



Análise espaço-temporal e detecção de mudanças da cobertura vegetal na microbacia hidrográfica do Rio Farinhas/PB – Brasil, utilizando o NDVI

Ewerton Medeiros Simões¹
Denize Monteiro dos Anjos¹
Ana Claudia Caetano Pinheiro Leite¹
Gisela Formiga Queiroz Nóbrega¹
Joedla Rodrigues de Lima¹

¹ Universidade Federal de Campina Grande - UFCG/CSTR
Av. Universitária, sn, Bairro Santa Cecília. Cx. Postal 061
CEP: 58.708-110 Patos – PB, Brasil

ewertonscp@hotmail.com; denizegeo16@gmail.com; claudia22leite@gmail.com;
gisela_fqn@hotmail.com; joedlalima@yahoo.com.br

Abstract: In face of the many techniques used for the monitoring and evaluation of changes in structure, physiognomy and dynamics in forest cover over time highlights the use of Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). This index allows us to do analyses, at different scales of the vegetation cover of a given region, being acquired by the ratio between values of reflectance of bands in the near infrared and red. In view of the foregoing, the objective of this study was to map the change of vegetation cover in the watershed of the Rio Farinha, through (NDVI) in the period from 2005 to 2015. In this study were used images of the dry period of the satellites Landsat 5 TM (2005) and Landsat 8 (2015). The values obtained with the NDVI proved to be quite efficient and accurate for the identification of the vegetation cover of the watershed of the Rio Farinha, we can observe a considerable advance in the degradation of the condition of plant cover in the watershed of the study area, between the years analyzed, caused mainly by agricultural activities and mining activities in an unsustainable way in the region, especially on the banks of water bodies. The employment of the software QGIS and the use of images from satellites Landsat 5 and Landsat 8, if configured as important tools for the acquisition and processing of data for environmental monitoring.

Keywords: caatinga, remote sensing, vegetation index, water resources.

Palavras-chave: caatinga, sensoriamento remoto, índice de vegetação, recursos hídricos.

1. Introdução

A Caatinga é um bioma exclusivo do Brasil, ou seja, grande parte da sua biodiversidade não é encontrada em nenhum outro lugar do mundo a não ser no Nordeste brasileiro. Sua grande distinção das demais regiões é possuir uma vegetação xerófila, que apresenta um conjunto de características que permitem sua flora suportar longos períodos de seca, comuns da região (Giulietti et al., 2003). Mesmo com todos os motivos para sua preservação e valorização, ainda é uma região que apresenta poucas unidades de conservação e que protegem apenas 2% de sua extensão (Leal et al., 2003).

Diante do presente estado de degradação, causado principalmente pelo uso desenfreado dos recursos naturais (LEAL et al., 2005), e ainda potencializado pelas condições climáticas, ressalta-se a importância de estudos que analisem e monitorem essas paisagens, afim de acompanhar as modificações fisionômicas ao longo dos anos. Possibilitando planejar ações de mitigação, prevenindo a perda da cobertura florestal.

Dentre as diversas técnicas empregadas para o monitoramento e avaliação das mudanças na estrutura, fisionomia e dinâmica na cobertura florestal no decorrer do tempo, destaca-se o uso do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) (Aquino e Oliveira, 2012). O NDVI nos permite fazer análises, em diferentes escalas da cobertura vegetal de determinada região, calculado pela razão entre valores de refletância das bandas do infravermelho

próximo e vermelho, sendo amplamente utilizado em estudos de monitoramento do comportamento sazonal e interanual de diversos tipos de vegetação em zonas áridas e semiáridas (Freire e Pacheco, 2005).

Desta forma a pesquisa teve como objetivo mapear as alterações da cobertura vegetal na microbacia do Rio Farinha, através do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) em 2005 e 2015.

2. Metodologia de trabalho

2.1 Área de estudo

A área de estudo compreende a microbacia hidrográfica do Rio Farinha com área total de 808,420 km², localizada na região centro-oeste do estado da Paraíba, circunscrita entre as seguintes coordenadas geográficas 07°01'39" a 07°16'50" de latitude sul e 36°43'41" a 37°16'28" de longitude a oeste de Greenwich (Figura 1).

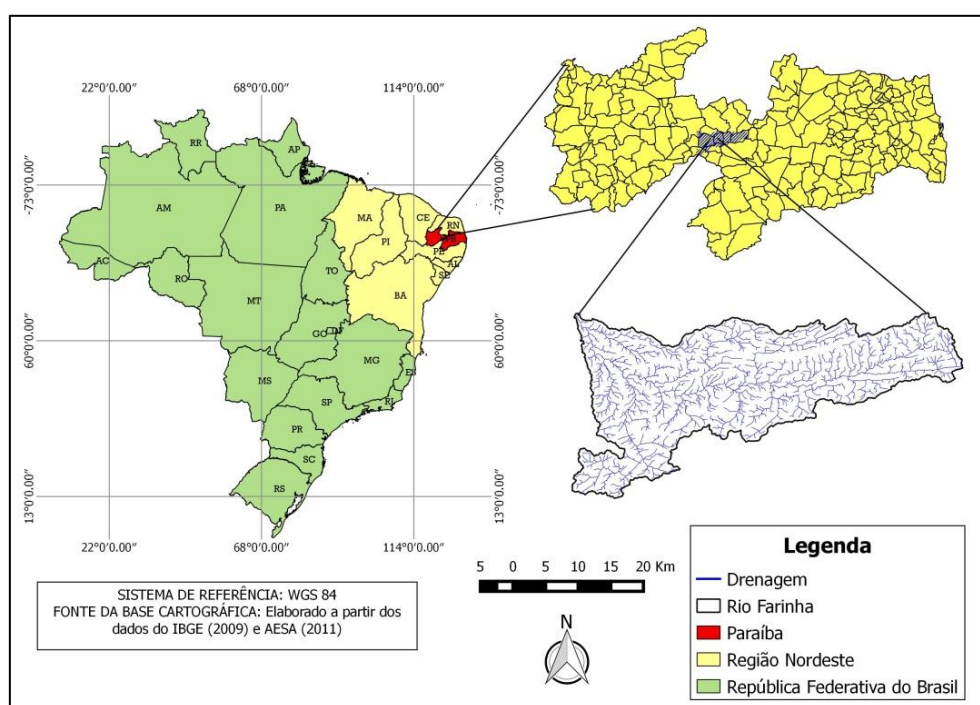


Figura 1- Localização da Área de Estudo. Fonte: Autor (2016)

O rio Farinha engloba completamente o município de Passagem e, parcialmente, os municípios de Patos, Salgadinho, Junco do Seridó, Santa Luzia, São Mamede, Quixaba, Teixeira, Assunção, Cacimbas, Taperoá e Areia de Baraúnas (Araújo et al., 2011).

O clima, de acordo com a classificação de Koppen é BSh, semi-árido quente e seco com chuvas irregulares concentradas entre janeiro e abril com pluviometria variando entre 420 a 714mm e temperatura média anual entre 23° a 28°C (AESAs, 2009). Na microbacia predominam os solos: Luvisolos Crômicos Órticos (anteriormente denominado de Bruno Não Cálculo) situado nas partes pediplanadas do terreno e Neossolo Litólico Eutrófico e Neossolo Regolítico Distrófico nas demais regiões (EMBRAPA, 2009). A vegetação é do tipo Caatinga hiperxerófila, com predominância de caatinga arbustiva arbórea aberta, com pequenas áreas de caatinga arbórea fechada em locais de difícil acesso, devido condições de relevo (Araújo et al., 2011).

2.2 Materiais e Métodos

A obtenção dos divisores topográficos foi realizada através de um MDE proveniente de imagens SRTM. A delimitação da área da microbacia foi realizada com o emprego do QGIS versão 2.8.5 (www.qgis.org) através da extensão TauDEM- *Terrain Analysis Using Digital Elevation Model* (hydrology.esu.edu/taudem), que consiste em um conjunto de ferramentas que permite delimitar bacias hidrográficas de maneira automática, rápida e objetiva (Schmitt e Moreira, 2015)

Para este estudo, foram utilizadas imagens da área captadas durante o período seco, obtidas pelo satélite Landsat 5 TM do ano de 2005 e Landsat 8 (OLI/TIRS) do ano 2015, no total de 2 imagens, com datas de passagem em 02/11/2005 e 29/10/2010. As imagens foram georreferenciadas com o auxílio de uma imagem GLS do Landsat 5 TM, disponibilizada pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) com 20 pontos de controle (PCs), com base em pontos de amarração conhecidos. O interpolador usado foi o polinomial de 1ª ordem e o método de reamostragem foi à do vizinho mais próximo.

As cenas passaram por o processo de correção radiométrica, que se trata da intensidade radiante por unidade de área-fonte projetada numa direção específica (Jesen, 2009). A calibração radiométrica consiste da conversão do número digital (ND) de cada pixel da imagem em Radiância monocromática espectral, proposta por Markham e Baker (1987), (Equação 1):

$$L^{\lambda} = a_i + ((L_{min} - L_{max})/255)nd \quad (1)$$

Onde: L^{λ} é a radiância espectral aparente em determinada banda, L_{max} e L_{min} são as radiancias máxima e mínima para o sensor e banda em questão, nd o número digital da imagem em cada banda.

O NDVI pode ser definido pela expressão matemática da razão entre a diferença da reflectância das bandas do infravermelho próximo (NIR) e vermelho (V) pela soma dessas mesmas bandas (Rouse et al., 1974), (Equação 2):

$$NDVI = (NIR - R)/(NIR + R) \quad (2)$$

Onde: As banda 3 e 4 corresponde ao vermelho (R) e infravermelho próximo (NIR) do Landsat 5 TM e as bandas 4 e 5 correspondes a vermelho (R) e infravermelho próximo (NIR) do Landsat 8 (OLI/TIRS).

O NDVI foi dividido em classes, criando-se uma categoria temática que facilita a visualização da modificação ou variação dos valores do NDVI. Para cada classe criada foi atribuído uma cor. Para os processamentos das imagens (aplicação do NDVI) e elaboração de layout foi usado software QGIS 2.8.5, software disponibilizado com licença de código aberto.

3. Resultado e Discussão

Dada a importância do conhecimento sobre a distribuição da chuva na área, foi feito o levantamento de dados pluviométricos para os municípios que englobam a microbacia do rio Farinhas (2005 e 2015), e assim, observado o comportamento da precipitação (em mm) ao longo dos anos nessas áreas do estado da Paraíba. (Figuras 2).

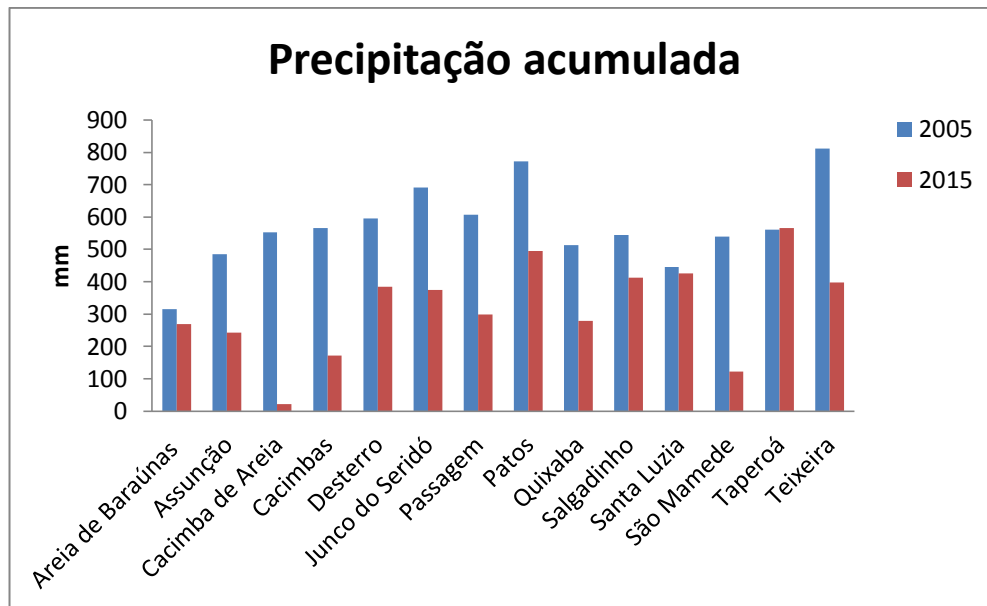


Figura 2 –Representação gráfica da variação do índice pluviométricos dos anos de 2005 e 2015 dos municípios da microbacia hidrográfica do Rio Farinhas. Dados: AESA (2016).

Os resultados demonstram que as respostas obtidas pelo índice de vegetação indicam a redução no NDVI do ano de 2005 para o ano de 2015, essa resposta deve-se principalmente pela influencia das precipitações médias observadas na área que foram, em 2005, 571,4 mm e em 2015, 318,8 mm, indicando que os valores encontrados por esse índice no bioma Caatinga sofrem muita influencia da presença ou ausência de chuvas (Santos e Brito, 2007). De acordo com estudos realizados por Dantas et al. (2013) a variabilidade do NDVI para o estado da Paraíba pode variar em função da ocorrência de chuva, ou seja, um período seco/chuvoso origina uma diminuição/aumento no NDVI.

A imagem composta com resposta em NDVI desempenha uma simulação temática da superfície delimitada para a microbacia do Rio Farinhas. Os valores adquiridos com o cálculo do NDVI estão situados em uma escala de valores que variam de -1 a 1. Neste caso, valores positivos próximo a 1, implicam normalmente em vegetações mais densas, úmidas e bem desenvolvidas (Jarlan et al., 2007; Costa et al., 2007). Solo exposto ou com vegetação rala e esparsa, possuem valores positivos próximo a zero, já valores menores do que zero correspondem a superfícies como água e nuvens (Poeking et al., 2007).

A figura 3 apresenta a espacialização da variabilidade do NDVI na área de estudo para os anos de 2005 e 2015, nos meses que caracterizam a estação seca na área de estudo.

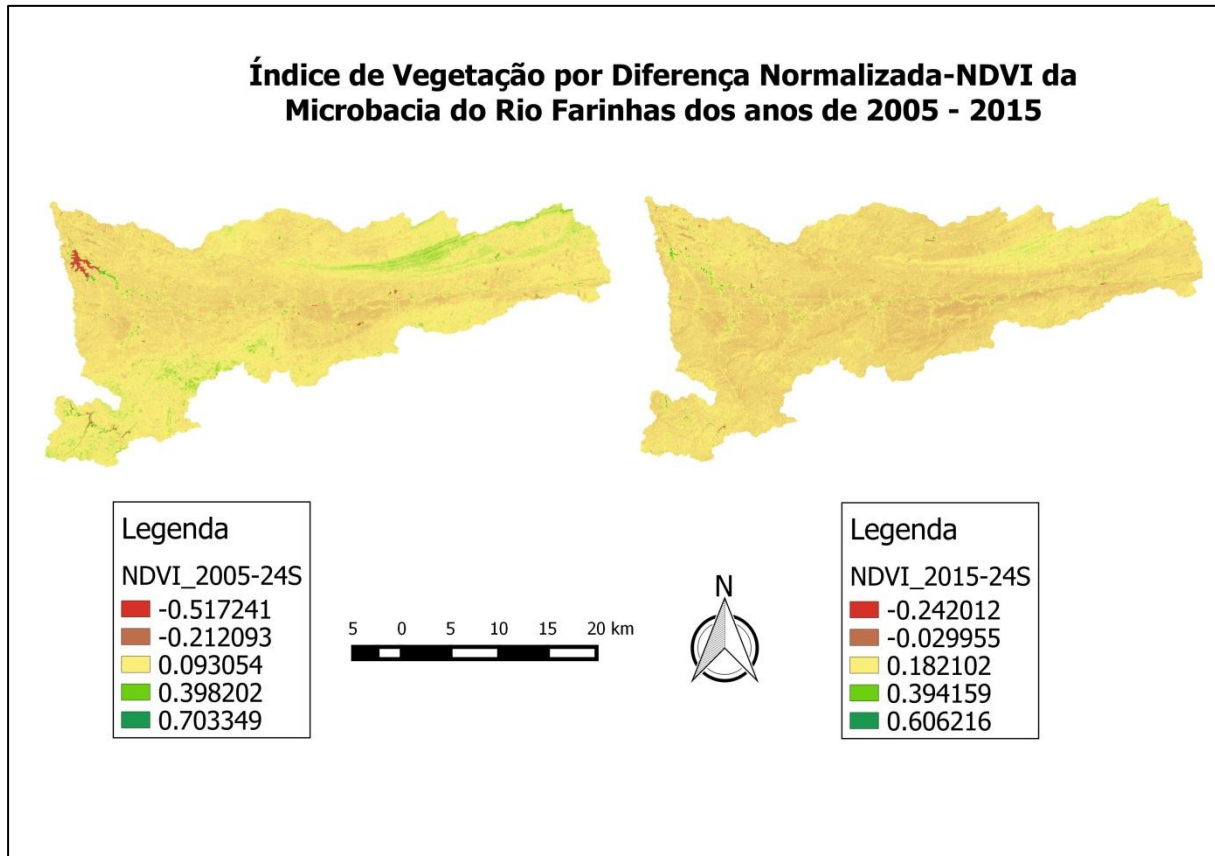


Figura 3 – Índice de Vegetação por Diferença Normalizada - NDVI, da microbacia do Rio Farinhas-PB, dos anos de 2005 e 2015, no período seco. Fonte: Autor (2016)

Como pode ser observado nos mapas de NDVI dos anos estudados, as áreas que apresentam maiores valores desse índice representados pelas cores que variam do verde claro ao verde escuro, indicam vegetações densas. Segundo Melo et al. (2011), A vegetação é caracterizada por uma intensa absorção da clorofila na região do vermelho ($0,63 - 0,69 \mu\text{m}$) e por uma intensa energia refletida na região do infravermelho próximo ($0,76 - 0,90 \mu\text{m}$) determinada pela estrutura celular das folhas. No entanto, cores que tendem do amarelo para o marrom indicam áreas de vegetação ralas, raquíticas e solos expostos. Áreas com tonalidades vermelhas correspondem a corpos d' água.

Observa-se uma diferença considerável nos valores do índice de vegetação entre os anos estudados, ou seja, áreas com intensidades de cores verde claro e verde escuro são mais marcantes no ano de 2005 do que no ano de 2015, indicando maior alteração das paisagens com áreas de vegetação densa ou natural situadas principalmente nos municípios de Salgadinho e Santa Luzia, cidades que se destacam pela extração de gesso e caulim. Segundo Nascimento et al. (2014) o mau uso da caatinga como alternativa energética através do desmatamento, tem aprofundado ainda mais os problemas relacionados à qualidade do solo pela substituição da mata nativa por culturas sazonais.

Outra observação é que as principais ocorrências de modificação do NDVI estão associadas a uma intensa redução dos corpos hídricos superficiais no ano de 2015, tornando-se ainda mais evidente com a drástica redução do volume de água da barragem da farinha, que é um dos grandes reservatórios de água do sertão paraibano, localizada no município de Patos-PB. Isso pode ser explicado pelo longo período de estiagem que castiga a região nesses últimos 4 anos. De acordo com Melo et al. (2011), áreas próximas aos açudes sofrem maior impacto com a supressão da cobertura vegetal, uma vez que os açudes contribuem para o



adensamento populacional e exploração dos recursos naturais como agricultura irrigada e pecuária.

4. Conclusão

O uso do NDVI mostrou-se bastante eficiente e preciso para a identificação da cobertura vegetal da microbacia do Rio Farinhas. Dessa forma, pode-se observar um avanço considerável na degradação da condição da cobertura vegetal na microbacia na área de estudo, entre os anos estudados, esse processo está relacionado principalmente ao desenvolvimento das atividades agropecuárias e mineradoras desenvolvidas de forma insustentável na região, principalmente às margens dos corpos hídricos.

O emprego do software QGIS. 2.8.5 e a utilização das imagens dos satélites Landsat 5 (TM) e Landsat 8 (OLI/TIRS), neste trabalho se configurou como ferramentas satisfatórias para a aquisição e tratamento dos dados, tudo isso de forma rápida e sem custo. Sendo assim, estudos como este poderão auxiliar no monitoramento e fiscalização da cobertura florestal em bacias hidrográficas, assim como implantação de políticas públicas que visem minimizar o desmatamento e recuperar essas áreas.

Referências

- AESA. Mapas do Plano Estadual de Recursos Hídricos. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoportal/mapas.html>>. Acesso em: 14 jul. 2016.
- 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**, v. 1, n. 31, p. 157-168, 2012.
- Assis, F.R.V.; Lima, J.R.; Mendonça, I.F.C.; Silva, J.E.R.; Santos, H.C.M.; Medeiros, J. X. Uso do geoprocessamento no estudo da cobertura dos solos no semiárido brasileiro. **Scientia Plena**. Vol. 8, Num. 4, 2012.
- Araújo, I.P.; Lima, J.R. Mendonça, I.F.C. Uso e degradação dos recursos naturais no semiárido brasileiro: estudo na Microbacia Hidrográfica do Rio Farinha, Paraíba, Brasil. **Caminhos de Geografia**, v. 12, n. 39, 2011.
- EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. **Sistemas Orbitais de Monitoramento e Gestão Territorial**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2009.
- Dantas, M. P.; Braga, C. C.; Oliveira, G.B.; Sousa, L. F. Amanajás, J.C. Análise espacial do IVDN no estado da Paraíba baseado em séries de dados do sensor AVHRR/NOAA. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto(SBSR), 16, 2013, Foz do Iguaçu, **Anais...** Foz do Iguaçu: INPE, 2013. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p0519.pdf>>. Acesso em: 04 nov. 2016.
- França, A.F.; Tavares Junior, J.R.; Moreira Filho, J.C.C. Índices NDVI, NDWI e NDBI como ferramentas ao mapeamento temático do entorno da Lagoa Olho D'água, em Jaboatão Dos Guararapes-PE. In: Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Pernambuco. **Anais...** Recife, 06- 09 de Maio de 2012 p. 001 – 009. Disponível em: <https://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIV/CD/artigos/SReFOTO/156_4.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2016.
- Freire, N.C.F, Pacheco, A.P. Aspectos da detecção de áreas de risco à desertificação na região de Xingó. In:Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 12, 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos, On-line. Disponível em: < http://www.fundaj.gov.br/geral/nesa/risco_xingo.pdf >. Acesso em: 02 nov. 2016.
- Giulietti, A. M.; Bocage Neta, A. L.; Castro, A. A. J. F.; Gamarra-Rojas, C. F. L.; Sampaio, E. V. S. B.; Virgínio, J. F.; Queiroz, L. P. Figueiredo, M. A.; Rodal, M. J. N.; Barbosa, M. R. V.; Harley, R. M. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga; p. 47-90 in: Silva, J. M. C.; Tabarelli, M.; Fonseca, M. T.; Lins L. V.



(org.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; UFPE. 2003.

INPE- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 1999. PRODES. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/siteDgi/portugues/index.php>> Acesso em: 13 out. 2016.

Koeppen, W. Tradução: Corrêa, A.C.B. **Sistema Geográfico dos Climas**. Notas e Comunicado de Geografia – Série B: Textos Didáticos nº 13. Ed. Universitária – UFPE, Departamento de Ciências Geográficas, UFPE, p.31, 1996.

Leal, I.R.; Tabarelli, M.; Silva, J.M.C. **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Editora Universitária Federal de Pernambuco. Recife, Brasil, 2003, 822 p.

Leal, I. R.; Silva, J. M. C.; Tabarelli, M.; Lacher, J. R. T. E. Mudando o Curso da Conservação da Biodiversidade da Caatinga do Nordeste do Brasil. **Megadiversidade** 1(1): 139-146, 2005.

Jackson, R.D.; Huete, A.R. Interpreting vegetation indices. **Preventive Veterinary Medicine**, v.11, n.3-4, p.185-200, 1991.

Melo, E. T.; Sales, M. C. L.; Oliveira, J. G. B. Aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para análise da degradação ambiental da microbacia hidrográfica do Riacho dos Cavalos, Crateús-CE. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 23, 2011.

Nascimento, S.S.; Lima, E.R.V.; Lima, P.P.S. Análise temporal da degradação da Caatinga na sub-bacia do Alto Paraíba. **OKARA: Geografia em debate**, v. 8, n. 1, p. 72-94, 2014.

Poelking, E. L., Lauermaann, A., Dalmolin, R. Imagens CBERS na geração de NDVI no estudo da dinâmica da vegetação em período de estresse hídrico. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007. **Anais...** Florianópolis, INPE, 2007. Artigos, p 4145-4150. On-line. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.19.18.33/doc/4145-4150.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

Ramos, R. R. D.; Lopes, H. L.; Melo Juinor, J. C. F.; Candeias, A. L. B.; Siqueira Filho, J. A. Aplicação do Índice da Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) na avaliação de áreas degradadas e potenciais para unidades de conservação. In: Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 03., 2010, Recife. **Anais...** Recife: INPE, 2010. Artigos, p. 001 – 006. CD-ROM. On-line. Disponível em: <https://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIII/IIISIMGEO_CD/artigos/Todos_Artigos/A_157.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2016.

Santos, C.A.C.; Brito, J.I.B. Análise dos índices de extremos para o semiárido do Brasil e suas relações com TSM e IVDN. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.22, p.303-312, 2007.

USGS. Landsat Missions: Using the USGS Landsat8 Product. U.S. Department of the Interior - U.S. Geological Survey – NASA. Disponível em: <http://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php>. Acesso em: 13 ago. 2016.