

RADIANT EARTH PLATFORM: POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES DE ABORDAGEM DE PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGEM NA NUVEM

Camila Lauria Zenke da Cruz¹, Tata Lacale Canal dos Santos², Carla Bernadete Madureira Cruz³.

^{1,3}Laboratório Espaço de Sensoriamento Remoto e Estudos Ambientais, Rua Athos da Silveira Ramos, 274, Cidade Universitária, Rio de Janeiro. CEP. 21.941-916. ²DigitalGlobe, 1300 W 120th Ave, Westminster, CO 80234, EUA. ¹camilalzenke@gmail.com; ²tata.lacale@digitalglobe.com, ³cmad@ufrj.br.

RESUMO

Nos últimos anos, as informações sobre observação da Terra cresceram de forma qualitativa e quantitativa, acarretando no novo paradigma denominado *Big Earth Observation Data*. Neste cenário, emergem demandas por tecnologias que armazenem, processem e disseminem grandes conjuntos de dados. A Plataforma *Radiant Earth*, lançada em setembro de 2018, se propõe a ampliar o acesso as informações geoespaciais através de duas interfaces *user friendly*: *Templates* e *API*. Este estudo apresenta as características desta ferramenta e também suas potencialidades e limitações no processamento computacional na nuvem de imagens Landsat-8, através de uma análise bitemporal de detecção de mudanças da cobertura vegetal no município de Parati, Rio de Janeiro.

Palavras-chave — Big Data, Big Earth Observation Data, Sensoriamento Remoto, Geoprocessamento.

ABSTRACT

In recent years, information on Earth observation has grown qualitatively and quantitatively, leading to a new paradigm called Big Earth Observation Data. In this scenario, demands arise for technologies that store, process, and disseminate large data sets. The Radiant Earth Platform, launched in September 2018, aims to expand access to geospatial information through two user-friendly interfaces: Templates and API. This study presents the characteristics of this tool and also its potentialities and limitations in computational processing in the Landsat-8 image cloud, through a bitemporal analysis of vegetation cover changes in the city of Parati, Rio de Janeiro.

Key words — Big Data, Big Earth Observation Data, Remote Sensing, Geoprocessing,

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, as informações de Observação da Terra (E.O-Earth Observation) cresceram quantitativa e qualitativamente. Esse incremento se deve ao surgimento de novos sensores, capazes de coletar dados em variadas escalas espaciais e temporais, e ao desenvolvimento de novas

tecnologias da informação e computação. Neste contexto, o termo "*big data*" tornou-se amplamente utilizado.

Em Sensoriamento Remoto, "*Big Data*" originou o termo "*Big Earth Observation Data*", onde sua definição designa o uso de técnicas de captura, processamento, análise, armazenamento, gerenciamento, visualização e disseminação de grandes e variados conjuntos de dados espaciais. Esse paradigma tem sido anunciado como uma nova tendência ao fornecimento de insumos para a análise geoespacial [1], impulsionando o surgimento de sistemas computacionais orientados a processamentos na nuvem e apoiados em *Big Data*.

Dentre as novas tecnologias [2], destacam-se os sistemas de gerenciamento de banco de dados multidimensionais, como o RasDaMan [3] e SciDB [4] e soluções baseadas em *Map Reduce*, como *Google Earth Engine* [5], que consiste em um repositório de imagens de sensores orbitais de média e baixa resolução espacial (Landsat, Sentinel-2, Modis), dados climáticos, atmosféricos, oceanográficos, modelos digitais 3D e mapas de cobertura de terra, que totalizam aproximadamente 40 *petabytes* de dados, disponibilizados de forma gratuita e em tempo real, permitindo que seus usuários desenvolvam e testem algoritmos, processem dados *online* (*cloudbased platform*) e analisem longas séries temporais [6]. Esta ferramenta impulsionou o desenvolvimento de importantes iniciativas como os programas Global Forest Watch [7] (<http://globalforestwatch.org/>) e Mapbiomas (<http://mapbiomas.org/>).

Empresas de Observação da Terra também apostam no desenvolvimento de plataformas de *big data* e processamento na nuvem para otimizar a tomada de decisões de seus clientes. A *DigitalGlobe* também lançou o *GBDX Platform*, que disponibiliza através da aquisição de assinaturas, acesso às imagens Landsat - 8, Sentinel - 2 e de alta resolução espacial provenientes de seu próprio acervo, equivalente a 100 *petabytes* de dados [8].

Tanto o *Google Earth Engine* quanto o *GBDX Platform*, contam com um serviço de computação intrínseco e paralelo de alto desempenho, que pode ser acessado e controlado por meio de uma interface de programação de aplicativos (API), ou por um ambiente de desenvolvimento interativo (IDE), que permitem a criação de protótipos e a visualização rápida dos resultados.

Contudo, a operacionalização dessas ferramentas exige do usuário conhecimentos especializados, o que pode

restringir o acesso às informações. Sendo assim, crescem demandas por sistemas customizados, com *templates* previamente elaborados em interfaces intuitivas. Em paralelo, é requisitado também que estes sistemas ofereçam ambientes de programação de aplicativos que visam atender demandas mais complexas. Neste contexto, surge a Plataforma de Tecnologia e *Big Data Radiant Earth*.

Este trabalho objetiva apresentar as principais características da plataforma *Radiant Earth*, que se coloca como uma nova abordagem gratuita de processamento de dados na nuvem. Busca ainda aplicar uma análise bitemporal para o município de Parati, através de *templates* disponibilizados no sistema a fim de reconhecer suas potencialidades e limitações.

1.2. Plataforma de Tecnologia e *Big Data Radiant Earth*

A *Radiant Earth Foundation* é uma organização sem fins lucrativos que possui, como um de seus objetivos, agregar imagens gratuitas de observação da Terra provenientes de sensores remotos e disseminar o acesso e educação sobre seus usos à comunidade global de desenvolvimento [9].

Como foco central de alcance deste objetivo, a *Radiant Earth Foundation* em associação com a NASA, *European Space Agency* (ESA), *Group on Earth Observations*, *Global Partnership for Sustainable Development Data*, e empresas privadas, lançou, em setembro de 2018, uma plataforma gratuita de tecnologia e *Big Data*, com ferramentas e suporte analíticos *user friendly* através do acesso computacional na nuvem [9]. Trata-se de uma plataforma de *Big Data* que conta com a disponibilização de dados em tempo real, armazenamento, gerenciamento, análise, compartilhamento e disseminação de um grande e variado volume de dados, *online*, onde o usuário encontra:

1. Acesso *self sign up* ou integrado com as redes sociais: *Twitter*, *Facebook*, *GitHub* ou contas *Google*.
2. Hospedagem e acesso a um repositório de imagens gratuitas dos Satélites Landsat 4, 5, 7 e 8, Sentinel-2, ISERV e Modis.
3. Importação de dados vetoriais e imagens provenientes de outras fontes como fotos aéreas, VANTs e sensores de alta resolução espacial, através de diferentes formas de *upload*: local, *DropBox* e Nuvem.
4. Gerenciamento e Armazenamento das informações em forma de “Projetos” que podem incluir imagens (tanto do repositório quanto fornecidas pelo usuário), vetores, dados tabulares, análises e resultados.
5. Compartilhamento *online* de “Projetos”.
6. Publicação e disseminação das análises e resultados em redes sociais e outros servidores como XYZ *Open Layers*, *Map Tokens* e *ArcGis Online*.

Além disso, a plataforma oferece ferramentas analíticas em dois tipos de interfaces. A primeira compreende a um módulo constituído por *templates*, que são modelos generalizados que podem ser aplicados a qualquer “Projeto” criado neste ambiente, permitindo análises de imagens,

especialmente a partir da Matemática de Bandas [10]. O usuário conta com a opção de criar os seus próprios *templates* ou selecionar outros previamente disponibilizados, que possibilitam a geração de diferentes índices e detecção de mudanças através do processamentos na nuvem.

Já na segunda interface, a plataforma inclui uma estrutura de programação de aplicativos (*developer resources*) ou “API”, construída em uma base de licença e códigos abertos, que permite ao usuário acessar recursos computacionais e de dados já desenvolvidos, escalonar seus algoritmos atuais ou desenvolver novos. Ela também identifica aplicativos e colaboradores com *JSON Web Tokens* (*JWT*), que podem ser criados na conta do usuário. Alguns *cases* desenvolvidos por esta interface são: mapeamento de inundações (<https://demos.radiant.earth/cases/water/index.html>), quantificação da perda de cobertura vegetal (<https://demos.radiant.earth/cases/vegetation/index.html>) e verificação da área queimada após incêndios florestais (<https://demos.radiant.earth/cases/fires/index.html>).

Em sua biblioteca de funções, dentre outras aplicações, pode-se criar e gerenciar projetos, selecionar e trabalhar com muitas cenas de diversos sensores oriundos do repositório da plataforma, adicionar suas próprias imagens, vetores e dados tabulares, gerenciar os *Tokens*, criar, combinar e hierarquizar algoritmos, compartilhar resultados e análises com outros usuários e organizações, exportar dados, gerenciar equipes, ações que visam facilitar a gestão das informações geoespaciais.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

O presente estudo foi desenvolvido para o município de Parati, que apresenta área total de 925, km² [11] localizado no extremo sul do estado do Rio de Janeiro, na região turística da Costa Verde. O município está inserido no bioma Mata Atlântica com predomínio da cobertura vegetal do tipo Ombrófila Densa Submontana [12], concentrando uma rica biodiversidade. A Figura 1 a seguir apresenta a localização da área de estudo.

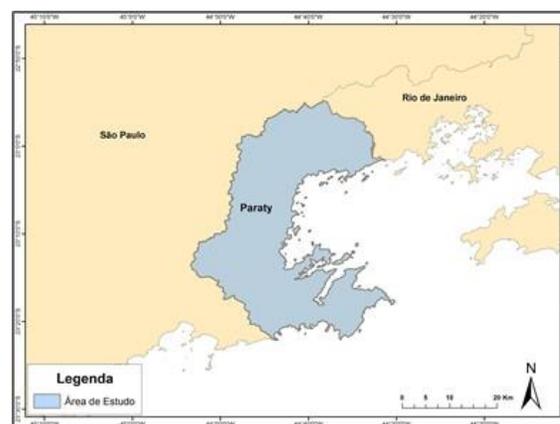


Figura 1. Localização da Área de Estudo.

2.2. Materiais e Métodos

2.2.1. Imagens Landsat – 8

As imagens do satélite Landsat-8 foram selecionadas no repositório da Plataforma *Radiant Earth*. As cenas são datadas em 19/01/2015 e 01/08/2016 e denominadas como T_0 e T_1, respectivamente. Ambas apresentam resolução espacial de 30m, nível L1T de processamento - correções radiométrica e geométrica [13] - e orientadas ao Sistema Geodésico de Referência WGS-84.

2.2.2. Índice de Vegetação

A utilização do índice de vegetação NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) no mapeamento da cobertura vegetal tem o objetivo de realçar a contribuição espectral da vegetação, que absorve maior energia na faixa da luz vermelha (665 nm), e apresenta maior reflectância na faixa do infravermelho próximo (NIR - 842 nm). No sensor OLI do satélite Landsat-8, essas duas faixas do espectro correspondem, respectivamente, às Bandas 04 (Red) e 05 (NIR).

2.2.3. Template NDVI Change Detection

O *Template NDVI Change Detection* corresponde a um conjunto de algoritmos previamente desenvolvidos e disponibilizados, pela Plataforma *Radiant Earth*. Através de operações de álgebras de bandas, é gerado um mapa de detecção de mudanças que possibilita a identificação tanto da perda quanto do ganho de cobertura vegetal.

Para isso, é necessário que o usuário indique ao algoritmo as bandas NIR e RED de duas imagens que se sobreponham e que possuam datas distintas. Cada imagem, por sua vez, estará armazenada em um “Projeto”, criado previamente. Com a indicação das bandas, o algoritmo gera, em uma abordagem pixel a pixel, o mapa de detecção de mudanças através do cálculo de amplitude do NDVI, que pode ser expresso pela Equação 1 e cenários a seguir:

$$NDVI\ Final = (NDVI\ Imagem\ 01) - (NDVI\ Imagem\ 02)$$

- Quanto maior a amplitude, mais significativa é a mudança;
- Quanto menor a amplitude, menos significativa é a mudança;
- $NDVI\ Imagem\ 01 < NDVI\ Imagem\ 02$ = ganho da cobertura vegetal;
- $NDVI\ Imagem\ 01 > NDVI\ Imagem\ 02$ = diminuição da cobertura vegetal.

2.3. Geração do NDVI e Detecção de Mudanças

Como procedimento preliminar, criou-se dois projetos na plataforma *Radiant Earth*, que foram nomeados como Parati_T0 e Parati_T1. Cada projeto, respectivamente, foi alimentado com uma cena Landsat-8 (T_0 e T_1). Contudo, por se tratar de uma abordagem preliminar, optou-se pela não realização da correção atmosférica em ambas as imagens.

Em seguida, na interface Lab, realizou-se o cálculo de amplitude de NDVI através do *Template NDVI Change*

Detection resultando no Mapa de Detecção de Mudanças da Cobertura Vegetal do Município de Parati, Rio de Janeiro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliou-se que o método de processamento de imagem através da utilização de *template* do ambiente de computação em nuvem da Plataforma *Radiant Earth* apresentou potencialidades e limitações, que podem ser visualizadas no Quadro 1 abaixo.

| Processamento Digital de Imagem em Plataforma de Big Dta e Processamento na Nuvem | |
|---|--|
| Potencialidades | Limitações |
| Gratuito | Análise Bitemporal |
| Alta Velocidade de Processamento | Cada Projeto deve ser alimentado somente com uma única cena |
| Não utilização de estrutura computacional, <i>hardware</i> ou servidores para armazenamento local | Não permite Correção atmosférica |
| Não utilização de estrutura computacional, <i>hardware</i> ou servidores para compartilhamento das análises | Não permite Fusão de Bandas Multiespectrais |
| Diferentes usuários podem trabalhar ao mesmo tempo em um mesmo projeto | Impossibilidade de Individualização do Pixel para análises mais detalhadas |
| A ferramenta é intuitiva e de fácil manuseio | O classificador trabalha somente com a abordagem <i>Pixel a Pixel</i> |
| Geração e Customização de histogramas | A classificação da imagem ocorre para toda a cena e não para o recorte espacial informado no Projeto |
| Exportação / Download dos produtos - preliminares e final - para um <i>hardware</i> local ou nuvem | - |

Quadro 1. Comparação entre os aspectos positivos e negativos do processamento digital de imagens em ambiente computacional na nuvem.

Através de uma análise visual e qualitativa do mapa de detecção de mudanças, verificou-se que a utilização do *Template NDVI Change Detection* apresentou resultados satisfatórios na identificação de alterações na cobertura vegetal. Os menores valores do produto final, representados pela cor vermelha, representam as mudanças oriundas de menor NDVI (T_0) para maior NDVI (T_1) e de grande significância. Os pontos amarelos indicam alterações oriundas de maior NDVI para menor NDVI e de grande significância. Os verdes são as regiões que apresentaram poucas mudanças. As Figuras 3 e 4 a seguir apresentam a consistências dos resultados adquiridos.

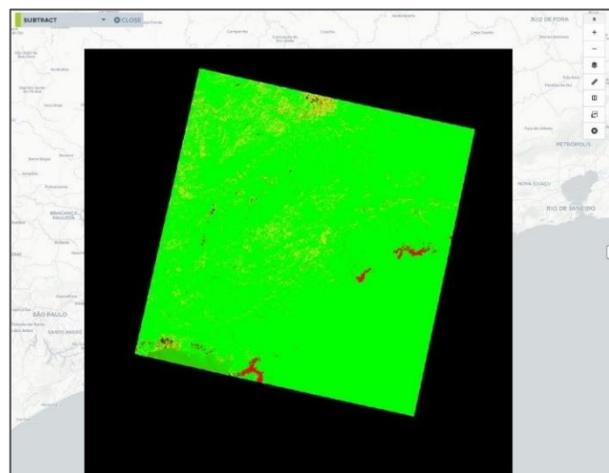


Figura 3: Produto final: Mapa de Detecção de Mudanças.

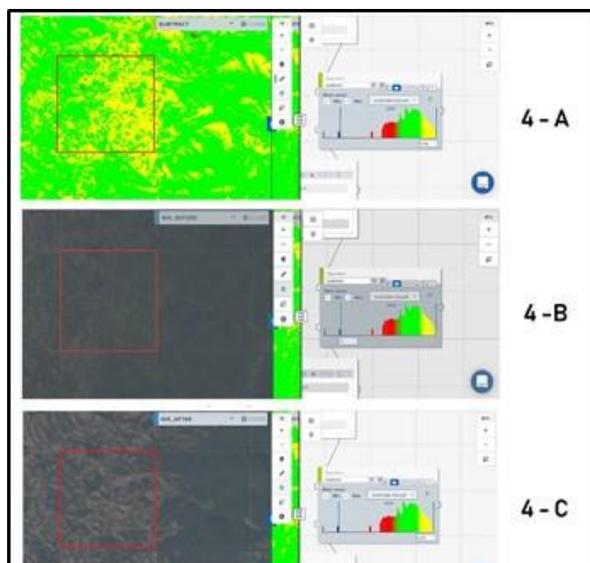


Figura 4. Resultado do *Change Detection* em detalhe: 4-A- Área de diminuição de cobertura vegetal; 4-B - Imagem T₀; 4-C: Imagem T₁.

Apesar do processamento ter se apresentado promissor, as detecções identificadas correspondem à mudanças sazonais na vegetação, que podem ser interpretadas, na composição do visível, pela mudança de coloração do mais verde para o menos verde. Não foram encontradas alterações significativas de supressão ou regeneração da cobertura florestal. Tal dificuldade pode estar associada a escolha da resolução espacial (30 m) e a não correção atmosférica das imagens. Diante do exposto, sugere-se, para trabalhos futuros, a utilização de imagens de maior resolução espacial, a correção atmosférica e também uma validação quantitativa que possa comprovar a consistência do método.

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que a Plataforma *Radiant Earth* detém potencial para atingir o objetivo estabelecido de universalização e disseminação de *Big Earth Observation Data* devido às suas características de: gratuidade, disponibilização de grande e variado conjunto de dados, apresentação de dois ambientes *user friendly* para o desenvolvimento de análises e aplicações - *Templates* e API - onde o usuário pode desenvolver aplicações em qualquer linguagem - inserção e exportação de dados vetoriais, matriciais e tabulares e compartilhamento e publicação dos resultados.

No entanto, verificou-se também que análises realizadas através de *templates* previamente estabelecidos podem ser limitadas, não sendo indicadas para estudos que necessitam de grandes conjuntos de dados e de variadas etapas de processamento. Por outro lado, os *templates* também se constituem como alternativas a processamentos simples que são realizados, muitas vezes, através de *softwares* pagos, com necessidade de estrutura computacional, mais lentos e que não permitem que mais usuários trabalhem de forma concomitante ou compartilhem seus resultados.

Por fim, o maior aprofundamento, tanto teórico quanto prático, a respeito de plataformas de *Big Data* e Sistemas de Computação na Nuvem faz-se necessário em um contexto onde, a cada dia, mais dados de observação da terra são gerados e mais tecnologias como essas são disponibilizadas.

5. REFERÊNCIAS

- [1] Lokers, R., Knapen, R., Janssen, S., Randen, Y., Jansen, J. "Analysis of Big Data technologies for use in agro-environmental science." *Environmental Modelling & Software*. Vol. 84. 2016. P. 494 - 506.
- [2] Vinhas, L., Queiroz, G.B., Ferreira, K.R., Câmara, G. "Web Services for Big Earth Observation Data". *Revista Brasileira de Cartografia*. 2017. Nº. 69/5. Edição Especial Geoinfo. P. 913 - 922.
- [3] Baumann, P., Dehmel, A., Furtado, P., Ritsch, R., Widmann, N. "The multi-dimensional database system RasDaMan." *ACM SIGMOD Record*, v.27, n.2, p.575-577, 1998
- [4] Stonebraker, M., Brown, P., Zhang, D., Becla, J. "SciDB: A database management system for applications with complex analytics". *Computing in Science & Engineering*, v.15, n.3, p.54-62, 2013.
- [5] Gorelick, N. "Google Earth Engine". *AGU Fall Meeting Abstracts*, v. 1, p.4, 2012.
- [6] 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. 2017. P.18-27
- [7] Hansen, M.C., Krylov, A., Tyukavina, A., Potapov, V.P., Turubanova, S., Zutta, B., Ifo, S., Margono, B., Stolle, F., Moore, R. Humid Tropical Forest Disturbance Alerts Using Landsat Data. *Environmental Research Letters*. 2016.
- [8] GBDX. Disponível em: <<https://platform.digitalglobe.com/gbdx/>> Acesso em 13out2018.
- [9] Radiant Earth Foundation. Disponível em <https://www.radiant.earth>. Acesso em 12out2018.
- [10] Radiant Earth Foundation. Disponível em <<https://help.radiant.earth/basic-resource-guide/analysis/create-your-first-template-and-analysis>>. Acesso em 30set2018..
- [11] Parati (Município). História da cidade. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/paraty/panorama>>. Acesso em: 29set.2018
- [12] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. *Manual técnico davegetação brasileira*. Rio de Janeiro: 1992.92p. (Manuais Técnicos em Geociências, 1).
- [13] USGS. "Landsat 8 Data Users Handbook". Disponível em: <<https://landsat.usgs.gov/landsat-8-18-data-users-handbook-section-4>> Acesso em 29set2018.