



**ANÁLISE ESPECTRAL DE ÁREAS DE CITRICULTURA A PARTIR DE IMAGENS
HARMONIZADAS LANDSAT E SENTINEL EM CASA BRANCA (SP)**

Victória Hellena Matusevicius e de **Castro**¹; Taya Cristo **Parreiras**²; Édson Luis **Bolfe**³

Nº 23601

RESUMO – De cada dez copos de suco de laranja bebidos no mundo, sete têm como origem pomares brasileiros, o que reflete a importância do cultivo da citricultura do Brasil no cenário mundial. Embora muito se tenha evoluído na análise espectral e mapeamento de lavouras temporárias, ainda são poucos os estudos com foco em lavouras perenes, principalmente os citros. Assim, o estudo objetivou verificar o comportamento de diferentes bandas espectrais em distintos estágios do crescimento de pomares de laranja e limão (plantas jovens, adultas, e em estágio de renovação) observados no município de Casa Branca, maior produtor nacional. Para essa análise, utilizou-se as imagens Harmonized Landsat Sentinel-2 (HLS) de maio, agosto, novembro de 2022 e março de 2023, meses nos quais foram adquiridas informações de campo, com verificação estatística com Análise de Variância (ANOVA) e Teste de Tukey. A análise da variação da resposta espectral em diferentes bandas espectrais permitiu diferenciar estágios de desenvolvimento vegetativo dos citros. Os resultados obtidos são importantes para o manejo do campo e verificação do crescimento das árvores.

Palavras-chaves: Sensoriamento Remoto, Laranja, Agricultura, Cultivo Perene

1 Autor, Bolsista CNPq (PIBIC) na Embrapa Agricultura Digital: Graduação em Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas-SP; v245192@dac.unicamp.br

2 Colaborador, Doutoranda em Sensoriamento Remoto, Unicamp, Campinas-SP; t234520@dac.unicamp.br

3 Orientador, Pesquisador Embrapa Agricultura Digital, Campinas-SP, edson.bolfe@embrapa.br



ABSTRACT – *Seven out of every ten glasses of orange juice drunk in the World come from Brazilian orchards, which reflects the importance of citrus cultivation in Brazil on the world stage. Although much progress has been made in spectral analysis and mapping of temporary crops, there are still few studies focusing on perennial crops, mainly citrus. Thus, the study aimed to verify the behavior of different spectral bands in different chances of growth of orange and lemon orchards (young, adult and graduation stage plants) observed in the municipality of Casa Branca, the largest national producer. For this analysis, Harmonized Landsat Sentinel-2 (HLS) images from May, August, November 2022 and March 2023 were used, months in which field information was acquired, with statistical selection using Analysis of Variance (ANOVA) and Tukey test. The analysis of the variation of the spectral response in different spectral bands allowed to differentiate the vegetative development of citrus. The results obtained are important for field management and verification of tree growth.*

Keywords: Remote Sensing, Orange, Agriculture, Perennial Cultivation

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Massruhá et al. (2020), é necessário ter informações e monitorar as plantações, visando otimizar a produção e mapear constantemente as lavouras, com aplicação de tecnologias, como o sensoriamento remoto (SR). Contudo, muitas variáveis biofísicas se interrelacionam e podem alterar a resposta espectral no SR, tais como solo, estrutura dos dosséis (densidade do plantio e arquitetura das plantas) e aspectos de geometria de iluminação e de visada de cena (FORMAGGIO et al., 2017). Jensen (2009) acrescenta que a umidade do solo, alterações na biomassa e diferenças no espaçamento e/ou orientações entre linhas de plantio também podem promover mudanças na resposta espectral. Assim, como as características das plantas se modificam muito em cada estágio de vida, é necessário verificar as diferentes respostas espectrais obtidas em cada momento.

Diferentes estruturas de dosséis geram diferentes respostas espectrais que são desafios para o levantamento preciso das áreas de citros. Apesar da relevância econômica, ainda são poucos os estudos cujo objetivo é o mapeamento das áreas de forma independente, principalmente no Brasil,



afetando informações fundamentais para previsão de safra ou análises de mudanças de uso e cobertura da terra. Arcoverde et al. (2010) mapearam os citros com uma cena Landsat 5 *Thematic Mapper*, de 30 m de resolução espacial, e vários atributos derivados das bandas espectrais, como métricas de textura e parâmetros biofísicos. Aplicando algoritmos de classificação por Árvores de Decisão e Máxima Verossimilhança (MAXVER), o estudo separou áreas de citros dos demais alvos, nos municípios de Barretos e Colômbia, em São Paulo, com baixos índices de Kappa, em geral, inferiores a 0,60. Castro et al. (2023) usaram medianas mensais de bandas espectrais do Sentinel-2 *Multispectral Instrument* (MSI) e algoritmo de aprendizado de máquina *Random Forest*, e mapearam áreas de citros entre outras cinco classes de uso e cobertura com acurácia global de 90% em Casa Branca, São Paulo. Entretanto, erros de comissão de 12% mostraram que áreas de pastagens são confundidas com pomares de plantas jovens ou destinados à renovação. Outro exemplo, é o projeto MapBiomass, que desde a sexta coleção (2021) mapeia os citros como uma classe independente com composições temporais de bandas e índices espectrais do Landsat e algoritmo de aprendizado profundo U-Net (MAPBIOMASS, 2023).

Neste sentido, este estudo teve como objetivo analisar a resposta espectral de pomares de citros em diferentes estágios de vida - jovens, adultos ou em renovação - identificando quais bandas espectrais são mais indicadas para diferenciar essas fases. Em uma análise adicional, buscou-se verificar bandas espectrais capazes de separar pomares em renovação de áreas de pastagens. Para isso, foi utilizado o conjunto multiespectral de bandas do *Harmonized Landsat Sentinel* (HLS), uma iniciativa da NASA para harmonizar e tornar as imagens do Sentinel-2 MSI e do Landsat 8/9 *Operational Land Imager* (OLI) correspondentes (CLAVERIE et al., 2018; NASA, 2021). As respostas espectrais de diferentes áreas amostrais, obtidas em campo, foram analisadas por meio da Análise de Variância (ANOVA), Teste Tukey e Teste T.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

Casa Branca, um município localizado no nordeste de São Paulo, abrange uma área de 864 km² (Figura 1). Suas coordenadas geográficas centrais são 47° 5' 17.258" W e 21° 48' 1.971" S. O solo predominante nessa região é o Latossolo Vermelho Amarelo, e aproximadamente 43,8% do município possui uma declividade inferior a 8% (STEFANI, 2003). O clima é classificado como subtropical úmido (Cwa) (ALVARES et al., 2013), com uma temperatura média anual de 20,5°C



(BENDINI et al., 2016). Essa faixa de temperatura está dentro do intervalo ideal para o cultivo de citros, que varia de 23°C a 32°C (FILHO et al., 2005). De acordo com estimativas baseadas nos dados do Global Precipitation Measurements (GPM), acessados por meio do Google Earth Engine (GEE), a precipitação média anual acumulada no município foi de 1.459 mm durante o período de 2001 a 2020. Essa quantidade de chuva está dentro das necessidades anuais da cultura de citros, que variam de 900 mm a 1.500 mm (FILHO et al., 2005).

2.2 Visitas de campo e pontos amostrais

No âmbito do projeto Mapeamento Agropecuário no Cerrado via Combinação de Imagens Multisensores – MultiCER¹, foram realizadas quatro atividades de campo, aproximadamente a cada três meses, entre maio de 2022 e março de 2023, no município de Casa Branca, nos quais foram identificados 36 pomares de citricultura, sendo 11 em estágio de renovação, 7 pomares jovens e 19 adultos. Além disso, foram selecionadas 10 áreas de pastagens, bem distribuídas ao longo do município. A figura 1 ilustra esses pontos. Nestes locais, informações georreferenciadas e fotografias foram coletadas e tiradas com aplicativo AgroTag, desenvolvido pela Embrapa (SPINELLI-ARAÚJO et al., 2019). A Figura 2 exemplifica os diferentes estágios de vida do citros, observados em campo.

Para diferenciação dos estágios, foi utilizada avaliação visual dos dosséis, com uso de parâmetros da escala BBCH, que busca identificar cada estágio do crescimento fenológico da planta. Na fase jovem, foram incluídos na avaliação as etapas 5, 6 e 7 que abrangem árvores com aparecimento de brotos, presença de folhas verde-claras, inflorescência de botões fechados ou flores visíveis, frutos ainda em estágio inicial ou em amadurecimento. Para a classificação como árvore adulta, foram englobados os estágios 8 e 9: aparecimento de frutos já maduros, folhas totalmente verdes e muito ramos. Já para árvores em renovação, consideram-se os estágios 0, 1 e 3, em que há predominância de porta-enxerto, com poucos galhos e flores (AGUSTI et al., 1995).

2.3 Aquisição e processamento das imagens de satélite

A seleção de imagens HLS foi orientada pelo site *EarthData Search* (<https://search.earthdata.nasa.gov/>), da NASA, para visualizar e identificar as imagens com menor nível de contaminação por nuvens em datas próximas às visitas de campo, tendo sido avaliadas imagens HLS S30 (origem do Sentinel-2) e HLS L30 (origem do Landsat 8/9). Foram utilizadas as



17º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica - CIIC 2023
29, 30 e 31 de agosto de 2023
ISSN: 2965-2812

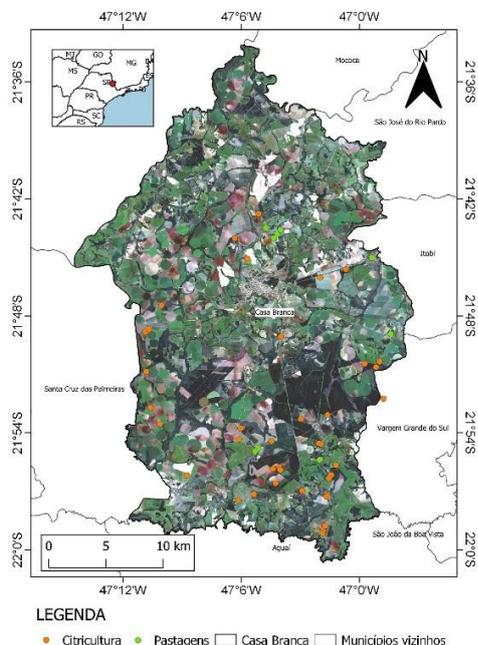


Figura 1. Localização de Casa Branca, São Paulo, e das amostras coletadas nas visitas de campo.

bandas 2 (Azul), 3 (Verde), 4 (Vermelho), 8 (Infravermelho próximo), 11 (Infravermelho médio) e máscara de nuvens (*F-Mask*), efetivamente baixadas pelo portal AppEARS (<https://appears.earthdatacloud.nasa.gov/>), também da NASA. A tabela abaixo mostra as datas das visitas e das obtenções de imagens HLS.

Tabela 1: Datas das atividades de campo e das imagens HLS.

Visitas de campo	Imagens HLS
25/05/2022	24/05/2022
17/08/2022	22/08/2022
29/11/2022	29/11/2022
15/03/2023	15/03/2023

As imagens foram processadas usando o *software* estatístico R (versão 4.3.0) para remover nuvens e sombras com a banda *F-Mask*, aplicar o fator multiplicativo (*0,0001) e extrair os valores médios de cada banda, considerando todos os pontos amostrais de cada estágio de vida.

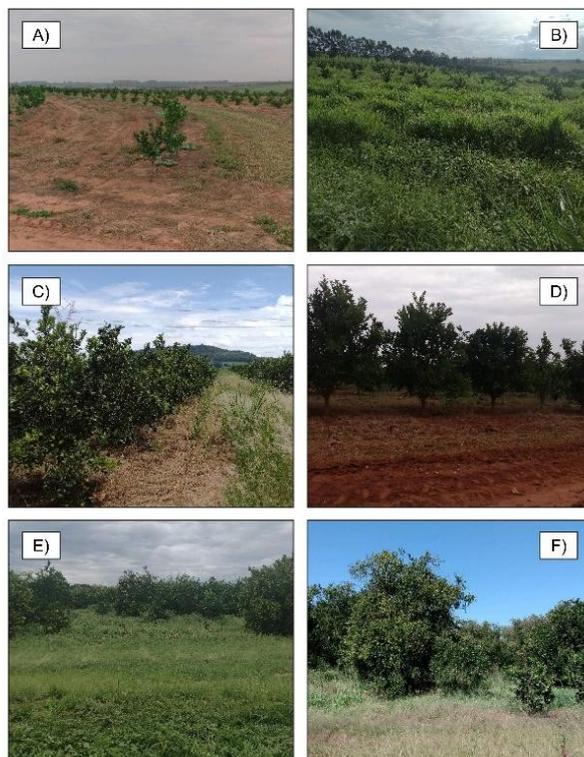


Figura 2: Exemplos de áreas amostrais em estágio de renovação (A e B), jovem (C e D) e adulto (E e F).

2.4 Análise estatística

Ainda no R, com o objetivo de verificar quais bandas espectrais diferem estatisticamente nos diferentes estágios de crescimento, em cada mês, foi utilizado o teste de Análise de Variância (ANOVA). A cada mês, quando na ANOVA foi apontada diferença significativa ($p < 0,05$), procedeu-se para o Teste Tukey. Por fim, para verificar quais bandas espectrais apresentam maior separabilidade entre pomares de citros em renovação e pastagens, foi realizado o Teste T, em cada banda, em cada mês.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Comportamento temporal da resposta espectral de áreas de citros

A Figura 3 mostra os valores médios de reflectância das áreas em cada banda, nos diferentes estágios, em cada mês do estudo. Em todos os estágios, observa-se o perfil de absorção de energia nas bandas do azul (B2) e do vermelho (B4), utilizadas na fotossíntese; picos



de reflectância no infravermelho próximo (B8A), cuja resposta é controlada pela estrutura celular das folhas; e vales de absorção no infravermelho médio (B11), bandas cuja absorção é maior conforme maior é o teor de umidade (JENSEN, 2009).

Nos pomares jovens e adultos, a resposta indica maior vigor vegetativo no mês de novembro, com maiores valores de reflectância no B8A, e menores valores em B2 e B4 (maior fotossíntese), e em B11 (maior teor de água). Nos pomares em renovação, em março, há valores máximos de B8A e mínimos de B2, B4 e B11, indicando pico de vigor vegetativo neste mês, com maior atividade fotossintética, maior densidade foliar e teores de umidade, o que pode ser tanto das plantas de citros, quanto das espécies forrageiras que, por se tratar de um tipo de dossel mais aberto, exercem maior influência na resposta espectral.

3.2 Resultados das análises estatísticas

De acordo com Hair et al. (2005), a ANOVA é uma técnica estatística usada para determinar se as amostras de três ou mais grupos surgem de populações com médias iguais. Em todos os meses do estudo, a ANOVA apontou diferenças estatisticamente significativas em todas as bandas espectrais, com exceção do infravermelho próximo (B8A) (Tabela 2). Nesse sentido, procedeu-se para o Teste Tukey para identificar, nas bandas estatisticamente diferentes, quais pares de estágios são possíveis de serem diferenciados.

A Tabela 3 mostra os resultados obtidos com o Teste Tukey. Os valores de reflectância de todas as bandas espectrais (com exceção do infravermelho próximo) variam significativamente entre os pomares de plantas jovens e adultas, em todos os meses. Pomares mais jovens, com folhas mais claras, refletem mais energia do que pomares adultos em todos os comprimentos de onda, em todos os meses. Em média, pomares jovens refletiram cerca de 49% a mais de energia no azul, 34% no verde, 53% no vermelho, 9% no infravermelho próximo e 31% no infravermelho médio. Esses resultados corroboram com Arantes et al. (2020), que estudaram o comportamento de laranjeiras com stress hídrico.

Também é possível distinguir entre pomares em estágio de renovação e pomares adultos em todos os meses com as bandas azul e verde. Com os canais do vermelho e infravermelho médio é possível diferenciar esses grupos em todos os meses, com exceção do mês de março. Pomares em renovação refletiram, em média, 41% mais energia no azul, 30% no verde, 47% no vermelho, 5% no infravermelho próximo, e 30% no infravermelho médio.



Gráficos com os valores médios de reflectância de pomares de citros

Recortes exemplos de Imagens HLS de pomares de citros

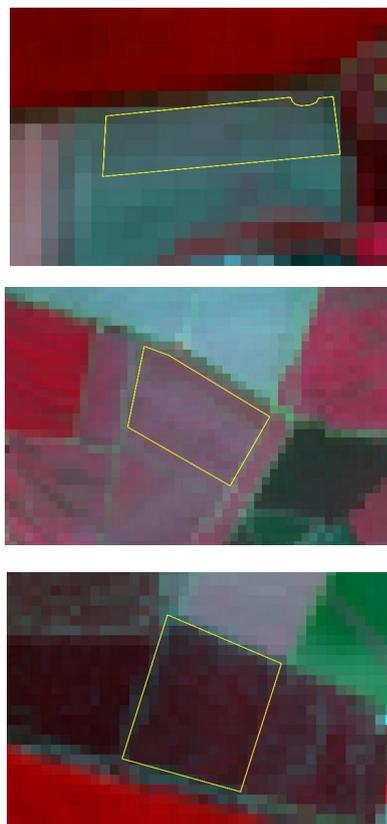
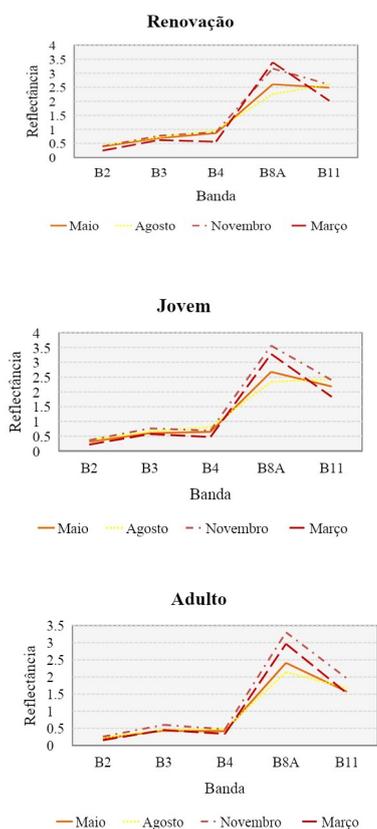


Figura 3. Valores médios de reflectância de pomares de citros de diferentes estágios nas bandas do azul (B2), verde (B3), vermelho (B4), infravermelho próximo (B8A) e infravermelho médio (B11), entre os meses de maio e novembro de 2022, e março de 2023, e recortes de imagens HLS, em composição falsa-cor (B8A, B4, B3), em cada fase do desenvolvimento, referentes a agosto de 2022.

Por outro lado, apenas com a banda azul do mês de maio, e vermelha dos meses de maio, agosto e novembro foi possível diferenciar pomares em renovação de pomares jovens. A diferença de reflectância é menos pronunciada entre esses grupos, com pomares adultos refletindo, em média, 15% mais energia no azul, 8% no verde, 24% no vermelho, 3% no infravermelho próximo e 10% no infravermelho médio.

O Teste T foi utilizado para verificar quais bandas espectrais, em quais meses, permitem a diferenciação de pomares de pastagens e pomares de citros em renovação. Segundo Hair et al. (2005), esse teste é um caso especial da ANOVA para dois grupos de uma variável de tratamento. Em maio, agosto e novembro de 2022, a banda do infravermelho médio (B11) permitiu



Tabela 4: Resultados do Teste T, onde “*” indica valores de $p < 0,05$, ou diferença estatisticamente significativa entre os valores médios de reflectância dos grupos “citros em renovação” e “pastagens”, nas bandas azul (B2), verde (B3), vermelho (B4) ou infravermelho médio (B11), nos quatro meses de estudo.

Mês/Banda	B2	B3	B4	B8A	B11
Maio/2022	ns	ns	ns	ns	*
Agosto/2022	ns	ns	ns	ns	*
Novembro/2022	ns	*	*	ns	*
Março/2023	ns	ns	ns	ns	ns

^{ns} indica significância estatística

Nesse sentido, para estudos de classificação com algoritmos de aprendizado de máquina, como realizado por Castro et al. (2023), que visem melhor diferenciação e minimização de erros de classificação entre pomares de citros em renovação e pastagens, recomenda-se o uso de imagens do período seco, principalmente do infravermelho médio, ou o uso de índices de vegetação que combinem B11 e B4, como o SWIR-NDVI (MAYER e SCRIBNER, 2002), por exemplo. Essas imagens poderiam também ser exploradas por abordagens de aprendizado profundo com classificação orientada a objeto, já que Ampatzidis et al. (2019) indicaram que é possível detectar árvores de citros com uso de redes neurais convolucionais (CNN) e índices espectrais.

4. CONCLUSÃO

A análise gerada no presente estudo a partir dos dados HLS permitiu diferenciar, a partir da resposta espectral, algumas fases de desenvolvimento de pomares de citros. Pomares adultos são facilmente diferenciáveis de pomares jovens ou em renovação, com todas as bandas espectrais (com exceção ao infravermelho próximo), principalmente no período seco. Pomares jovens ou em renovação, com maior interferência da resposta do solo, seja exposto ou coberto por forrageiras, são separáveis com apenas a banda do vermelho no período seco, até o início das chuvas. A banda do infravermelho próximo se mostrou a mais indicada para diferenciar pomares em renovação de pastagens, também no período seco.

É importante ressaltar que este estudo foi realizado com poucas áreas amostrais, em apenas quatro meses, sem empregar índices espectrais ou considerar condições de saúde dos dosséis, o que pode interferir nos resultados. Entretanto, trouxe resultados importantes que podem ser empregados em estudos de classificação ou previsão de safra, e mostrou que uso de imagens harmonizadas pode contribuir para melhor caracterização espectral e aprimoramento metodológico de mapeamentos da citricultura, fornecendo imagens regulares pela alta resolução temporal.



5. AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo n°. 2019/26222-6. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela Bolsa de Iniciação Científica da 1ª autora, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de Doutorado da 2ª autora.

6. REFERÊNCIAS

AGUSTI, M.; S. ZARAGOZA, H. BLEIHOLDER, L. BUHR, H. HACK, R. KLOSE, R. STAUSS (1995). "Escala BBCH para la descripción de los estadios fenológicos del desarrollo de los agrios (Gén. Citros)". **Levante Agrícola** 3: 189-199.

ALVARES C. A.; STAPE J. L.; SENTELHAS P. C.; GONÇALVES J. L. M. e SPAVOREK G. **Koeppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, pp. 711-728, 2013.

AMPATZIDIS, Yiannis; PARTEL, Victor. UAV-Based High Throughput Phenotyping in Citrus Utilizing Multispectral Imaging and Artificial Intelligence. **Remote Sensing** [S.L.], v. 11, n. 4, p. 410, 17 fev. 2019. MDPI AG.

ARANTES, L. T., ARANTES, B. H. T., GIONGO, P. R., CECCATO, G. Z., MORAES, V. H., SAITO, Y. K., GOMES, L. F., CASTRO, A. C. O. Comportamento espectral e detecção de laranjeiras (*Citrus sinensis* L. Osbeck) com estresse hídrico, por meio de drone. **Revista Brasileira de Geografia Física** [S.L.], v. 13, n. 07, p. 3625, outubro de 2020.

ARCOVERDE, G. F. B.; EPIPHANIO, J. C. N.; MARTINS, V. A.; MAEDA, E. E. e FONSECA L. M. G. Mapeamento de Citros: Avaliação de classificações por árvore de decisão. **Revista Brasileira de Cartografia** No 62/01, 2010.

BENDINI H. N.; SANCHES I. D.; KÖRTIG T. S.; FONSECA L. M. G.; LUIZ A. J. B. e FORMAGGIO A. R. Using Landsat 8 image time series for crop mapping in a region of Cerrado, Brazil. **The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v. XLI-B8, pp. 845-850, 2016.

BRASIL, IBGE. **Produção Agrícola Municipal**, 2022. Disponível em <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em 11/06/2023.

CASTRO, V. H. M. E DE; PARREIRAS, T.; BOLFE, E. L.; VICENTE, L. E. Mapeamento da citricultura imagens SENTINEL – 2 e RANDOM FOREST: o exemplo de Casa Branca. In: Anais Do XX Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 2023, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** São José dos Campos, INPE, 2023.

CLAVERIE, Martin; JU, Junchang; MASEK, Jeffrey G.; DUNGAN, Jennifer L.; VERMOTE, Eric F.; ROGER, Jean-Claude; SKAKUN, Sergii V.; JUSTICE, Christopher. The Harmonized Landsat and Sentinel-2 surface reflectance data set. **Remote Sensing Of Environment**, [S.L.], v. 219, p. 145-161, dez. 2018. Elsevier BV.

FILHO H. P. S.; MAGALHÃES A. F. J. e COELHO Y. S. **Citrus: O Produtor pergunta, a Embrapa responde**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, 2005.



17º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica - CIIC 2023
29, 30 e 31 de agosto de 2023
ISSN: 2965-2812

FORMAGGIO, A. R.; SANCHES, I. D. A. **Sensoriamento Remoto em agricultura**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017. 284 p.

FURLANI, G. M. **Estudo geomorfológico das boçorocas de Casa Branca**. Dissertação de Mestrado. FFLCH, USP. São Paulo, SP. 1980.

HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 600p.

JENSEN, John R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 598 p.

MAPBIOMAS. Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD). 2023. Disponível em: < https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/ATBD_Collection_7_v2.pdf >. Acesso em 05/06/2023.

MASSRUHÁ, S. M. F. S. *et al.* **A transformação digital no campo rumo à agricultura sustentável e inteligente**. In: MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. A.; OLIVEIRA, S. R. M.; MEIRA, C. A. A.; LUCHIARI JUNIOR, A.; BOLFE, E. L. *Agricultura Digital: Pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas*. Brasília: Embrapa, 2020. p. 20-45.

MOREIRA, M. A.; ADAMI, M.; RUDORFF, B. F. T. Análise espectral e temporal da cultura do café em imagens Landsat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 3, p. 223-231, 2004.

NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G.; MILAN, P. *et al.* **O retrato da citricultura brasileira**. Ribeirão Preto: Markestrat, 2010. 138 p.

RUDDORF, B. F. T.; AULICINO, L. C. M.; MOREIRA, M. A. Tecnologias geoespaciais no gerenciamento da cultura de maçã. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, p. 108-110, 2003.

RUSSO JÚNIOR, M. 1980. **Dados climáticos auxiliares para planejamento e projetos de sistemas de irrigação**. São Paulo: CESP. 1980. 13p., mapas.

SPINELLI-ARAUJO L.; VICENTE L. E.; MANZATTO C. V.; SKORUPA L.A.; VICTORIA D. DE C.; SOARES A. R. **Agrotag: um sistema de coleta, análise e compartilhamento de dados de campo para qualificação do uso e cobertura das terras no Brasil**. In: XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2019. Anais... São José dos Campos: INPE, 2019.

STEFANI F. L. **Zoneamento Geoambiental da Região de Casa Branca/SP**. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2003.

TARDIN, A. T.; ASSUNÇÃO, G. V.; SOARES, J. V. Análise preliminar de imagens TM visando a discriminação de café, citrus e cana-de-açúcar na região de Furnas-MG. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, p. 1355-1361, 1992.

USDA - United States Department of Agriculture. **Citrus: World Markets and Trade**. 2022. Disponível em: <<https://downloads.usda.library.cornell.edu/usda-esmis/files/w66343603/bv73d549r/1v53m4335/citros.pdf>> Acesso em 26 fev. 2023.