

“Do conhecimento acadêmico à transformação sustentável: inovação com validação científica”**Visualização de Dados de Série Temporal para Análise de Lavouras de Café utilizando Sensoriamento Remoto**João Vítor Botrel Silva¹(IC), Melise Maria Veiga de Paula¹, Vanessa Cristina Oliveira de Souza¹¹Universidade Federal de Itajubá**Palavras-chave:** Sensoriamento Remoto. Séries temporais. Cafeicultura. Brazil Data Cube. Visualização de Dados**Introdução**

A cafeicultura brasileira desempenha um papel fundamental na economia global, posicionando o país como o maior exportador do grão [Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC), 2023]. No entanto, a produção de café está sujeita a variações sazonais, mudanças climáticas, pragas e doenças, o que torna imprescindível o uso de tecnologias para o monitoramento eficiente das lavouras. Entre essas tecnologias, o sensoriamento remoto destaca-se como uma ferramenta útil para a análise detalhada da saúde e do desenvolvimento da vegetação ao longo do tempo [Bernardes et al., 2009].

A análise de séries temporais desses dados possibilita identificar tendências, variações e padrões que auxiliam na compreensão do comportamento da lavoura ao longo dos anos. Dados espectrais extraídos de imagens de satélite podem fornecer diferentes informações, como índices que avaliam a situação atual da plantação [Bernardes et al., 2009]. Entretanto, a interpretação desses dados exige ferramentas que permitam a exploração interativa e a visualização intuitiva das informações.

A obtenção e o uso de dados de sensoriamento remoto em regiões cafeeiras ainda enfrentam desafios significativos. A aquisição dessas informações frequentemente requer acesso a bases de dados especializadas, que podem ser de difícil obtenção devido a restrições de disponibilidade, custos elevados ou barreiras técnicas. Além disso, a coleta direta de dados em campo demanda

planejamento logístico, infraestrutura adequada e conhecimento técnico para assegurar a qualidade e a representatividade das informações [Bernardes et al., 2009]. Esses desafios reforçam a importância do desenvolvimento de soluções que facilitem o acesso e a interpretação dos dados, permitindo que pesquisadores e produtores os utilizem de forma eficiente na tomada de decisões.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um painel interativo para análise de séries temporais de dados espectrais de sensoriamento remoto aplicados ao monitoramento da cafeicultura no sul de Minas Gerais, priorizando acessibilidade e interpretação intuitiva. Para isso, foram coletados dados do Brazil Data Cube (BDC) para criação de uma base de dados, considerando também shapefiles das áreas cafeeiras, com consistência cartográfica. Neste estudo, foram utilizados os índices NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) e EVI (Enhanced Vegetation Index), que permitem avaliar a biomassa e a saúde da vegetação. O NDVI mede a diferença entre a reflectância do infravermelho próximo e do vermelho, enquanto o EVI corrige interferências atmosféricas e efeitos do solo, sendo mais sensível em áreas de vegetação densa [Couto Júnior et al., 2013; Bayma & Sano, 2015]. O painel interativo foi desenvolvido na plataforma Grafana, incluindo gráficos temporais, mapas geoespaciais e filtros personalizáveis por coordenada, índice espectral e intervalo temporal.

Metodologia

Para construção do painel proposto foram utilizados dados de sensoriamento remoto do município de

“Do conhecimento acadêmico à transformação sustentável: inovação com validação científica”

Bom Sucesso (MG), integrante da Indicação Geográfica (IG) Campo das Vertentes, composta por 17 municípios produtores de café arábica de alta qualidade [Associação dos Cafeicultores do Campo das Vertentes, 2025]. Bom Sucesso ocupa o quarto lugar em produção dentro da IG. Os dados foram coletados a partir da base de dados do Brazil Data Cube (BDC), e processados e armazenados no InfluxDB (versão 2.7.5), favorecendo a integração com o Grafana, plataforma escolhida para o desenvolvimento do painel interativo.

O painel foi estruturado em duas seções principais: análise dos índices espectrais e análise das bandas espectrais. Na parte superior, filtros interativos permitem personalizar a visualização por coordenada, tipo de índice ou banda e intervalo temporal. A primeira seção exibe a variação temporal dos índices NDVI e EVI em gráficos interativos, enquanto a segunda apresenta séries temporais das bandas espectrais (NIR, Red e Green), permitindo análise detalhada dos valores brutos.

O mapa interativo (Figura 1) mostra a distribuição espacial dos pixels analisados, permitindo visualizar o valor médio dos índices por coordenada no período selecionado. Ao escolher uma coordenada, o pixel é destacado em vermelho e todas as visualizações são ajustadas para aquela área. O gráfico de linhas (Figura 2) apresenta a evolução temporal de NDVI e EVI (2023–2024), com possibilidade de isolar cada índice na legenda.



Figura 1 - Mapa representando os índices por pixel analisado. Fonte: Imagem autoral

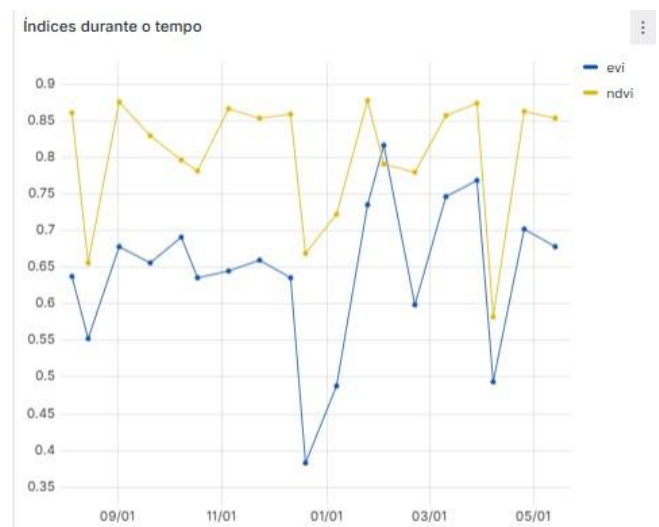


Figura 2 - Gráfico de linhas com a evolução dos índices no período de 2023 a 2024. Fonte: Imagem autoral

Além disso, em um terceiro gráfico, foi utilizada uma representação visual com formato de medidor (Figura 3) que exibem a média geral do índice e a média no intervalo definido pelo usuário, funcionando como um “painel de controle” da vegetação. Por fim, o gráfico de linhas das bandas espectrais (Figura 4) mostra a variação temporal do NIR, Red e Green, permitindo análise comparativa e individual de cada banda, o que complementa a

“Do conhecimento acadêmico à transformação sustentável: inovação com validação científica”

interpretação dos índices vegetativos e amplia a compreensão das condições das lavouras ao longo do tempo.



Figura 3 - Visual dos medidores. Fonte: Imagem autoral

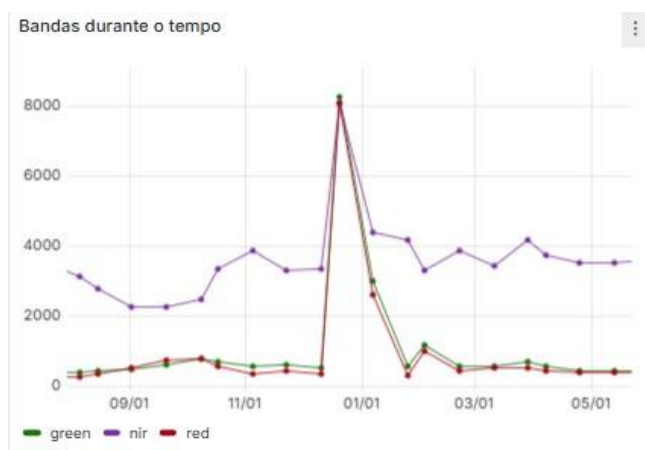


Figura 4 - Gráfico de linha da série temporal para as bandas espectrais no período de 2023 a 2024
Fonte: Imagem autoral

Resultados e discussão

O principal resultado deste estudo foi o desenvolvimento de um painel interativo de dados. A disponibilização de informações ambientais e agrícolas é crucial para apoiar a tomada de decisão, sobretudo em culturas sensíveis às variações climáticas, como o café. Apesar dos avanços de iniciativas como o BDC para a geração de dados de sensoriamento remoto e modelos climáticos, ainda há barreiras quanto ao acesso organizado e acessível a essas informações, que exigem conhecimentos técnicos para captura,

processamento e interpretação, restringindo sua aplicação prática no setor agrícola.

Neste contexto, o trabalho explorou o uso de técnicas visuais para mapear dados do BDC buscando tornar sua interpretação mais intuitiva. A ausência de interfaces amigáveis para séries temporais de dados espectrais e ambientais limita o uso por produtores e pesquisadores. O painel dinâmico proposto permite comparações entre safras e facilita a identificação de relações entre produtividade e fatores ambientais, alinhando-se ao trabalho de Cruz et al. (2020), que utilizaram dashboards interativos no setor agrícola.

A necessidade de monitoramento contínuo de recursos naturais é recorrente em diferentes áreas. Jerônimo e Souza (2013), por exemplo, analisaram séries temporais de indicadores da qualidade da água em Extremoz-RN, mas sem propor soluções para a disponibilização acessível dos resultados. Situação semelhante ocorre em estudos agrícolas que apresentam metodologias de processamento e análise de séries temporais, mas carecem de ferramentas que organizem e visualizem os dados de forma intuitiva.

Diante disso, este trabalho buscou contribuir para suprir essa lacuna, consolidando informações dispersas em um painel interativo que viabiliza a interpretação eficiente e confiável dos dados agrícolas, aproximando a análise científica da prática no campo.

Conclusões

Este estudo apresentou o desenvolvimento de um painel interativo para a análise temporal de bandas espectrais da vegetação em lavouras de café no sul de Minas Gerais. A ferramenta, desenvolvida no Grafana, possibilitou a visualização dos índices espectrais NDVI e EVI, oferecendo uma análise mais acessível e dinâmica para pesquisadores e gestores agrícolas. A representação gráfica dessas séries temporais permite identificar padrões, anomalias e características da plantação de café,

“Do conhecimento acadêmico à transformação sustentável: inovação com validação científica”

possibilitando novas interpretações sobre seu desenvolvimento.

A disponibilização de dados ambientais de forma estruturada e interativa é essencial para o avanço da agricultura de precisão. Contudo, um dos principais desafios reside na fragmentação das informações, muitas vezes dispersas em diferentes bases e dependentes de conhecimento técnico para sua interpretação. Um exemplo é o Brazil Data Cube (BDC), que disponibiliza dados relevantes de sensoriamento remoto, mas cuja acessibilidade pode ser limitada pela necessidade de processamento e manipulação especializada. O painel desenvolvido buscou superar essa limitação ao consolidar índices espectrais em uma interface visual amigável, permitindo que usuários sem especialização em sensoriamento remoto extraiam insights úteis para a gestão agrícola. Dessa forma, espera-se que esta ferramenta contribua significativamente para o avanço do monitoramento agrícola, transformando grandes volumes de dados brutos em informações estratégicas para a gestão e otimização da cafeicultura.

Agradecimentos

Agradeço à professora Melise Maria Veiga de Paula por ter despertado em mim a paixão por essa área e compartilhado seus valiosos ensinamentos ao longo desta jornada, além da valiosa oportunidade de fazer parte do projeto. Seu apoio, dedicação e parceria foram fundamentais para o desenvolvimento tanto acadêmico quanto pessoal. Reconheço, também, o apoio indispensável da FAPEMIG, que forneceu os recursos necessários para a condução deste estudo, e à Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), pelo suporte institucional oferecido ao longo da pesquisa.

Referências

Associação dos Cafeicultores do Campo das Vertentes (ACAVE) (2025). Indicação geográfica do Campo das Vertentes. Acessado em: 31 de março de 2025.
Bayma, A. P. e Sano, E. E. (2015). Séries temporais de índices de vegetação (NDVI e EVI) do sensor MODIS

para detecção de desmatamentos no bioma Cerrado. Bernardes, T., Moreira, M. A. e Adami, M. (2009). Aplicabilidade de dados MODIS no monitoramento de lavouras cafeeiras no estado de Minas Gerais, Brasil.
Card, S. K. e Mackinlay, J. (1997). The structure of the information visualization design space.
Couto Júnior, A. F., Carvalho Júnior, O. A., Martins, D. S. e Guerra, A. F. (2013). Phenological characterization of coffee crop (*Coffea arabica* L.) from MODIS time series.
Cruz, P. V., Ferneda, B. G. e Cruz, S. M. S. D. (2020). Avaliação de séries temporais de produtos da cadeia produtiva do agronegócio fluminense.
Ferreira, K. R., Queiroz, G. R., Vinhas, L., Marujo, R. F. B., Simões, R. E. O., Picoli, M. C. A., Câmara, G., Cartaxo, R., Gomes, V. C. F., Santos, L. A., Sanchez, A. H., Arcanjo, J. S., Fronza, J. G., Noronha, C. A., Costa, R. W., Zaglia, M. C., Zioti, F., Korting, T. S., Soares, A. R., Chaves, M. E. D. e Fonseca, L. M. G. (2020). Earth observation data cubes for Brazil: Requirements, methodology and products. *Remote Sensing*, 12(24).
Jerônimo, C. E. M. e Souza, F. R. S. (2013). Determinação do índice de qualidade da água da Lagoa de Extremoz-RN: série temporal e correlação a índices pluviométricos. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*.
Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC) (2023). Dia internacional do café: MDIC comemora crescimento das vendas de café brasileiro no mundo. Acessado em: 31 de março de 2025.
Naqvi, S. N. Z. e Yfantidou, S. (2017). Time series databases and InfluxDB. Technical report, Université Libre de Bruxelles, Brussels, Belgium.
S, G. e Sowmya (2020). Real time environmental time series data analysis using InfluxDB. *International Journal of Advanced Scientific Innovation*.
Shrestha, M. B. e Bhatta, G. R. (2018). Selecting appropriate methodological framework for time series data analysis.
Volpato, M. M. L., Alves, H. M. R., Meireles, E. J. L., Silva, V. A., Inácio, F. D. e Campos, B. F. D. (2019). Relação entre índices de vegetação de áreas cafeeiras e variáveis do balanço hídrico, em Santo Antônio do Amparo, MG. Vitória, ES.
CARLOS, Felipe Menino; GOMES, Vitor Conrado Faria; QUEIROZ, Gilberto Ribeiro de; SOUZA, Felipe Carvalho de; FERREIRA, Karine Reis; SANTOS, Rafael. Earth Observation Data Cubes for Brazil: Requirements, Methodology and Products. *Remote Sens.*, v. 12, n. 24, 4033, 2020.