



## VARIAÇÃO TEMPORAL DO NDVI EM ÁREA DE REGENERAÇÃO NATURAL POR REBROTA DE CEPAS SUBMETIDA AO CORTE RASO NO SEMIÁRIDO

Anderson Francisco da Silva<sup>1</sup>, Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira<sup>1</sup>, Emanuel de Araújo  
Silva<sup>1</sup>, José Antônio Aleixo da Silva<sup>1</sup>, Mayara Dalla Lana<sup>2</sup>, Sandra Teresa Borba  
Porfírio<sup>3</sup>, Cinthia Pereira de Oliveira<sup>4</sup>, Ricardo Cordeiro de Lima<sup>1</sup>

1 Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, Brasil. E-mail: engf.anderson@gmail.com; rinaldo.ferreira@ufrpe.br; emanuel.araujo@ufpe.br; jaaleixo@uol.com.br; ricardo.cordeiro@ufrpe.br

2 Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Garanhuns, PE, Brasil. E-mail: mayara.dallalana@garanhuns.ifpe.edu.br

3 Prefeitura da Cidade do Recife, Recife, PE, Brasil. E-mail: sandra.porfirio@recife.pe.gov.br

4 Universidade do Estado do Amapá, Macapá, AP, Brasil. E-mail: cinthiaueap@hotmail.com

Autor correspondente: Anderson Francisco da Silva. E-mail: engf.anderson@gmail.com.

### RESUMO

O aumento dos processos antropogênicos ao longo dos anos, faz com que diversas ferramentas sejam utilizadas para detectar, intervir e minimizar seus impactos ambientais. Uma delas é o geoprocessamento, que por meio do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) avalia a distribuição da vegetação e infere sobre variabilidades ecológicas e ambientais. Portanto, este trabalho objetivou avaliar a dinâmica da paisagem pela variação temporal de uma área de regeneração natural no período seco de 2013 a 2019. As imagens dos sensores orbitais da série LANDSAT 8 (Sensor OLI), foram obtidos no USGS, cujos dados foram processados no software ARCGIS-PRO, sendo realizados os cálculos de NDVI. Observou-se que o NDVI apresentou um comportamento uniforme, exibindo variação de solo exposto ao longo dos anos devido à estiagem prolongada e ao corte raso. O NDVI apresentou uma correlação forte com a precipitação média anual e fraca com a precipitação no período seco. Os mapas ainda demonstram que existe pouca biomassa foliar ocasionando menores valores de NDVI. Logo, pode-se afirmar que é possível utilizar essa ferramenta para o entendimento da dinâmica temporal da regeneração natural em área de florestas tropicais secas, por meio de análises das séries temporais do sensor OLI convertidos para NDVI.

**Palavras-Chave:** Caatinga; geoprocessamento; índice de vegetação

### TEMPORAL VARIATION OF THE NDVI IN A NATURAL REGENERATION AREA DUE TO REPRODUCTION OF STUMPS SUBMITTED TO CLEAR CUTTING IN THE SEMI-ARID REGION, BRAZIL

#### ABSTRACT

*The increase in anthropogenic processes over the years means that several tools are used to detect, intervene and minimize their environmental impacts. One of them is geoprocessing, which, through the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), evaluates the distribution of vegetation and infers about ecological and environmental variability. Therefore, this work aimed to evaluate the dynamics of the landscape by the temporal variation of an area of natural regeneration in the dry period from 2013 to 2019. The images of the orbital sensors of the LANDSAT 8 series (Sensor OLI), were obtained in the USGS, whose data were processed in the ARCGIS-PRO software, performing the NDVI calculations. It was observed that the NDVI presented a uniform behavior, showing variation of exposed soil over the years due to prolonged drought and shallow cutting. The NDVI showed a strong correlation with mean annual precipitation and a weak one with precipitation in the dry period. The maps also show that there is little leaf biomass causing lower NDVI values. Therefore, it can be stated that it is possible to use this tool to understand the temporal dynamics of natural regeneration in areas of tropical dry forests, through analysis of the time series of the OLI sensor converted to NDVI.*

**Key words:** Caatinga; vegetation index; geoprocessing

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MENSURAÇÃO FLORESTAL



## INTRODUÇÃO

Florestas Tropicais Secas são alvo de degradação ambiental pelo mundo todo e no Brasil a Caatinga vem sendo explorada de forma irracional e intensiva com o intuito de geração de energia, contribuindo para a maximização da degradação em diversos locais. A vegetação dessa região é altamente utilizada por ser renovável, de fácil acesso e menos poluente, quando comparada a combustíveis fósseis (Medeiros Neto *et al.*, 2014).

Na Caatinga, a exploração de madeira para energia é uma das causas de degradação ambiental (Medeiros Neto *et al.*, 2014). Com isso, o sensoriamento remoto surge como uma alternativa para avaliação dessas atividades, por se tratar de uma ferramenta que auxilia na identificação, obtenção de imagens entre outras informações da superfície da terra (Florenzano, 2011), tornando-se uma ferramenta para análise da vegetação (Holanda & Guerra, 2010).

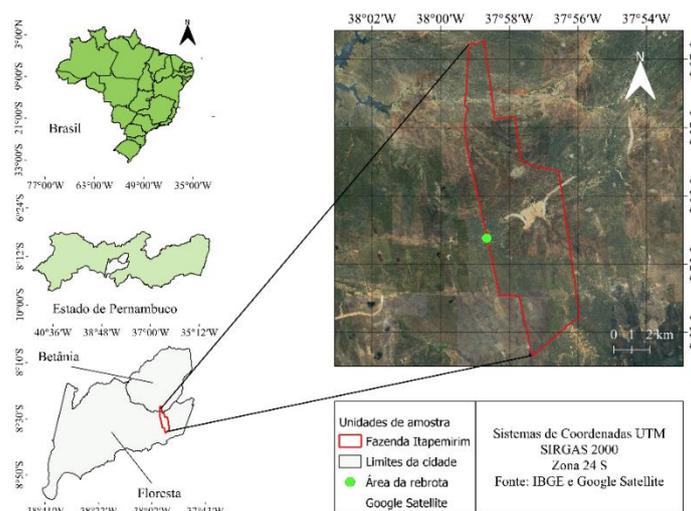
Um das formas de análise da conservação da vegetação é por meio do uso de técnicas para estudar as transformações estruturais, fisionômicas e dinâmica conforme épocas, sendo o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) a mais utilizada (Aquino & Oliveira, 2012).

Objetivou-se avaliar a dinâmica da paisagem pela variação temporal de uma área de regeneração natural de rebrota em tocos no município de Floresta - PE, utilizando-se o NDVI.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

A pesquisa foi realizada na Fazenda Itapemirim, localizada no município de Floresta-PE, com 5.695,65 ha, situada a 8°30'49" Latitude Sul e 37°57'44" Longitude Oeste. O município está inserido na mesorregião do São Francisco Pernambucano e microrregião de Itaparica, com uma área de 3.675 Km<sup>2</sup> (Figura 1).



**Figura 1.** Mapa de localização da área de estudo dentro dos limites da fazenda Itapemirim em Floresta, Pernambuco

Pela classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo BS'h, clima semiárido quente. A precipitação anual média fica entre 200 e 800 mm. Os períodos de chuva são concentrados de janeiro a maio, sendo março e abril os mais chuvosos. O solo da região é classificado como Luvisolo Crônico, caracterizado por ser raso e apresentar usualmente

## VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

mudança abrupta em sua textura (Santos *et al.*, 2018). A vegetação é classificada como Caatinga Hiperxerófila, (Mascarenhas *et al.*, 2005).

### Amostragem e Coleta de dados

O local de estudo se encontra no interior de um talhão de 59,22 ha, o qual faz parte de um plano de manejo florestal sustentável, em que a vegetação foi submetida ao corte raso em 2013. Foram utilizados dados de 18 parcelas permanentes instaladas em 2013 e mensuradas em 2015 por Lima (2016) e mais 18 no ano de 2018, com dimensão de 20 m x 20 m cada. Estas parcelas foram alocadas sistematicamente em quatro linhas de nove parcelas, distantes 20 metros entre linhas e parcelas e, devido a uma estrada utilizada como via de extração do material lenhoso, algumas parcelas, tiveram distanciamento de 40m das demais.

### Processamento digital das imagens

O satélite utilizado foi o LANDSAT-8 (Sensor OLI), por ser o mais atualizado. As imagens foram obtidas na plataforma do United States Geological Survey - (USGS), nos anos e datas: 2013 (30/10/13), 2014 (01/10/14), 2015 (05/11/15), 2016 (23/11/16), 2017 (12/12/17), 2018 (13/11/18) e 2019 (16/11/19) entre os meses de outubro, novembro e dezembro (estação seca).

O NDVI direciona à área um valor que está atribuído ao tipo e como se encontra a vegetação (Rouse *et al.*, 1973). Caso os NDVI's sejam negativos, eles estão atrelados a água, se próximos de 0 (zero), corresponde a superfícies sem presença de vegetação e quanto mais próximo de 1 (um) mais densa é a vegetação da área (Ponzoni *et al.*, 2012). O NDVI é obtido por meio da razão entre a diferença e soma da reflectância da banda do infravermelho próximo (NIR) e do vermelho (RED).

Para processamento das imagens, obtenção de valores de reflectância e determinação do índice de vegetação foi utilizado o ArcGIS-PRO e para a confecção dos mapas e geração da estatística descritiva, utilizou-se o software de livre acesso QGIS de versão 2.14.18. O desempenho do NDVI no LANDSAT-8 (Sensor OLI) foi realizado baseado na estatística descritiva, a qual envolve média, desvio padrão, variância e coeficiente de correlação de Pearson com a precipitação média anual entre os períodos avaliados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os anos estudados apresentaram um comportamento de NDVI praticamente uniforme, com médias variando entre 0,1296 e 0,1469, com coeficiente de variação mínimo de 5,47% e máximo de 8,00% (Tabela 1), o que era esperado, uma vez que o por ter ocorrido o corte raso o índice de massa foliar tornou-se menor, exibindo pouca variação ao longo do ano, demonstrando uma característica de solo exposto.

Ao analisar os resultados da Tabela 1 e da Figura 2 é possível constatar que os valores médios e os desvios padrão foram próximos, mesmo apresentando modificações entre os anos. Ao fazer a correlação entre o NDVI médio e a precipitação média anual, obteve-se um valor de 0,72, sendo possível afirmar que os dados comparados possuem uma forte correlação (Bezerra

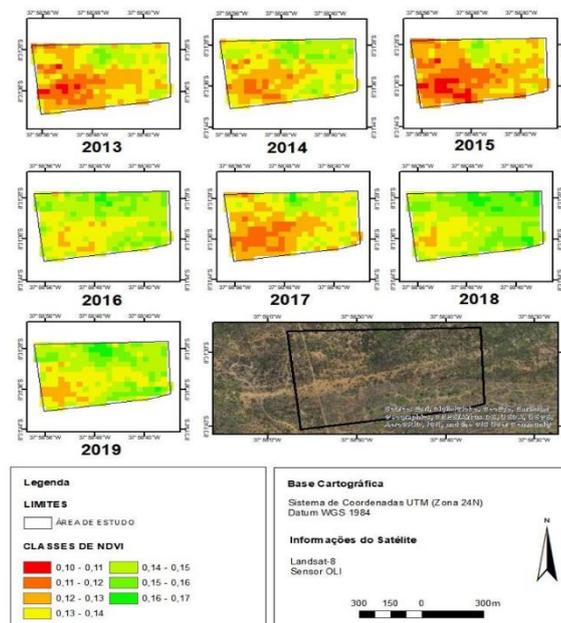
## VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

*et al.*, 2018). Contudo, quando o NDVI médio é analisado apenas com a precipitação média no período seco há uma correlação fraca de 0,04 (Tabela 1). Essas correlações são resultantes das quantidades de chuvas acumuladas, sendo mais intensas no inverno e causando modificações no início do verão, com surgimento de brotos foliares, já no verão ocorrem meses sem precipitação, influenciando nas quedas da biomassa foliar e diminuindo o índice da vegetação.

**Tabela 1.** Análise exploratória do índice de vegetação com diferença normalizada em uma área de floresta tropical seca

| Ano  | NDVI   |        |        | Desvio Padrão | Variância | CV (%) | Precipitação Média (mm) |              | r*   | r**  |
|------|--------|--------|--------|---------------|-----------|--------|-------------------------|--------------|------|------|
|      | Mínimo | Máximo | Médio  |               |           |        | Anual                   | Período Seco |      |      |
| 2013 | 0,1050 | 0,1569 | 0,1296 | 0,0098        | 0,000096  | 7,56   | 412,20                  | 234,40       |      |      |
| 2014 | 0,1153 | 0,1594 | 0,1355 | 0,0097        | 0,000094  | 7,15   | 308,50                  | 130,70       |      |      |
| 2015 | 0,1043 | 0,1542 | 0,1250 | 0,0100        | 0,000100  | 8,00   | 188,40                  | 50,90        |      |      |
| 2016 | 0,1205 | 0,1693 | 0,1427 | 0,0078        | 0,000060  | 5,47   | 297,20                  | 52,90        | 0,72 | 0,04 |
| 2017 | 0,1114 | 0,1635 | 0,1313 | 0,0097        | 0,000094  | 7,39   | 345,00                  | 161,20       |      |      |
| 2018 | 0,1261 | 0,1748 | 0,1469 | 0,0091        | 0,000083  | 6,20   | 635,00                  | 199,50       |      |      |
| 2019 | 0,1214 | 0,1672 | 0,1431 | 0,0092        | 0,000084  | 6,42   | 491,40                  | 107,40       |      |      |

Em que: NDVI = índice de vegetação com diferença normalizada; CV (%) = coeficiente de variação; r\* = coeficiente de correlação de Pearson para precipitação média anual; r\*\* = coeficiente de correlação de Pearson para precipitação média no período seco



**Figura 2.** Séries temporais de NDVI em uma área de floresta tropical seca, correspondentes a processo de regeneração natural por tocos oriundo do manejo florestal

A partir da classificação das imagens de NDVI, observa-se que no ano do corte (2013) ocorre um evento inicial de exposição do solo, que se agravou nos anos seguintes e tornou a se recuperar após 5 anos. Além do corte da vegetação, a exposição está associada ao período de estiagem que ocorreu no semiárido nordestino. Segundo Bezerra *et al.* (2018), o período seco iniciou em 2012, mas foi somente em 2013 que começou a apresentar os efeitos da estiagem.

Comparando a precipitação média anual com a Figura 2, observou-se que existe uma tendência de crescimento foliar e do NDVI ao longo do tempo com relação ao aumento da chuva. Contudo ocorreu uma oscilação em 2017, mesmo com precipitação crescente, onde a maior parte dos NDVI's são baixos. Isso acontece devido a imagem processada ser de

## VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

dezembro, ou seja, no final da estação seca, onde os indivíduos arbóreos passaram por todo estresse hídrico e climático, perdendo folhas e influenciando os valores de NDVI.

Os baixos NDVI's podem estar correlacionados com a pequena quantidade de material vegetal, pois no período seco a disposição de folhas nos indivíduos regenerantes por rebrota de tocos são menores, diminuindo o efeito de reflectância. Pereira *et al.* (2016) confirmam esclarecendo que a resolução espacial do sensor é quem discrimina determinado alvo e Silva (2010) corrobora afirmando que esta resolução está associada a maior discriminação dos elementos, pois com uma baixa distinção de objetos haverá uma baixa resolução espacial.

### CONCLUSÃO

As análises das séries temporais por meio do NDVI demonstraram que é possível utilizá-lo para o entendimento da dinâmica temporal do crescimento de indivíduos arbóreos em área de florestas tropicais secas, contudo esse método é ideal para utilização em períodos chuvosos, pois necessita de área foliar para obtenção de maior precisão.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aquino, C. M. S.; Oliveira, J. G. B. Estudo da dinâmica do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) no núcleo de São Raimundo Nonato-PI. **GEOUSP Espaço e Tempo**, n. 31, p. 157-168, 2012. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/74261>. Acesso em: 22 Jun. 2023.
- Bezerra, U. A.; Oliveira, L. M. M.; Candeias, A. L. B.; Silva, B. B.; Sousa Leite, A. C. L.; Souza Silva, L. T. M. S. Comparativo do Índice de Vegetação de Diferença Normalizada (NDVI) entre os Sensores OLI - Satélite Landsat-8 e MSI - Satélite Sentinel-2 em Região Semiárida. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, v. 41, n. 3, p.167-177. 2018. [https://doi.org/10.11137/2018\\_3\\_167\\_177](https://doi.org/10.11137/2018_3_167_177).
- Florenzano, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 3.ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 128p.
- Holanda, A. S.; Guerra, C. E. Monitoramento da região do Eixo-Forte no município de Santarém-PA utilizando imagens dos índices de vegetação de NDVI e NDWI. In: Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 3., 2010, Recife. **Anais...** Recife: UFOPA, 2010. p.1-5.
- Lima, T. L. **Reconstituição da composição, estrutura e biomassa arbustiva-arbórea a partir de cepas em caatinga sob manejo florestal**. 2016. 57f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2016. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/7407>. Acesso em: 12 Jul. 2023.
- Mascarenhas, J. C.; Beltrão, B. A.; Souza Júnior, L. C.; Galvão, M. J. G.; Pereira, S. N.; Miranda, J. L. F. **Diagnóstico do município de Floresta, estado de Pernambuco**. Recife: CPRM; PRODEEM, 2005. 12p. Disponível em: [https://rigeo.cprm.gov.br/bitstream/doc/15945/1/Rel\\_Floresta.pdf](https://rigeo.cprm.gov.br/bitstream/doc/15945/1/Rel_Floresta.pdf). Acesso em: 05 Jul. 2023.
- Medeiros Neto, P. N.; Oliveira, E.; Paes, J. B. Relações entre as características da madeira e do carvão vegetal de duas espécies da Caatinga. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 4, p.484-493, 2014. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.051313>.
- Pereira, L.E.; Lastoria, G.; Paranhos Filho, A.C.; Marcato Júnior, J. Application techniques of digital image processing in different orbital sensors. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, v. 39, n. 3, p.15-24, 2016. [https://doi.org/10.11137/2016\\_3\\_15\\_24](https://doi.org/10.11137/2016_3_15_24).
- Santos, H. G.; Jacomine, P. K. T.; Anjos, L. H. C.; Oliveira, V. A.; Lumberas, J. F.; Coelho, M. R.; Almeida, J. A.; Araujo Filho, J. C.; Oliveira, J. B.; Cunha, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2018. 531p.
- Silva, A. B. **Sistema de informações geo-referenciadas: conceitos e fundamentos**. 1.ed. Campinas: Editora UNICAMP, 2010. 240p.
- Ponzoni, F. J.; Shimabukuro, Y. E.; Kuplich, T. M. **Sensoriamento remoto aplicado ao estudo da vegetação**. 2.ed. São José dos Campos: Oficina de Textos, 2012. 176p.
- Rouse, J.; Haas, R. H.; Deering, D.; Schell, J. A.; Harlan, J. **Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation**. College Station: Texas A&M University, 1973. 112p. (Progress Report RSC 1978-1). Disponível em: <https://ntrs.nasa.gov/citations/19730017588>. Acesso em: 02 Jul. 2023.