



XVI SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

15º SIMPÓSIO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS DOS PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA

TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO PARA ANÁLISE DE VEGETAÇÃO EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA – SUBMÉDIO DO RIO SÃO FRANCISCO – SERTÃO DE PERNAMBUCO

Daniela Maria Fernandes Tavares¹ ; Vanine Elane Menezes de Farias² ; Jussara Freire de Sousa Viana³ & Suzana Maria Gico Lima Montenegro⁴;

RESUMO – O Sensoriamento Remoto é uma ciência de grande importância na análise do comportamento de compartimentos ambientais. Suas técnicas podem ser utilizadas para estudos envolvendo índices de vegetação, que consistem em indicadores que revelam o comportamento do vigor vegetativo terrestre. Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar os índices de vegetação EVI e SAVI para a área da bacia hidrográfica de Pequenos Rios Interiores 4 (GI-4), na região do submédio do rio São Francisco, estado de Pernambuco, para as datas de 24/09/2000 e 04/11/2009, no período da seca e dados orbitais do sistema satélite TM Landsat 5. Os resultados evidenciaram que o EVI para o ano de 2000 apresenta uma vegetação com menor densidade e maior uniformidade dos valores de áreas secas em comparação a 2009, corroborando com os índices pluviométricos da época. Em relação ao SAVI, o ano de 2009 apresentou maior presença de vegetação em relação a 2000. Diante disso, entendeu-se a influência da precipitação, umidade do solo e outros fatores ambientais possuem sobre as respostas do espectro eletromagnético, bem como a comparação de comportamento entre o EVI e o SAVI e como foi possível mostrar as similaridades e diferenças entre as datas estudadas para a bacia GI-4.

ABSTRACT– Remote Sensing is a science of great importance on behavior analysis of environmental compartments. In this sense, it's techniques may be used in studies involving vegetation indexes, which consists in indicators that reveal the behavior of terrestrial vegetative vigor. Thus, the objective of this study is to analyze the vegetation indexes EVI and SAVI in the area of the hydrographic basin of small inland rivers 4 (GI-4), in the sub-middle of the São Francisco River, in the state of Pernambuco for the dates of 24/09/2000 e 04/11/2009, in the dry season and satellite system orbital data TM Landsat 5. The results evidenced that the EVI for the year of 2000 presents a vegetation with less density and bigger uniformity of values in the dryer areas in comparison with 2009. Regarding to the SAVI, the year of 2009 showed a bigger presence of vegetation in relation the year of 2000. Accordingly, it was comprehended the influence of precipitation, soil humidity and others environmental factors on the electromagnetic spectrum, as well as the comparative behavior of EVI and SAVI and how they were able to show similarities and differences between the studied years.

Palavras-Chave: Índices de vegetação, GI-4, Landsat 5.

¹) Universidade Federal de Pernambuco. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Recife, PE. (83) 99961252. E-mail: daniela.fernandes@ufpe.br;

²) Universidade Federal de Pernambuco. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Recife, PE. (83) 987329645. E-mail: vanine.menezes@ufpe.br;

³) Universidade Federal de Pernambuco. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Recife, PE. (81) 9147-0836. E-mail: jussarafsouza@yahoo.com.br

⁴) Universidade Federal de Pernambuco. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Recife, PE. Email: suzanam.ufpe@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O uso de técnicas de Sensoriamento Remoto e geoprocessamento como suporte para análises de superfície terrestre, tanto em uso e ocupação do solo quanto índices de vegetação, vem sendo cada dia mais utilizado. Essas técnicas facilitam a compreensão da paisagem e suas modificações de diversas formas, a exemplos de monitoramento de vegetação, fiscalização ambiental, caracterização de crescimento urbano, planejamento municipal, entre outros. Com isso, é possível observar que o avanço do uso destas técnicas possibilita uma melhora na capacidade de avaliação do espaço, na tomada de decisão para preservação ambiental e também para a garantia do bem-estar social (ROSA, 2005; FLORENZANO, 2005; CÂMARA e MEDEIROS, 1998).

No contexto de sensoriamento remoto e índices de vegetação, ressalta-se que são utilizados tanto para o monitoramento vegetal quanto para caracterização de uso e ocupação do solo em diversos âmbitos de pesquisa, utilizando composição de bandas do espectro de luz. Através delas, é possível detectar focos de desmatamento, crescimento desordenado de cidades, regiões degradadas, não cumprimento do Código Florestal, inadequações no cadastro ambiental rural. Dentre os índices mais utilizados estão o Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI) e o Índice de Vegetação Realçado (EVI) (CÂMARA e MEDEIROS, 1998; ALBUQUERQUE *et al.*, 2014; RIBEIRO *et al.*, 2015).

O SAVI delimita os efeitos do solo exposto, ajustando o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) em casos que a superfície não esteja completamente coberta por vegetação (HUETE, 1988). Como forma de também corrigir efeitos sobre a vegetação, foi desenvolvido o EVI. De acordo com Gao *et al.* (2000), consiste em um índice que busca otimizar o sinal da vegetação, a partir de adequações na sensibilidade em casos de grande quantidade de biomassa, que possivelmente contribui para a redução de influências do sinal de fundo do dossel e da atmosfera.

O bioma Caatinga vem sendo degradado de maneira exacerbada com o passar dos anos. Medidas de monitoramento, planejamento e gestão ainda são insuficientes para melhor entendimento e controle das atividades na região. Sabendo disso, é importante aplicar tecnologias de sensoriamento remoto visando melhoria na qualidade e desenvolvimento de atividades no semiárido brasileiro (DUARTE, 1999; SOUZA, 2007). Pesquisas de geoespacialização de índices de vegetação apresentam importante subsídio a gestão dos recursos hídricos, a exemplo da bacia hidrográfica GI-4, com área que vai no município de Remanso-BA até a barragem de Paulo Afonso-BA e pertencente ao Submédio São Francisco que possui um complexo agroindustrial significativo para Pernambuco.

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar as mudanças de uso e ocupação do solo por índices de vegetação na Bacia Hidrográfica de Pequenos Rios Interiores 4 (GI-4), entre os anos de 2000 e 2009 (período seco), a fim de obter valores de SAVI e EVI da área de estudo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A bacia hidrográfica GI-4 (Figura 1), é constituída pelo grupo de bacias de pequenos rios interiores pertencente a Unidade de Planejamento Hídrico UP23. Localizada na porção sudoeste do Estado de Pernambuco entre as coordenadas 08° 27' 08" e 08° 52' 39" de latitude sul e 38° 40' 20" e 39° 16' 45" de longitude oeste, tem área de 1.308,72 km², correspondente a 1,33% da área do estado. Sua totalidade está inserida em parte dos municípios de Belém do São Francisco, incluindo sua sede, e Itacuruba. Inseridos na bacia existem os reservatórios Bom Viver, com 4.200.000 m³ de capacidade, e o Riacho da Porta com 6.500.000 m³, ambos situados em Belém do São Francisco (APAC, 2021).

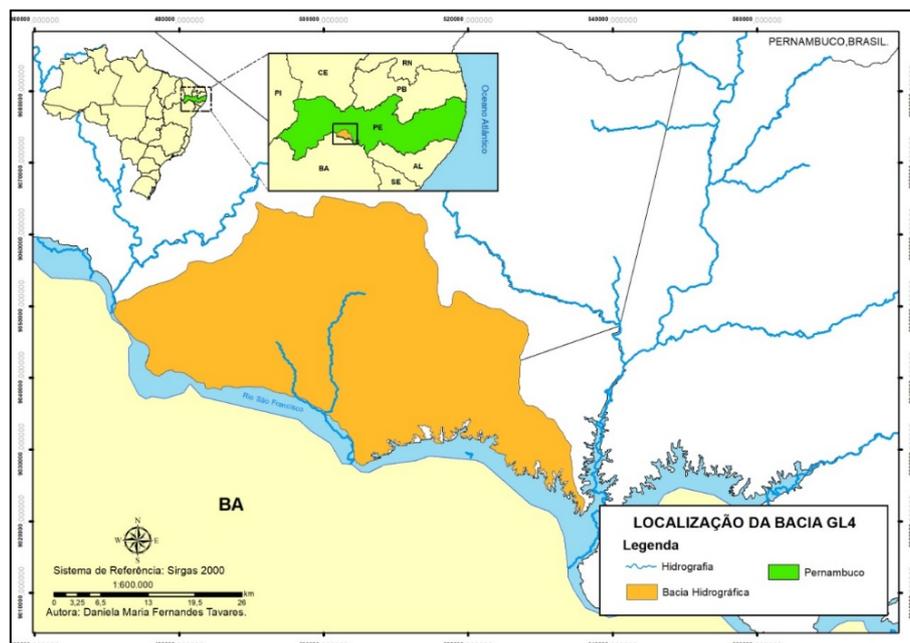


Figura 1 – Localização da área de estudo. Fonte: Autores (2021)

Em relação a hidrografia, a bacia GI-4 é formada por diversos rios de pequena extensão que desaguam na barragem de Itaparica, no rio São Francisco. Este grupo é formado pelas bacias do riacho da Porta, Ipueira, de Baixo, da Simpatia, do Mocó, do Cachorro e da Coroa, onde destaca-se a bacia do rio de Baixo que percorre o município de Belém de São Francisco e tem aproximadamente 27 km de extensão (APAC, 2021). É interessante ressaltar que a região do Submédio São Francisco, onde a bacia GI-4 está situada, corresponde a uma área que vai no município de Remanso (BA) até a barragem de Paulo Afonso (BA), sendo que toda a passagem da bacia do São Francisco por Pernambuco, está inserida na referida porção do Submédio.

Segundo Fay e Silva (2006), o Submédio São Francisco possui um complexo agroindustrial significativo, além de concentrar cerca de 2,5 milhões de pessoas, em 35 sub bacias e 73 municípios. Em razão disso, pode-se acarretar impactos que originam degradações ambientais na área, o que

levanta a necessidade de estudos para auxílio em estratégias de qualidade ambiental envolvendo as questões de agricultura, indústria e projetos urbanísticos.

2.2 Aquisição e processamento de imagens

As imagens adquiridas são datadas de 24/09/2000 e 04/11/2009, referentes ao período seco da região do sertão pernambucano. As imagens foram obtidas na plataforma online do *United States Geological Survey* (USGS), com todas as bandas inclusas, originadas do sistema satélite *Land Remote Sensing Satellite* (Landsat 5). Inicialmente as imagens foram tratadas no software de geoprocessamento GRASS, onde foram executadas as correções atmosféricas resultando nas imagens tratadas de radiância e, posteriormente, reflectância, segundo Silva *et al.* (2005a).

Posteriormente, as imagens foram processadas utilizando também o software GRASS 7.8, com a finalidade de calcular e gerar as imagens referentes ao EVI e SAVI. Para averiguar de forma mais adequada a vegetação local, foi aplicado o EVI, que utiliza um fator de ajuste, envolvendo a transferência radiante diferencial e não linear entre as ondas do infravermelho próximo e o do vermelho através de um dossel, além de verificar a influência da atmosfera sobre a resposta espectral do dossel. Segundo Gao *et al.* (2000) o EVI é obtido conforme mostra a Equação 1.

$$EVI = G \frac{\rho_{NIR} - \rho_R}{\rho_{NIR} + C1 \cdot \rho_R - C2 \cdot \rho_B + L} \quad (1)$$

Onde, ρ_{NIR} : reflectância na banda do infravermelho próximo; ρ_R : reflectância na banda do vermelho; ρ_B : reflectância na banda do azul; L : fator de ajuste para o substrato do dossel (usualmente 0,5); G : fator de ganho, geralmente assume valor de 2,5; $C1$ e $C2$: coeficientes de ajuste da influência dos aerossóis ($C1=6$; $C2=7,5$).

Também foi processado o SAVI para verificar as implicações do solo exposto nas imagens de satélite analisadas de acordo com Huete (1988), mediante a Equação 2.

$$SAVI = \frac{(\rho_{NIR} - \rho_R)}{(\rho_{NIR} + \rho_R + L)} * (1 + L) \quad (2)$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do processamento dos dados foram obtidos mapas que evidenciam as variações entre os índices EVI e SAVI para as datas de 24/09/2000 e 04/11/2009 (Figura 2 e Figura 3).

Na Figura 2A, referente ao ano 2000, foram obtidos valores predominantemente abaixo de 0,19, destacando-se uma uniformidade de coloração laranja claro na maior parte da extensão da bacia hidrográfica. Nas áreas de valores entre 0,19 a 0,43 foi possível observar que são referentes às áreas vegetadas as margens de rios intermitentes da região, por apresentarem valores mais próximos a

classe máxima observada ($> 0,67$). Outro fator importante de observar é a incidência de áreas em verde, de valores entre 0,43 e 0,67, em todo o contorno do limite inferior da bacia, que faz divisa com o rio São Francisco evidenciando a incidência de áreas com atividades agrícolas.

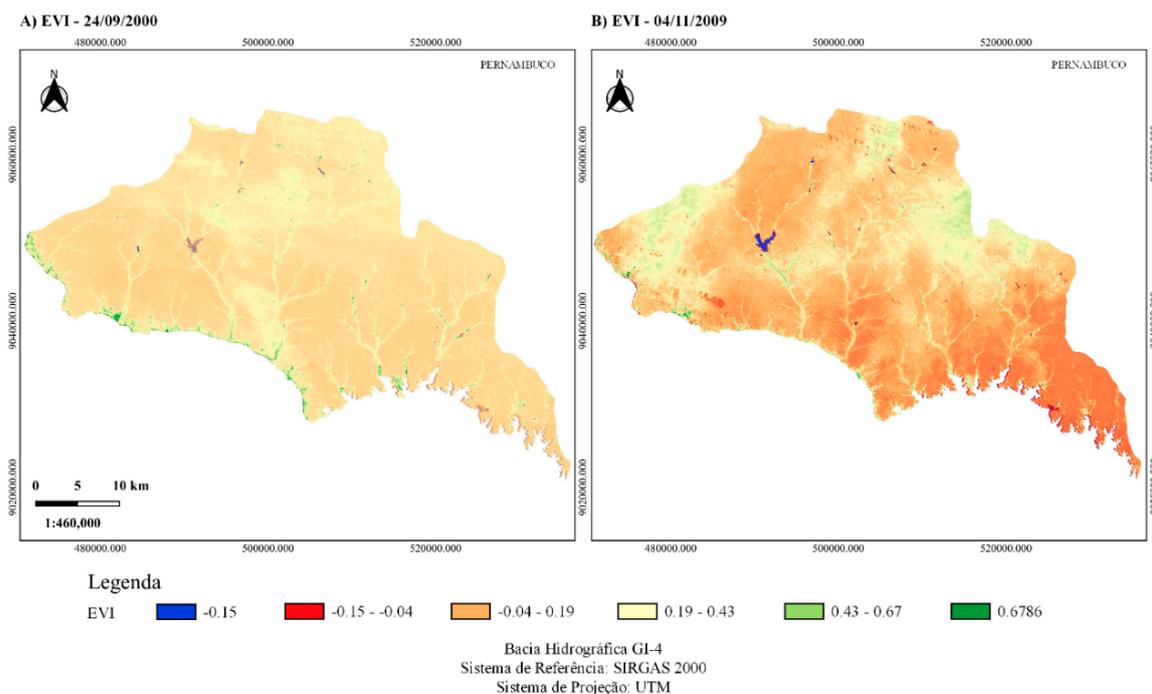


Figura 2 – EVI para as datas de 24/09/2000(A) e 04/11/2009(B), satélite Landsat 5. Fonte: Autores (2021)

No ano de 2009, Figura 2B, observa-se um significativo aumento dos valores de EVI entre 0,43 a 0,67 na cor verde claro, tanto a noroeste quanto nordeste da bacia. Porém, em oposição a isto, também houve um aumento nas áreas de valores negativos, variando de -0,15 a -0,04, a sudoeste e sudeste da bacia, em coloração vermelho forte. Essas áreas, possivelmente, são regiões caracterizadas com estresse hídrico. Outro ponto observado é a presença de corpos hídricos na área de estudo, cujos valores estão abaixo de zero (< 0), caracterizado pelos reservatórios presentes na região, localizados a oeste da bacia, com áreas em azul variando entre valores menores que - 0.15.

A seguir, é apresentada a variação do SAVI ao longo da bacia. Na Figura 3A, para o ano de 2000, o SAVI teve comportamento uniforme em sua maior parte, sendo caracterizado pelos valores entre -0,04 e 0,15. Assim como para o EVI do ano 2000 (Figura 2A), foi possível visualizar, na Figura 3A, também uma incidência das áreas de Preservação Permanentes entre os valores de 0,15 e 0,35.

No ano de 2009, Figura 3B, observou-se um aumento das áreas referentes aos valores mais altos do SAVI, entre os limites negativo de -0,15 a 0,04 e positivo de 0,35 a 0,56, evidenciando uma grande variabilidade de feições na bacia para este ano. Através dessa análise, percebeu-se uma mudança significativa em relação a 2000, que teve comportamentos mais uniformes.

A) SAVI - 24/09/2000

B) SAVI - 04/11/2009

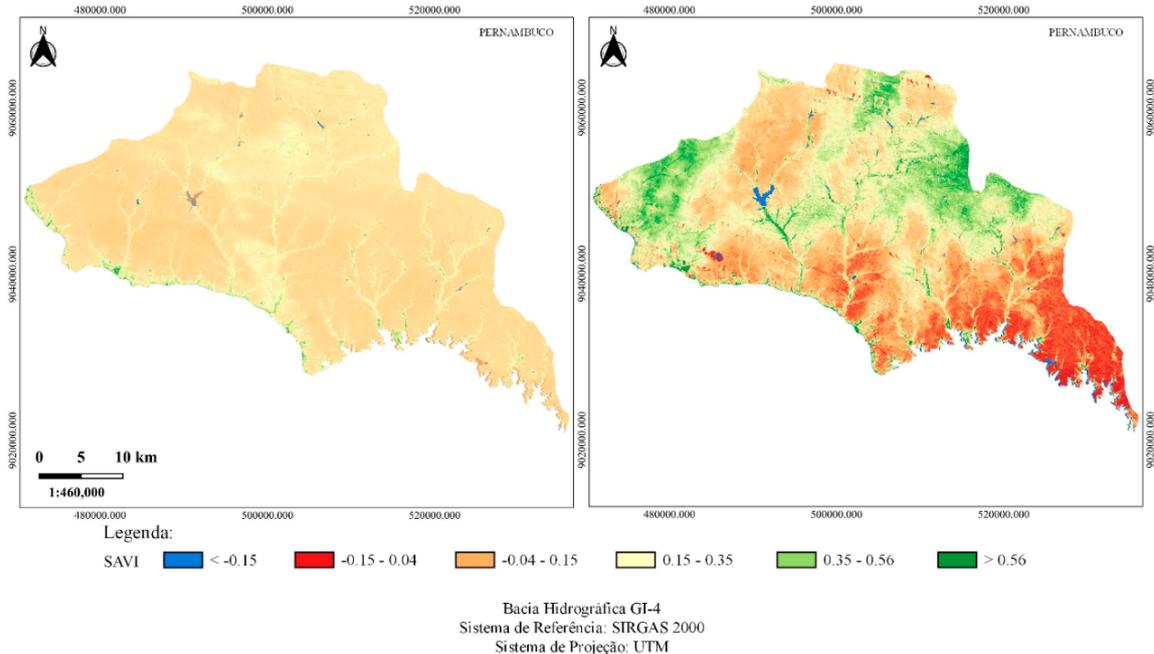


Figura 3 – SAVI para as datas de 24/09/2000(A) e 04/11/2009(B), satélite Landsat 5. Fonte: Autores (2021)

Para compreender o comportamento dos índices de vegetação, foram analisados os índices pluviométricos da área de estudo, de forma a identificar as possíveis relações entre a quantidade de chuva e as respostas da vegetação do local e do espectro eletromagnético. A Tabela 1 apresenta a precipitação acumulada mensal na bacia hidrográfica GI-4 para as datas de 29/04/2000 e 04/11/2009.

Tabela 1 – Precipitação acumulada mensal (mm) na bacia GI-4.

Mês	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
2000	63,7	135,1	74,2	57,4	5,7	11,9	3,8	7,3	16,2	9,3	23,6	100,1
2009	60	71	149,8	62,4	103,8	5,2	5,2	4,6	-	43,8	2,0	14,2

Fonte: APAC (2021)

Conforme apresentado, em e setembro de 2000, que consiste na primeira cena, a precipitação foi de 16,2 mm, porém no mês anterior choveu um total de 7,3 mm. Para novembro de 2009, que corresponde a segunda cena, a precipitação foi de apenas 2 mm, todavia, o acumulado de precipitação do mês anterior foi de 43,8 mm, podendo interferir diretamente nos resultados do início de novembro.

É de grande importância levar em consideração a incidência de precipitação durante todos os meses dos anos de 2000 e 2009 e, principalmente, dos meses que antecedem as cenas utilizadas para processamento dos índices de vegetação, uma vez que o bioma Caatinga tem respostas muito rápidas a precipitação e, com isso, varia de acordo com a chuva ocorrida dias antes. No que se refere aos dados estatísticos obtidos com o processamento das imagens, a Tabela 2 mostra os valores do EVI e SAVI para o período de estudo, apontando a média, o valor máximo, mínimo e o desvio padrão.

Tabela 2 – Valores estatísticos.

Descrição	EVI 24/09/2000	EVI 04/11/2009	SAVI 24/09/2000	SAVI 04/11/2009
Mínimo	-0,244839	-0,294997	-0,212796	-0,8684591
Máximo	1,36955345	0,85275525	0,56052798	0,96421135
Média	0,1232539	0,05572337	0,09486799	0,10041951
Desvio Padrão	0,05252551	0,09290563	0,03798164	0,16734537

Em relação ao EVI, este índice possui finalidade de averiguar de forma aperfeiçoada o sinal da vegetação, considerando as características de umidade disponível no solo. Observou-se que a imagem de 2000 obteve um EVI médio de 0,1232, sendo maior do que o de 2009, com EVI médio de 0,0557. Em contrapartida, os resultados do EVI 2009 tiveram maiores respostas na faixa dos valores de 0,43 a 0,67, que caracteriza áreas de maior densidade de vegetação, ainda que também apresentou densidade de regiões de valores negativos a leste da bacia, na coloração vermelho alaranjado.

Diante disso, é possível inferir que a média dos valores de EVI para setembro de 2000 foi maior que para novembro de 2009, devido a distribuição de valores mostrar que existe uma menor uniformidade de dados próximos a média e uma maior concentração de áreas próximas as classes de -0,15 a -0,04 e 0,35 a 0,56, encontradas nas extremidades do conjunto de dados. Sendo assim, esse resultado pode ser confirmado através da análise da diferença entre os desvios-padrão dos anos de 2000 e 2009, que são 0,092 e 0,052 respectivamente.

Os dados de EVI obtidos foram condizentes com a variação dos índices pluviométricos apresentados durante os anos em estudo. Ademais, mesmo a variação não sendo discrepante, foi essencial para influenciar significativamente nos valores de EVI da bacia. Nesse contexto, levando em consideração as particularidades do EVI, a partir dos parâmetros que influenciam seu cálculo, é possível notar diferenças na vegetação, englobando fatores como seu estado e saudabilidade.

Ao comparar os mapas do EVI e SAVI para o ano de 2000 é possível visualizar uma grande semelhança entre os valores mais próximos de 0,0, que consistem em maioria das feições encontradas na bacia neste dia. Em relação a 2009, o EVI e SAVI tiveram comportamentos semelhantes, porém no SAVI as áreas de vegetação estão mais atenuadas no mapa, podendo ser relacionado a interferência do solo levada em consideração neste índice.

Para a bacia GI-4, o EVI se mostrou adequado para averiguar as mudanças no comportamento da vegetação e como essas alterações foram influenciadas pela precipitação. Em vista disso, autores como Bezerra *et al.* (2009) e Haylla *et al.* (2020), em estudos acerca da relação entre a vegetação e a precipitação no cerrado e caatinga brasileiros, respectivamente, também obtiveram dados que mostram a relação direta entre o EVI e a precipitação. Os resultados obtidos pelos autores apontaram que o período com menor precipitação indicou valores bem mais baixos para o EVI.

No que tange os resultados referentes ao SAVI, os valores obtidos foram melhores que para o EVI. Foi indicado uma maior presença de vegetação no SAVI, possivelmente devido a utilização da constante “L”, cujo valor foi 0,5, agindo para reduzir a influência da resposta espectral do solo para efetuação do cálculo do índice. Como o SAVI diminui a interferência do solo na resposta do espectro eletromagnético, a influência do dossel da vegetação passa a ser melhor considerada no cálculo.

Assim, houveram mudanças significativas entre o SAVI de 2000 e 2009, no que se refere a presença de vegetação. Possivelmente no ano de 2009, mesmo com baixos índices pluviométricos e umidade do solo, o dossel da vegetação estava em uma situação de desenvolvimento mais avançado.

A média do SAVI foi de 0,0948 para o ano 2000 e 0,1004 para o ano 2009, apontando um leve aumento médio em 2009. Para este mesmo ano, a vegetação apresenta um dossel que pode ser mais denso, como mostra a Figura 3, e pode-se apontar que a vegetação neste ano consiste em espécies mais desenvolvidas, com sucessão ecológica provavelmente mais avançada que no ano de 2000. Isso pode ser resultado da incidência da precipitação de 43 mm no mês que antecede a cena de 2009.

Em relação aos desvios padrões encontrados nas análises do SAVI (Tabela 2), nota-se que o ano de 2000 apresenta o valor de 0,03 e 2009 de 0,167. Isto pode ser justificado uma vez que existe amplitude maior entre os valores do índice para 2009 do que para 2000, observado ao comparar as cores vermelho e verde, que indicam a incidência das classes limites dos valores encontrados na bacia.

Dentre os diversos índices de vegetação que estão dispostos para analisar os parâmetros biofísicos de uma bacia, autores como Ponzoni e Shimabukuro (2007), também indicam que o SAVI pode ser o mais confiável, em razão justamente das condições de solo terem influência reduzida sobre os valores de reflectância. Já Vela *et al.* (2020), diz que análises utilizando os índices EVI e SAVI mostraram que seus comportamentos são extremamente correlatos e que juntos proporcionam uma boa compreensão da dinâmica da vegetação quando estudados em conjunto.

Neste trabalho, o EVI mostrou-se eficiente e adequado para analisar a influência da precipitação e umidade no solo no possível crescimento de vegetação, apresentando separação de classes de comportamento mais espaçado. O SAVI apresentou classes menores, indicando vegetações mais densas, com dossel possivelmente mais influenciado pela incidência de precipitação recente. Essa avaliação geral envolvendo o EVI e SAVI, averiguou que estes índices permitem uma boa análise para diferentes objetivos, podendo constatar a influência do solo sobre a presença da vegetação e o desenvolvimento do dossel. Logo, também é possível realizar uma distinção entre as categorias de cobertura vegetal que estão definidas na área em estudo.

4. CONCLUSÕES

Diante da análise multitemporal dos índices de vegetação EVI e SAVI, notou-se a diferença da vegetação nos períodos analisados. Segundo a avaliação do comportamento do EVI, a precipitação

possui grande influência na obtenção dos valores, sendo que as respostas do espectro eletromagnético referente ao solo estão totalmente relacionadas com a umidade. Com isso, em períodos de maior precipitação, o EVI provavelmente será maior. Dessa forma, a chuva foi apontada como fator de influência decisivo no cálculo do EVI, estando relacionado com o desenvolvimento da vegetação e o crescimento de espécies arbustivas e arbóreas, condicionando a relação água, solo e vegetação.

No que tange o SAVI, a aferição deste índice permitiu de forma essencial entender a presença do dossel da vegetação na área em questão, indicando a saudabilidade da vegetação mais desenvolvida e dominante na área. Assim, com a obtenção do SAVI, foi revelado que a vegetação em 04/11/2009 possui um dossel mais denso, podendo ser mais antigo e mais fechado do que em 24/09/2000, indo em contrapartida com os valores adquiridos no EVI. Com isso, é possível concluir que são necessário estudos aprofundados acerca dos índices de vegetação, sendo importante a aplicação de diversos índices, a fim de analisar as diferentes respostas do espectro eletromagnético em relação a influência de fatores ambientais, como o solo e a água.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pelas bolsas de Pós-Graduação da primeira e segunda autora. Aos projetos Universal MCTIC/CNPq 28/2018 (Proc.431980/2018-7), PEGASUS MCTI/CNPq N° 19/2017 (Proc. 441305/2017-2), CNPq/MCTIC/BRICS 29/2017 (Proc.442335/2017.2), e ao INCT Mudanças Climáticas II.

REFERÊNCIAS

- AMIRI F.; RAHDARI V.; NAJAFABADI S.M.; PRADHAN B.; TABATABAEI T. (2014). *“Multitemporal landsat images based on eco-environmental change analysis in andaround Chah Nimeh reservoir, Balochestan (Iran)”*. Environ. Earth Sci., 72(3):801-809.
- APAC. Agência Pernambucana De Águas E Climas. Grupo de bacias de pequenos rios interiores 4 – GI4. Disponível em: < http://www.apac.pe.gov.br/pagina.php?page_id=5&subpage_id=30 >. Acesso: 21 ago. 2020.
- APAC. Agência Pernambucana De Águas E Climas. Monitoramento Pluviométrico. Disponível em: < <http://www.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramento-pluvio.php>>. Acesso: 21 ago. 2020.
- BECERRA, J. A. B.; SHIMABUKURO, Y. E.; ALVALÁ, R. C. S. (2009). *“Relação do padrão sazonal da vegetação com a precipitação na região de Cerrado da Amazônia Legal, usando índices espectrais de vegetação”*. Revista Brasileira de Meteorologia, v.24, p.125-134.
- CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. (1998). *“Geoprocessamento para projetos ambientais”*. 2.ed. INPE. São José dos Campos, 194p.

CORTES BALLÉN, L. A.; SOUZA, B. I.; RODRIGUES, V. L. E. (2016). “*Análise espaço-temporal da cobertura vegetal na área de proteção ambiental do cariri, Paraíba*”. Universidade Federal de Goiás, Boletim Goiano de Geografia.

DUARTE, R. (1999). “*A seca nordestina de 1998-1999: da crise econômica à calamidade social*”. Recife: SUDENE-FJN, 179 p.

FAY, E. F.; SILVA, C. M. M. S. (2006). “*Índice de uso sustentável da água (ISA-Água) na região do sub-médio São Francisco*”. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. 157p. ISBN 85-85771-42-9.

FLORENZANO, T. G. (2005). “*Geotecnologias na geografia aplicada: difusão e acesso*”. Revista Do Departamento De Geografia, p. 23-28.

GAO, X.; HUETE, A.; NI, W.; MIURA, T. (2000). “*Optical-biophysical relationships of vegetation spectra without background contamination*”. Remote Sensing of Environment, v. 74, p. 609-620.

HUETE, A. R. (1988). “*A Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI)*”. Remote Sensing of Environment, v. 25, n. 3, p.205-309.

LEONARDO, H. R. A. L.; VILARIM, M. B.; ALMEIDA, D. N. O.; SANTOS, S. M.; OLIVEIRA, L. M. M. (2020). “*Utilização do EVI na variação espectro temporal da vegetação e corpo hídrico no agreste pernambucano*”. In: simpósio de recursos hídricos do Nordeste, caruaru. Anais do XV Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste.

PEREZ, L. P. ET AL. (2003). “*Análise de NDVI no Nordeste Brasileiro por Componentes Principais. Resultados Preliminares*”. In: XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto- SBSR, Belo Horizonte, Anais Eletrônicos, INPE, p 2869-2875. CD-ROM, 2003.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. (2007). “*Sensoriamento Remoto no estudo da vegetação*”. São José dos Campos: Editora Parêntese, v.1. 140 p.

ROSA, R. (2005). “*Geotecnologias na geográfica aplicada. Revista do departamento de geografia*”. v. 16, p 81 -90.

ROSENDO, S. J. (2005). “*Índices de vegetação e monitoramento do uso do solo e cobertura vegetal na bacia do rio Araguari - MG - utilizando dados do sensor MODIS*”. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Uberlândia.

SILVA, B. B.; LOPES, G. M.; AZEVEDO, P. V. (2005a). “*Determinação do albedo de áreas irrigadas com base em imagens LANDSAT 5- TM*”. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.13, n.2, p.11-21.

SOUZA, B. I.; SILANS, A. M. B. P.; SANTOS, J. B. (2004). “*Contribuição ao estudo da desertificação na Bacia do Taperoá*”. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 8, n. 2/3, p. 292-298.

VELA. E.; MILJKOVIC, V.; BABIC, L. (2020). “*Spatiotemporal analysis of LANDSAT satellite imagery for change detection in Cesma forest Ecosystem*”. Technical Gazette 27, 5.