

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR
Departamento Acadêmico de Eletrônica – DAELN
Engenharia Eletrônica
Disciplina: IF69D – Processamento Digital de Imagens
Semestre: 2023.1
Prof: Gustavo Borba e Humberto Gamba

RELATÓRIO

Algoritmo de processamento de imagens de satélite para análise de área desmatada na Amazônia

Alunos:

Danilo Campana Fuchs / 1906755

Junho 2023

1 Objetivo

Propor e implementar em MATLAB um algoritmo K-Means para segmentação de floresta e não-floresta na Amazônia, aplicado em imagens de satélite na banda Near Infra Red (NIR) da cidade de Candeias do Jamari - RO/BR.

2 Fundamentação Teórica

2.1 Imagens de satélite para monitoramento de desmatamento

O meio mais eficiente para se monitorar desmatamento em uma floresta de vastas dimensões é através da análise de imagens de satélite. No Brasil, o monitoramento da Amazônia é feito pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) desde 1988, através do projeto PRODES [3]. Desde 2002, todas as imagens, dados, programas e relatórios do programa são públicos e acessíveis através da plataforma TerraBrasilis [4].

Em seus primórdios, o programa utilizava imagens do satélite americano LANDSAT-5/TM que fornecia imagens em 7 diferentes bandas (3 nas faixas visíveis, 4 no infravermelho). Através do programa espacial brasileiro e de parcerias com outras nações, hoje são utilizados imagens de múltiplos satélites brasileiros, sino-brasileiros, indianos, britânicos e americanos, combinando seus espectros para redundância [3].

Em 2014, o INPE criou o programa DETER (Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real), que fornece relatórios diários ao IBAMA com a localização precisa de novos focos de desmatamento.

Em 2020, o governo da Noruega – através de seu fundo para combate às mudanças climáticas – licenciou as imagens das florestas tropicais obtidas mensalmente pela empresa americana Planet Labs PBC [2], fornecendo-as em acesso público e gratuito para fins estudantis [5].

2.2 Imagens Color Infrared (CIR)

Color Infrared (CIR) são imagens RGB com seus canais compostos arbitrariamente por 3 diferentes faixas de espectro:

- Vermelho (R): NIR (Infravermelho próximo)
- Verde (G): RED/XS2 (Vermelho)

- Azul (B): GREEN/XS1 (Verde)

Esta combinação é muito utilizada para detectar facilmente diferentes tipos de vegetação, como indicado na Figura 1. Como folhas refletem fortemente na faixa de NIR, tons mais fortes de vermelho na imagem composta indicam maior concentração de vegetação. Estradas e solo aparecem em tons de marrom e cidades em tons azuis, amarelos e cinzas. Nuvens aparecem em ciano claro e branco [1].



(a)



(b)

Figura 1: Área de interesse em Maio de 2023 (fonte: Planet Labs PBC). (a) RGB. (b) CIR.

Um índice comumente utilizado é o Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), determinado pela Equação 1. Ao aplicar este índice em todos os pixels de uma imagem CIR, obtém-se uma imagem grayscale com escala 0-1, representada na Figura 2. Este índice baseia-se no fato da vegetação ter alta refletividade na banda NIR e baixa refletividade na banda vermelha, portanto vegetação terá índices altos [1].

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (1)$$



Figura 2: NDVI da área de interesse em Maio de 2023 (fonte: Planet Labs PBC)

2.3 Clusterização K-Means

3 Implementação

O algoritmo utiliza 2 imagens de entrada de dimensões arbitrárias em formato CIR, da mesma área geográfica em diferentes instantes de tempo.

As imagens foram obtidas dos satélites da empresa americana Planet Labs PBC. A área escolhida foi um retângulo de 1243 km² definido pelos vértices nas coordenadas [-63.341818,-8.87654], [-62.765656,-8.87654], [-62.765656,-8.514369] e [-63.341818,-8.514369] (arquivo `candeias.geojson`), um trecho do município de Candeias do Jamari, em Rondônia, Brasil. Foram escolhidos 2 *basemaps* que possuem imagens CIR e que não contém nuvens na área de interesse: Junho de 2017 e Novembro de 2022. As imagens foram retiradas de *screenshots* do site da Planet Labs PBC: <https://www.planet.com/explorer/?s=UNS6fwFDRAOTUSdpRXroiQ>

O algoritmo foi implementado em MATLAB em duas abordagens: Primeiro, utilizando o índice NDVI que considera apenas os canais NIR e RED. Segundo, utilizando os 3 os canais da imagem CIR.

O pré-processamento da imagem consiste em: Auto-contraste utilizando a função `imadjust` do MATLAB, para melhorar a visualização; e aplicação de um filtro passa-baixa gaussiano de tamanho 6, sigma de 0.8.

Para o tratamento da imagem CIR completa, foi optado por não realizar auto-contraste na camada NIR, pois observou-se um aumento considerável de ruídos. A Figura 3 mostra uma imagem CIR com auto-contraste apenas na camada RED e GREEN.

O processamento da imagem é feito pelo algoritmo de clusterização K-means com K=3. Este K foi determinado empiricamente de forma que uma das segmentações contenha vegetação (floresta), e as outras contenham 2 níveis de vegetação degradada. A Figura 4 mostra a imagem NDVI clusterizada.

O usuário deve selecionar com o mouse qual das regiões segmentadas é a floresta, e o algoritmo determina a área de floresta preservada como o número de pixels desta região, multiplicada pela área correspondente de um pixel. A área de floresta degradada é determinada como a diferença entre a área total e a área de floresta.

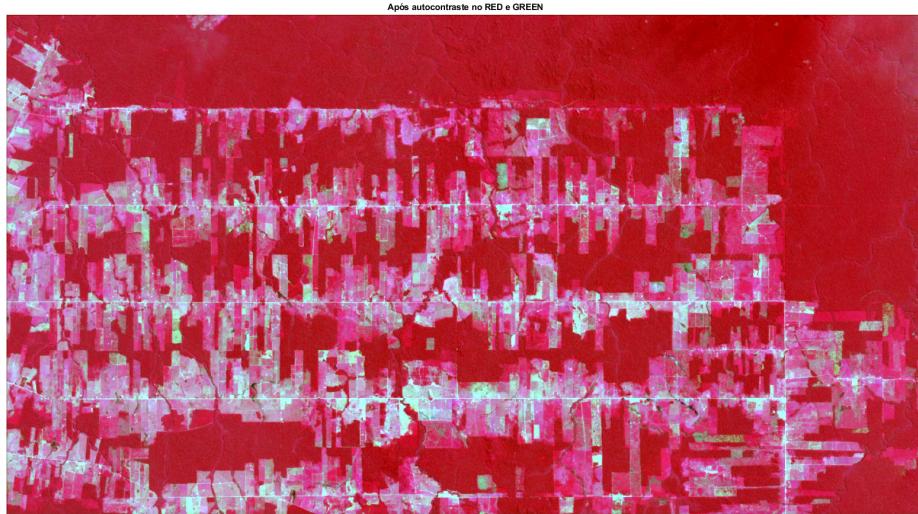


Figura 3: Imagem CIR com auto-contraste nas camadas RED e GREEN da área de interesse em Maio de 2023 (fonte: Planet Labs PBC)

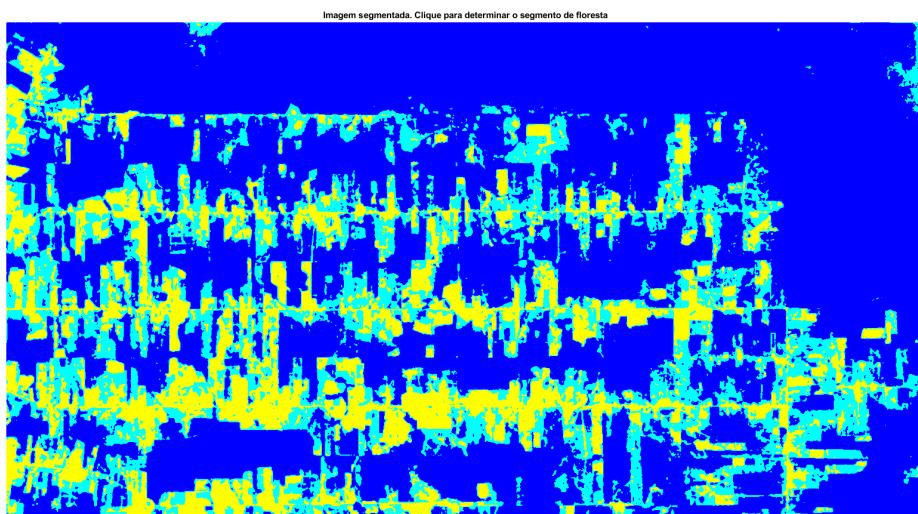


Figura 4: Imagem NDVI clusterizada da área de interesse em Maio de 2023 (fonte: Planet Labs PBC)

Cada processamento é realizado sobre 2 instantes diferentes e um relatório é mostrado no terminal de texto:

4 Resultados e conclusões

Os dados obtidos através das duas técnicas de processamento são mostrados abaixo:

```
===== NDVI =====
Área analisada = 1.2430 km2 (100.00%)
-----
Floresta
-----
```

```
Antigo : Área = 0.9838 km^2 (79.15%)
Novo   : Área = 0.7416 km^2 (59.66%)
Diff    : Área = -0.2422 km^2 (-19.49%)
```

```
===== CIR =====
Área analisada = 1.2430 km^2 (100.00%)
```

```
-----
Floresta
-----
```

```
Antigo : Área = 0.9787 km^2 (78.74%)
Novo   : Área = 0.7342 km^2 (59.07%)
Diff    : Área = -0.2446 km^2 (-19.67%)
```

É possível observar que ambos obtém resultados bem similares, com uma diferença máxima de 0.59% entre técnicas. A diferença de área de floresta degradada é de 0.18%, o que é considerado insignificante.

Futuros trabalhos devem buscar imagens de maior resolução e maior diversidade de satélites e instantes de tempo. É interessante automatizar a seleção da região de floresta, e comparar os resultados com outras técnicas de clusterização, como o K-NN.

Uma comparação interessante é com os dados oficiais do INPE, disponibilizados na ferramenta TerraBrasilis e manipuláveis pelo Sistema de Informação Geográfica (SIG) TerraView, do INPE. Neste projeto, ambos foram investigados, porém exigem um maior conhecimento técnico para manipulação dos dados, e não foi possível obter resultados satisfatórios para comparação.

Referências

- [1] EOS Data Analytics. Color infrared (vegetation). <https://eos.com/make-an-analysis/color-infrared/>, 2023. Acesso em 27 de Junho de 2023.
- [2] Norway's International Climate and Forest Initiative. New satellite images to allow anyone, anywhere, to monitor tropical deforestation. <https://www.nicfi.no/current/new-satellite-images-to-allow-anyone-anywhere-to-monitor-tropical-deforestation/>, 2020. Acesso em 20 de Junho de 2023.
- [3] INPE. Monitoramento do desmatamento da floresta amazônica brasileira por satélite. <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>, 2022. Acesso em 27 de Junho de 2023.
- [4] INPE. Terrabrasilis. [http://terrbrasilis.dpi.inpe.br/](http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/), 2023. Acesso em 27 de Junho de 2023.
- [5] Planet Labs PBC. Norway's international climate and forests initiative satellite data program. <https://www.planet.com/nicfi/>, 2020. Acesso em 20 de Junho de 2023.