

# UTILIZAÇÃO DO NDVI E NDBI PARA AVALIAÇÃO DA EXPANSÃO URBANA NO MUNICÍPIO DO RIO DAS OSTRAS - RJ, UTILIZANDO A PLATAFORMA GOOGLE EARTH ENGINE

Leonardo B. da Luz<sup>1</sup>, Grazieli Rodigheri<sup>2</sup>, Marco A. de Oliveira<sup>2</sup>, José N. de Aquino<sup>2</sup>, Alan P. S. F. Mendes<sup>2</sup>, Samuel Gameiro<sup>2</sup>, Laura P. Schaparini<sup>3</sup>, Mareli Rodigheri<sup>4</sup>

<sup>1</sup>UPF, BR 285 - 99052-900, São José, Passo Fundo/RS, Brasil, leobeckerdaluz@gmail.com; <sup>2</sup>CEPSRM/UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 9500 – 91501970, Porto Alegre/RS, Brasil, grazielirodigheri; oc.marco@ufrgs.br; josenuesdeaquino@gmail.com; alan.falcao@ufrgs.br; samuel.gameiro@ufrgs.br; <sup>3</sup>UFRGS, Av. Bento Gonçalves 7712 – 91540-000, Porto Alegre, RS, Brasil; laura\_pigatto@yahoo.com.br; <sup>4</sup>UNICAMP, Cidade Universitária, Zeferino Vaz, 13098970, Campinas, SP, Brasil, mari.rodigheri@gmail.com

## RESUMO

O rápido crescimento territorial urbano nos últimos anos e a falta de planejamento das cidades têm provocado impactos ambientais e sociais. Assim, o objetivo deste trabalho foi mapear e avaliar o crescimento urbano no município de Rio das Ostras, RJ, utilizando os índices NDVI e NDBI, obtido através da plataforma Google Earth Engine. Foram analisadas Imagens do satélite Landsat dos anos de 2003 e 2018 da cidade de Rio das Ostras, RJ. Para tanto, os índices espectrais NDBI e NDVI foram gerados a partir da plataforma Google Earth Engine (GEE) e utilizados na avaliação da expansão urbana. A partir dos índices, nota-se um adensamento da área construída no ano de 2018 em relação ao de 2003, evidenciando o elevado crescimento urbano da região. Embora os índices apresentem limitações quanto ao objeto de estudo, ambos conseguem apontar as principais áreas que sofreram expansão urbana no município.

**Palavras-chave** — Índices espectrais, solo exposto, mapeamento.

## ABSTRACT

*Urban expansion in recent years and lack of city planning have caused environmental and social impacts. Therefore, the objective of this paper was to evaluate the urban expansion in the city of Rio das Ostras, RJ, using the NDVI and NDBI indices obtained through the Google Earth Engine platform. Images from the Landsat satellite of 2003 and 2018 from the city of Rio das Ostras, RJ, were analyzed. In order to do, the NDBI and NDVI spectral indexes were generated from the Google Earth Engine (GEE) platform and used in the evaluation of urban expansion. It is possible to observe a greater density of the constructed area in 2018 compared with 2003, evidencing the high urban expansion on the region. Although the indices have*

*limitations regarding the object of study, both are able to point out the main areas that suffered urban expansion in the city.*

**Key words** — Spectral indexes, exposed soil, mapping.

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, houve um rápido crescimento territorial urbano nos países em desenvolvimento em todo o mundo [1], impulsionado pelo enorme crescimento populacional, à rápida industrialização, ao desenvolvimento econômico e à imigração de pessoas do campo para cidades [2]. Embora a urbanização traga benefícios sociais e econômicos, também pode acarretar em vários problemas ambientais e sociais [3].

Um dos principais problemas ambientais causados pela urbanização rápida e pouco planejada é a diminuição da cobertura vegetal em regiões urbanas devido às expansões de superfícies impermeáveis [4]. Além disso, outras consequências ambientais incluem a degradação da qualidade da água, poluição do ar, perda de biodiversidade e o efeito da ilha de calor urbano (UHI) [3].

O desenvolvimento da tecnologia de sensoriamento remoto trouxe importantes avanços no estudo da urbanização [4], fornecendo observações contínuas com altas resoluções temporais e espaciais e, também, a capacidade de monitoramento dinâmico de aglomerações urbanas [1]. Atualmente, uma ampla gama de projetos têm sido desenvolvidos na plataforma Google Earth Engine (GEE), que, segundo [5], oferece uma biblioteca consolidada de dados globais de sensoriamento remoto e a vantagem de computação dos dados em nuvem.

Muitos dos estudos sobre expansão urbana utilizam índices desenvolvidos a partir de sensoriamento remoto, como por exemplo, o Índice de Áreas Construídas por Diferença Normalizada (NDBI), que foi desenvolvido para a identificação de áreas urbanas [6]. Desta forma, o uso do NDBI pode contribuir para a atualização de informações sobre a extensão e a mudança dos espaços urbanos. Além disso, a utilização do Índice de Vegetação por Diferença

Normalizada (NDVI) junto ao NDBI pode tornar mais eficiente a caracterização das coberturas do solo.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi mapear e avaliar o crescimento urbano no município de Rio das Ostras, RJ, utilizando os índices NDVI e NDBI, obtido através da plataforma Google Earth Engine.

## 2. MATERIAL E MÉTODO

### 2.1 Área de estudo e índices

O estudo foi realizado no município do Rio das Ostras (Figura 1), localizado no Estado do Rio de Janeiro.

Para avaliação da expansão urbana foram utilizados dois índices espectrais, o NDVI e o NDBI. O NDVI, foi proposto por [7], a partir da normalização do Índice de Vegetação da Razão Simples para o intervalo de -1 a +1. A normalização consiste numa relação entre as medidas espectrais de duas bandas, a do infravermelho próximo (IVP) e a do vermelho (V) [8].

$$NDVI = \frac{(IVP - V)}{(IVP + V)}$$

O cálculo do NDBI é usado para a identificação de áreas construídas, sendo expresso pela diferença normalizada entre as bandas infravermelho próximo e infravermelho médio (IVM) [6].

$$NDBI = \frac{(IVM - IVP)}{(IVM + IVP)}$$

### 2.2 Processamento de dados

Para avaliação do crescimento urbano foi considerado um intervalo de tempo de 15 anos, sendo avaliadas imagens dos satélites Landsat nos anos de 2003 e 2018. Em razão da disponibilidade das imagens dos satélites, foram utilizadas imagens do Landsat 5 - TM para o ano de 2003 e do Landsat 8 - OLI para o ano de 2018. Estas foram obtidas da base de dados do Landsat no GEE, do nível e coleção 1, por já possuírem correção geométrica, radiométrica e atmosférica.

A programação foi realizada na linguagem *JavaScript* a partir da plataforma de programação e processamento em nuvem do GEE, denominada *Code Editor*.

Para obtenção da imagem, foi aplicado um filtro na coleção importada, considerando a imagem com menor percentual de nuvens no ano desejado. A partir das imagens, foram realizados os cálculos dos índices espectrais, NDBI e NDVI e, então exportadas as imagens para o ArcGIS para o georreferenciamento e reprojeção das imagens.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A geração do NDBI mostrou-se eficiente no mapeamento do crescimento urbano para os anos de 2003 e 2018,

representado pelo aumento das áreas vermelhas (Figura 1). Quando comparados os anos, nota-se um adensamento da área construída no ano de 2018 em relação ao de 2003, evidenciando o elevado crescimento urbano da região. As áreas com valores maiores de NDBI foram concentradas perto do centro da cidade e ao longo da faixa costeira no ano de 2003 e expandiram-se para fora do centro da cidade no ano de 2018.

No entanto, pode-se perceber que o índice mapeia áreas de solo exposto como se fossem áreas urbanizadas e, portanto, pode acarretar em prejuízos quando realizada a análise da expansão urbana das cidades. Como explica, [3], o NDBI tem uma alta taxa de confusão espectral entre áreas nuas e urbanas, o que poderia interferir na reflectância do padrão urbano.

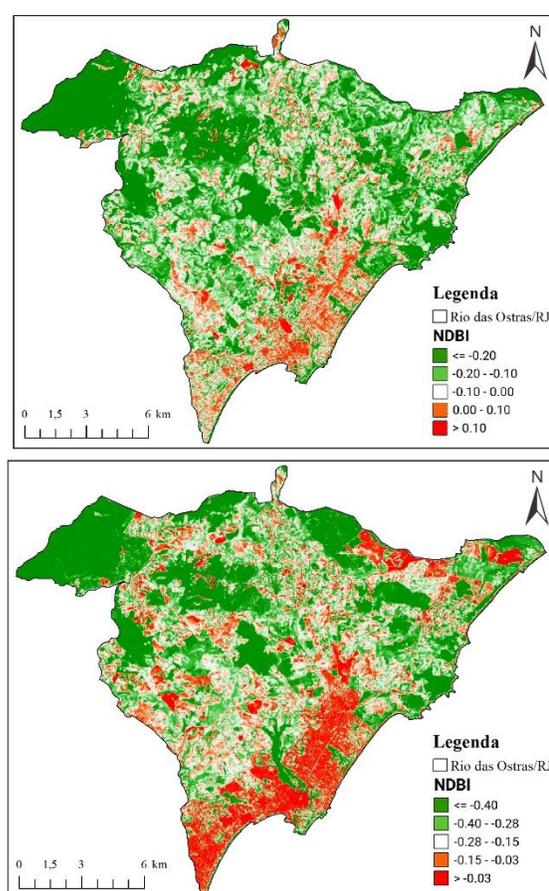


Figura 1 – Mapas de NDBI para os anos de 2003 e 2018

Os mapas de NDVI também apresentaram-se eficientes no mapeamento da expansão urbana nos anos de estudos (Figura 2). Percebe-se que houve um aumento do crescimento urbano em relação ao ano de 2003, devido ao um aumento das áreas vermelhas no mapa.

Ao avaliar os mapas de NDVI fica evidente que mesmo apresentando uma variação das áreas construídas ao longo do tempo, a geração deste índice para avaliar o elevado aumento das áreas construídas pode ser insuficiente, visto

que ele acaba por minimizar o grande adensamento das cidades, observados nos mapas de NDBI.

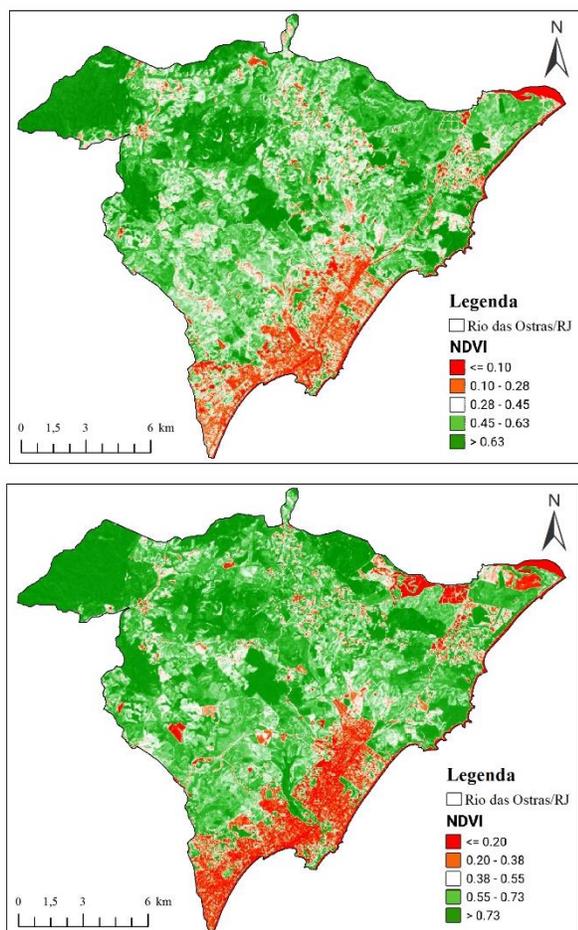


Figura 2 – Mapa de NDVI para os anos de 2003 e 2018

Assim, a análise mostrou que o NDBI foi o índice que mais se correlacionou com o padrão de cobertura urbana, mesmo apresentando confusão com áreas de solo exposto. Em seu trabalho, [3] destaca que o índice NDVI dividiu as terras agrícolas e verdes de outros usos da terra com precisão, enquanto que o NDBI não extraiu adequadamente as áreas residenciais, devido as reflexões semelhantes de terras nuas e áreas urbanas. Ainda assim, o NDVI pode acarretar em prejuízos na análise, visto que ele pode mapear áreas verdes urbanas e, assim, causar uma subestimação das áreas de expansão urbana.

O uso da plataforma GEE mostrou-se como uma ferramenta eficiente e com várias funcionalidades para o processamento de imagens. As plataformas de computação em nuvem fornecem acesso aberto a conjuntos de dados e análises e, também, a disponibilidade da grande quantidade de imagens de satélites exige restrições menores para o compartilhamento de dados entre os usuários, a reprodutibilidade dos resultados científicos e o

direcionamento de problemas de pesquisa extremamente específicos [5].

#### 4. CONCLUSÕES

Os Índices espectrais apresentaram boa eficiência no mapeamento da expansão urbana. Mesmo considerando algumas áreas de solo exposto como áreas construídas, o Índice de Áreas Construídas por Diferença Normalizada mostrou-se mais eficiente em caracterizar o rápido aumento das cidades.

#### 5. REFERÊNCIAS

- [1] LU, L. et al. Monitoring bi-decadal development of urban agglomeration with remote sensing images in the Jing-Jin-Tang area, China. *Journal Of Applied Remote Sensing*, v. 8, p.1-13, 2014.
- [2] SOFFIANIAN, A. et al., Mapping and Analyzing Urban Expansion Using Remotely Sensed Imagery in Isfahan, Iran, *World Applied Sciences Journal*, p.1370-1378, 2010
- [3] DENG, C.; WU, C., BCI: A biophysical composition index for remote sensing of urban environments, *Remote Sensing Of Environment*, v. 127, p.247-259, 2012.
- [4] RANAGALAGE, M.; et al, An Urban Heat Island Study of the Colombo Metropolitan Area, Sri Lanka, Based on Landsat Data (1997–2017), *Isprs International Journal Of Geo-information*, v. 6, n. 7, p.1-17, 2017.
- [5] SIDHU, N. et al., Using Google Earth Engine to detect land cover change: Singapore as a use case. *European Journal Of Remote Sensing*, v. 51, n. 1, p.486-500, 2018.
- [6] ZHA, Y.; GAO, J. e NI, S. Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. *International Journal of Remote Sensing*. v. 24, p. 583-659, 2003.
- [7] ROUSE, J. W. et al. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: EARTH RESOURCES TECHNOLOGY SATELLITE-1 SYMPOSIUM, Washington, 1973. p. 309-317, 1973.
- [8] PONZONI, F. J; SHIMABUKURO, Y. E. Sensoriamento remoto no estudo da vegetação. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2012. Disponível em: <<http://www.cvmn.com.br/HTML/Arquivos/Sensoriamento%20remoto/SENSORIAMENTO%20REMOTO%20NO%20ESTUDO%20DA%20VEGETA%C7%C3O.pdf>>. Acesso em: 20 set 2015.