

ANÁLISE DO ALBEDO DA SUPERFÍCIE E ÍNDICE DE VEGETAÇÃO (SAVI) POR SENSORIAMENTO REMOTO NA CIDADE DE PATOS – PB

Andre dos Anjos Correia¹, Pabrcio Marcos Oliveira Lopes², Danielle da Silva Eugenio³

RESUMO: O monitoramento da vegetação com a utilização de técnicas de sensoriamento remoto tem-se mostrado eficiente no semiárido brasileiro. Desse modo, o objetivo deste trabalho foi analisar o albedo da superfície e o índice de vegetação ajustado ao solo (SAVI) através de técnicas de sensoriamento remoto para monitoramento ambiental na cidade de Patos – PB. Foram utilizadas imagens do satélite Landsat 8 referentes a datas 08/10/2019, 10/10/2020 e 13/10/2021 para gerar mapas do albedo da superfície, índice de vegetação ajustado ao solo (SAVI) e temperatura da superfície, além de mapas de uso e cobertura do solo fornecido pelo MapBiomas. Não houve grandes alterações de 2019 a 2021 no uso e cobertura do solo, para o Albedo de superfície os valores variaram de 0,03 a 0,45, os menores valores estão condicionados a áreas com alta umidade, como corpos d'água ou vegetação densa. O SAVI apresentou variação espacial e temporal com valores na faixa de -0,30 a 0,67. Em conjunto com o mapa de uso e cobertura do solo, o albedo da superfície e o índice de área foliar (SAVI) podem indicar diversas problemáticas na área de estudo e levantar algumas conclusões acerca do estado da vegetação.

PALAVRAS-CHAVE: Landsat 8, SIG, Mudança de cobertura.

ANALYSIS OF SURFACE ALBEDO AND VEGETATION INDEX (SAVI) BY REMOTE SENSING IN THE CITY OF PATOS – PB

ABSTRACT: Vegetation monitoring using remote sensing techniques has been shown to be efficient in the Brazilian semi-arid region. Thus, the objective of this work was to analyze the surface albedo and the soil-adjusted vegetation index (SAVI) through remote sensing techniques for environmental monitoring in the city of Patos - PB. Images from the Landsat 8

¹Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), CEP: 52171-900, Recife, PE. Fone (+55 82) 98181-5978. e-mail: andreanjos53@gmail.com

²Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE

³Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE

satellite referring to dates 10/08/2019, 10/10/2020 and 10/13/2021 were used to generate surface albedo maps, soil-adjusted vegetation index (SAVI) and surface temperature, in addition to of land use and land cover maps provided by MapBiomias. There were no major changes from 2019 to 2021 in land use and land cover, for surface Albedo values ranged from 0.03 to 0.45, the lowest values are conditioned to areas with high humidity, such as water bodies or vegetation dense. The SAVI showed spatial and temporal variation with values in the range of -0.30 to 0.67 Together with the land use and cover map, the surface albedo and the leaf area index (SAVI) can indicate several problems in the study area and draw some conclusions about the state of the vegetation.

KEYWORDS: Landsat 8, GIS, Coverage change.

INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro, no qual está presente o bioma caatinga, sofre modificações ao longo do tempo devido as formas de uso e cobertura do solo, principalmente devido a atividade antrópica, levando o semiárido a um processo de degradação. A escassez de água nos últimos anos em decorrência dos períodos de estiagem somado a irregularidade pluviométrica no semiárido brasileiro afeta a dinâmica hidrológica, comprometendo a cobertura vegetal (BEZERRA et al., 2020; CAETANO et al., 2022).

A vegetação em ambiente semiárido é fortemente dinâmica, pois as espécies que compõem esse tipo de região são influenciadas pelo regime hídrico que rege seu desenvolvimento, sendo pouco ou quase nada influenciado diretamente pelas ações humanas. O desmatamento acompanhado do crescimento de áreas agrícolas leva à degradação do ambiente, acarretando, desse modo, o escoamento superficial e a alteração das características do solo (SANTOS & OLIVEIRA, 2015; MAIA et al., 2018; SILVA et al., 2021)

O monitoramento da vegetação através de técnicas de sensoriamento remoto tem sido utilizado de forma eficiente na avaliação espaço-temporal dos recursos naturais (JÚNIOR & DANTAS, 2018), uma vez que as imagens geradas por sensores possibilitam a análise e interpretação das mudanças ambientais oriundas de processos naturais e/ou antrópicos (LEITE et al., 2017).

Com essas técnicas é possível mensurar alguns parâmetros que diz respeito sobre o estado da vegetação numa determinada área. O albedo de superfícies e o índice de vegetação

ajustado ao solo (SAVI) são parâmetros que associados à temperatura da superfície e mapas de uso de cobertura do solo podem gerar interpretações sobre estado da vegetação.

O albedo de superfície é uma razão entre radiações de ondas curtas refletidas e incidentes e que interage com o estágio de desenvolvimento da planta além de variar em função do grau de cobertura do solo. Com isso o albedo pode ser usado para avaliar mudanças sofridas na superfície, pois o aumento do albedo indica aumento de solo exposto e a diminuição do albedo indica presença de vegetação (OLIVEIRA et al., 2010; JÚNIOR & DANTAS, 2018).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar o albedo da superfície e o índice de vegetação ajustado ao solo (SAVI) através de técnicas de sensoriamento remoto para monitoramento ambiental na cidade de Patos – PB.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na cidade de Patos, situado no sertão da Paraíba e localizado entre os paralelos de 7° 9' 13,929" S e 6° 54' 22,496" S e entre os meridianos de 37° 31' 26,595" W e 37° 10' 22,848" W, com uma população estimada em 108.766 habitantes, distribuída em 472,89 km² de área e distante 370 km da capital João Pessoa (IBGE, 2022).

Segundo a classificação climática estabelecida por Köppen, o clima é do tipo Bsh (Quente e úmido com chuvas de verão a outono), caracterizado por possuir uma estação chuvosa que vai de janeiro a abril, com precipitações máximas nos meses de janeiro a maio. A precipitação média está em torno dos 800 mm (MENEZES et al., 2015).

O município tem cerca de 50% de sua área ocupada com vegetação nativa, caracterizada como Caatinga Arbustiva Arbórea Aberta, Caatinga Arbustiva Arbórea Fechada e Caatinga Arbórea Fechada, indicando também a presença de Áreas de Preservação Permanente (MEDEIROS et al., 2022).

Foram utilizadas imagens do satélite Landsat 8, que possui sensores Operational Land Imager (OLI) e ThermalInfrared Sensor (TIRS), com a finalidade, na órbita 215 e ponto 65, adquiridas através da base de dados espaciais americana da NASA/USGS (NationalAeronauticsand Space Administration/United States GeologicalSurvey) (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). As imagens correspondes às datas 8/10/2019, 10/10/2020 e 13/10/2021, essas datas são do período seco na região por apresentar menores taxas de

presença de nuvens. A temperatura do ar (T_{ar} °C) e a umidade relativa do ar (UR) no momento da passagem do satélite são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1. Temperatura do ar (T_{ar}) e Umidade relativa do ar (UR) no momento da passagem do satélite Landsat 8.

Data	hora da passagem do satélite	T_{ar} (°C)	UR (%)
08/10/2019	12h35min	34.4	27
10/10/2020	12h35min	34.9	31
13/10/2021	12h35min	32.7	24

O modelo digital de elevação (MDE), elaborado pelo radar SRTM, com 30 m de resolução espacial da área de estudo foi obtido na plataforma do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A delimitação da cidade de Patos é disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (<https://www.gov.br/pt-br>).

O processamento das imagens, como recortes, reprojeções, cálculo das variáveis ((albedo de superfície, SAVI e temperatura de superfície) e elaboração dos mapas foi realizado com o uso do software livre Qgis 3.22.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 mostra as diferentes classes de uso e uso e cobertura do solo segundo classificação do Mapbiomas (2022). A formação savânica, que cobre a maior parte do território da cidade de Patos – PB é representado pela vegetação caatinga.

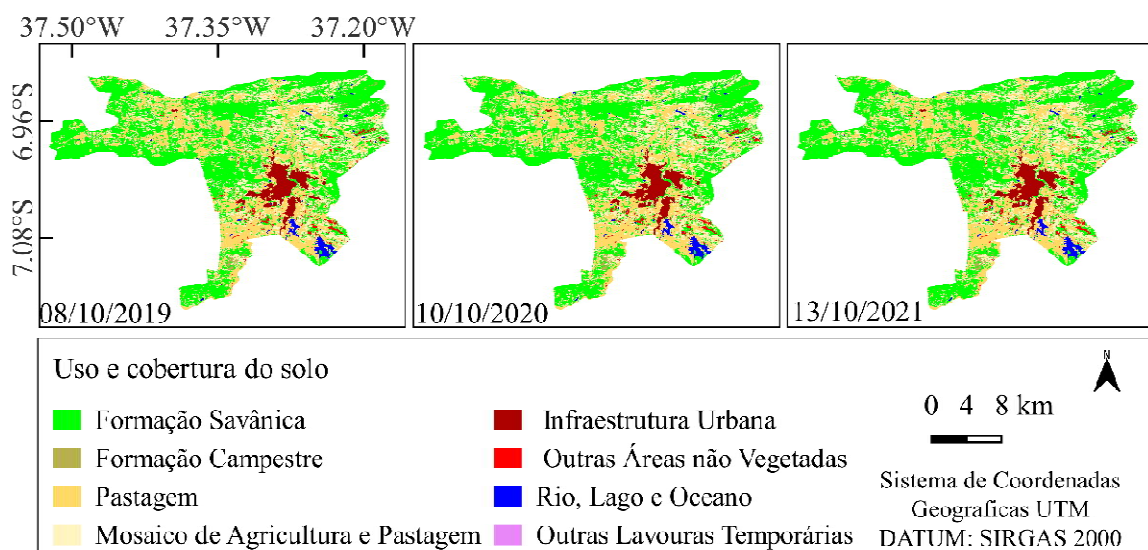


Figura 1. Uso e cobertura do solo na cidade de Patos – PB. Fonte: MapBiomias.

A presença de pastagens e áreas agricultáveis também é evidente, concentra-se mais no entorno da área urbana, destacado em vermelho. Pelo curto período de tempo avaliado, não houve grandes alterações de 2019 a 2021 no uso e cobertura do solo.

A Figura 2 mostra a variação espacial e temporal do albedo da superfície (α) da cidade de Patos referentes às datas 08/10/2019, 10/10/2020 e 13/10/2021. Os valores variaram de 0,03 a 0,45, os menores valores estão condicionados a áreas com alta umidade, como corpos d'água ou vegetação densa. Gomes et al. (2013) avaliaram a zona urbana da cidade de Patos – PB e encontraram valores na faixa de 0,05 a 0,30.

A área urbana da cidade ou áreas de solo exposto estão destacados com coloração laranja para o vermelho com valores entre 0,35 e 0,45. Segundo Silva et al. (2016) em áreas urbanas é comumente encontrado valores acima de 0,25 o que pode indicar também solos expostos, há outros autores que concluem que áreas com desenvolvimento de ações antrópica e solos expostos apresentam valores maiores que 0,30 (OLIVEIRA et al., 2010).

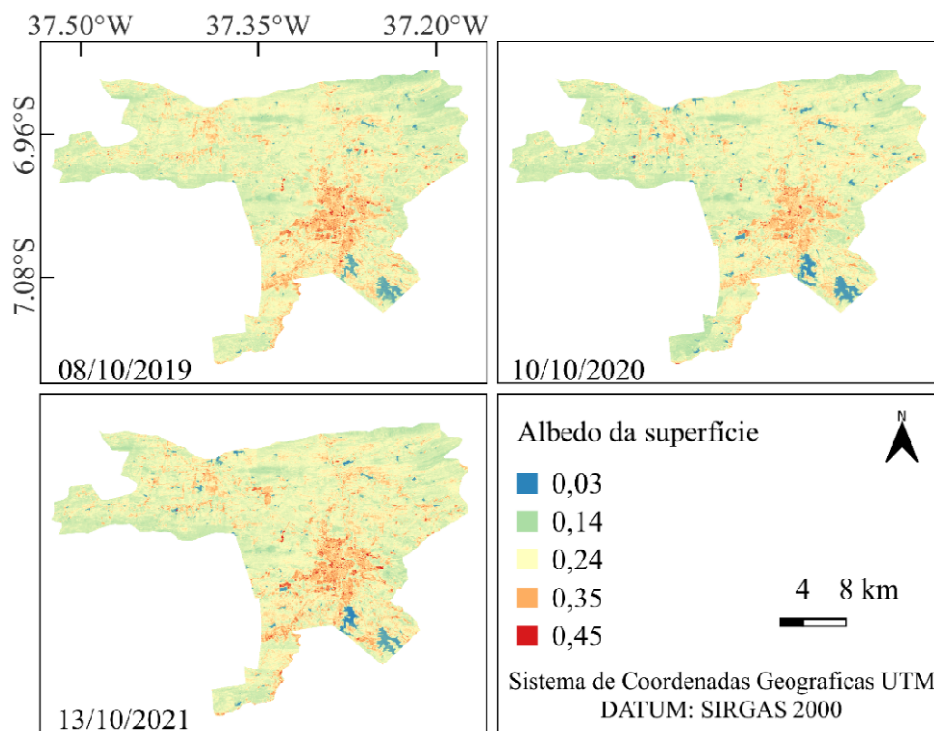


Figura 2. Albedo da superfície para a cidade de Patos - PB para os anos 2019, 2020 e 2021.

Segundo Oliveira et al. (2012) as mudanças no albedo estão associadas às mudanças ocorridas no uso e cobertura do solo. Regiões do mapa com pastagens e agricultura (Figura 2) apresentam albedo de superfície (α) na faixa de 0,24, valor semelhante a locais urbanos e semelhante ao encontrado por Júnior & Dantas (2018), estes encontraram valores entre 0,21 e 0,36 para solos expostos e área antropizadas.

Valores estatísticos como mínimo, máximo, média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) referente ao albedo de superfície (α) são mostrados na Tabela 2. Por estarem no mesmo período do ano, período seco na região, os dados estatísticos foram estritamente semelhantes.

Tabela 2. Valores estatísticos para albedo de superfície na cidade de Patos - PB.

Data	Albedo da superfície (α)				
	Mínimo	Máximo	Média	DP	CV (%)
08/10/2019	0.05	0.45	0.22	0.05	44.60
10/10/2020	0.04	0.45	0.22	0.05	43.95
13/10/2021	0.03	0.45	0.23	0.05	43.95

O SAVI (Figura 3) apresentou variação espacial e temporal com valores na faixa de -0,30 a 0,67. Valores do SAVI mais próximos de +1 indica presença de vegetação com alta densidade enquanto que valores próximos a -1 indica presença de água (BEZERRA et al., 2020).

É visível valores elevados de SAVI próximo ao rio que corta a cidade no sentido norte-sul, pois a vegetação é favorecida pela presença constante de água para seu desenvolvimento. Ou seja, o vigor das plantas é potencializado e reflete em altos valores de SAVI. Alguns corpos d'água foram destacados pela coloração laranja mais intenso assim como foi destacado pelo albedo da superfície.

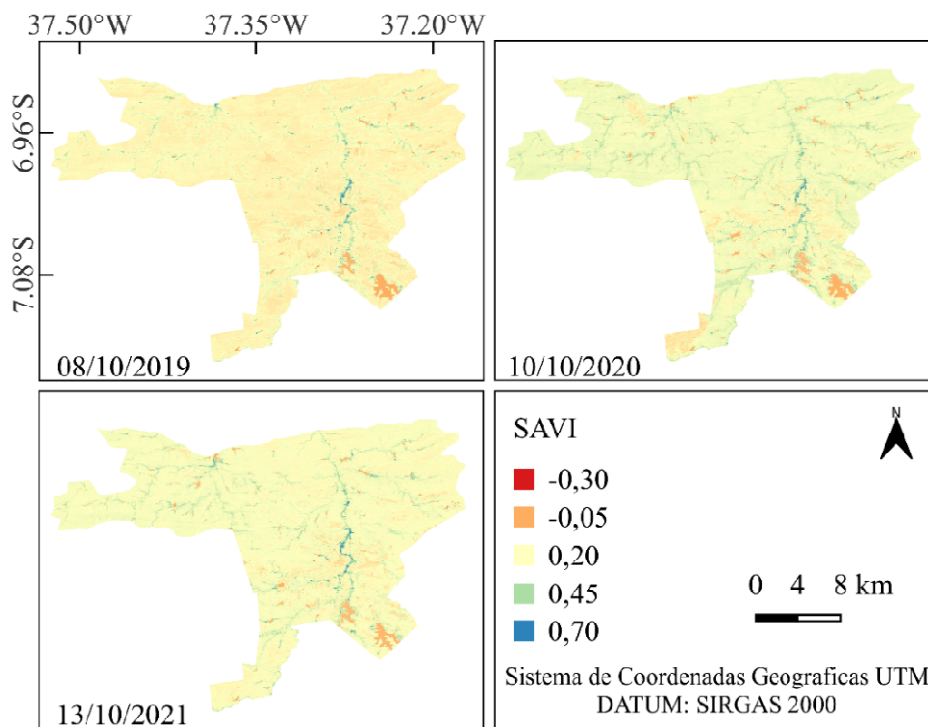


Figura 3. Índice de vegetação ajustado ao solo (SAVI) para a cidade de Patos - PB referentes aos anos 2019, 2020 e 2021.

A Tabela 3 mostra alguns parâmetros estatísticos do SAVI no período estudado. Variabilidade dos dados (CV) foram iguais para os anos avaliados e semelhantes ao albedo de superfície (α).

A média para o ano 2019 foi menor em relação aos outros anos, confirmado pelo mapa na Figura 4 e acompanhado pela média da temperatura no momento da captura da imagem da superfície da cidade de patos.

Tabela 3. Valores estatísticos para o SAVI na cidade de Patos - PB.

Data	SAVI				
	Mínimo	Máximo	Média	DP	CV (%)
08/10/2019	-0.30	0.67	0.17	0.04	43.95
10/10/2020	-0.10	0.69	0.23	0.06	43.95
13/10/2021	-0.09	0.69	0.21	0.05	43.95

A temperatura da superfície ($^{\circ}\text{C}$) para o período estudado é mostrado na figura 4. Houve distribuição temporal e espacial dos valores destacando bem os corpos d'água e região com vegetação densa. Por estar em período seco o momento da geração das imagens, a temperatura foi elevada com média de 31,01, 31,07 e 33,81 para os anos 2019, 2020 e 2021, respectivamente (Tabela 4).

Segundo Lins et al. (2017) é esperado que a temperatura em regiões de solo exposto e área urbana sejam maiores que outras áreas. No presente trabalho os solos expostos apresentaram maiores temperatura em relação a área urbana, grande presença de corpos d'água no entorno da área urbana pode favorecer na criação de microclima.

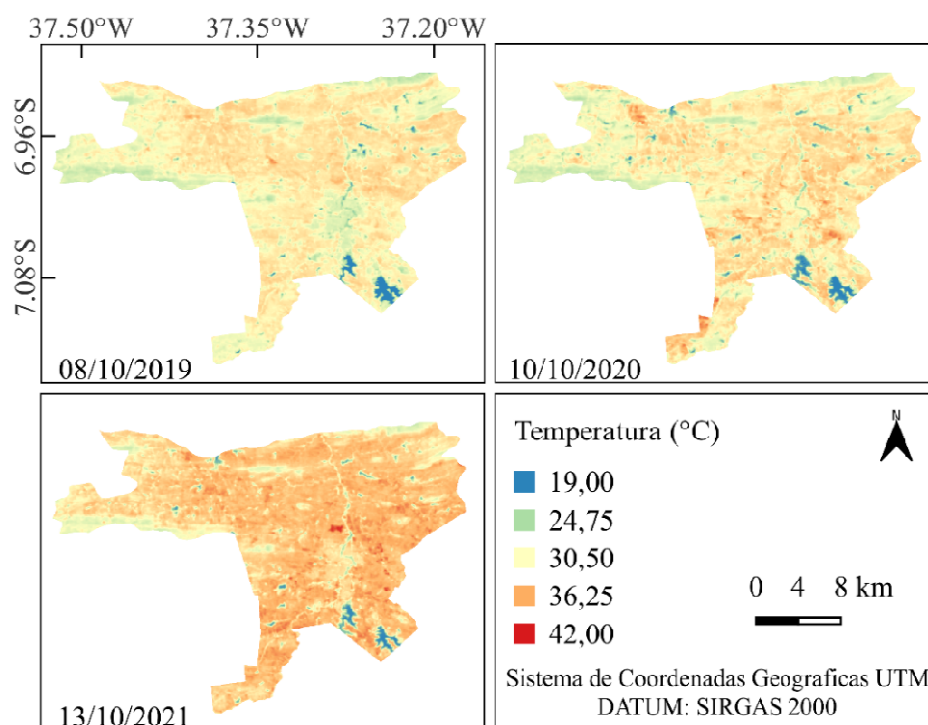


Figura 4. Temperatura da superfície na cidade de Patos - PB para os anos 2019, 2020 e 2021.

A variabilidade dos dados (CV) de temperatura foi semelhante para os períodos estudados (Tabela 4). O período seco no semiárido é caracterizado por apresentar elevada temperatura e baixo volume de precipitação.

Tabela 4. Valores estatísticos para a temperatura da superfície.

Data	Temperatura da superfície (°C)				
	Mínimo	Máximo	Média	DP	CV (%)
08/10/2019	16.63	37.68	31.01	2.15	44.59
10/10/2020	18.52	37.98	31.07	2.46	43.95
13/10/2021	19.08	41.27	33.81	2.43	44.58

CONCLUSÕES

Em conjunto com o mapa de uso e cobertura do solo, o albedo da superfície e o índice de área foliar (SAVI) podem indicar diversas problemáticas na área de estudo e levantar algumas conclusões acerca do estado da vegetação.

O albedo da superfície é um importante indicador de mudanças ocorridas na vegetação, já que interage de forma eficiente com as alterações no estado da vegetação.

O SAVI ao minimizar os efeitos do solo permite avaliar a dinâmica da vegetação na cidade de Patos – PB apresentando resultados satisfatórios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEZERRA, A.C.; SILVA, J.L.B.; SILVA, D. A.O.; BATISTA, P.H.D.; PINHEIRO, L.C.; LOPES, P.M.O.; MOURA, G.B.A. Monitoramento Espaço-Temporal da Detecção de Mudanças em Vegetação de Caatinga por Sensoriamento Remoto no Semiárido Brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.13, n.01 p. 286-301. 2020.
- CAETANO, R.; BASTOS SILVA, T.; CASTRO, D.R. DE; BENFICA, N. S. Uso de índices espectrais na caracterização da cobertura vegetal em região de Caatinga do Semiárido Baiano. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 8, n. 2, p. 28-43, 2022

GOMES, L.C.F.; SANTOS, C.A.C.; ALMEIDA, H.A. Balanço de Energia à Superfície para a Cidade de Patos-PB Usando Técnicas de Sensoriamento Remoto. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 06, N. p. 015-028. 2013.

IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 13 dez. 2022.

JÚNIOR, J. J. F.; DANTAS, M. J. F. Análise do albedo da superfície e índices de vegetação por sensoriamento remoto na bacia hidrográfica do rio Pacoti/CE. **Revista Tecnologia**, 39(2), p. 1–18. 2018.

LEITE, A. P.; SANTOS, G. R.; SANTOS, J. É. O. Análise Temporal dos Índices de Vegetação NDVI e SAVI na Estação Experimental de Itatinga utilizando Imagens LANDSAT 8. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 6, p. 606-623. 2017.

LINS, F.A.C.; SANTOS ARAÚJO, D.C.; SILVA, J.L.B.; LOPES, P.M.O.; OLIVEIRA, J.D.A.; SILVA A.T.C.S.G. Estimativa de parâmetros biofísicos e evapotranspiração real no semiárido pernambucano utilizando sensoriamento remoto. **IRRIGA**. v. 1, p. 64-75. 2017

MAIA, A.R.S.; LOPES, F.B.; ANDRADE, E.M. Influence of Climatic Seasonality on a Survey of Land Use and Cover in the Semi-arid Region. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, 311-325 p. 2018.

MapBiomias. Disponível em: <<https://mapbiomas.org/>>. Acesso em: 13 dez. 2022.

MEDEIROS, R. L. B. DE; SOUSA, G. DE M.; FIGUEIREDO, C. F. V. DE; FORMIGA, A. C. DE S.; OLIVEIRA, F. F. D. DE; OLIVEIRA, P. A. T. DE; NASCIMENTO, R. R. A.; MONTEIRO, A. O.; LEITE, A. C. N. Resposta espectral do comportamento do NDVI e NDWI diante de diferentes intensidades pluviométricas na cidade de Patos – PB. **Research Society and Development**. v. 11, p. 1-14. 2022

MENEZES, H. E. A.; MEDEIROS, R. M. DE; SANTOS, J. L. G.; LIMA, T. S. Variabilidade climática para o município de Patos, Paraíba, Brasil. **Revista Verde**, v. 10, n.3, p 37 – 41. 2015.

OLIVEIRA, L. M. M.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; ANTONINO, A. C. D.; SILVA, B. B. DA; MACHADO, C. C. C.; GALVÍNCIO, J. D. Análise quantitativa de parâmetros biofísicos de bacia hidrográfica, obtidos por sensoriamento remoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, p.1209-1217, 2012.

OLIVEIRA, T.; MACHADO, C.; SILVA, J.; GALVÍNCIO, J.; PIMENTEL, R.; SILVA, B. Índice de umidade (NDWI) e análise espaço-temporal do albedo da superfície da bacia

hidrográfica do rio Moxotó-PE. **Revista brasileira de geografia física**, v. 3, n. 2, p. 55-69. 2010.

SANTOS, F. DE A.; DOS OLIVEIRA, W. A. S. Aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para Avaliação da Cobertura Vegetal do Entorno do Açude Caldeirão, em Piripiri (PI), Brasil. **Revista Equador**, v. 4, v. 114-127. 2015.

SILVA, B. B. D.; BRAGA, A. C.; BRAGA, C. C.; DE OLIVEIRA, L. M.; MONTENEGRO, S. M.; BARBOSA JUNIOR, B. Procedures for calculation of the albedo with OLI-Landsat 8 images: Application to the Brazilian semi-arid. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande – PB, v. 20, n. 1, p. 3-8, 2016.

SILVA, T. J. R. D.; LEITE, J. C. A.; CAVALCANTI, A. K. G.; DANTAS, J. S.; SOUSA, F. Q. DE; NASCIMENTO, M. B. DO; MEDEIROS, J. L. DA S.; ROCHA NETO, O.; CAMPOS, G. M.; SANTOS, L. C. DE A. Análise da Susceptibilidade à Erosão Hídrica em uma Bacia Hidrográfica do Semiárido Brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 3, p. 1481-1495. 2021.