MÉTODOS ESTÁTISTICOS PARA DADOS DE SATÉLITES MULTI-TEMPORAIS

Palavras-Chave: Imagens de satélite, Google Earth Engine, Análise

Autores:

William Felipe Dias Carvalho - UNICAMP

Prof./ Dr. Aluísio de Souza Pinheiro (orientador) - UNICAMP

INTRODUÇÃO:

Atualmente é muito importante se trabalhar com dados de satélite, uma vez que, se torna possível analisar os impactos do desmatamento em algumas áreas, os efeitos de tragédias urbanas por enchentes, mudanças climáticas por ações antrópicas no geral e os efeitos de catástrofes ambientais.

Sendo assim, o objetivo principal desta iniciação cientifica é aplicar métodos estatísticos sobre os dados de satélites de sensoriamento remoto com tecnologia de radar ou ótica, ou seja, esses dados podem ser definidos como um conjunto de informações captados pelo satélite que podem ser agrupados para se formar uma imagem, além de manipulados com uma finalidade para se obter alguma informação. Além disso, aquisição das imagens/dados é realizada através do Google Earth Engine, bem como seu tratamento e manipulação.

Sendo assim, a partir das imagens coletadas através dos códigos implementados no GEE é possível realizar uma série de manipulações e análises sobre elas, como, por exemplo, a caracterização das estruturas componentes da imagem, ou seja, a classificação em corpos d'agua, vegetação, plantações, etc. Tendo isso em mente, se optou por trabalhar com a classificação de corpos d'agua durante o desenvolvimento da iniciação cientifica, pois foi a parte que me despertou maior interesse

METODOLOGIA:

A análise estatística de dados de satélite não é um assunto abordado no curso de graduação do bolsista. Por isso, um estudo detalhado foi realizado a partir da leitura de vários artigos, como, por exemplo, o artigo de GAMBINI, J. et al.(2015)[5], o artigo de KO, B. C. et al.(2015)[14], a dissertação de mestrado de SOUZA, Gabriel(2016)[13] e outros artigos citados nas referências. Além disso, para complementar o estudo foram assistidos vídeos tutoriais sobre como trabalhar com as imagens, que constam nas referências.

A partir disso, também foi necessária a pesquisa a respeito da funcionalidade dos códigos que poderiam ser utilizados no Google Earth Engine(GEE)[1], assim como, exemplos que auxiliassem na execução e aprendizado do objetivo desejado.

Com isso, foi decidido que a região a ser trabalhada seria a da represa do Funil que fica localizada na divisa do estado de São Paulo e do estado do Rio de Janeiro, mais especificamente no município de Itatiaia-RJ, fazendo parte do sistema de Furnas e com uma área máxima inundada de 40Km²[12]. Sendo assim, foi iniciado o processo de coleta das imagens utilizando o GEE e a coletânea

do satélite Landsat-8[3]. Após finalizar a coleta das imagens foi realizada uma pré-análise visual das imagens para descartar aquelas que pareciam apresentar problemas técnicos que poderiam atrapalhar durante a realização da caracterização dos corpos d'agua.

Sendo assim, após realizar o descarte das imagens com problemas técnicos, como exemplo aquelas que continham muitas nuvens, foi necessário decidir o método de classificação dos corpos d'agua, optando por se trabalhar com a classificação supervisionada[8] e a classificação por Normalized difference water index (NDWI) ou índice de diferença normalizada da água[2]. Sendo a classificação supervisionada, realizada através de um classificador Ramdom Forest, treinado por dados que o usuário indica, e o NDWI utiliza os dados das bandas espectrais de infravermelho próximo e verde visível extraídos das imagens, para calcular o índice e destacar o corpo d'agua.

Ademais, com a realização da caracterização dos corpos d'agua foi calculado a área coberta por ele através da implementação de um novo código no GEE, para se ter uma noção da variação do nível de água no reservatório, que variará principalmente devido as bordas da imagem classificada, já que, de acordo com o nível do reservatório a borda se expande ou se retrai, além disso, pode haver situações em que os classificadores podem classificar de maneira errônea, como, por exemplo, considerar algum ponto de lama como água ou algum ponto com um nível de agua baixo como terra. Por fim, os códigos utilizados durante a realização da coleta, classificação supervisionada e cálculo das áreas das imagens pode ser visualizado nos seguintes links: https://code.earthengine.google.com/f60d4d7db8bb191a524f88accaa79a2d e https://code.earthengine.google.com/c409a1eab986449bcabe0474ed7ba16b. Assim como, o código utilizado durante a realização da coleta, classificação por NDWI e cálculo das áreas das imagens pode ser visualizado no seguinte link: https://code.earthengine.google.com/65473bb4cdc00ef2b14d7ae30276227b.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Com base na realização dos passos descritos da metodologia exposta acima, foi possível obter resultados diferentes, proveniente da aplicação dos diferentes métodos de classificação para uma mesma imagem. Primeiramente, ao lado é possível visualizar a imagem coletada no GEE proveniente do satélite Landsat-8 na figura 1, e abaixo o corpo d'agua obtido através da classificação supervisionada na figura 2 e o corpo d'agua obtido pelo índice NDWI na Figura 3.

Figura 1 - Imagem da represa do Funil

Figura 2 - Imagem corpo d'agua após classificação supervisionada.

Figura 3 - Imagem corpo d'agua após classificação por NDWI.

Sendo assim, visualizando as Figuras 1, 2 e 3 acima é possível perceber como se da a classificação dos corpos d'agua, além disso, é notório que essas classificações não são totalmente precisas, visto que, ao comparar visualmente as figuras, é possível perceber diferenças entres o preenchimento da represa na Figura 1 e nas Figuras 2 e 3, após as classificações. Por fim, após realizar os dois modelos de classificação para as várias imagens coletadas em datas diferentes, é calculado a área que esse corpo d'agua cobre em cada data, de acordo com cada método de classificação, logo, executando o código obtém-se os seguintes valores para as áreas.

Tabela 1 - Áreas calculadas das imagens da represa do Funil em Itatiaia-RJ, centro em 22°33'21.5"S 44°36'01.3"W

Data das imagens	Área Supervisionada(Km²)	Área por NDWI(Km²)	Diferença percentual entre os resultados com relação à area supervisionada
20/01/2015	16,00	16,23	1,47%
10/04/2015	25,03	21,47	-14,24%
29/06/2015	22,85	24,27	6,22%
15/07/2015	20,54	21,23	3,37%
16/08/2015	14,92	15,67	5,01%
17/09/2015	19,44	18,43	-5,22%
16/12/2015	26,96	19,97	-25,94%
07/01/2016	25,11	24,75	-1,45%
12/04/2016	29,46	27,39	-7,01%
15/06/2016	29,56	31,88	7,86%
18/08/2016	31,25	29,47	-5,70%
19/09/2016	22,31	18,52	-16,98%
08/12/2016	27,77	25,28	-8,97%
09/01/2017	25,44	23,98	-5,73%
10/02/2017	24,65	20,37	-17,38%
30/03/2017	31,00	29,02	-6,38%
02/06/2017	24,31	23,14	-4,83%
09/09/2017	19,49	18,73	-3,92%
11/12/2017	19,34	16,99	-12,17%
07/07/2018	25,46	23,03	-9,53%
24/08/2018	23,45	24,86	6,01%
14/12/2018	27,65	26,34	-4,73%

Portanto, de acordo com os resultados apresentados na Tabela 1, nota-se que alguns dos resultados apresentam uma grande diferença percentual, o que indica que os métodos de classificação não possuem uma acurácia muito boa entre eles, pois uma variação de 14% ao se considerar no volume de água do reservatório representa uma quantidade grande. Além disso, nota-se que os meses de abril a setembro, nem sempre são os que apresentam os menores valores para a área do corpo d'agua, o que seria o esperado, já que, esses meses fazem parte das estações de outono e inverno, logo, as menos chuvosas, e por isso era de se esperar um padrão de diminuição dos valores, como ocorre durante o ano de 2015 e 2017.

CONCLUSÕES:

Com base no apresentado acima, exemplificou-se como realizar o processo da coleta de imagens óticas de satélites e de como se trabalhar com elas, afim de extrais informações desejadas para alcançar um certo objetivo, neste caso, a área do corpo d'agua que a represa do Funil ocupa em uma determinada data. Sendo assim, com base nos resultados obtidos pode-se continuar a pesquisa, agora buscando realizar uma comparação com valores que apresentarem uma alta confiabilidade, por serem fornecidos por alguma instituição oficial, e verificar qual dos métodos utilizados forneceu os resultados mais próximos da realidade.

BIBLIOGRAFIA

1. **Google Earth Engine**. Disponível em: <https://earthengine.google.com>. Acesso em: 25 jul. 2022.
2. **Índice De Água De Diferença Normalizada**. Disponível em: <https://eos.com/pt/make-an-analysis/ndwi/>. Acesso em: 25 jul. 2022.
3. **LANDSAT 8**. Disponível em: <http://www.engesat.com.br/imagem-de-satelite/landsat-8/>. Acesso em: 25 jul. 2022.
4. **Classificação supervisionada - Google drive**. Disponível em: <https://drive.google.com/drive/folders/1a-cO5k6PXLxFBk_e0NutCnnldVWDiten?usp=sharing>. Acesso em: 25 jul. 2022.

5. **Classificação por NDWI - Google drive**. Disponível em: <https://drive.google.com/drive/folders/107v2MiWE3-N15nstl82wtA22n64utonA?usp=sharing>. Acesso em: 25 jul. 2022.
6. **USGS Landsat 8 Surface Reflectance Tier 1 [deprecated] | Earth Engine Data Catalog**. Disponível em: <https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/LANDSAT_LC08_C01_T1_SR>. Acesso em: 14 fev. 2022.
7. **Google Earth Engine - Cálculo de área do espelho de água- MNDWI, NDWI, LANDSAT 5,7 e 8**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Z_pAnsHBodM&t=1460s>. Acesso em: 22 jun. 2022.
8. SADECK, L. **Classificação supervisionada (CART / Euclidean) | Google Earth Engine 10**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=UD9RjZUaq1E>. Acesso em: 26 jul. 2022.
9. JOG, S.; DIXIT, M. **Supervised classification of satellite images**. 2016 Conference on Advances in Signal Processing (CASP). **Anais**...IEEE, 2016.
10. CARVALHO, V.; LAURINDO, B.; GUASSELLI[2], A. **Índice de diferença normalizada da água (NDWI) para identificação de meandros ativos no leito do canal do rio Gravataí/RS -Brasil**. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0727.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2022.
11. GAMBINI, J. et al. **Parameter Estimation in SAR Imagery Using Stochastic Distances and Asymmetric Kernels**. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, v. 8, n. 1, p. 365–375, 1 jan. 2015.
12. E., M. S. **Usina de Funil**. Disponível em: <https://www.furnas.com.br/subsecao/119/usina-de-funil?culture=pt>. Acesso em: 26 jul. 2022.
13. SOUZA, Gabriel. **Processamento de Imagens SAR utilizando análise de ondeletas**. 2016. Mestrado (Mestre em estatística) - Universidade Estadual de Campinas, [*S. l.*], 2016.
14. KO, B. C.; KIM, H. H.; NAM, J. Y. Classification of potential water bodies using Landsat 8 OLI and a combination of two boosted random forest classifiers. **Sensors (Basel, Switzerland)**, v. 15, n. 6, p. 13763–13777, 2015.
15. BATISTA, L. **Entendendo classificação supervisionada em minutos com Google Earth Engine**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=1H1vwY4_y3Q>. Acesso em: 27 jul. 2022.
16. **VC - Experimento - NDVI e NDWI com o Google Earth Engine**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=6FVhfF13q9E>. Acesso em: 27 jul. 2022.
17. **Calculating Area on Google Earth Engine**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=6RieZmW2ekE&t=1s>. Acesso em: 27 jul. 2022.