardia citricarpa*, em tangerineiras' Montenegrina'no sul do Paraná. **Summa Phytopathologica**, v. 32, p. 295-295, 2006.

PARRA, José RP. Controle biológico na agricultura brasileira. **Entomological Communications**, v. 1, p. 2675-1305, 2019.

POMPEU JUNIOR, Jorgino; BLUMER, Silvia. Morte súbita dos citros: suscetibilidade de seleções de limão-cravo e uso de interenxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, p. 1159-1161, 2008.

POURAZAR, H.; SAMADZADEGAN, F.; JAVAN, F. D. Aerial multispectral imagery for plant disease detection: radiometric calibration necessity assessment. *European Journal of Remote Sensing*, v. 52, p. 17-31, 2019.

RICHARD, K.; ABDEL-RAHMAN, E. M.; MOHAMED, S. A. et al. Importance of Remotely-Sensed Vegetation Variables for Predicting the Spatial Distribution of African Citrus Trioza (Trioza erytreae) in Kenya. **ISPRS Internation Journal of Geo-Information**, v. 7, p. 429, 2018.

ROSSETTI, Veridiana Victoria. Clorose variegada dos citros. 2006.

ROSSETTI, Victoria; DE NEGRI, José Dagoberto. Clorose variegada dos citros-revisão. **Citrus Research & Technology**, v. 32, n. 1, p. 61-66, 2017.

VERZIGNASSI, J. R. et al. Pinta preta dos citros: doença quarentenária A2 ausente no Estado do Pará. **Embrapa Amazônia Oriental-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2006.

VIDAL, Maria de Fátima. Fruticultura na área de atuação do BNB: produção, mercado e perspectivas. 2020.