



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL**

RAYSSA COSTA PEDROSA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO

**RECIFE
2018.1**

RAYSSA COSTA PEDROSA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO

**Caracterização de parâmetros ambientais a partir do
sensor MODIS para a região Nordeste do Brasil**

Relatório apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal Rural de Pernambuco Pernambuco, como pré-requisito para obtenção de nota da disciplina Estágio Supervisionado Obrigatório, sob orientação do Professor Hernande Pereira da Silva.

**RECIFE
2018.1**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

P372c Pedrosa, Rayssa Costa
Caraterização de parâmetros ambientais a partir do sensor
MODIS para
região nordeste do Brasil / Rayssa Costa Pedrosa. – 2018.
25 f. : il.

Orientador: Hernande Pereira da Silva.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) –
Universidade
Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Tecnologia
Rural,
Recife, BR-PE, 2018.
Inclui referências.

Nordeste
1. Desertificação 2. Mapeamento do solo 3. Brasil,
I. Silva, Hernande Pereira da, orient. II. Título

CDD 631

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO

Caracterização de parâmetros ambientais a partir do sensor MODIS para a região Nordeste do Brasil

Nome e assinatura do aluno

Nome e assinatura do orientador

Nome e assinatura do supervisor (se for o caso)

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Lucicleide e Ewerton, que muito me apoiaram nessa longa jornada. Às minhas tias, Letícia e Lindinalva, à minha avó, Carmelita e ao meu irmão Kattine por todo apoio suplementar oferecido.

Agradeço aos professores dessa graduação que me ajudaram a trilhar o caminho ao longo do curso e fizeram dessa etapa um processo de muitos aprendizados, fora eles acadêmicos fora eles pessoais.

Ao Serviço Geológico de Brasil - SUREG/RE, por todo o aprendizado adquirido, especialmente à Ana Paula Jacques e Janaína França pela paciência diária e à Robson de Carlo por todos os ensinamentos que me deram um sonho pelo qual vale a pena lutar.

Por fim, mas não menos importante, agradeço a Deus pela oportunidade da vida e pelas dádivas diárias ofertadas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Composição dos índices de vegetação EVI	13
Figura 2- Composição dos índices de vegetação NDVI	14
Figura 3- Sub regiões do Nordeste	15
Figura 4- Valores médios de EVI.	16
Figura 5- Valores médios de NDVI	17
Figura 6 - Previsão probabilística de consenso do total de chuvas	18
Figura 7 - Precipitação acumulada mensal dos estados do NE	18

LISTA DE ABREVIATURAS

APAC - Agência Pernambucana de Águas e Clima

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

MMA - Ministério do Meio Ambiente

NASA - National Aeronautics and Space Administration

SUMÁRIO

1. Introdução	09
2. Objetivos	11
2.1. Objetivo Geral	11
2.2. Objetivos Específicos	11
3. Referencial Teórico	12
3.1. Histórico	12
3.2. Desertificação	12
3.3. Geotecnologias	13
3.4. Índices de Vegetação	13
4. Metodologia	15
4.1 Área de Estudo	17
6. Resultados e Discussão	19
7. Conclusões	23
Referências Bibliográficas	24

1. Introdução

O nordeste brasileiro vem sendo estudado por muito tempo por se tratar de uma grande área com climas semiáridos e subúmidos, sujeita à intensas variações pluviométricas anuais e que apresenta, de modo geral, alta susceptibilidade climática à desertificação (MMA, 2007).

A utilização de produtos e técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento vem ganhando espaço nos estudos de monitoramento e distribuição da vegetação, pois minimizam o tempo de análise da vegetação possibilitando uma maior rapidez nos resultados e, consequentemente, na tomada de decisão (NEPOMUCENO et al., 2011)

A engenharia e tecnologias espaciais vem desenvolvendo plataformas espaciais que promovem inovação tecnológica e difusão do conhecimento. O presente estudo abrange a fase E (Operação) do um programa espacial focando na realização de produtos e gerenciamento técnico. (NASA, 2007).

Em áreas de grande extensão territorial como é o caso do nordeste brasileiro, faz-se necessária a utilização de mecanismos, como os dados de satélites e as técnicas de processamento e tratamento de imagens, capazes de permitir o diagnóstico e caracterização dos parâmetros ambientais de interesse para a área estudada. Dados de recortes temporais provenientes do sensor MODerate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) têm sido amplamente utilizados por permitirem uma visão processual da realidade.

O MODIS é um sensor a bordo dos satélites Terra (originalmente conhecido como EOS AM-1) e Aqua (originalmente conhecido como EOS PM-1) da NASA. No satélite Terra opera de modo que passe de norte a sul através do equador pela manhã, enquanto no satélite Aqua passa do sul para o norte sobre o equador à tarde. O Terra MODIS e o Aqua MODIS estão visualizando toda a superfície da Terra a cada 1 a 2 dias, adquirindo dados em 36 bandas espectrais ou grupos de comprimentos de onda. Este sensor que fornece dados para monitorar a dinâmica dos ecossistemas com resoluções espaciais e temporais compatíveis e propriedades geométricas e radiométricas melhoradas (ZHANG et al., 2006)

Uma das formas de monitoramento de parâmetros ambientais em escala global da superfície terrestre se dá a partir da utilização de sensores como é o caso do MODIS, que disponibilizam produtos como os Índices de Vegetação EVI (Enhanced Vegetation Index) e NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), capazes de verificar as modificações no

estado da cobertura vegetal, utilizando, para isso, a combinação das bandas do vermelho e infravermelho próximos.

Combinando os Índices de Vegetação diárias em composições de 16 dias, consegue-se compreender e ilustrar a densidade da vegetação verde da Terra que identificam onde as plantas estão prosperando e onde estão sujeitas a tensão devido, em alguns casos, à falta de água. Este trabalho tem por objetivo a caracterização dos parâmetros ambientais de índices de vegetação EVI e NDVI, produtos do sensor MODIS, em face da necessidade da atualização constante da dinâmica do uso do solo e das vegetações na região Nordeste do Brasil.

2. Objetivos

2.1. Objetivo Geral

Estabelecer uma relação entre os índices de vegetação EVI e NDVI e a pluviometria observada nos estados do Nordeste para o período de novembro e dezembro de 2017 e janeiro de 2018.

2.2. Objetivos Específicos

- Analisar os valores de índices de vegetação EVI E NDVI;
- Analisar os dados de pluviometria disponíveis nas Estações Automáticas de responsabilidade do INMET;
- Comparar os dois parâmetros descritos acima para a análise da relação existente entre esses fatores.

3. Referencial Teórico

3.1. Histórico

Segundo Moreira (2005), ao longo da história a apropriação da natureza e de seus recursos pela sociedade humana alterou os biomas do planeta, e que o desmatamento ocorre como resultado de alguns fatores: extração de madeira; instalação de projetos agropecuários; construção de usinas hidrelétricas; incêndios; queimadas, entre outros.

O processo de ocupação do nordeste se deu do litoral para regiões serranas e de chapadas. Segundo Fernandes e Medeiros (2009), essa região tem sua história marcada pelo colonialismo, que resultou um processo seletivo e excludente do homem nordestino. Contudo, as riquezas naturais permitiram o desenvolvimento para a região dominada praticamente pelo bioma Caatinga, a qual comporta uma diversidade socioeconômica que está ligada às questões antrópicas, tais riquezas estão sendo degradada e provocando consequências ambientais e sociais negativas.

3.2. Desertificação

No Brasil a Área Suscetível à Desertificação (ASD) totaliza 1.348.345,78Km², que necessita de um monitoramento constante, que mostre a situação atualizada de forma rápida, econômica e com elevado grau de confiabilidade.

A desertificação é um problema bastante discutido e tem chamado atenção da comunidade acadêmica, assim como de toda a sociedade, em virtude dos problemas socioambientais mundiais na atualidade. Nas convenções climáticas o tema é sempre abordado e a Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos das Secas (UNCCD), identificou 193 países, incluindo o Brasil, como espaços susceptíveis à desertificação. Para a Organização das Nações Unidas (ONU) a definição desse processo resulta de vários fatores, tanto naturais como sociais, levando a degradação nas áreas semiáridas, subsumidas secas e áridas

A origem da desertificação está relacionada ao uso e ocupação das terras inadequadamente, muitas vezes de natureza frágil em decorrência das condições climáticas e edáficas. Os processos de degradação no ambiente, ao ocorrer em terras secas, as tornam muito vulneráveis ou desertificadas, possuindo consequências alarmantes de difíceis soluções para o meio e a vida (MATALLO JR, 2001, p. 24).

3.3. Geotecnologias

As denominadas geotecnologias correspondem às tecnologias para a coleta, organização, tratamento e representação de dados e informações georreferenciadas. Para Rosa (2005, p. 81), elas compreendem "hardware, software e peopleware, que, juntos, constituem poderosas ferramentas para a toda de decisões".

A partir do avanço das tecnologias da difusão dos computadores desenvolveram-se também os sistemas de informação geográfica, cujos, foram acrescentados técnicas que contribuíram para a melhoria do processo de construção de mapas e da possibilidade de análises sobre a dinâmica de utilização da terra (IBGE, 2013).

Desta forma, esta ferramenta possibilita um enriquecimento na análise de características relacionadas à redução de cobertura vegetal. De forma geral, estas análises são realizadas através de séries temporais que consistem na observação de informações quantitativas ao longo de um determinado período (ANTUNES; CARDOSO, 2015).

Nesse contexto, procedimentos inovadores baseados em geotecnologias, como imagens de satélites, sistemas de posicionamento global (GPS) e sistemas de informações geográficas (SIG), podem auxiliar no desenvolvimento e no direcionamento de políticas públicas e diretrizes com visão de futuro.

3.4. Índices de Vegetação

Os avanços tecnológicos com relação aos dados de sensores remotos,nos últimos anos,e o desenvolvimento relacionado ao processamento de imagens, segundo Watzlawick et al. (2009), contribuem para melhor caracterização da estrutura da vegetação e,consequentemente, a quantificação de sua biomassa e estoque de carbono.

O processamento digital com imagens, obtidas de sensores remotos, tem como objetivo principal fornecer ferramentas que facilitem a visualização e a extração dos dados contidos na imagem. Tal procedimento, realizado com o auxílio de sistemas computacionais para análise e manipulação das imagens (RIBEIRO et al., 2009), permite a obtenção de Índices de Vegetação (IVs) (HUETE, 1989) sendo amplamente utilizados em trabalhos científicos.

Embora o índice de vegetação mais conhecido e utilizado seja o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), ele apresenta algumas desvantagens, como a não linearidade e problemas de escala, a saturação em condições de alta bio-massa das folhas da vegetação e sensibilidade à reflectância do solo em condições de vegetação

esparsa. Nesse sentido, o satélite *MODIS* (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) disponibilizou o Índice de Vegetação Realçado (*Enhanced Vegetation Index EVI*), concebido para ampliar a sensibilidade das medidas em biomas densamente floresta-dos e áreas agrícolas, reduzindo o efeito do substrato abaixo do dossel e as fontes de ruídos de aerossóis. Este índice é mais sensível ao aumento da densidade da cobertura vegetal e aos parâmetros estruturais do dossel (Justice et al., 1998).

Como os índices de vegetação são sensíveis a seus parâmetros biofísicos, eles constituem indicadores efetivos das mudanças ambientais globais, como as mudanças climáticas.

4. Metodologia

Para a realização do presente estudo adquiriram-se as imagens MODIS do satélite Terra produto MOD13Q1 (Vegetation Indices 16-Day L3 Global 250m) que contém os índices de vegetação EVI e NDVI, através do website (<https://www.modis.cnptia.embrapa.br/geonetwork/srv/pt/main.home>) desenvolvido pela EMBRAPA Informática Agropecuária que funciona como um banco de dados que tem o objetivo de fornecer o acesso de usuários aos produtos MODIS. As imagens se encontram em projeção geográfica WGS-84. Foram adquiridas 216 imagens correspondentes aos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe. O período analisado corresponde ao meses de novembro e dezembro de 2017 e janeiro de 2018, sendo eles:

- 01/11/2017 à 16/11/2017;
- 17/11/2017 à 02/12/2017;
- 03/12/2017 à 18/12/2017;
- 19/12/2017 à 31/12/2017;
- 01/01/2018 à 16/01/2018;
- 17/01/2018 à 01/02/2018.

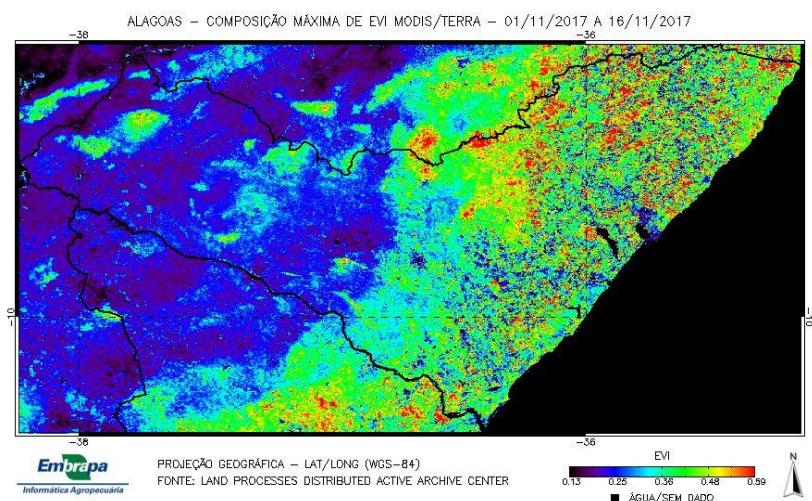


Figura 1. Composição dos índices de vegetação EVI, produto do sensor MODIS à bordo do satélite Terra, para o estado de Alagoas.
Fonte: EMBRAPA

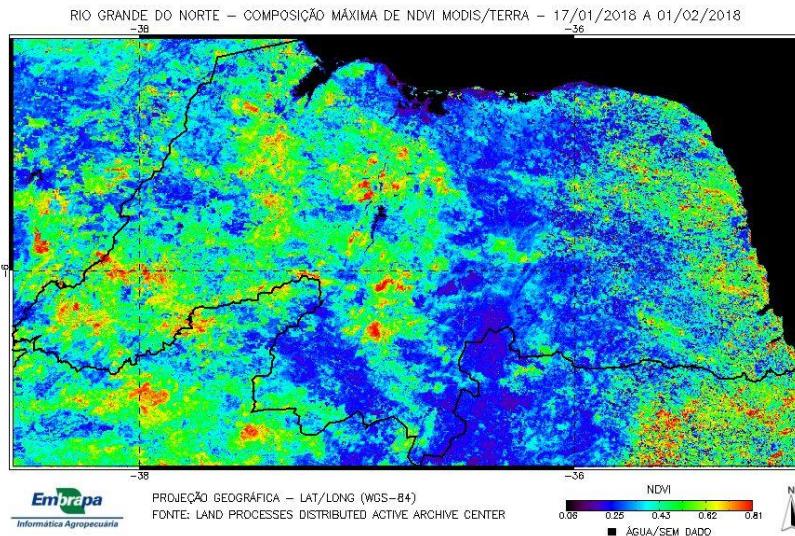


Figura 2. Composição dos índices de vegetação NDVI, produto do sensor MODIS à bordo do satélite Terra, para o estado do Rio Grande do Norte.

Fonte: EMBRAPA

O NDVI é dado pela razão entre as reflectâncias das bandas do infravermelho próximo e do vermelho, e visa eliminar diferenças sazonais do ângulo de elevação solar e minimizar os efeitos da atenuação atmosférica em imagens multitemporais (SOARES; BATISTA; SHIMABUKURO, 2007). Por ser mais sensível à presença de clorofila e outros pigmentos da vegetação responsáveis pela fotossíntese, o NDVI está diretamente relacionado à atividade fotossintética da vegetação. O NDVI é obtido pela Equação 1:

$$NDVI = \frac{(\rho_{IVP} - \rho_V)}{(\rho_{IVP} + \rho_V)} \quad (1)$$

sendo ρ_{IVP} a reflectância no infravermelho próximo e ρ_V a reflectância no vermelho.

Por apresentar rápida saturação em seus valores, o NDVI é pouco sensível à detecção de variações no aumento de biomassa vegetal a partir de determinado estágio de desenvolvimento, ou seja, “o índice estabiliza em um patamar apresentando um mesmo valor, embora a densidade do dossel aumente” (WARDLOW; EGBERT, 2010; ZANZARINI et al., 2013). No EVI, o sinal da vegetação é melhorado para detecção em regiões com maiores densidades de dossel, e apresenta influência reduzida do sinal do solo e da atmosfera sobre a resposta da vegetação. Seu cálculo é dado pela Equação 2:

$$EVI = G \frac{(\rho_{IVP} - \rho_V)}{(L + \rho_{IVP} + C1 * \rho_V - C2 * \rho_A)} \quad (2)$$

onde L é o fator de ajuste para o solo , $C1$ e $C2$ são coeficientes de ajuste para o efeito de aerossóis na atmosfera e G é o fator de ganho.

Para análise do tema proposto foram utilizados os dados pluviométricos e de intensidade de áreas de seca do Monitor de Secas desenvolvido pela Agência Pernambucana de Águas e Climas (APAC) e disponível no website (<http://www.apac.pe.gov.br/>), fornecendo dados mensais para a região Nordeste bem como os dados de pluviometria das Estações Automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para os nove estados da Região Nordeste.

4.1. Área de estudo

O complexo regional Nordeste apresenta contrastes naturais e socioeconômicos. Devido a essas diferenças, é possível dividi-lo em 4 sub regiões(Figura 3):

- Zona da Mata
- Agreste
- Sertão
- Meio-Norte

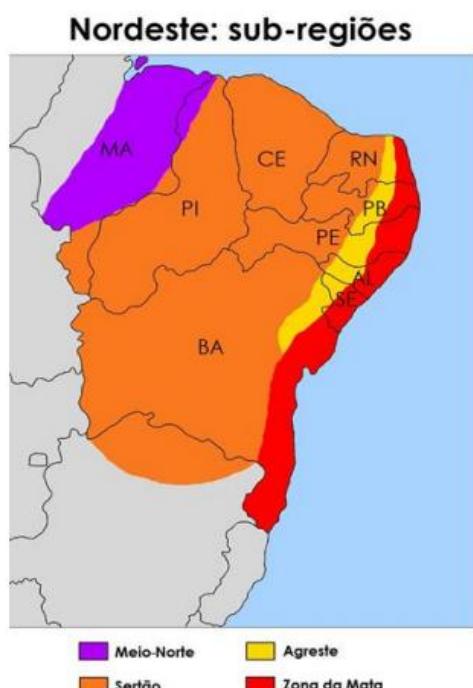


Figura 3: Sub regiões do Nordeste

Fonte: Fundação Bradesco

A Zona da Mata segue ao longo do litoral do Rio Grande do Norte até o sul da Bahia onde predomina o clima tropical litorâneo com temperaturas elevadas o ano todo e chuvas abundantes no inverno.Umidade relativa do ar elevada pela sua proximidade com o oceano.O clima dessa sub região favoreceu a formação da floresta tropical (Mata Atlântica) além da produção da monocultura de cana de açúcar. A concentração da maior parte da atividade econômica regional se dá pelo industrial, agrícola e de serviços

O Agreste estende-se do Rio Grande do Norte até a divisa com a Bahia.Predomina o clima tropical, mas não em toda a sub região.Nas áreas de menores altitudes, as temperaturas são elevadas já em áreas de maiores altitudes, as temperaturas tendem a diminuir.Nas áreas de clima tropical, a vegetação é abundante, chamada floresta tropical diferentemente das áreas de predominância do clima semiárido, onde se visualiza uma vegetação de dossel menos abundante, chamada caatinga. A sub região se destaca pela policultura e pecuária, com destaque para a pecuária leiteira.

O Sertão corresponde à maior sub-região nordestina da região Nordeste que apresenta um clima tropical semiárido tendo temperaturas elevadas o ano todo.Os índices pluviométricos são baixos com duas estações bem definidas: seca e chuvosa. A vegetação predominante é a caatinga.Nessa área, estacam-se a criação de caprinos, outros gados e a agricultura familiar.

Meio-Norte corresponde à uma área de transição entre o Sertão e a Amazônia, por isso apresenta características climáticas de ambas as regiões. Essa sub região se estende desde o oeste do Maranhão onde o clima é predominantemente úmido, até alcançar o estado do Piauí onde prevalecem as condições semiáridas. Por se tratar de uma área de transição, apresenta uma característica particular que é a presença de vales fluviais ocupados por uma vegetação chamada Mata dos Cocais.

5. Resultados e Discussão

A partir da Metodologia descrita anteriormente, foi possível obter os seguintes resultados. O gráfico a seguir apresenta os valores médios de EVI obtidos pelos produtos em formato de imagens dos estados da região Nordeste pelo sensor MODIS a bordo do satélite Terra.

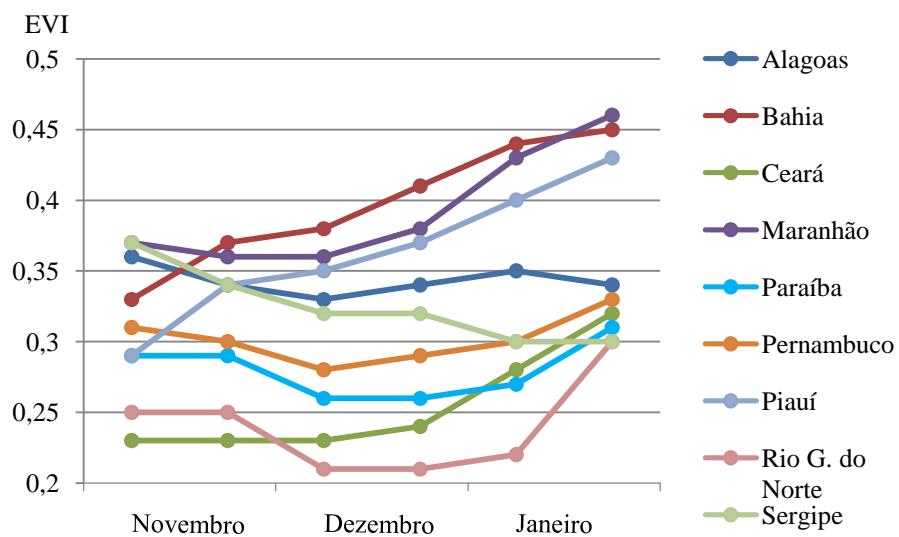


Figura 4. Valores médios de EVI por estado da Região Nordeste.

Fonte: Autor, 2018.

A Bahia apresentou o maior aumento do índice EVI, com cerca de 36% e Sergipe apresentou o maior decréscimo com cerca de 23%. Todos os estados, com exceção de Alagoas, demonstraram uma tendência de aumento da resposta vegetativa durante o mês de janeiro, mês que se caracteriza pelo início da pré temporada chuvosa para essa região. Já os valores correspondentes aos valores médios de NDVI expressos em gráfico podem ser observados abaixo na Figura 4, tais dados foram calculados para os estados da região Nordeste pelo sensor MODIS a bordo do satélite Terra.

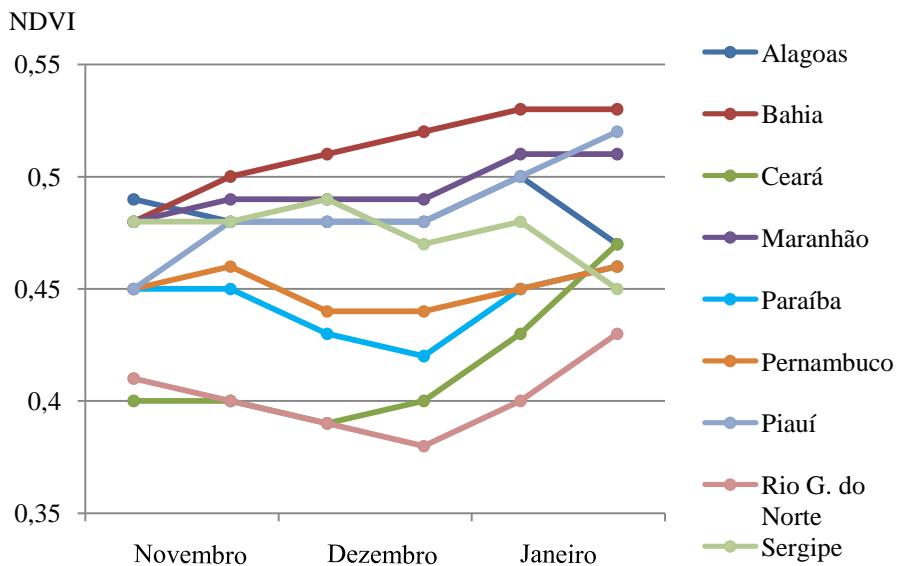


Figura 5. Valores médios de NDVI por estado da Região Nordeste.

Fonte: Autor, 2018.

Os estados de Alagoas e Sergipe registraram uma diminuição nos valores médios do índice de vegetação NDVI ao longo do período analisado de cerca de 4% e 6%, respectivamente. Os estados da Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte apresentaram um aumento discreto nos valores médios desses mesmos índices sendo de 2,2% para os dois primeiros estados, 4,8% para Rio Grande do Norte e 6,25% para o Maranhão. Já os estados da Bahia, Ceará e Piauí demonstraram um aumento significativo ao longo do período de novembro de 2017 à janeiro de 2018 sendo ele de 10,5%, 17,5% e 15,5%, respectivamente.

Segundo dados do Boletim Prognóstico Climático para o Trimestre Novembro e Dezembro elaborado pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE) de 2017 e 2018 a previsão por consenso para o trimestre novembro de 2017 à janeiro de 2018 indicava maior probabilidade do total trimestral de chuva ocorrer na categoria abaixo da faixa normal climatológica numa ampla área que inclui parte das Regiões Norte, Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste (Figura 6)

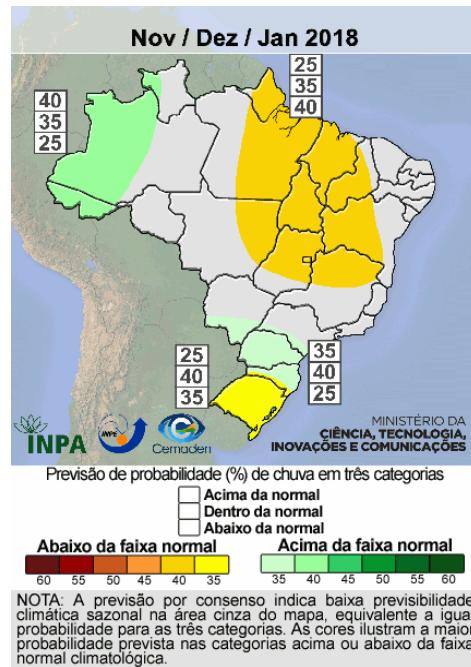


Figura 6 - Previsão probabilística (em tercis) de consenso do total de chuvas no trimestre NDJ/2018.

Fonte: Infoclima (CPTEC/INPE)

Os dados de pluviometria da rede de Estações Meteorológicas de Observação de Superfície Automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) demonstra os valores de precipitações observados minuto a minuto e os disponibiliza automaticamente a cada hora. A figura 7, a seguir, demonstra os valores de precipitação mensal acumulada dos estados do Nordeste para o trimestre NDJ/2018.

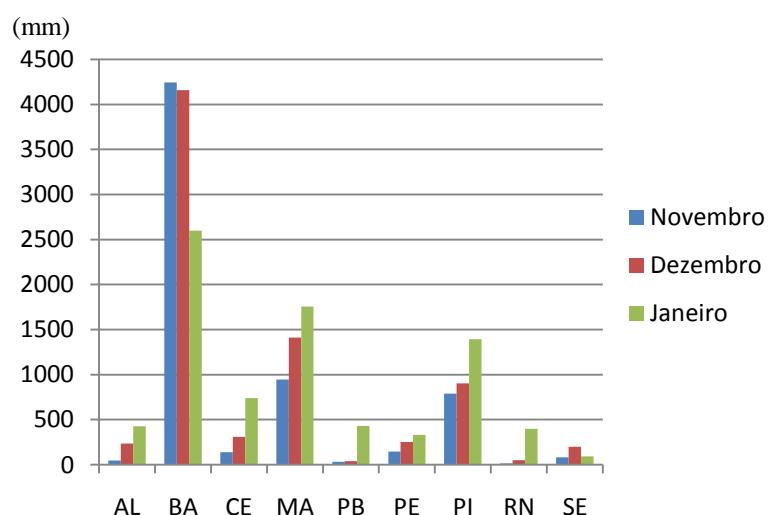


Figura 7. Precipitação acumulada mensal por estado no trimestre NDJ/2018.

Fonte: Autor, 2018.

De acordo com a APAC os estados de Alagoas e Sergipe foram os que mais sofreram com o déficit da precipitação registrando em novembro e dezembro as chuvas foram bastante escassas com totais mensais inferiores a 75 mm para esse último mês. Em janeiro de 2018 a situação se manteve igual aos dois últimos meses de 2017. Já estados como Bahia, Maranhão e Piauí apresentaram níveis mais satisfatórios de chuvas, porém abaixo do esperado para o período analisado.

Quando comparados, os índices de vegetação do sensor MODIS e os valores de precipitação mensais acumulados encontrados pelas estações automáticas, demonstram uma relação para o período analisado entre a pluviometria e o comportamento da vegetação. Nota-se um decaimento nos valores desses índices em condições de chuvas escassas ou em ausência de chuvas.

6. Conclusões

Séries temporais e espaciais dos Índices de Vegetação EVI e NDVI podem ser utilizadas na região Nordeste para identificação da vegetação e para a caracterização da dinâmica do solo além de auxiliar na compreensão das respostas da vegetação à precipitação pluvial e para alerta de secas. Valores baixos desses índices podem representar uma baixa taxa fotossintética da vegetação e até mesmo a sua ausência com alto volume de dossel, dessa forma podemos compreender quais áreas estão iniciando um possível processo de desertificação.

Foi observado que as variações dos valores para os índices estudados estão ligados aos fenômenos climatológicos que ocorrem nessa região. Para as condições avaliadas nesse estudo, os índices EVI e NDVI, produtos do sensor MODIS, puderam ser usados como indicadores do regime pluvial na região Nordeste do Brasil para uma melhor compreensão do fenômeno de desertificação nessa área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA (APAC) . Monitor de Secas do mês de Novembro de 2017/Dezembro de 2017/Janeiro de 2018. Recife, 2017. Disponível em: <<http://www.apac.pe.gov.br/>>. Acesso em: 06 jul. 2018.

ANTUNES, J. L. F.; CARDOSO, M. R. A. Uso da análise de séries temporais em estudos epidemiológicos. *Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília-DF*, v. 23, n. 3, p. 565-576, jul./set. 2015.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS (CPTEC/INPE). Boletim Prognóstico Climático para o Trimestre Novembro e Dezembro de 2017 e Janeiro de 2018. Brasília, 2017. Disponível em : <<http://infoclima.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 06 jul. 2018.

FERNANDES, J. D; MEDEIROS, A. J de. 2009. Desertificação no Nordeste: Uma aproximação sobre o fenômeno do Rio Grandes do Norte. *Holos*, 25, Vol.3.

HUETE, A.R. Soil influences in remotely sensed vegetationcanopy spectra. In: ASRAR, G.(ed.). Theory and applications of optical remote sensing. New York: John Wiley & Sons, 1989, p.107-141.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Manual Técnico em Geociências. 3. Edição. Rio de Janeiro-RJ: IBGE, 2013

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acessado em: 06 jul. 2018.

JUSTICE, C. O., VERMOTE, E., TOWNSHEND, J. R. G., DEFRIES, R., ROY, D. P., HALL, D. K., SALOMONSON, V. V., ..., BARNSLEY, M. J. The Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS): Land Remote Sensing for Global Change Research. (1998). *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*.

LATORRE, M. L. et al. Sensor Modis: características gerais e aplicações. *Espaço & Geografia*. v. 6, n. 1, p. 97 – 126, 2003.

MATALLO JUNIOR, H. Indicadores de desertificação: histórico e perspectiva. Brasília, DF: UNESCO, 2001.

MOREIRA, J. C. 2005. Geografia, Vol. 2 (ensino médio). 1a Ed. São Paulo: Scipione

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). SANTANA, M. O. (Org). Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil. Brasília: MMA, 2007.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA). NASA Systems Engineering Handbook, 2007. Disponível em: <https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/nasa_systems_engineering_handbook_0.pdf>. Acessado em: 31 jul. 2018.

NEPOMUCENO, Maurílio Queirós. et. al. Análise Multitemporal da Vegetação na Região de Irecê-BA com base em imagens MODIS. XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. Maio 2011. Disponível em: <https://updoc.site/download/analise-multitemporal-da-vegetacao-na-regiao-de-irece_pdf>. Acessado em: 09 jul. 2018.

RIBEIRO, S.C.; JACOVINE, L.A.G.; SOARES, C.P.B.; MARTINS, S.V.; SOUZA, A.L. de; NARDELLI, A.M.B. Quantificação de biomassa e estimativa de estoque decarbono em uma floresta madura no município de Viçosa, Minas Gerais. Revista Árvore, Viçosa, v.33, n.5, p.917-926, 2009.

ROSA, R. Geotecnologias na Geografia aplicada. In: Revista do Departamento de Geografia, v. 16, p. 81-90, 2005.

SOARES, J.V.; BATISTA, G.T.; SHIMABUKURO, Y.E. Histórico e descrição. In: RUDORFF, F.T.; SHIMABUKURO, Y.E.; CEBALLOS, C. (Org.). O sensor MODIS e suas aplicações ambientais no Brasil. São José dos Campos: Parêntese, 2007. p. 1-22.

WARDLOW, B.D.; EGBERT, S.L. A comparison of MODIS 250-m EVI and NDVI data for crop mapping: a case study for southwest Kansas. International Journal of Remote Sensing, v. 31, n. 3, p. 805-830, 2010.

WATZLAWICK, L.F.; KIRCHNER, F.F.; SANQUETTA, C.R. Estimativa de biomassa e carbono em floresta com Araucária utilizando imagens do satélite Ikonos II. Ciência Florestal, Santa Maria, v.19, n.2, p.169-181, 2009.

ZHANG,X.Y.; FRIEDL,M.A.; SCHAAF,C.B. Global vegetation phenology from moderate resolution imaging Spactroradiometer (MODIS):evaluation of global patterns and comparison with in situ measurements . Journal of Geophysical Research, v.111, p. 1–14, 2006.