



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM GEOGRAFIA - PROPGEÓ**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO CEARÁ - UECE**

Av. Dr. Silas Munguba, 1700 -
Campus do Itaperi, Fortaleza/CE

**APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE
VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA
NORMALIZADA (NDVI) PARA
ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO
AMBIENTAL NOS MUNICÍPIOS
DE FORTIM, ARACATI E ICAPUÍ
– CEARÁ, BRASIL**

José Osmar da Silva Neto

Letícia de Freitas Vieira

Luiz Eduardo Lopes Siqueira

Gláucia Pinto Vidal de Oliveira

Citação: SILVA NETO, J. O.;
VIEIRA, L. F.; SIQUEIRA, L. E.
L.; OLIVEIRA, V. P. V.
APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE
VEGETAÇÃO POR
DIFERENÇA NORMALIZADA
(NDVI) PARA ANÁLISE DA
DEGRADAÇÃO AMBIENTAL
NOS MUNICÍPIOS DE
FORTIM, ARACATI E ICAPUÍ –
CEARÁ, BRASIL. **Revista
GeoUECE (Online)**, v. 08, n.
14, p. 273-283, jan./jun. 2019.
ISSN 2317-028X.



APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI) PARA ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NOS MUNICÍPIOS DE FORTIM, ARACATI E ICAPUÍ – CEARÁ, BRASIL

APPLICATION OF THE STANDARDIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX (NDVI) FOR THE ENVIRONMENTAL ANALYSIS IN THE MUNICIPALITIES OF FORTIM, ARACATI AND ICAPUÍ - CEARÁ, BRAZIL

José Osmar da SILVA NETO ¹

Letícia de Freitas VIEIRA ²

Luiz Eduardo Lopes SIQUEIRA ³

Viádia Pinto Vidal de OLIVEIRA ⁴

¹ Aluno de Graduação em Geografia - Universidade Federal do Ceará, e-mail: joseosmarsilvaneto0@gmail.com

² Aluno de Graduação em Geografia - Universidade Federal do Ceará, e-mail: luizeduarddoo9@gmail.com

³ Aluna de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Geografia– UFC, e-mail: leticiageoufc@gmail.com

⁴ Professora do Departamento de Geografia – UFC, e-mail: vladia.ufc@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho propõe o estudo da degradação ambiental nos municípios de Fortim, Aracati e Icapuí, do Estado do Ceará, Brasil. Esses municípios estão inseridos no baixo curso do principal rio do Estado, o rio Jaguaribe. Por conta disso, diversas atividades são exercidas na região, como atividades agropecuárias de extensão nos tabuleiros e nas áreas de mangue são realizadas atividades de carcinicultura e piscicultura, além da urbanização dos três municípios. A degradação ambiental foi analisada através do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) por meio das respostas espectrais das imagens de satélite Landsat 5 TM e Landsat 8 OLI, do anos 1984 e 2016 respectivamente, no software Arcgis 10.4. Através da comparação das mudanças nas respostas espectrais entre estes dois anos identifica-se duas regiões com maiores níveis de degradação; As Planícies litorâneas, nas regiões de apicum nas proximidades do rio Jaguaribe, onde são construídos os viveiros onde são realizadas as atividades de carcinicultura e piscicultura através da retirada da vegetação nativa, o manejo inadequado e descarte impróprio dos efluentes e nas regiões meridionais de Glacís de acumulação pré-litorânea onde concentra-se a maior parte das áreas destinadas para agricultura que na região predominam os monocultivos de caju e côco-da-baia, responsáveis pelo desmatamento da mata nativa da área estudada.

Palavras-chave: Análise Ambiental. NDVI. Semiárido.

ABSTRACT

The present work proposes the study of environmental degradation in the municipalities of Fortim, Aracati and Icapuí, in the State of Ceará, Brazil. These municipalities are



inserted in the low course of the main river of the State, the river Jaguaribe. Because of this, several activities are carried out in the region, as agricultural activities of extension in the trays and in the mangrove areas are carried out activities of shrimp farming and pisciculture, besides the urbanization of the three municipalities. Environmental degradation was analyzed through the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) through the spectral responses of the Landsat 5 TM and Landsat 8 OLI satellite images, from 1984 and 2016 respectively, in the Arcgis 10.4 software. By comparing the changes in the spectral responses between these two years we identify two regions with higher levels of degradation; The coastal plains in the apicum regions near the Jaguaribe River, where nurseries where shrimp farming and fish farming activities are carried out through native vegetation, inappropriate management and improper disposal of effluents, and in the southern regions of accumulation Glacis pre-coastal where most of the areas destined for agriculture are concentrated, which in the region predominate the cashew and coconut monocultures responsible for the deforestation of the native forest of the studied area.

Keywords: Environmental Analysis. NDVI. Semiarid.

1. INTRODUÇÃO

A sub-bacia hidrográfica do baixo Jaguaribe, onde localizam-se os municípios de Fortim, Aracati e Icapuí. Está inserida numa das regiões com maior disponibilidade hídrica do estado, portanto propícia para o agroextrativismo e a carcinicultura, duas das principais atividades econômicas dos municípios e principalmente de Aracati. O sistema ambiental predominante na região são os Glacís de acumulação pré-litorânea, de acordo com Souza(2000), Os Glacís de Acumulação, segundo Lucena(2014), ocorrem na região pré-litorânea, sobre os sedimentos da Formação Barreiras e em superfícies interiores planas. Tem predomínio de Argilossos, Luvisolos e Neossolos com espessuras superiores a 50 cm recobertos por Vegetação de Tabuleiro. Outras formas encontradas em alguns pontos da região, são feições morfológicas de campos de dunas, falésias, planícies fluviomarinhas, terraços e entre outras morfologias (VIEIRA & MEIRELES 2016). São ambientes ecologicamente estáveis, muito propícios ao uso e ocupação da terra, incluindo expansão urbana.

As análises foram feitas a partir de sensoriamento remoto, mais especificamente utilizando O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) com a finalidade de estimar o índice de área foliar, radiação fotossintética ativa e biomassa verde. A vegetação tem grande importância na proteção dos recursos naturais por funcionar como uma superfície, “Além de exercer papel



essencial na manutenção do ciclo da água, protege o solo contra o impacto das gotas de chuva, aumentando a porosidade e a permeabilidade do solo através da ação das raízes, reduzindo o escoamento superficial, mantendo a umidade e a fertilidade do solo pela presença de matéria orgânica” (BELTRAME, 1994, p.14).

O NDVI é calculado a partir da diferença entre as refletâncias das bandas 3 [Red] (vermelho – visível) e 4 [NIR] (infravermelho próximo) dividido pela soma entre as refletâncias das bandas.

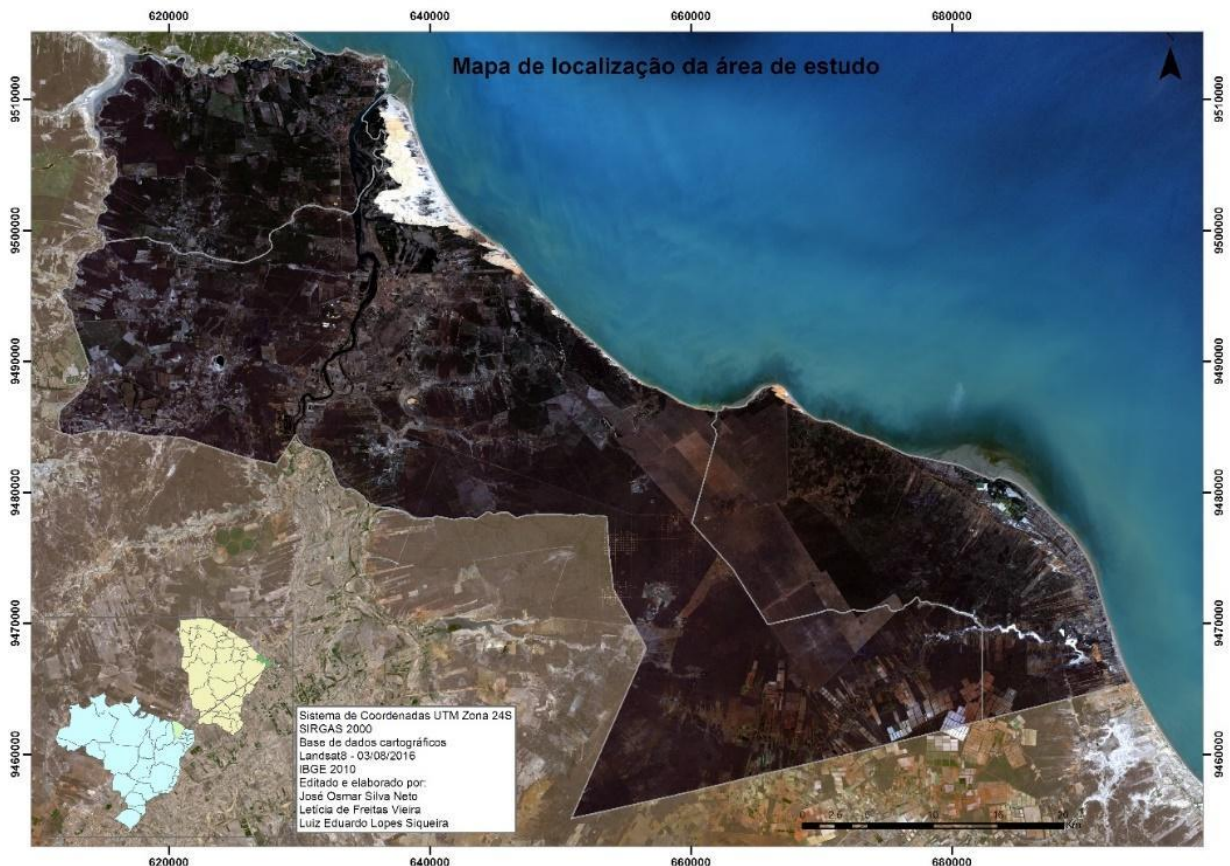
Esse trabalho tem como objetivo avaliar as áreas degradadas contidas na sub-bacia, através da aplicação do NDVI gerado por meio nas imagens dos satélites LANDSAT 5 TM e LANDSAT 8 OLI. E a partir destes resultados analisar as condições ambientais e compreender os processos de degradação desta região assim contribuindo para futuros trabalhos de planejamento ambiental.

2. MATERIAL E MÉTODO

Os municípios localizaram-se na sub-bacia do Baixo Jaguaribe que está localizada no litoral leste do Ceará, possui aproximadamente 1932 km² (Figura 01). Predominam nesta região dois sistemas ambientais: os Glacís de Acumulação pré-litorânea e a Planície litorânea (SOUZA,2000). E dois domínios geológicos: Formação Barreiras e material holocênico, segundo Cavalcante (2003). Tais características determinam os padrões de ocupação do território, tal como a relação à degradação ambiental nos municípios da sub-bacia.



Mapa 1: Mapa de localização dos municípios.



Fonte: Elaborado pelos Autores.

As principais atividades econômicas residem na agricultura com os cultivos de caju, cocô-da-baia, manga, goiaba, mamão, maracujá, limão e outras frutas diversas. Na pecuária extensiva destaca-se a criação de bovinos, equinos, ovinos, caprinos, suínos e galináceos. O extrativismo vegetal baseia-se na fabricação de carvão vegetal, extração de madeiras diversas para lenha, além de extração da cera da carnaúba.

Visando uma ótica climática, segundo Köppen (1918) a área encontra-se numa área de transição entre o clima semiárido do sertão cearense - Bsw'h', e o clima quente úmido do litoral - Aw'. A temperatura média situa-se entre 26°C e 28°C e a pluviosidade anual média é de 935,9 mm, com o período chuvoso predominando entre janeiro e maio. Os solos são representados pelos Neossolos quartzarênicos, Cambissolos, Latossolos, Gleissolos, Argilossos, Planossolos, Vertissolos (IPECE, 2006).

Segundo (Brasil, 1999):



Neossolos quartzarênicos: comumente encontrados nas dunas móveis e edafizadas, solos com pouca estrutura devido à ausência de partículas argilosas e de baixa fertilidade natural pela baixa quantidade de carbono orgânico e de CTC's.

Cambissolos: apresentam espessura no mínimo mediana (50-100 cm de profundidade) e sem restrição de drenagem, em relevo pouco movimentado, eutróficos ou distróficos, apresentam bom potencial agrícola. Encontrados com mais frequência em regiões próximas a Chapada do Apodi.

Latossolos: solos com baixa fertilidade natural, contudo com grande potencialidade agrícolas por suas características físicas favoráveis exigindo assim correções no que diz respeito à acidez, saturação por alumínio e à baixa fertilidade. Encontrados em regiões da área de estudo com topografias mais baixas e acúmulo de sedimentos.

Gleissolos: solos com características hidromórfica, portanto encontrado em regiões de Manguezal e planícies flúviomarinhas.

Argissolos: solos com alta potencialidade física para agricultura, baixa fertilidade natural encontrados em regiões de baixa topografia e acúmulo de sedimentos.

Planossolos: solos rasos com características argilosas e alta fertilidade natural, contudo necessita uso de maquinário para práticas agrícolas. Encontrado em planícies de inundação sazonal nas proximidades do rio Jaguaribe.

Vertissolos: solos poucos permeáveis frequentemente com grandes quantidades minerais facilmente intemperáveis. Geralmente encontrados em associação com os Planossolos da região.

A vegetação encontrada na área de acordo com o sistema de unidades fitoecológicas do Ceará, para categorias de ambientes litorâneos de Figueiredo (1997) são: Vegetação pioneira psamófila I, Vegetação pioneira psamófila II, Floresta de dunas fixas e retaguarda de dunas, Vegetação dos tabuleiros pré-litorâneos, Vegetação aquática e paludosa de lagoas e brejos, Floresta mista dicótilo-palmácea e Manguezal.

Para os estudos da degradação desta região foi utilizado o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), que se trata de uma aplicação



para realce com a finalidade de estimar a cobertura vegetal e biomassa utilizando-se de processos matemáticos em diversas bandas de sensores de satélites. A partir dos resultados do NDVI é possível analisar a densidade de radiação fotossinteticamente ativa refletida por determinada área.

Para a realização do trabalho, foi utilizada a ferramenta NDVI do software Arcgis 10.4. As imagens foram coletadas gratuitamente no Serviço Geológico dos Estados Unidos, através do site <https://earthexplorer.usgs.gov/> e georreferenciadas no Sistema de Projeção de Coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM) Zona 24 Sul e utilizando o Datum Sirgas 2000, no qual o NDVI foi calculado. Para o processamento, foram manipuladas as bandas 3 (vermelho) e 4 (infravermelho próximo) na imagem de 1984 do satélite Landsat-5 e as bandas 4 (vermelho) e 5 (infravermelho próximo) na imagem de 2016 do satélite Landsat-8. Os resultados do cálculo da seguinte fórmula matemática, de acordo com Jensen (1996):

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

Os resultados apresentam valores que variam entre -1 e +1, sendo +1 onde apresentam o maior índice de reflectância na faixa do verde, portanto uma área com maior densidade de cobertura vegetal, a água apresentaram valores próximos ao -1, superfícies sólidas com baixa densidade ou desnudas apresentaram valores positivos e por fim as nuvens apresentam valores que se aproximam a zero.



-1

0

+1

Foram adotadas cinco classificações no processamento das imagens, agrupando resultados semelhantes do NDVI. Em seguida foi realizada a comparação entre os resultados dos anos de 1984 e 2016, uma diferença de 32 anos com grandes mudanças para análise das mudanças no percentual de



cobertura vegetal. Este realce por meio da classificação foi feito usando a ferramenta de Reclass do software ArcGis 10.4. Com isso, as imagens ficaram representadas por níveis que variam de 1 para corpos d'água, 2 para regiões de solo exposto ou baixa cobertura vegetal e entre 3 e 5 para as zonas com maiores quantidades de cobertura vegetal encontradas na área de estudo.

É importante comentar que por se tratar de um ambiente semi-árido a vegetação pode apresentar drásticas mudanças na folhagem de sua vegetação durante o ano, a mais significativa destas mudanças é percebida quando compara-se o período seco e o chuvoso, portanto foram utilizadas imagens do fim do período chuvoso do Estado do Ceará ambas do mês de agosto época onde a vegetação alcança o melhor realce pelo NDVI.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

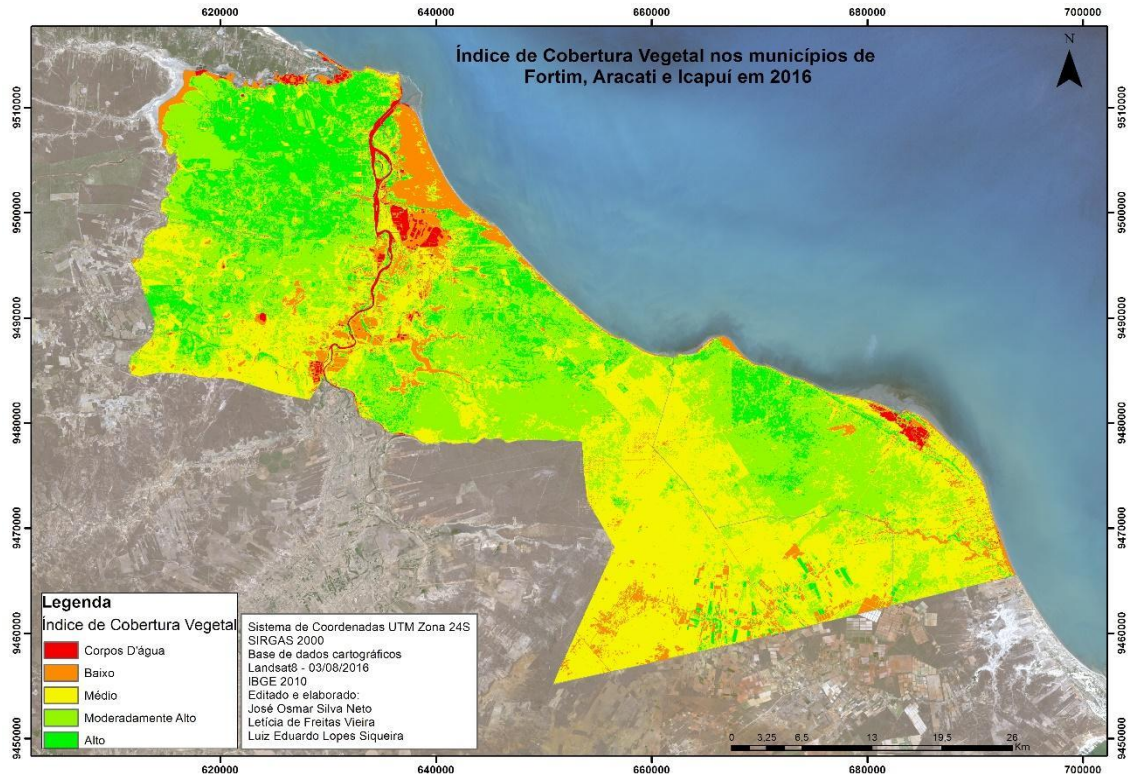
A partir das análises feitas com os mapas elaborados baseados no NDVI é possível observar grandes mudanças na cobertura vegetal entre os anos de 1984 e 2016. É nítida, que durante as análises a diminuição das áreas com classificação “Alta” e “Moderadamente Alta” dos Índices de Cobertura Vegetal, houve um grande aumento nas áreas de índice médio associado à degradação da mata nativa. Uma das atividades mais degradadoras da área foi a agroextrativistas de forma intensiva (SANTOS, 2012). O aumento das áreas com índice “Baixo” em sua grande parte está relacionado com as áreas de apicum aonde a carcinicultura gera a maior parte dos impactos, principalmente nos manguezais do rio Jaguaribe e em Icapuí (MEIRELES, 2008).

As informações obtidas pela análise das imagens da cobertura vegetal, de ambos os anos durante o fim do período chuvoso. “É importante salientar que na Caatinga deve-se ter o cuidado com as datas, períodos, das imagens de satélite a serem utilizadas para o NDVI, pois a Caatinga sofre considerável variação na fitomassa durante o ano, especialmente quando se compara a vegetação no período chuvoso com o de estiagem.” (MELO, 2011)

É possível também observar com clareza consideráveis variações na cobertura vegetal entre essas duas datas, na análise dos mapas é facilmente perceptível a enormes perdas de Floresta Subperenifolia Tropical Pluvio-Nebular e de Floresta Mista Dicotilo-Palmeceae.

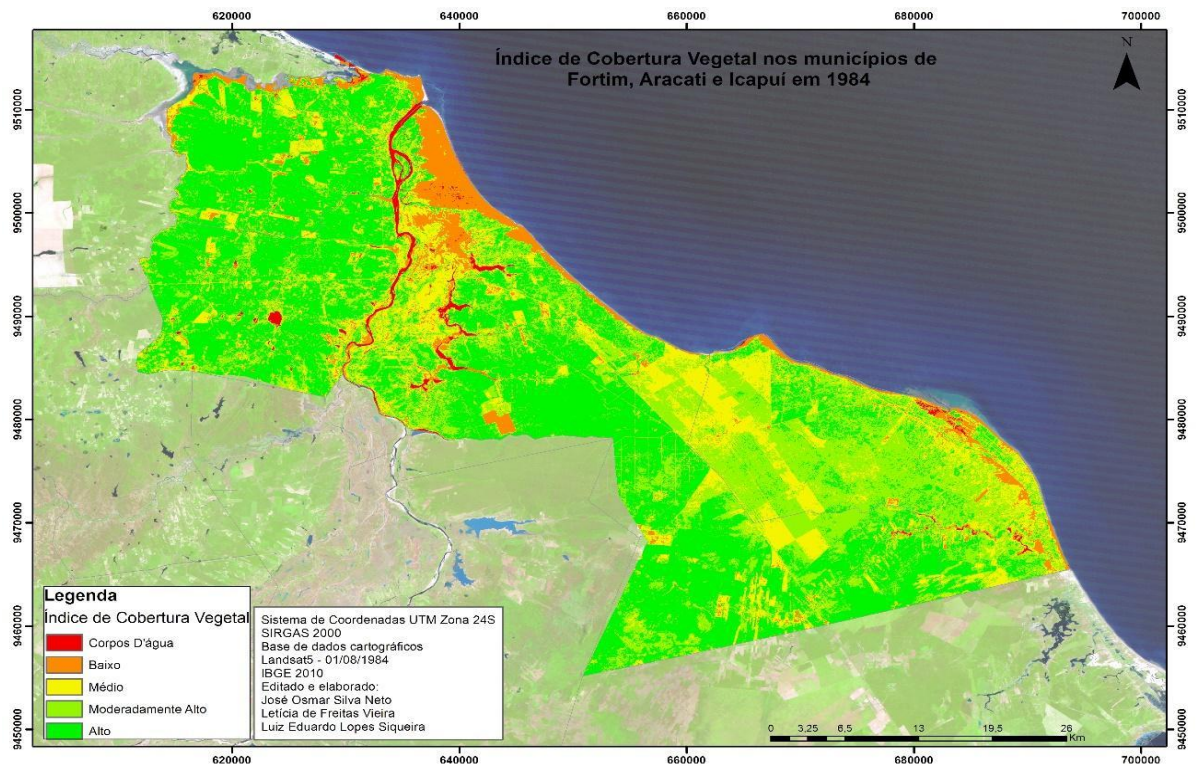


Mapa 2: NDVI da área de estudo no ano de 2016.



Fonte: Elaborado pelos autores

Mapa 3: NDVI da área de estudo no ano de 1984.



Fonte: Elaborado pelos Autores.

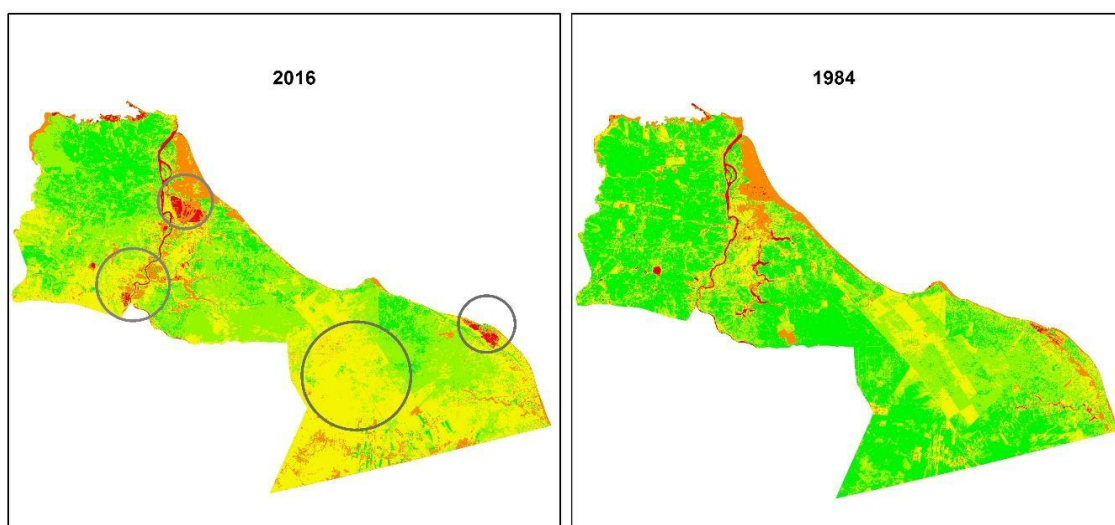


Como pode ser visto na figura 1 áreas onde em 1984 tinham alto índice de cobertura vegetal “moderadamente alto” e “alto” e em 2016 as mesmas áreas apresentam índices de “baixo” a “médio”. Estas regiões estão relacionadas com a diminuição da cobertura vegetal por ação humana e a distribuição irregular de espécies vegetais, principalmente a agricultura extensiva, facilitando a erosão dos solos. (AMARAL, 2007).

A grande área com classificação “Médio” (Amarelo) no leste da região (Figura 1) onde ocorreu o maior crescimento nos últimos 32 anos corresponde a principal zona de agricultura extensiva da região onde predomina-se o monocultivo de caju e cocô-da-baia, responsáveis pela degradação em sua maioria pela retirada da mata nativa dos Glacís de acumulação pré-litorâneos.

Também é possível observar na imagem de 2016 (Mapa 1) áreas com o formato retilíneo de cor alaranjada destacando baixos índices de cobertura vegetal que não existiam na imagem de 1984 (Mapa 2)causado por poços de extração de petróleo que causaram grandes danos a mata nativa e deixam o solo da área exposto apesar de sua pequena área de influência, não é possível observar traços deste impacto, tendo em vista que, sua instalação só ocorreu no fim do ano de 2013.

Figura 1: Comparação dos NDVI's dos anos de 1984 e 2016.



Fonte: Elaborado pelos Autores.



As áreas com classificação “Baixo” (Laranja) predominam em regiões onde ocorre as atividades de carcinicultura e piscicultura que não apresentavam relevância na imagem antiga, todavia, na imagem mais recente grande parte das áreas com menores Índices de Cobertura Vegetal encontram-se nas proximidades das zonas de carcinicultura e piscicultura, comprovando que a esta prática é a que a maior causadora da degradação na cobertura vegetal da região muito bem representada pelo NDVI. Dentre os principais impactos provocados por estas práticas na área estudada, nota-se a retirada da vegetação nativa, o manejo inadequado e o descarte impróprio dos efluentes.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do NDVI na composição das imagens foi de extrema importância para a análise das mudanças da cobertura vegetal nos últimos 32 anos tornando possível a análise da degradação ambiental e os estados de conservação e vulnerabilidade a partir da mesma.

Por fim, há a expectativa que este trabalho sirva de contribuição para medidas de conservação, preservação e recuperação de áreas degradadas indispensáveis para um planejamento ambiental dos municípios de Fortim, Aracati e Icapuí, utilizando-se de conceitos de sustentabilidade ambiental.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARNEIRO, Camila da Silva. **Análise de Parâmetros Gemorfológicos da Sub-bacia do Rio Jacurutu, Santa Quitéria-CE, com Base em Dados do ASTER GDEM.**In: XIX Encontro de Iniciação Científica, 2017.

COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará. **Bacia Hidrográfica – Acaraú.** Disponível em: <<http://portal.cogerh.com.br/base-cartografica/category/60-bacia-hidrografica-acarau>>. Acesso em: 11/10/2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço **Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ).** Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro:1979. 83p. (Embrapa-SNLCS. Micelânea, 1).

FITZ, P.R. **Geoprocessamento sem complicação.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.



FLORENZANO, T.Z. (org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FUNCEME. **Compartimentação geoambiental do Estado do Ceará**. Fortaleza: FUNCEME, 2009, p. 52.

GONÇALVES JÚNIOR, J.T.; SOUZA, M.J. N. Caracterização ambiental de Santa Quitéria, Ceará: a nova cidade uranífera do Brasil. **Revista GeoNorte**, v. 2, p. 1368-1377, 2012.

GUIMARÃES, L.S.; FERREIRA, E.M.; SOARES, L.P.; CUNHA, F.S.S. **Análise Geoambiental da Sub-bacia do Rio Jacurutu-CE**. V Congresso Brasileiro de Educação Ambiental Aplicada e Gestão Territorial. Fortaleza, 2016.

LIMA, F. A. M.; PAIVA, J. B. Compartimentação topográfica do Ceará. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 9, n. 1-2, p.77-86, 1979.

NASA. **Shuttle Radar Topography Mission**. 2004. Disponível em: Acesso em: 18/10/2016.

NASCIMENTO, F. R. Bacias hidrográficas intermitentes sazonais e potencialidades hidroambientais no nordeste setentrional brasileiro. **GEOgraphia**, v. 16, n. 32, 2014, p.90-117. Disponível em: <www.uff.br/geographia/ojs/index.php/geographia/article/view/718/488>. Acesso em 18/12/2015.

Novo, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: princípios e Aplicações**. São Paulo. Es.: Edgard Blucher, 2010. 308p.

SOUZA, Jander Adelaide. **Análise de Parâmetros Gemorfológicos da Sub-bacia do Rio Jacurutu com Base em Dados SRTM**. In: XIX Encontro de Iniciação Científica, 2017.

TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L.; ALVARES, C. A.; RIBEIRO, S.; LEITE, F. P. Morfometria da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhões – MG. **Revista Árvore**, v.30, n.5, p.849-857, 2006

USGS. **Earth Explorer**. 2015. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 20 / 10/2016.

VALERIANO, M. de M. **TOPODATA: Guia de utilização de dados geomorfométricos locais**. INPE, 2008. Disponível em: Acesso em 15/12/2016.