



CARACTERIZAÇÃO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA REGIÃO DO VALE DO IVINHEMA-MS UTILIZANDO A PLATAFORMA GOOGLE EARTH ENGINE

CARACTERIZACIÓN DEL USO Y LA OCUPACIÓN DEL SUELO EN LA REGIÓN DEL VALE DO IVINHEMA-MS UTILIZANDO LA PLATAFORMA GOOGLE EARTH ENGINE

CHARACTERIZATION OF LAND USE AND OCCUPATION IN THE VALE DO IVINHEMA-MS REGION USING THE GOOGLE EARTH ENGINE PLATFORM

Eduarda Alves Brexó¹; Lucrécia Moura Mattos²; Walter Pratis Freire Decleva³ Wesley Tessaro Andrade⁴; Grazieli Suszek⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/IIICIAGRO.0274>

RESUMO

O Google Earth Engine (GEE) é uma plataforma de análise de imagens de satélite com infraestrutura computacional e conjunto de dados de acesso aberto. A plataforma facilita o acesso a recursos de computação de alto desempenho para o processamento de conjuntos de dados geoespaciais muito grandes. Detectar alterações de uso e cobertura do solo podem identificar potenciais eventos ambientais associados à rápida urbanização, conversão florestal e expansão agrícola, essas mudanças são indicadores de alterações que podem causar uma perda de biodiversidade e degradação do ambiente. Diante disso, o objetivo deste artigo é utilizar a plataforma Google Earth Engine para caracterização do uso e ocupação do solo na Região do Vale do Ivinhema-MS. A área analisada compreende a região do Vale do Ivinhema, que possui uma área total de 29.538, 41 Km², e é composto por dez municípios do estado de Mato Grosso do Sul: Anaurilândia, Angélica, Bataguassu, Batayporã, Brasilândia, Ivinhema, Nova Andradina, Novo Horizonte do Sul, Santa Rita do Pardo e Taquarussu. Foi utilizada a plataforma GEE e por meio da elaboração do código em linguagem JavaScript foi possível obter as imagens. A coleção de imagens usada foi a Copernicus, disponível do satélite Sentinel, que fornece imagens multiespectrais de alta resolução, possibilitando caracterizar as mudanças ocorridas na cobertura do solo e água. Utilizando o NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) disponibilizado pelo satélite utilizado, a imagem fornecida foi gerada a partir da diferença de refletância entre o infravermelho-próximo e o vermelho. Foi possível gerar imagens de boa resolução espacial. A partir da coloração branca no mapa é possível identificar os rios, lagos e

¹ Bacharelado em Agronomia, Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, Câmpus Nova Andradina, dubrexo@gmail.com

² Bacharelado em Agronomia, Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, Câmpus Nova Andradina, lucrecia.mattos@estudante.ifms.edu.br

³ Bacharelado em Agronomia, Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, Câmpus Nova Andradina, walter.decleve@estudante.ifms.edu.br

⁴ Prof.º Me. em Ciência da Computação, Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, Câmpus Nova Andradina, wesley.andrade@ifms.edu.br

⁵ Prof.ª Dr.ª em Engenharia Agrícola, Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, Câmpus Nova Andradina, grazieli.suszek@ifms.edu.br

lagoas, bem como regiões com maior intensidade de urbanização como cidades e grandes construções, devido à ausência de vegetação nesses pontos. A coloração verde no mapa é atribuída aos pontos com vegetação mais densa. Além da análise espacial, também foi possível realizar análise temporal na região do Vale do Ivinhema, entre 2019 e 2021. A plataforma Google Earth Engine é uma ferramenta eficiente na caracterização do uso e ocupação do solo. Foi possível identificar áreas urbanas, mata nativa, bacias hidrográficas e áreas agrícolas com as imagens obtidas. O uso de NDVI auxilia para melhor identificação da cobertura do solo.

Palavras-Chave: Google Earth Engine, Cobertura Vegetal, Ocupação Solo, NDVI

RESUMEN

Google Earth Engine (GEE) es una plataforma de análisis de imágenes satelitales con infraestructura computacional y conjunto de datos de acceso abierto. La plataforma facilita el acceso a recursos informáticos de alto rendimiento para procesar conjuntos de datos geoespaciales muy grandes. La detección de cambios en el uso y la cobertura del suelo puede identificar posibles eventos ambientales asociados con la rápida urbanización, la conversión forestal y la expansión agrícola, estos cambios son indicadores de cambios que pueden causar una pérdida de biodiversidad y degradación ambiental. Por lo tanto, el objetivo de este artículo es utilizar la plataforma Google Earth Engine para caracterizar el uso y la ocupación del suelo en la región de Vale do Ivinhema/MS. El área analizada comprende la región del Vale do Ivinhema, que tiene un área total de 29.538, 41 km², y está compuesta por diez municipios del estado de Mato Grosso do Sul: Anaurilândia, Angélica, Bataguassu, Batayporã, Brasilândia, Ivinhema, Nova Andradina, Novo Horizonte do Sul, Santa Rita do Pardo y Taquarussu. Se utilizó la plataforma GEE y mediante la elaboración del código en lenguaje JavaScript fue posible obtener las imágenes. La colección de imágenes utilizada fue Copernicus, disponible desde el satélite Sentinel, que proporciona imágenes multiespectrales de alta resolución, lo que permite caracterizar los cambios en la cobertura del suelo y el agua. Utilizando el NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada) proporcionado por el satélite utilizado, la imagen proporcionada se generó a partir de la diferencia de reflectancia entre el infrarrojo cercano y el rojo. Fue posible generar imágenes de buena resolución espacial. A partir del color blanco en el mapa, es posible identificar ríos, lagos y lagunas, así como regiones con mayor intensidad de urbanización como ciudades y grandes edificios, debido a la ausencia de vegetación en estos puntos. El color verde en el mapa se atribuye a puntos con una vegetación más densa. Además del análisis espacial, también fue posible realizar un análisis temporal en la región del Vale do Ivinhema, entre 2019 y 2021. La plataforma Google Earth Engine es una herramienta eficiente en la caracterización del uso y ocupación del suelo. Con las imágenes obtenidas fue posible identificar áreas urbanas, bosque nativo, cuencas hidrográficas y áreas agrícolas. El uso de NDVI ayuda a identificar mejor la cobertura del suelo.

Palabras Clave: Google Earth Engine, Cobertura vegetal, Ocupación del suelo, NDVI

ABSTRACT

Google Earth Engine (GEE) is a satellite image analysis platform with computational infrastructure and a set of open access data. The platform facilitates access to high-performance computing resources to process very large geospatial data sets. The detection of changes in use and the coverage of the soil can identify possible environmental events associated with rapid urbanization, forest conversion and agricultural expansion, these changes are indicators of changes that could cause a loss of biodiversity and environmental degradation. Therefore, the objective of this article is to use the Google Earth Engine platform to characterize the use and occupation of the soil in the region of Vale do Ivinhema/MS. The analyzed area comprises the region of the Ivinhema Valley, which has a total area of 29,538, 41 km², and is composed of ten municipalities in the state of Mato Grosso do Sul: Anaurilândia, Angélica, Bataguassu, Batayporã, Brasilândia, Ivinhema, Nova Andradina, Novo Horizonte do Sul, Santa Rita do Pardo and Taquarussu. The GHG platform was used and by means of the elaboration of the code in JavaScript language, it was possible to obtain the images. The image collection used was Copernicus, available from the Sentinel satellite, which provides high-resolution multispectral images, allowing the characterization of changes in soil and water coverage. Using the

NDVI (Normal Difference Vegetation Index) provided by the satellite used, the image provided was generated from the reflectance difference between the nearby infrared and the red. It was possible to generate images of good spatial resolution. From the white color on the map, it is possible to identify rivers, lakes and lagoons, as well as regions with greater intensity of urbanization such as cities and large buildings, due to the absence of vegetation in these points. The green color on the map is attributed to points with the most dense vegetation. In addition to the spatial analysis, it was also possible to carry out a temporal analysis in the region of the Ivinhema Valley, between 2019 and 2021. The Google Earth Engine platform is an efficient tool for characterizing the use and occupation of the soil. With the images obtained, it was possible to identify urban areas, native forest, river basins and agricultural areas. The use of NDVI helps to identify better coverage of the soil.

Keywords: Google Earth Engine, Plant Cover, Occupation of the soil, NDVI

INTRODUÇÃO

O Google Earth Engine (GEE), criado em 2010 pelo Google, é uma plataforma de análise de imagens de satélite com infraestrutura computacional e conjunto de dados de acesso aberto. A plataforma facilita o acesso a recursos de computação de alto desempenho para o processamento de conjuntos de dados geoespaciais muito grandes (GORELICK et al., 2017). Esta plataforma do google consegue fornecer dados tanto climáticos como geofísicos de quase todas as regiões do mundo, com uma grande variação de tempo entre as informações, podendo ser utilizado como um método de comparação nas mudanças ocorridas ao longo dos anos. A obtenção de imagens de satélite de média resolução, torna possível inúmeras possibilidades, dentre elas o mapeamento do uso e cobertura do solo.

Detectar as variações ocorridas no solo podem identificar potenciais eventos ambientais associados à rápida urbanização, conversão florestal e expansão agrícola. A avaliação da composição de imagens por satélites é essencial no monitoramento de áreas, auxiliando na criação de estratégias integradas de gestão de recursos baseadas nas mudanças ao longo do tempo.

Com o crescimento populacional, também ocorre maior demanda por alimentos que impactam os sistemas de abastecimento alimentar e torna-se necessário o desenvolvimento de programas sustentáveis de gestão dos recursos naturais como o mapeamento e monitoramento de lavouras. A agricultura familiar ainda é caracterizada como a principal forma de gestão agrícola, mesmo com o desenvolvimento da agricultura em grande escala (ALTIERI et al., 2012). O sistema de agricultura familiar se baseia no uso de pequenos lotes para o cultivo de alimentos e mão-de-obra familiar, a utilização de pequenas propriedades torna difícil a classificação dessas lavouras.



O estado de Mato Grosso do Sul está entre os principais produtores de alimento no Brasil e com isso vem ocorrendo grandes mudanças no tipo de cobertura do solo devido a grande diversidade de produtos agrícolas produzidos dentro do estado, comportando dentro de seu território três biomas, a sua diversidade de plantas e clima acaba variando de norte a sul dentro dos limites territoriais do estado, abrindo uma grande gama para diferentes estudos nas mais diversas áreas (WASSOLOKI, 2020)

É indispensável a otimização de distribuição das safras e fortalecimento da agricultura para segurança alimentar e nutricional em âmbito global (DAVIS et al., 2017). O uso do Google Earth Engine (GEE), de acordo com Gorelick et al. (2017), permite a análise em larga escala de dados ambientais e com amplos recursos computacionais, resultando em dados satisfatórios até mesmo em regiões com grande número de pequenas propriedades.

Assim, Belgiu e Csillik (2018) comentam que metodologias eficientes para mapeamento de lavouras são condição essencial para a implementação de práticas agrícolas sustentáveis e para o monitoramento das culturas periodicamente. Diante de tantas alterações ocorridas na paisagem nos últimos anos, é importante a avaliação dessas alterações na região do Vale do Ivinhema, com vistas a melhoria das informações sobre uso e ocupação do solo nesta região. Dito isso, o objetivo deste artigo é utilizar a plataforma Google Earth Engine para caracterização do uso e ocupação do solo na Região do Vale do Ivinhema/MS.

REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Zurqani et al. (2018), detectar alterações de uso e cobertura do solo podem identificar potenciais eventos ambientais associados à rápida urbanização, conversão florestal e expansão agrícola, essas mudanças são indicadores de alterações que podem causar uma perda de biodiversidade e degradação do ambiente. A avaliação e o monitoramento da mudança do uso e ocupação do solo são essenciais para a criação de estratégias integradas de gestão de recursos hídricos e terrestres.

As geotecnologias têm propiciado ganhos de produtividade e uma melhoria do custo benefício, de acordo com Rosa (2005). Composta por um conjunto de tecnologias voltadas para coleta, processamento e análise de informações com referência geográfica, as



geotecnologias são uma ferramenta poderosa no planejamento e gestão territorial. Dentre as geotecnologias destacam-se: Sensoriamento Remoto, Geoprocessamento e o Sistema de Informação Geográfica (SIG).

O Google Earth Engine (GEE) foi lançado pelo Google em 2010 e é uma plataforma de computação em nuvem que usa a infraestrutura computacional do Google e os conjuntos de dados de acesso aberto disponíveis (GORELICK et al., 2017). Segundo os mesmos autores, o Google Earth Engine facilita o acesso a recursos de computação de alto desempenho para o processamento de conjuntos de dados geoespaciais muito grandes. Além disso, foi projetado para os pesquisadores da área de geoestatística e público de modo geral. Uma vez que um algoritmo tenha sido desenvolvido no Google Earth Engine, os usuários podem produzir produtos de dados sistemáticos ou implantar aplicativos interativos apoiados pelos recursos do GEE, sem precisar ser um especialista em desenvolvimento de aplicativos, programação web ou HTML (CUSTODIO, 2020)

O catálogo de dados públicos do Earth Engine é uma coleção de vários petabytes de conjuntos de dados geoespaciais amplamente utilizados, a maior parte do catálogo é composta por imagens de sensoriamento remoto observando a Terra. Os conjuntos de dados Landsat são recursos valiosos para realizar análises temporais, a coleção Landsat inclui sete satélites multiespectrais: Landsat 1–3 (1972–1983), Landsat-4 (1982– 1993), Landsat-5 (1984–2012), Landsat-7 (1999 – presente) e Landsat-8 (2013 – presente) e têm sido empregados em várias aplicações, como na geração de mapas de cobertura e uso do solo. Além disso, o GEE inclui conjuntos de dados adquiridos por satélites Sentinel, desenvolvidos pela Agência Espacial Europeia (AMANI et al., 2020).

Amani et al. (2020) ainda comentam que a coleção Sentinel inclui Sentinel-1 Synthetic Aperture RADAR (SAR) (2014– presente), Sentinel-2 multiespectral (2015 – presente), Sentinel-3 Ocean and Land Color (2016 – presente) e Sentinel-5P Tropospheric Monitoring (2018– presente) conjuntos de dados. O Sentinel-1 e o Sentinel-2 têm sido amplamente utilizados por usuários do GEE para diferentes aplicativos. Sua resolução espacial de 10 m possibilita a análise de objetos em resolução melhor do que as imagens Landsat. Outro conjunto de imagens disponível segundo os mesmos autores são do MODIS que tem um grande potencial no mapeamento em tempo quase que real (NRT) da superfície do solo em



escalas nacionais e globais. O MODIS adquire imagens em 36 bandas espectrais, cujas resoluções espaciais variam de 250 m a 1 km. As séries temporais MODIS estão disponíveis no Catálogo de Dados GEE de 2000 até o presente, facilitando a análise temporal em todo o mundo.

Vale (2019) utilizou a plataforma Google Earth Engine como mecanismo de estudo para analisar o uso e cobertura do solos em áreas de desmatamento no estado do Pará, dentro da pesquisa o autor destacou a importância de utilizar tecnologias como o GEE para monitorar e controlar o desmatamentos que estão ocorrendo ao passar dos anos em diversos biomas no Brasil, esta plataforma pode ser um dos meios mais prático de assegurar as florestas nativas e diminuir consequentemente o desmatamento.

Esta plataforma possui diversas outras vantagens, dentro do mapeamento de áreas, devido a diferença de ondas refletidas pelas plantas é possível diferenciar por alguns satélites o tipo de vegetação encontrada em um determinado espaço, Filho (2021) mapeou as áreas agrícolas no município de Bragança no Pará utilizando o GEE, onde foi possível identificar um satélite que fornece uma imagem com ótima resolução e com imagens visíveis da área pesquisada, concluindo assim que esta tecnologia é um mecanismo vantajoso para ser utilizado como método de identificação de áreas de pastagens, matas e agrícolas.

Já existem diversos trabalhos utilizando o Google Earth Engine para diferentes finalidades, por exemplo, para estimar época de plantio de soja de acordo com os dados climáticos encontrados ao longo dos anos, estudado no trabalho de Adami (2010), manejos de adubação utilizando índices espectrais na cultura da aveia branca (BARBOSA, 2019), detecção de algumas doenças no feijoeiro através do sensoriamento remoto (BOECHAT, 2012) entre diversos outros trabalhos que possuem o objetivo de testar esta plataforma utilizando todos os dados fornecido de forma gratuita, estes trabalhos desenvolvidos na última década possuem o objetivo de tecnificar a agricultura e estudar possíveis mudanças na vegetação.

Autores como Becker et al. (2020) e Luo et al. (2021) estudaram a aplicação do GEE na agricultura e definição do uso e ocupação do solo, outros autores como Gorelick et al. (2017), Brooke et al. (2020), Tamiminia et al. (2020) estudaram formas para aplicação do GEE em diversas áreas de forma satisfatória. Diante de tantas possibilidades disponibilizadas



pelo GEE, verifica-se a importância desse estudo nas diversas biodiversidades brasileiras, desta forma a cobertura vegetal do estado de Mato Grosso do Sul é rica em diversidade, 53% do território do estado já foi desmatado e 46% são compostos de área com vegetação natural. A maior parte da vegetação natural é classificada como cerrado, com 23% da área total (NASCIMENTO, 2014; SILVA et al., 2011).

O estado do Mato Grosso do Sul, que a capital é Campo Grande, possui 2.449.024 habitantes, 79 municípios e densidade demográfica de 6,86 habitantes/km², território de 357.145,53 km² (IBGE, 2021). Está inserido nos Biomas Cerrado (62,22%), Mata Atlântica (10,48%) e Pantanal (27,29%). As classes de uso e ocupação do solo que predominam no estado são: Pastagem com manejo, vegetação campestre e área agrícola. Nos últimos 20 anos houve a redução da vegetação campestre e o aumento de áreas agrícolas e de silvicultura.

Para Dematte (2017), além do gerenciamento agrônômico o mapeamento do solo é fundamental para: definição de técnicas conservacionistas a serem adotadas na área, indicar risco de erosão e compactação, indicar áreas de preservação ambiental, otimizar o planejamento de amostragem e uso de técnicas de agricultura de precisão, auxiliar na elaboração de projetos de irrigação, servir como base para determinação de métodos de avaliação de aptidão agrícola, capacidade de uso do solo, grupos de manejo, entre outros.

METODOLOGIA

As cenas avaliadas compreendem a região do Vale do Ivinhema (figura 01), que possui uma área total de 29.538, 41 Km², e é composto por dez municípios do estado de Mato Grosso do Sul: Anaurilândia, Angélica, Bataguassu, Batayporã, Brasilândia, Ivinhema, Nova Andradina, Novo Horizonte do Sul, Santa Rita do Pardo e Taquarussu (MAPA, 2015). Essas regiões se caracterizam por possuírem um clima tropical, com duas estações bem definidas, verões quentes e chuvosos e no inverno clima pouco frio e seco.

Para a realização da análise da cobertura vegetal do solo da área avaliada, foram utilizados dados fornecidos pela plataforma online Google Earth Engine, disponibilizado na página da web <https://code.earthengine.google.com/>, na qual deve ser produzido um script na linguagem JavaScript ou Python, sendo que o primeiro passo a ser realizado foi a criação de

No Code Editor do GEE foi implementado um código no sistema de linguagem JavaScript, utilizando uma coleção de imagens fornecido pelo provedor “COPERNICUS” disponibilizado pela plataforma de forma gratuita pelo servidor GEE da Google. Esta coleção se refere a dados sobre a cobertura do solo de forma global, conseguindo fornecer estimativas de proporções de vegetação para os diferentes tipos de vegetação encontradas dentro do shapefile (área de estudo) estabelecido.

O satélite escolhido para compor o código foi o Sentinel, que de acordo com o site da plataforma fornece imagem multiespectral de alta resolução e uma ampla faixa com uma frequência global de revisita de 5 dias, com dados que possibilita avaliar a qualidade e mudanças ocorridas na cobertura do solo e água (GOOGLE, 2022).

Utilizando o Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) disponibilizado pelo satélite utilizado, a imagem fornecida foi gerada a partir da diferença de refletância entre o infravermelho-próximo e o vermelho das plantas encontradas na área pesquisa, gerando assim uma imagem interativa e com a possibilidade de diferenciar as plantas.

O NDVI se trata de um dos indicadores de vegetação mais utilizado dentro da plataforma, devido a facilidade na análise das imagens e com a possibilidade de utilizar diferentes camadas que alteram a forma como é visualizado a imagem dentro de um mesmo satélite. O NDVI é definido pela equação:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

A partir do script (código) construído foi possível gerar algumas imagens de satélite da região do Vale do Ivinhema com enfoque no uso e cobertura do solo no intervalo de tempo de 01/05/2019 á 01/05/2021 e ao utilizar um coeficiente de variação surge-se a possibilidade de analisar as microrregiões com maiores variações ao longo desses dois anos.

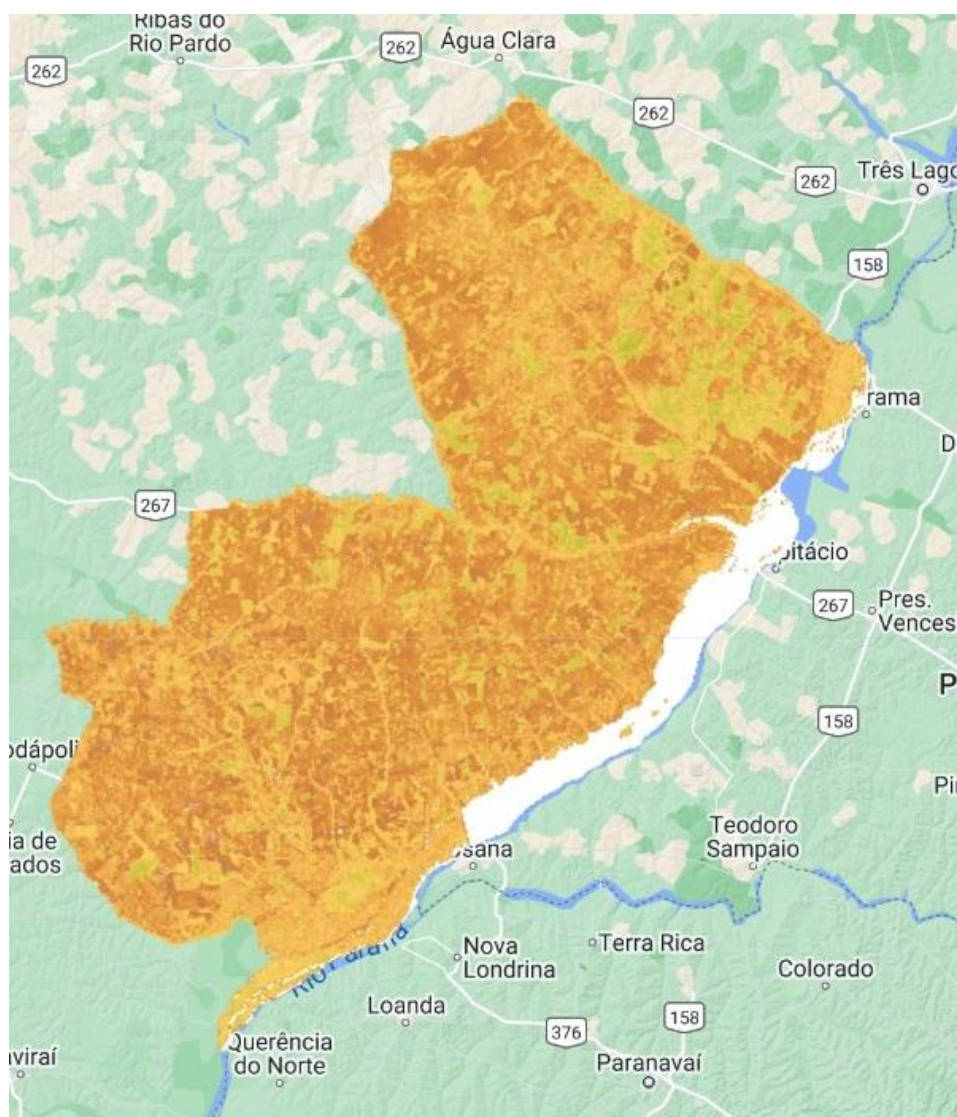
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a elaboração do script foi possível gerar imagens de boa resolução espacial da região do Vale do Ivinhema. Também foi possível gerar o Índice de Vegetação por Diferença

Normalizada (NDVI) que auxilia na melhor identificação do uso e cobertura do solo. Os intervalos de classificação são identificados pela diferença de cores, permitindo utilizar o NDVI como parâmetro de análise para o uso e ocupação do solo.

Para as áreas com ausência de vegetação é atribuído valor zero, representado pela cor branca no mapa (Figura 2). Sendo possível identificar a partir da coloração branca no mapa os rios, lagos e lagoas ao longo do Vale do Ivinhema, bem como regiões com maior intensidade de urbanização como cidades e grandes construções, devido a ausência de vegetação nesses pontos.

Figura 2: Índice de vegetação com diferença normalizada na região do Vale do Ivinhema.



Fonte: Própria (2022).

A coloração verde no mapa é atribuída aos pontos com vegetação mais densa, como



matas nativas, zonas de reflorestamento e área de silvicultura. A partir do NDVI é possível agrupar classes de uso e ocupação do solo como áreas urbanas, bacias hidrográficas, áreas de mata e áreas agrícolas. O GEE permite a visualização de imagens com boa resolução espacial, sendo possível comparar o NDVI com as bandas visíveis para realizar a identificação de algumas áreas agrícolas como cana-de-açúcar e silvicultura.

Estrabis et al. (2019) ao avaliarem o uso da plataforma Google Earth Engine para mapeamento da vegetação nativa na região de Três Lagoas foi possível observar as regiões de mata nativa, silvicultura e cursos d'água. O grande repertório de imagens facilita o processo de escolha e obtenção através da plataforma. Ao utilizar os algoritmos RF e SVM na plataforma, os autores tiveram resultados satisfatórios no mapeamento da cobertura vegetal do solo, se destacando o SVM com melhor acurácia e índice kappa.

Na pesquisa realizada pelos autores Demarchi et al. (2011) no município de Santa Cruz do Rio Pardo em São Paulo as áreas de pastagens ao longo dos anos de 2017 a 2019 ocorreu uma grande redução ao comparar imagens NDVI geradas pelo GEE dentro desse intervalo de tempo e em contrapartida ocorreu um aumento significativo de solo expostos, além de um aumento nas áreas de cultivo de cana-de-açúcar e uma mínima evolução de terras para a utilização em cultivos anuais.

Como conclusão, os autores citados no parágrafo anterior obtiveram que as imagens geradas pela plataforma Google Earth Engine foram suficientes para analisar e comparar dados temporais, suficiente para desenvolver o trabalho proposto pelos autores (DEMARCHI et al, 2011).

Além da análise espacial, também foi possível realizar análise temporal na região do Vale do Ivinhema. Enquanto a variabilidade espacial mostra os valores encontrados em cada ponto e sua correlação com os demais pontos, a variabilidade temporal é a análise baseada na mudança dos parâmetros ao longo do tempo no mesmo ponto.

Ao observar o coeficiente de variação do índice de vegetação com diferença normalizada (Figura 3) as áreas em vermelho apresentaram maior variação entre os anos estudados de 2019-2021. Em verde onde ocorreu menos ou nenhuma alteração no índice de vegetação, podendo ser evidenciado nas bacias hidrográficas da região.

Na região sudoeste do mapa houve maior concentração de áreas com alterações ao longo do tempo, caracterizada pela cor vermelha, enquanto as regiões norte e nordeste apresentaram menor número de áreas com alto CV. Essas alterações podem indicar o manejo

No trabalho de Azevedo et al. (2020) ao utilizarem a plataforma GEE foi possível observar que ao longo de 30 anos (1989-2019) ocorreu na região do Pará uma mudança muito significativa na cobertura vegetação do solo, principalmente na região leste do estado, na qual os autores destacaram que esta área ao longo dos anos ocorreram diversos casos de desmatamentos ilegais com a finalidade de exploração madeireira. Para os autores esta ferramenta tecnológica possui diversas vantagens ao ser utilizada para análise temporal na mudança do uso e cobertura do solo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A plataforma Google Earth Engine é uma ferramenta eficiente na caracterização do uso e ocupação do solo. Foi possível identificar na região do Vale do Ivinhema áreas urbanas, mata nativa, bacias hidrográficas e áreas agrícolas com as imagens obtidas. O uso de NDVI auxilia para melhor identificação da cobertura do solo.

O GEE possibilitou a composição de imagens de boa resolução, facilidade no processamento de conjunto de dados geoespaciais e uma alternativa para análise espacial e temporal.

O uso da plataforma também torna possível a classificação do uso e ocupação de áreas pequenas, podendo ser utilizada para monitoramento de lavouras e preservação de matas nativas e cursos d'água.

REFERÊNCIAS

ADAMI, M. **Estimativa de data de plantio de soja por meio de séries temporais de imagens MODIS**. 2010. 163 f. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2010

Amani M.; Ghorbanian A., Ahmadi, S.A; Moghimi M.K.A.; MirMazloumi S.M., Moghaddam S.H.A.; Mahdavi S., Ghahremanloo M.; Parsian S., Wu Q., Brisco B. Google Earth Engine Cloud Computing Platform for Remote Sensing Big Data Applications. **A Comprehensive Review**. v.13, 2020, ISSN 5326-5350.

ALTIERI, M.A.; FUNES-MONZOTE, F.R.; PETERSEN, P. Agroecologically efficient agricultural systems for smallholder farmers: contributions to food sovereignty. *Agronomy for Sustainable Development*, v.32. p. 1-13, 2012.

AZEVEDO, Laízy de Santana; NASCIMENTO, Evely Ferreira; BARBOSA, Leonardo Carlos, Unifesspa; FERREIRA, Willian dos Santos, Unifesspa; SILVA, José Rubens Scatimburgo; BORGES, Karoline, Unifesspa. **Análise de mudanças na cobertura vegetal do Pará utilizando o Google Earth Engine.** II CONARA 2020. In: CONGRESSO ARAGUAIEENSE DE CIÊNCIAS EXATA, TECNOLÓGICA E SOCIAL APLICADA, p. 1-12, 2020, Santana do Araguaia. Anais... Santana do Araguaia: II CONARA, 2020.

BARBOSA, J. de A. **Manejo da adubação nitrogenada por índice espectrais em aveia-branca** Orientador: Rogério Teixeira de Faria. 42 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade do Estado de São Paulo, 2019.

BECKER, W. R.; LÓ, T. B.; JOHANN, J.A.; MERCANTE, E. **Statistical features for land use and land cover classification in Google Earth Engine**, *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, v.21, 2021. ISSN 2352-9385, <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2020.100459>.

BELGIU, M.; CSILLIK, O. Mapeamento de áreas de cultivo do Sentinel-2 usando análise de sincronização dinâmica de tempo ponderada baseada em pixel e baseada em objeto. **Remote Sensing of Environment**, 2018, 509-523.

BOECHAT, L. T. **Técnicas de sensoriamento remoto na detecção do mofo-branco e da mancha-angular no feijoeiro.** Orientador: Francisco de Assis de Carvalho Pinto. 114 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

BROOKE, S.A.S; D'ARCY, M.; MASON, P.J.; WHITTAKER, C. Rapid multispectral data sampling using Google Earth Engine. **Computers & Geosciences**, v. 135, 2020, ISSN 0098-3004. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2019.104366>.

CUSTODIO, A. L. B. **Big Data e nuvens computacionais para a classificação do uso e cobertura da terra no município de Monte Carmelo-MG.** 2020. 58 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Agrimensura e Cartográfica) - Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, 2020

DEMATTE, J. A. M. Caracterização e espacialização do meio físico como base para o planejamento do uso da terra. **ESALQ**, Piracicaba 2017. 225p.

ESTRABIS, N. V.; MARCATO JUNIOR, J.; PISTORI, H. Mapeamento da Vegetação Nativa do Cerrado na Região de Três Lagoas-MS com o Google Earth Engine. **Revista Brasileira de Cartografia**, [S. l.], v. 71, n. 3, p. 702–725, 2019. DOI: 10.14393/rbcv71n3-47461.

FILHO, Alexandre Santos Fernandes. **Mapeamento da Agricultura no município de Bragança, Pará, 2020.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura, Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2021.

DAVIS, K.F.; RULLI, M.C.; SEVESO, A.; D'ODORICO, P. increased food production and reduced water use through optimized crop distribution *Nature Geoscience*, v.10 p. 919. 2017.

DEMARCHI, Julio Cesar; PIROLI, Edson Luís; ZIMBACK, Célia Regina Lopes. **Análise temporal do uso do solo e comparação entre índice de vegetação NDVI e SAVI no município de Santa Cruz do Rio Pardo-SP usando imagens Landsat-5**. RA'E GA 21 (2011), p. 234-271. Curitiba, Departamento de Geografia – UFPR. 2011.

GOOGLE. Conjunto de dados: Sentinel-2. **Google Earth Engine**, 2022. Disponível em: <https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/sentinel-2>. Acesso em: 06 jul. 2022.

GORELICK, N.; HANCHER, M.; DIXON, M.; ILYUSHCHENKO, S.; THAU, D.; MOORE, R. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. **Remote Sensing of Environment**, v. 202, p. 18-27, 2017. ISSN 0034-4257, <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>.

IBGE. **Monitoramento da cobertura e uso da terra: estatísticas desagregadas por unidades da federação: 2000/2018**. IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro. 20 p. 2021

LUO, Chong; LIU, Huan-jun; LU, Lü-ping; LIU, Zheng-rong; KONG, Fan-chang; ZHANG, Xin-le. Monthly composites from Sentinel-1 and Sentinel-2 images for regional major crop mapping with Google Earth Engine. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 20, 2021, Pages 1944-1957, ISSN 2095-3119.

MAPA [Ministério da agricultura Pecuária e Abastecimento] **Perfil Territorial: Vale do Ivinhema - MS**, 2015

NASCIMENTO, M. R.R. do. **O uso da terra no estado de Mato Grosso do Sul: um estudo sobre a luz da legislação ambiental de proteção a vegetação nativa**. 2014. Dissertação(Mestrado em Agronegócios) – UFGD:Dourados/MS, 2014. 100f.

ROSA, R. Geotecnologias na Geografia Aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 16, p. 81-90, 2005.

SILVA, L. C. L. et. al. **Pedodiversidade no estado de Minas Gerais – Brasil**. Caderno de Geografia, Belo Horizonte, v. 28, n. 1, p. 18-38, mar. 2019. ISSN 2318-2962.

TAMIMINIA, Haifa; SALEHI, Bahram; MAHDIANPARI, Masoud; QUACKENBUSH Lindi; ADELI, Sarina; BRISCO, Brian. Google Earth Engine for geo-big data applications: A meta-analysis and systematic review. **Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 164, p. 152-170, 2020. ISSN 0924-2716.

VALE, Jones Remo Barbosa. **Análise da dinâmica do uso e cobertura da terra nas áreas desflorestadas do Estado do Pará por meio da Plataforma Google Earth Engine**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2019.

WASSOLOKI, Carlos Roberto. Evapotranspiração no estado do Mato Grosso do Sul por sensoriamento remoto. Dissertação de pós graduação em agronomia. Orientador: Prof. Dr. Ricardo Gava. 2020.



ZURQANI, H. A.; POST, C.J.; MIKHAILOVA, E. A.; SCHLAUTMAN, M.A.; SHARP, J. L. Geospatial analysis of land use change in the savannah river basin using google earth engine. **Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.**, v. 69. p. 175-185, 2018.