

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

Alex Bley Hossu<sup>1</sup> (IC), Nívea Adriana Dias Pons (PQ)<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Universidade Federal de Itajubá.

**Palavras-chave:** Erosão. Sensoriamento remoto. SIG. Uso e ocupação do solo.

### 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.

No Brasil, uma das definições mais utilizadas considera a degradação ambiental como o conjunto de processos resultantes dos danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como, a qualidade ou a capacidade produtiva dos recursos ambientais (BRASIL, 1989).

Nascimento et al. (2021) afirmam que quase 30% dos solos globais estão degradados e, nesse sentido, é importante estudá-los e mapeá-los para melhorar seu manejo e uso. Utilizando imagens de satélite combinadas com informações ambientais, os autores concluíram que estas contribuíram significativamente para o desenvolvimento de um índice de degradação do solo que subsidia a tomada de decisões sobre o planejamento e gestão do uso do solo.

Segundo Zizala et al. (2018), dados sobre a real extensão do solo degradado pela erosão representam informações importantes para fins de política de conservação. Nesse sentido, os autores desenvolveram 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.

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 sub-bacia hidrográfica do ribeirão José Pereira, na cidade de Itajubá-MG. Com esse estudo, espera-se contribuir na busca por procedimentos que possam auxiliar no desenvolvimento de instrumentos de gestão ambiental e

territorial, no sentido de minimizar os problemas decorrentes dos processos erosivos acelerados presentes nessa sub-bacia.

A área de estudo foi proposta em função de sua importância para o município, pois uma parte da água que abastece a cidade é captada na Reserva Biológica (REBIO) Serra dos Toledos. Desta forma, estudos sobre degradação do solo são de extrema importância para o monitoramento da qualidade ambiental na sub-bacia.

### Metodologia

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, de acordo com os estudos realizados por Demarchi et al. (2011), este método apresenta a melhor acurácia, 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 Orfeo Tool Box (OTB) foi utilizado para a elaboração dos mapas de uso e ocupação do solo, somente nas imagens do satélite CBERS 4A, devido a sua resolução espacial de 2 m.

Vale ressaltar que se utilizou o QGIS 3.22.6 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”;

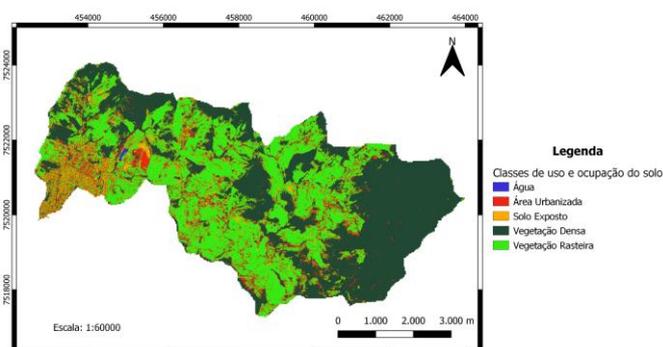
(IV) “TrainVectorClassifier”: treina o resultado da terceira etapa considerando as médias obtidas como parâmetro, assim gerará como resultado um modelo estimado e além disso a ferramenta permite obter a matriz confusão do resultado;

(V) “VectorClassifier”: executa uma classificação dos dados vetoriais de entrada de acordo com um arquivo de modelo gerado na quarta etapa.

## Resultados e discussão

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.

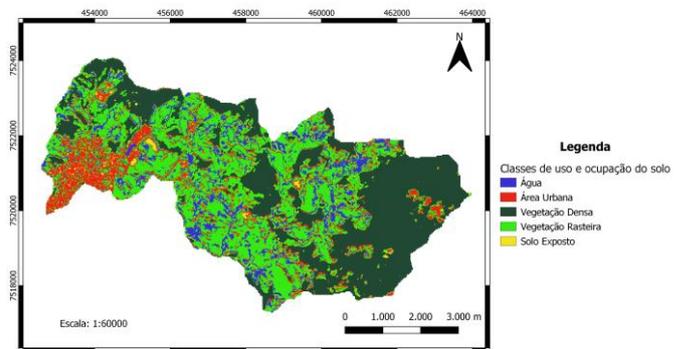
Figura 1 – Mapa de uso e ocupação do solo de 2020 a partir da imagem do satélite CBERS 4A.



Autor: Alex Bley Hossu

DATUM/Sistema de Projeção: SIRGAS 2000/ UTM 23S

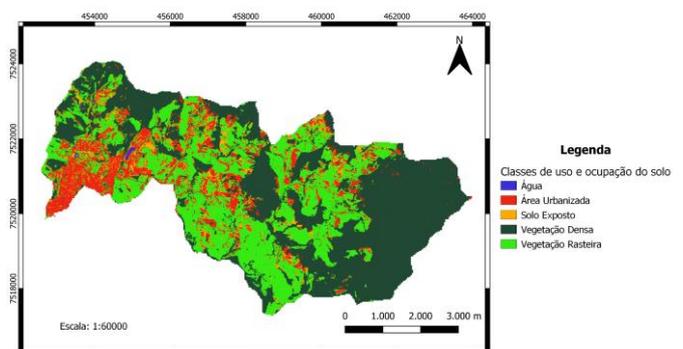
Figura 2 – Mapa de uso e ocupação do solo de 2020 a partir da imagem do satélite LANDSAT 8.



Autor: Alex Bley Hossu

DATUM/Sistema de Projeção: SIRGAS 2000/ UTM 23S

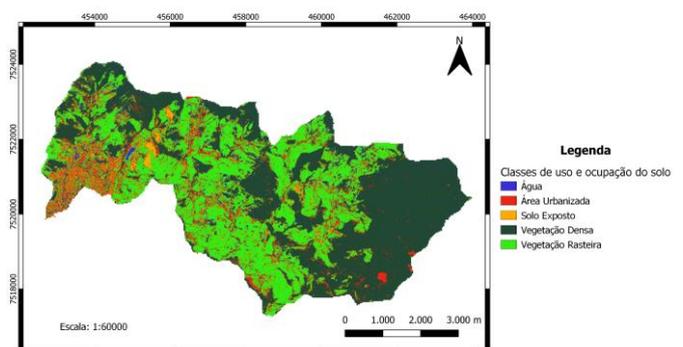
Figura 3 – Mapa de uso e ocupação do solo de 2020 a partir da imagem do satélite Sentinel-2.



Autor: Alex Bley Hossu

DATUM/Sistema de Projeção: SIRGAS 2000/ UTM 23S

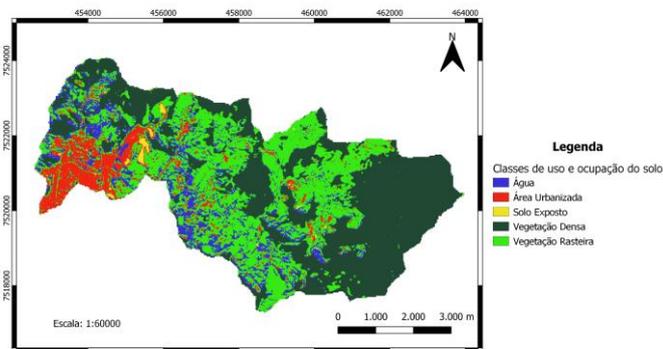
Figura 4 – Mapa de uso e ocupação do solo de 2021 a partir da imagem do satélite CBERS 4A.



Autor: Alex Bley Hossu

DATUM/Sistema de Projeção: SIRGAS 2000/ UTM 23S

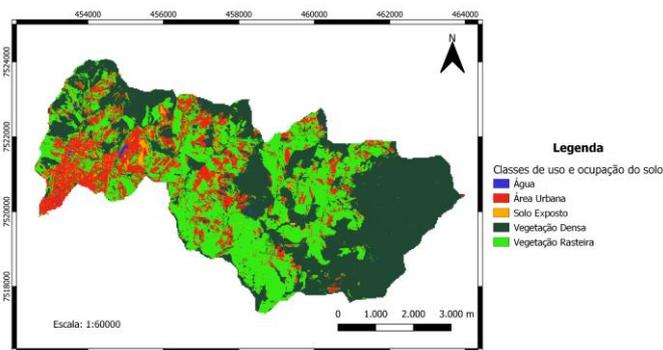
Figura 5 – Mapa de uso e ocupação do solo de 2021 a partir da imagem do satélite LANDSAT 8.



Autor: Alex Bley Hossu

DATUM/Sistema de Projeção: SIRGAS 2000/ UTM 23S

Figura 6 – Mapa de uso e ocupação do solo de 2021 a partir da imagem do satélite Sentinel-2.



Autor: Alex Bley Hossu

DATUM/Sistema de Projeção: SIRGAS 2000/ UTM 23S

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. Tal fato leva a possibilidade de que o solo exposto tenha sido ocasionado, em sua grande maioria, pela ação antrópica. O índice kappa foi obtido a partir da classificação das imagens e geração dos mapas de uso e ocupação de solo, e são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Nível de concordância do índice kappa.

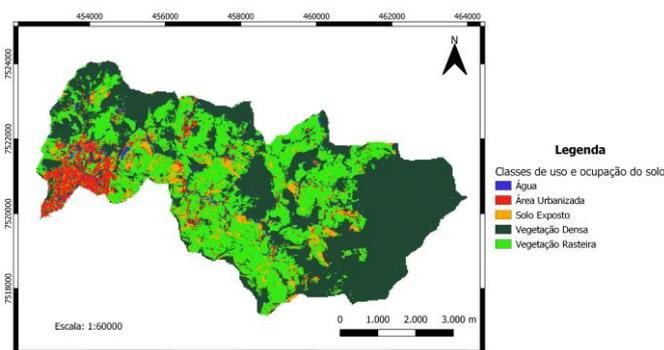
Satélite	Kappa 2020	Kappa 2021
CBERS 4A	86,25%	88,89%
Landsat 8	85,62%	84,04%
Sentinel-2	92,30%	86,62%

Como pode-se observar, o índice kappa de todos os mapas de uso e ocupação de solo elaborados apresentaram um valor superior a 81% que, de acordo com Landis e Koach (1977), o nível de concordância é

perfeito. De acordo com a Tabela 1, o satélite que apresentou maior acurácia foi o Sentinel-2.

Para fins comparativos, foi utilizada a ferramenta OTB do QGIS 3.22.6, para as imagens do satélite CBERS 4A, como pode-se observar nas Figuras 7 e 8.

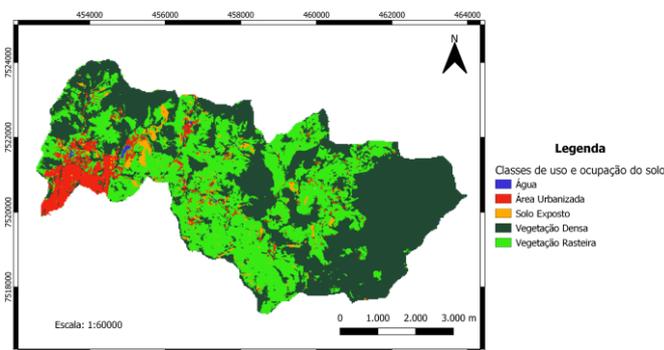
Figura 7 - Mapa de uso e ocupação do solo de 2020 por meio do OTB.



Autor: Alex Bley Hossu

DATUM/Sistema de Projeção: SIRGAS 2000/ UTM 23S

Figura 8 - Mapa de uso e ocupação do solo de 2021 por meio do OTB.



Autor: Alex Bley Hossu

DATUM/Sistema de Projeção: SIRGAS 2000/ UTM 23S

Os índices kappa foram de 88,51% e 90,96% para os anos de 2020 e 2021, respectivamente. Tais resultados mostraram que a ferramenta apresentou um pequeno aumento, cerca de 2%, na acurácia das imagens do satélite CBERS 4A.

## Conclusões

Os mapas de uso e ocupação do solo mostraram que na área de estudo é predominante a vegetação densa e rasteira, e que a maior parte das áreas de solo exposto identificadas estão próximas da área urbana, na qual induz a pensar que fora ocasionada pela ação antrópica. Observou-se também que 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, pois geralmente apresentam as mesmas cores. Os sensores acoplados a este satélite são capazes de diferenciar solo exposto de área urbana por meio da variação de altura, no qual gerará diferentes valores dos pixels. Isto significa que os sensores dos satélites são capazes de identificar qual classe determinado pixel pertence, por meio das coletas de amostras que mostraram a variação de altura e, conseqüentemente, do valor do pixel.

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 outro 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. Por fim, considera-se que o método é de grande valia para o monitoramento de processos erosivos em áreas maiores que 4000 metros quadrados.

### Agradecimento

Gostaria de agradecer minha professora e orientadora Dra. Nívea Adriana Dias Pons, que me ofereceu esta grande oportunidade, por todo incentivo, força e estímulo que me proporcionou para concluir esta pesquisa e pelos seus ensinamentos. Aos meus pais, irmãos e amigos por todo apoio. À UNIFEI, que contribuiu fortemente para o meu desempenho acadêmico. A mestre Débora Teixeira que me ajudou muito para avançar nesta pesquisa. E ao CNPq pela bolsa fornecida para a realização desta Iniciação Científica.

### Referências

BRASIL. Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989. Dispõe sobre a regulamentação do artigo 2º, Inciso VII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Brasília, 1989.  
Disponível em:  
<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1980-1989/D97632.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D97632.htm)>.  
Acesso em: 20 abril, 2021.

DEMARCHI, J.; SARTORI, A.; ZIMBACK, C. 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, 5 maio 2011.

LANDIS, J.R. KOCH, G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v.33, n.1, p. 159-174, 1977.

NASCIMENTO, C. M. et al. Soil degradation index developed by multitemporal remote sensing images, climate variables, terrain and soil attributes. **Journal of Environmental Management**, Vol. 277. 2021.

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. 2018.