

INVENTÁRIO DE FEIÇÕES EROSIVAS E MONITORAMENTO DE SUA EVOLUÇÃO EM IMAGENS DE SATÉLITE CBERS-4A, LANDSAT-8 E SENTINEL-2

Alex Bley Hossu^{1,2}, Nívea Adriana Dias Pons^{1,3}

¹Universidade Federal de Itajubá, Av. BPS, 1303, Itajubá- MG, CEP: 37500-903; ²alexbhossu2@gmail.com; ³npons@unifei.edu.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho é analisar o potencial das imagens orbitais provenientes dos satélites CBERS-4A, Landsat-8 e Sentinel-2 para a identificação e monitoramento de feições erosivas na sub-bacia hidrográfica do ribeirão José Pereira, na cidade de Itajubá-MG. Realizou-se classificação supervisionada pelo método MAXVER nas imagens dos anos de 2020 e 2021 de cada satélite e utilizou-se a ferramenta *Orfeo Tool Box* (OTB) somente na imagem do satélite CBERS-4A, para fins de comparação entre os métodos de classificação. Como resultados, a imagem que apresentou maior acurácia na classificação por MAXVER foi a Sentinel-2. A imagem do satélite CBERS-4A, classificada pela ferramenta OTB, apresentou maior acurácia que o método MAXVER. Quanto ao método MAXVER de classificação de imagens para identificação de feições erosivas, verificou-se que é de grande valia para o monitoramento de processos erosivos em áreas maiores que 4000 metros quadrados, sendo o método OTB mais indicado para áreas menores.

Palavras-chave — Erosão, Sensoriamento remoto, SIG, Uso e ocupação do solo.

ABSTRACT

The objective of this work is to analyze the potential of orbital images from CBERS-4A, Landsat-8 and Sentinel-2 satellites for the identification and monitoring of erosive features in the José Pereira river sub-basin, in the city of Itajubá-MG. However, supervised classification was performed by the MAXVER method in the images of the years 2020 and 2021 of each satellite. The OTB method was also applied, only in the CBERS 4A satellite image. As a result, among the images used, the one that presented the greatest accuracy in the classification by MAXVER was the image from the Sentinel-2 satellite. The CBERS 4A satellite image, classified by the OTB tool, was more accurate than the MAXVER method. The MAXVER method of image classification to identify erosive features is of great value for monitoring erosive processes in areas larger than 4000

square meters, although the OTB method is better for smaller areas.

Key words — *Erosion, Remote Sensing, GIS, Land Use and Occupancy.*

1. INTRODUÇÃO

O uso do solo descontrolado tem sido responsável por muitos dos problemas ambientais que as bacias hidrográficas vivenciam, como processos erosivos, deslizamentos, desmatamento, entre outros. Como resultado tem-se um ambiente precário, com a existência de muitas áreas degradadas.

Quase 30% dos solos globais estão degradados e, nesse sentido, é importante estudá-los e mapeá-los para melhorar seu manejo e uso. Por meio de imagens de satélite combinadas com informações ambientais, torna-se possível contribuir significativamente para o desenvolvimento de índice de degradação do solo que subsidia a tomada de decisões sobre o planejamento e gestão do uso do solo [1].

Dados sobre a real extensão do solo degradado pela erosão representam informações importantes para fins de política de conservação. Nesse sentido, no estudo de [2] foi desenvolvido um método baseado em sensoriamento remoto para identificar áreas erodidas em escala regional, onde foi usada uma combinação de séries temporais de dados de imagem Sentinel-2 de acesso livre, ortoimagens aerotransportadas e dados verdadeiros do solo. O estudo mostrou o potencial da abordagem testada para produzir dados valiosos sobre a degradação real do solo pela erosão.

A sub-bacia do ribeirão José Pereira foi proposta em função de sua importância para o município de Itajubá-MG, pois uma parte da água que abastece a cidade é captada nesta sub-bacia. Desta forma, estudos sobre degradação do solo são de extrema importância para o monitoramento de sua qualidade ambiental.

Nesse contexto, este projeto visa analisar o potencial das imagens de satélite provenientes dos satélites CBERS-4A, Landsat-8 e Sentinel-2 dos anos de 2020 e 2021, para a identificação de feições erosivas na área de estudo e evolução. Com isso, espera-se contribuir na busca por procedimentos que possam auxiliar para a gestão ambiental e territorial, no sentido de minimizar os problemas

decorrentes dos processos erosivos acelerados presentes nessa sub-bacia.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As atividades desenvolvidas para realizar a análise das feições erosivas dos anos 2020 e 2021 foram divididas em quatro etapas:

- (I) Coleta das imagens das bandas do vermelho, azul, verde, pancromático (CBERS-4A e Landsat-8) e infravermelho próximo (Sentinel-2);
- (II) Fusão das imagens RGB (ferramenta Mesclar) com a pancromática (ferramenta *Pansharpening*) utilizando o programa *QGIS 3.16*;
- (III) Realização da classificação supervisionada (complemento *Semi-Automatic Classification Plugin*), através do método máxima verossimilhança (MAXVER), pois apresenta a melhor acurácia [3], com o intuito de observar onde há solo exposto na sub-bacia por meio dos mapas de uso e ocupação do solo;
- (IV) Geração do índice Kappa para avaliar a acurácia da classificação supervisionada através da ferramenta “*Accuracy*” do complemento SCP (*Semi-Automatic Classification Plugin*).

As imagens dos satélites Landsat-8 e CBERS-4A não apresentam correção atmosférica. No caso do Landsat-8, a banda pancromática não apresenta correção e o CBERS-4A não possui correção atmosférica em nenhuma de suas bandas.

Destaca-se que na terceira etapa, as coletas de amostras foram realizadas de acordo com a cor, forma, textura e variação de altura que cada classe de uso e ocupação do solo apresenta.

O método OTB foi utilizado para a elaboração dos mapas de uso e ocupação do solo, somente nas imagens do satélite CBERS-4A, de 2020 e de 2021, devido a sua resolução espacial de 2 metros.

Vale ressaltar que utilizou-se a versão 3.22.6 do QGIS junto com o OTB 8.0.1, para a elaboração desta classificação supervisionada, a qual foi fragmentada em cinco etapas:

- (I) “*Segmentation*”: utilizado para segmentar a imagem fusionada em vários polígonos, a fim de aumentar a acurácia da classificação;
- (II) “*ZonalStatistics*”: calcula a média, desvio padrão, mínimo, máximo etc., por meio da interação entre o resultado da segmentação e a imagem fusionada;

- (III) “Associar atributos por localização”: intersecção entre as amostras e o resultado do “*ZonalStatistics*”;
- (IV) “*TrainVectorClassifier*”: treina o resultado da terceira etapa considerando as médias obtidas como parâmetro, assim gerará como resultado um modelo estimado e além disso a ferramenta permite obter a matriz confusão do resultado;
- (V) “*VectorClassifier*”: executa uma classificação dos dados vetoriais de entrada de acordo com um arquivo de modelo gerado na quarta etapa.

3. RESULTADOS

Neste trabalho partiu-se da identificação de áreas de solo exposto e como ocorre a sua evolução, considerando-se que são áreas indicativas de presença de processos erosivos. Logo, foram gerados mapas de uso e ocupação de solo da sub-bacia do ribeirão José Pereira através do método MAXVER, referentes aos anos 2020 (Figuras 1, 2 e 3) e 2021 (Figuras 4, 5 e 6), a partir das imagens dos satélites CBERS-4A, Landsat-8 e Sentinel-2, respectivamente.

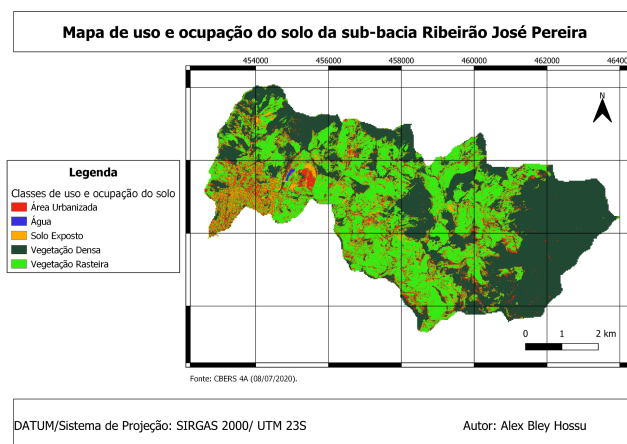


Figura 1. Mapa de uso e ocupação do solo de 2020 gerado a partir da imagem do satélite CBERS-4A pelo método MAXVER.

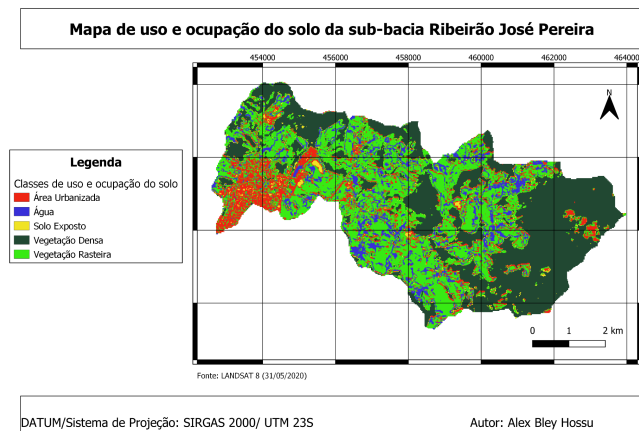


Figura 2. Mapa de uso e ocupação do solo de 2020 gerado a partir da imagem do satélite Landsat-8 pelo método MAXVER.

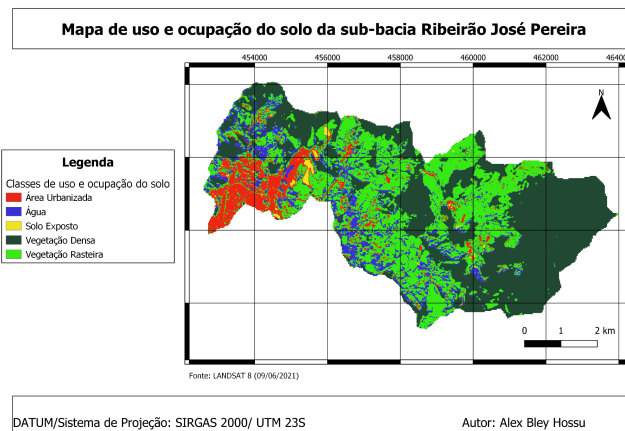


Figura 5. Mapa de uso e ocupação do solo de 2021 gerado a partir da imagem do satélite Landsat-8 pelo método MAXVER.

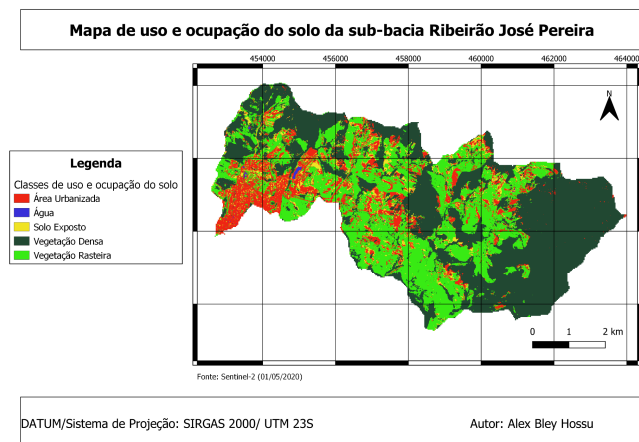


Figura 3. Mapa de uso e ocupação do solo de 2020 gerado a partir da imagem do satélite Sentinel-2 pelo método MAXVER.

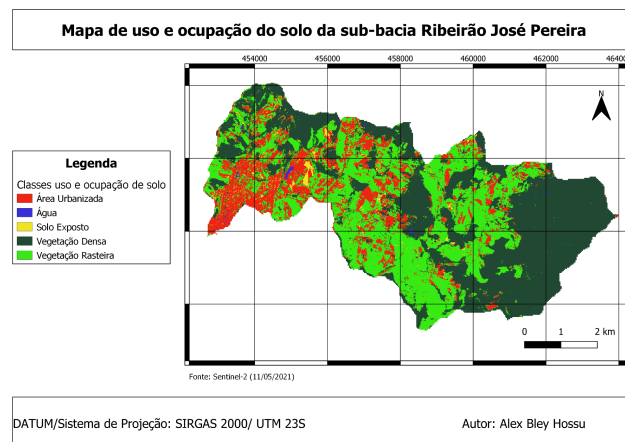


Figura 6. Mapa de uso e ocupação do solo de 2021 gerado a partir da imagem do satélite Sentinel-2 pelo método MAXVER.

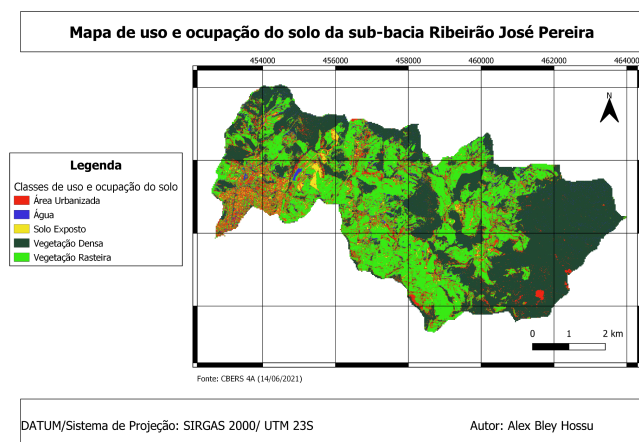
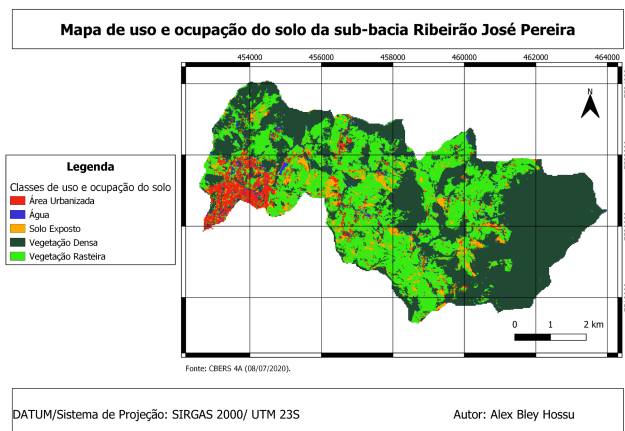


Figura 4. Mapa de uso e ocupação do solo de 2021 gerado a partir da imagem do satélite CBERS-4A pelo método MAXVER.



Nas Figuras 7 e 8 são apresentados os resultados da classificação pela ferramenta OTB, para as imagens do satélite CBERS-4A. Vale ressaltar que para o mapa de uso e ocupação de solo referente ao ano de 2021, gerado por meio do OTB, foi realizada correção após a classificação.

Figura 7. Mapa de uso e ocupação do solo de 2020 gerado a partir da imagem do satélite CBERS-4A por meio do OTB.

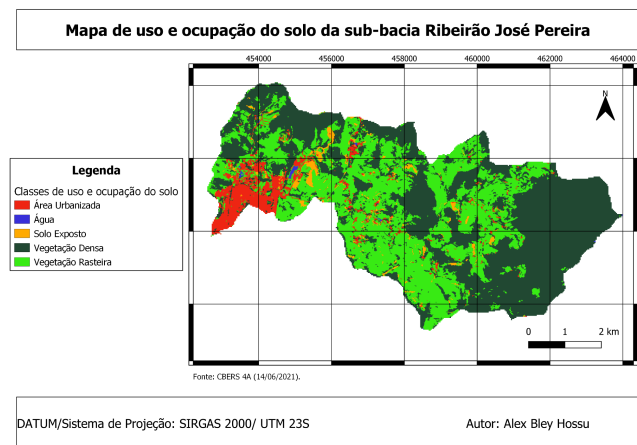


Figura 8. Mapa de uso e ocupação do solo de 2021 gerado a partir da imagem do satélite CBERS-4A por meio do OTB.

4. DISCUSSÃO

Observa-se nas imagens que houve um aumento de solo exposto no ano de 2021, comparado com o ano de 2020, onde se concentra, em maior parte, a área urbana.

O índice kappa foi obtido a partir da classificação das imagens e geração dos mapas de uso e ocupação de solo, e os valores são apresentados na Tabela 1.

Satélite	Kappa 2020	Kappa 2021
CBERS-4A	86,25%	88,89%
Landsat-8	85,62%	84,04%
Sentinel-2	92,30%	86,62%

Tabela 1. Nível de concordância do índice kappa.

Como pode-se observar na Tabela 1, todos os valores de índice kappa obtidos apresentaram um valor superior a 81%, o que se refere ao nível de concordância perfeito [4].

Também, de acordo com a Tabela 1, o satélite que apresentou maior acurácia foi o Sentinel-2 no processo de classificação de imagem pelo método MAXVER para identificação do uso e ocupação do solo, o que confirma a finalidade de utilização de tais imagens [5]. Porém, era de se esperar que o satélite CBERS-4A apresentasse maior acurácia devido a sua resolução espacial de 2 metros, enquanto o Sentinel-2 apresenta resolução espacial de 10 metros.

Os índices kappa obtidos na classificação das imagens do satélite CBERS-4A pelo método OTB foram de 88,51% e 90,96%, para os anos de 2020 e 2021, respectivamente. Tais resultados mostraram que a ferramenta possibilitou melhorar, cerca de 2%, a acurácia da classificação das imagens do satélite CBERS-4A.

5. CONCLUSÕES

O Sentinel-2 apresentou maior acurácia na classificação de cada classe do uso e ocupação do solo e, por vez, apresentou melhor identificação do solo exposto, gerando poucos erros em relação à área urbanizada.

Para estudos deste tipo é importante utilizar imagens de satélite que apresentem uma melhor resolução espacial e coletar o máximo número de amostras possíveis, a fim de aumentar a acurácia da classificação realizada. Por exemplo, no caso da ferramenta OTB, onde foram coletadas novecentas amostras por ponto, esta classificação apresentou maior acurácia por consequência dos polígonos menores que foram gerados na segunda etapa, em relação ao método da máxima verossimilhança. O OTB gerou um aumento de aproximadamente 2% no índice kappa.

Ademais, conclui-se que para identificar feições erosivas com auxílio de imagens de satélite, a visita a campo sempre é necessária, a fim de identificar as menores áreas de feições erosivas. Considera-se que o método é de grande valia para o monitoramento de processos erosivos em áreas maiores que 4000 metros quadrados.

6. REFERÊNCIAS

- [1] NASCIMENTO, C. M. et al. Índice de degradação do solo desenvolvido por imagens de sensoriamento remoto multitemporal, variáveis climáticas, terreno e atributos do solo. *Journal of Environmental Management*, Vol. 277. 2021.
- [2] ZIZALA, D. et al. Mapping soil degradation using remote sensing data and ancillary data: South-East Moravia, Czech Republic. *European Journal of Remote Sensing*. Vol. 52. 2019.
- [3] DEMARCHI, J. et al. Métodos de classificação de imagens orbitais para o mapeamento do uso do solo: estudo de caso na Sub-Bacia do Córrego das Três Barras. *Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*: INPE, Curitiba, PR, Brasil, p. 2644, 2011.
- [4] LANDIS, J.R. et al. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, v.33, n.1, p. 159-174, 1977.
- [5] EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. SENTINEL - Missão Sentinel. 2020. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/satelites-de-monitoramento/missoes/sentinel>>. Acesso em: 15 set. 2022.