Variação temporal do NDVI da Bacia Hidrográfica do Rio Itanhaém – São Paulo, Brasil

Camila Cristina Macedo da Silva, Ursulla Pereira Souza, Fábio Giordano,
Renan Braga Ribeiro

Universidade Santa Cecília (UNISANTA), Santos-SP, Brasil.

E-mail: camicmacedo@gmail.com

Resumo: Técnicas de sensoriamento remoto para estudos ambientais têm sido cada vez mais utilizadas, assim como a disponibilidade de imagens de satélites gratuitas têm aumentado. O objetivo do presente estudo foi avaliar dinamicamente a cobertura vegetal na Bacia Hidrográfica do Rio Itanhaém, através de técnicas de sensoriamento remoto para determinar os Índices de Vegetação por Diferença Normalizada - NDVI. Para tal, foram utilizadas imagens obtidas do satélite *Landsat* 8 dos anos de 2013 e 2020. O NDVI foi calculado, elaborados mapas temáticos de sua distribuição espacial e estimada a porcentagem de sua variação. Os resultados indicaram que durante este período de sete anos houve reduções pontuais da vegetação próximo a área urbana, entretanto o NDVI médio para a área estudada não se alterou.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto; NDVI; Bacia do Rio Itanhaém; Landsat.

Temporal variation of the NDVI of the Itanhaém River Basin - São Paulo, Brazil

Abstract: Remote sensing techniques for environmental studies have been increasingly used, as well as the availability of free satellite images has increased. The aim of the present study was to dynamically evaluate the vegetation cover in the Itanhaém River Basin, using remote sensing techniques to determine the Normalized Difference Vegetation Indices - NDVI. For this purpose, images obtained from the Landsat 8 satellite for the years 2013 and 2020 were used. The NDVI was calculated, thematic maps of its spatial distribution were drawn up and the percentage of its variation was estimated. The results indicated that during this seven-year period there were occasional reductions in vegetation close to the urban area, however the average NDVI for the studied area did not change.

Keywords: Remote sensing; NDVI; Itanhaém River Basin; Landsat.

Introdução

O mundo vem sofrendo progressivamente as consequências da antropização desenfreada. Essas grandes transformações nas paisagens comprometem o funcionamento dos sistemas, degradando recursos como a cobertura vegetal. Quantificar essas mudanças estruturais das comunidades vegetais e avaliar seus impactos tem se mostrado um importante desafio [1] e estímulo para buscar informações ambientais espaço-temporais.

Assim, o uso de imagens de satélite para mapeamento, planejamento e monitoramento ambiental vem crescendo [2] enquanto os avanços tecnológicos possibilitam obter imagens

com sensores mais sofisticados embarcados em satélites artificiais, como é o caso do *Landsat* 8, lançado em 2013.

Com a crescente das tecnologias, surgiram as possibilidades de desenvolver estudos espaciais e ambientais através do Sensoriamento Remoto (SR), uma ferramenta que permite obter imagens e outros tipos de dados da superfície terrestre, a custos relativamente baixos, através da captação e registro de energia refletida ou emitida por objetos distantes [3].

Um dado fundamental da utilização do SR para esse objetivo é a determinação de índices de vegetação como o NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), pois indicam a presença ou ausência de vegetação em um determinado lugar de maneira quantitativa, além de indicarem o vigor da vegetação [4]. Diversos autores têm utilizado ferramentas como a estimativa do NDVI em estudos relacionados ao meio ambiente [5, 6, 7, 8].

Objetivos

O objetivo do trabalho foi avaliar a dinâmica da cobertura vegetal na região da Bacia Hidrográfica do Rio Itanhaém, utilizando como metodologia a análise multitemporal de imagens de satélite e cálculo do NDVI dos anos de 2013 e 2020.

Material e Métodos

A Bacia do Rio Itanhaém (23º35'; 24º15' S e 46º35'; 47º00' W) (Figura 1) apresenta 930 km² de extensão, sendo a segunda maior bacia costeira do Estado de São Paulo, localizada na Região Metropolitana da Baixada Santista.

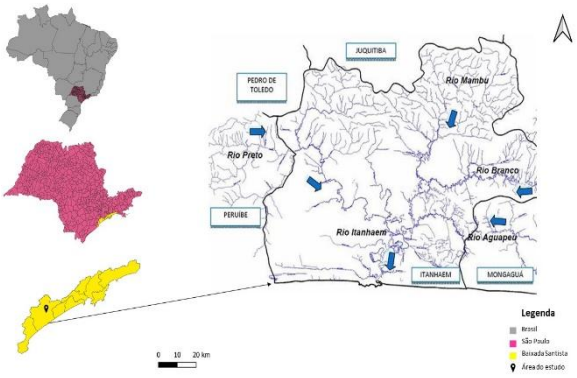


Figura 1: Localização da Bacia do Rio Itanhaém.

Dois eixos predominantes podem ser identificados na Bacia do Rio Itanhaém: um longitudinal, comum em sistemas fluviais [9] e outro transversal. O segundo eixo, composto por três sub-bacias geograficamente isoladas no Planalto e nas Serras de Encosta, forma os

rios Mambú e Branco. Na Planície Costeira este eixo é formado pelas áreas de drenagem das sub-bacias dos rios Aguapeú, Branco, Mambú e Preto, além do próprio Rio Itanhaém [10].

Foram obtidas imagens do satélite *Landsat* 8 *sensor Operational Land Imager* (OLI) *collection* 2 *level* 2, bandas 4 e 5, através do portal *Earth Explorer* da USGS, 2021 (*United States Geological Survey*) [11] dos anos de 2013 e 2020, ambas do mês de abril e com cobertura de nuvens inferior a 1% na região de interesse.

As imagens obtidas foram importadas para o *software* QGIS, versão 3.16. e avaliadas a Bacia do Rio Itanhaém e as outras quatro sub bacias de interesse: Aguapeú, Branco, Mambú e Preto, conforme SIG no CBH-BS [12] (Comitê de Bacias Hidrográficas da Baixada Santista), totalizando uma área de 1.030 km². A cobertura vegetal foi quantificada através do NDVI, baseado na Equação: NDVI = (NIR - R) / (NIR + R) (1) onde NIR é a refletância no comprimento de onda do Infravermelho Próximo e R é a refletância no comprimento de onda do Vermelho, bandas 5 e 4 do *Landsat* 8, respectivamente. Com o NDVI calculado, foram gerados mapas e calculado o valor médio para apresentar a variação durante os anos de 2013 e 2020.

Resultados

Os mapas a seguir, mostram os resultados obtidos na região da Bacia do Rio Itanhaém de 2013 e 2020. Observa-se que houve uma pequena variação do NDVI na região, revelada diferença entre ambos os anos (Figura 2).

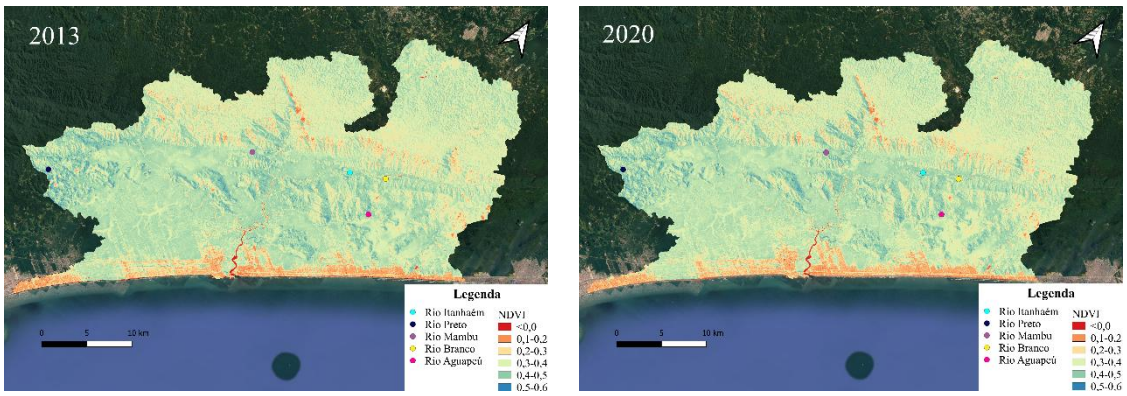


Figura 2: Mapas do NDVI para a bacia do Rio Itanhaém de 2013 e 2020.

Um dos principais fatores dessa variação está na expansão e avanço da área urbana, representada também pela classe 0,1-0,2. De acordo com o Plano Municipal da Mata Atlântica, 2020 [13] da prefeitura de Itanhaém, ocupações em áreas de APP, lançamento de efluentes, deposição de resíduos, erosão/solapamento, pisoteio de animais, aterros, rampas/trapiches, estrutura de proteção de margens e extração de areia estão entre os principais fatores de degradação ambiental encontrados na região. Entretanto, apesar do

aumento da urbanização, observado também por reduções pontuais no NDVI na área urbana, o valor médio do índice não foi alterado considerando essas duas imagens com o intervalo de 7 anos (Tabela 1).

Tabela 1: Média e desvio padrão do NDVI.

Período	Média NDVI	Redução
2013	0,33±0,07	-
2020	0,33±0,07	0%

Uma provável justificativa para o não avanço da ocupação urbana vegetação adentro pode ser a exigência do plano diretor de Itanhaém, que busca otimizar a urbanização em áreas de Macrozona Urbana, regiões com infraestrutura, maior densidade de ocupação e existência de condições físicas e naturais que favoreçam a urbanização e futura expansão da cidade [14].

Discussão

Segundo Chouhan & Rao, 2011 [15], valores negativos de NDVI estão relacionados a corpos d'água, valores muito baixos (0,1 e abaixo) correspondem a áreas rochosas ou arenosas, valores intermediários representam arbustos e pastagens (0,2 a 0,3), enquanto valores altos sugerem florestas ou vegetação mais densa (0,6 a 0,8). Os resultados indicam que em ambos os períodos a classe de NDVI entre 0,3 e 0,4 foi predominante, foram observadas reduções pontuais no NDVI relacionadas a expansão da área urbana. Entretanto, em geral, houve pouca diferença entre as imagens de 2013 e 2020, os valores médios entre os dois períodos foram os mesmos (0,33±0,07). Numericamente, o NDVI varia de -1 a +1 e quanto mais próximo de 1, maior o grau de verde na superfície [16]. De acordo com o Instituto Florestal, 2007 [17] a bacia do Rio Itanhaém apresenta forte ação antrópica, entretanto, é uma importante referência quanto à preservação de remanescentes florestais da Mata Atlântica.

Conclusões

Os dados obtidos evidenciam numa primeira avaliação que provavelmente a área foi pouco degradada, contudo não é descartada a necessidade de atenção e estudos mais aprofundados na região, para monitoramento e manutenção da preservação, visto que a região vêm sendo cada vez mais antropizada. O uso do sensoriamento remoto foi satisfatório e é fundamental para realização de pesquisas que visem análises, planejamento e monitoramento ambientais.

Agradecimentos: A autora Camila Cristina Macedo da Silva gostaria de agradece o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código

de Financiamento 001. Agradecemos à FAPESP, #2012/51511-2, #2015/18003-7 e ao CNPq, #403723/2012-4.

Referências

1. Walther GR. Weakening of climatic constraints with global warming and its consequences for evergreen broad-leaved species. Folia Geobotanica. 2002; 37(1): 129-139.
2. Moraes MF, Alvarenga AS. Utilização de imagens landsat 8 para caracterização da cobertura vegetal. Revista Online Dronegócios, 2014 [Acesso em 09 jul 2021]. Disponível em: http://mundogeo.com/blog/2014/06/10/processamento-digital-de-imagens-landsat-8-para-obtencao-dos-indices-de-vegetacao-ndvi-e-savi-visando-a-caracterizacao-da-cobertura-vegetal-no-municipio-de-nova-lima-mg/.
3. Jacintho LRC. Geoprocessamento e sensoriamento remoto como ferramentas na gestão ambiental de Unidades de Conservação: o caso da Área de Proteção Ambiental (APA) do Capivari-Monos, São Paulo-SP. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2003.
4. Campbell JB, Randolph HW. Introduction to remote sensing. Guilford Press. 2011.
5. Braga CC et al. "Tempo de resposta da vegetação às variabilidades sazonais da precipitação no Nordeste do Brasil." Revista Brasileira de Agrometeorologia. 2003; 11 (1): 149-157.
6. Braga CC, Neves DG, Brito JI. Estimativa da fração vegetação no leste da Bahia no período de 1982 a 1999. Revista Brasileira de Agrometeorologia. 2006; 14 (3): 252-260.
7. Silva BB, Mendonça RRO, Silva STA, Ferreira RC. Mapeamento do albedo de áreas heterogêneas do estado do Ceará com imagens TM –Landsat 5. Revista de Geografia. 2008; 25 (2): 33-52.
8. Nascimento RS, Brito JIB, Braga CC. Anais Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, XIV; Estimativa da Produção Primária Líquida Usando Dados de IVDN para o Estado da Paraíba. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE; 2009.
9. Vannote RL et al. The river continuum concept. Canadian journal of fisheries and aquatic sciences. 1980; 37 (1): 130-137.
10. Ferreira FC. "Ictiofauna de riachos na planície costeira da bacia do rio Itanhaém, litoral sul de São Paulo". 2007.
11. USGS https://earthexplorer.usgs.gov/xplorer (usgs.gov)
12. Comitê de Bacia da Baixada Santista (CBH-BS) http://www.cbhbs.com.br/index.php/sig/
13. Prefeitura Municipal de Itanhaém. Plano Municipal da Mata Atlântica. Itanhaém, SP; 2020.
14. Prefeitura Municipal de Itanhaém. Plano Diretor do Desenvolvimento Integrado do Município de Itanhaém. Itanhaém, SP. 2015; 367.
15. Chouhan R, Neeraj R. "Vegetation detection in multispectral remote sensing images: Protective role-analysis of vegetation in 2004 indian ocean tsunami." PDPM Indian Institute of Information Technology. 2011.
16. Liu WT. Aplicações de sensoriamento remoto. Campo Grande, RJ; Ed Uniderp. 2007: 865.
17. Instituto Florestal. Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo: regiões administrativas de São José dos Campos (Litoral), Baixada Santista e Registro. São Paulo, SMA/Imprensa Oficial. 2007: 140.