

Análise multitemporal de parâmetros biofísicos do município de Garanhuns (Pernambuco) com uso de geotecnologias

Fernando Jeferson de Macêdo Nascimento^{1*}, Rebeca Naomi Marques Cavalcante², Jocimar Coutinho Rodrigues Junior³, José Roberto Lopes da Silva⁴, Juliana Chagas Rodrigues⁵

¹Bacharelado em Engenharia Hídrica, Universidade Federal Rural de Pernambuco. (*Autor correspondente: fernando.jeferson1979@gmail.com)

²Bacharelado em Engenharia Hídrica, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil.

³Doutorado em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil.

⁴Doutor em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil.

⁵Doutora em Engenharia de Sistemas Agrícolas, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil.

Histórico do Artigo: Submetido em: 10/11/2023 – Revisado em: 20/12/2024 – Aceito em: 14/02/2024

RESUMO

O estudo com técnicas de sensoriamento remoto e índices espectrais é essencial para averiguar alterações nos atributos ambientais. Nesse contexto, o objetivo deste estudo consiste em aplicar os índices NDVI e NDWI no município de Garanhuns, no Agreste pernambucano, considerando os anos de 2015 e 2020, para verificar as alterações multitemporais nos parâmetros biofísicos da área. Para essa análise, foram utilizadas imagens obtidas por meio do satélite Landsat 8, sensor OLI e, com processamentos no software QGIS 3.30.2, foram obtidos o NDVI e NDWI. Os resultados indicaram mudanças perceptíveis no NDVI entre os anos de 2015 e 2020, sendo observadas alterações pontuais que indicaram maior presença de solo exposto em 2020. Quanto ao NDWI, não foram indicadas variações relevantes na presença de água, havendo apenas áreas pontuais que se mantêm entre 2015 e 2020. Assim, é perceptível a necessidade de aplicação de políticas que visam a conservação ambiental local.

Palavras-Chaves: Garanhuns, NDWI, NDVI.

Multitemporal analysis of biophysical parameters of the municipality of Garanhuns (Brazil), using Geotechnologies

ABSTRACT

The study of remote sensing techniques and spectral indices is essential to ascertain changes in environmental attributes. In this context, the aim of this study is to apply the NDVI and NDWI indices in the municipality of Garanhuns, in the Agreste region of Pernambuco, considering the years 2015 and 2020, to verify the multi-temporal changes in the biophysical parameters of the area. For this analysis, images obtained using the Landsat 8 satellite, OLI sensor, were used and, with processing in the QGIS 3.30.2 software, NDVI and NDWI were obtained. The results showed noticeable changes in NDVI between 2015 and 2020, with specific changes indicating a greater presence of exposed soil in 2020. About the NDWI, there were no significant variations in the presence of water, with only specific areas remaining the same between 2015 and 2020. Thus, there is a clear need to implement policies aimed at local environmental conservation.

Keywords: Garanhuns, NDWI, NDVI.

Nascimento, F. J. M., Cavalcante, R. N. M., Rodrigues Junior, J. C., da Silva, J. R. L., Rodrigues, J. C. (2024). Análise multitemporal de parâmetros biofísicos do município de Garanhuns (Pernambuco) com uso de geotecnologias. *Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto*, v.5, n.1, p.140-147.



Direitos do Autor. A Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto utiliza a licença *Creative Commons* - CC BY 4.0.

1. Introdução

O uso do sensoriamento remoto tem desempenhado papel essencial na vigilância ambiental de bacias hidrográficas, permitindo análises espaciais e temporais de vários parâmetros biofísicos. Estes são elementos fundamentais para a compreensão e monitoramento do ambiente, sendo amplamente utilizados em diversas áreas, como agricultura, ecologia, geografia e planejamento ambiental Galo (2000). Os parâmetros fornecem informações valiosas sobre as propriedades físicas e biológicas dos objetos e processos detectados por meio de imagens ou dados coletados por sensores remotos. As análises desses parâmetros possibilitam a avaliação dos impactos e das degradações resultantes do uso e ocupação do solo no ambiente Ribeiro et al. (2015).

O sensoriamento remoto é amplamente utilizado em muitos campos, como geologia, agricultura, cartografia, monitoramento ambiental, previsão do tempo, pesquisa climática e gerenciamento de recursos naturais. Imagens e dados coletados remotamente podem ser usados para analisar e monitorar mudanças na superfície da Terra, identificar padrões e tendências, avaliar a saúde das plantações, mapear a distribuição de recursos naturais, monitorar desastres naturais e conduzir pesquisas científicas. A tecnologia de sensoriamento remoto se beneficiou do desenvolvimento de satélites mais avançados com maior capacidade de coleta de dados e resolução espacial. Além disso, técnicas de processamento de imagem e análise de dados foram aprimoradas para extrair informações úteis de imagens capturadas por sensores. Assim, o sensoriamento remoto desempenha papel vital na compreensão e monitoramento do nosso planeta, ajudando a tomar decisões em muitos campos Novo et al. (2005).

A partir da aplicação de técnicas de Sensoriamento Remoto em conjunto com Sistemas de Informações Geográficas (SIG) podem ser realizadas estimativas dos parâmetros biofísicos de diferentes tipos de uso do solo em grandes áreas Silva et al. (2014). Na obtenção de dados climatológicos, a utilização de imagens orbitais possibilita a análise abrangente de extensas áreas da superfície terrestre, em contraste com a coleta de dados pontuais fornecidos por estações climatológicas. Esse fato é relevante, especialmente, em regiões com escassez de informações climatológicas, como a região semiárida do Nordeste do Brasil Silva et al. (2014).

Um dos principais parâmetros biofísicos utilizados consiste no Índice de Vegetação, denominado como NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), que permite avaliar a quantidade e a saúde da vegetação em uma determinada área. O NDVI utiliza faixas espectrais do espectro visível e infravermelho próximo, e analisa a absorção e a reflexão da luz para determinar o vigor vegetativo e identificar possíveis áreas de estresse Gu et al. (2007).

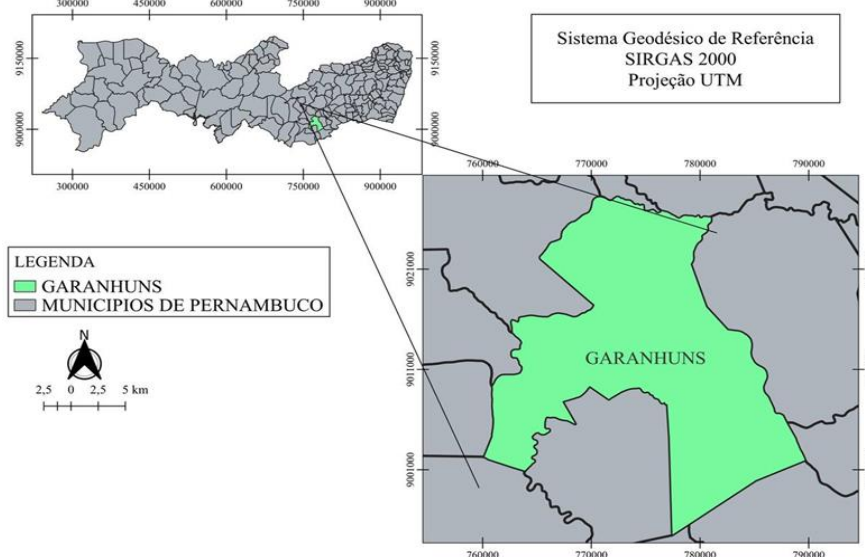
Outro parâmetro relevante é o Índice de Água, denominado de NDWI (Índice de Água por Diferença Normalizada), que fornece informações sobre a presença e a distribuição da água. O NDWI analisa as faixas do espectro do infravermelho próximo e médio, e permite identificar corpos d'água, avaliar a umidade do solo e monitorar mudanças nos recursos hídricos Gu et al. (2007).

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo analisar a dinâmica multitemporal de parâmetros ambientais, como a água e a vegetação, no município de Garanhuns, no agreste do estado de Pernambuco. Com isso, permite-se identificar alterações nos parâmetros biofísicos da área, indicando a evolução da área vegetacional e área alagada.

2. Material e Métodos

O estudo foi realizado no município de Garanhuns, localizada no estado de Pernambuco, Brasil (Figura 1). A cidade possui diversos recursos hídricos que desempenham papel essencial no abastecimento de água e na manutenção dos ecossistemas locais. Garanhuns é privilegiada por sua localização geográfica, situada na região do Planalto da Borborema, que favorece a ocorrência de nascentes e rios que abastecem a região.

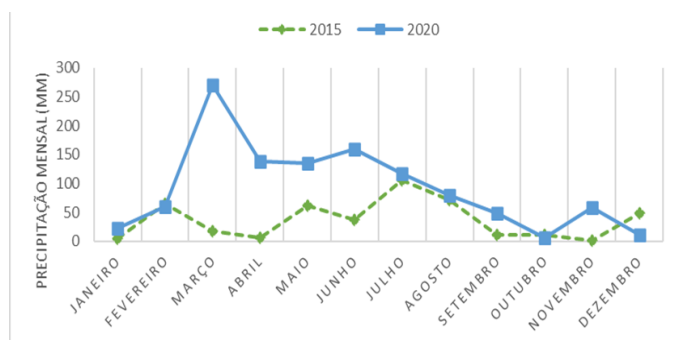
Figura 1: Localização da Garanhuns no estado de Pernambuco.



No município de Garanhuns encontram-se as nascentes do rio Mundaú. Este rio possui 69 km de extensão. No território pernambucano, os principais afluentes do rio Mundaú são o riacho Conceição, riacho Salgado, rio Correntes e rio Mundauzinho, que se juntam a ele pela margem direita. Pela margem esquerda, destaca-se o rio Canhoto, o mais significativo tributário do rio Mundaú, cuja principal fonte é o rio Inhaúma, responsável pela drenagem de todo o município de Palmeirinha. Atravessando, aproximadamente, 70 km de extensão, o rio Canhoto corta diversas cidades pernambucanas, como Capoeiras, Jucati, Jupi, Calçado, Lajedo, Jurema, Canhotinho, Angelim, São João, Garanhuns e Caetés, ao mesmo tempo em que serve como divisor entre elas Apac (2023).

A bacia hidrográfica do rio Mundaú abrange áreas nos estados de Pernambuco e Alagoas. No território pernambucano, ela é delimitada pelas coordenadas de latitude sul 08° 41' 34" a 09° 14' 00" e longitude oeste 36° 03' 36" a 36° 37' 27". Além disso, a bacia do rio Mundaú faz limite com a bacia do rio Una, o estado de Alagoas e o grupo de bacias de pequenos rios interiores 1 (GI1), evidenciando sua importância geográfica e hidrográfica na região Apac (2023). A Figura 2 apresenta a variação da quantidade de chuva mensal entre os anos de 2015 e 2020 no município de Garanhuns para caracterização do período de estiagem.

Figura 2: Comportamento pluviométrico dos anos 2015 e 2020.



Fonte: AGRITEMPO (2023).

As imagens empregadas para a obtenção do NDVI e NDWI foram adquiridas no período de 14 de novembro de 2015 a 10 de outubro de 2020, conforme disponibilidade de dados no catálogo da Divisão de Geração de Imagens (DIDGI), órgão da Coordenação-Geral de Observação da Terra (CGOBT) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Essas imagens foram capturadas pelo satélite Land Remote Sensing Satellite 8 (Landsat 8), sensor OLI, o qual possui várias bandas espectrais para coleta de dados nas faixas do espectro visível, infravermelho próximo e infravermelho de ondas curtas, além de uma banda pancromática. É importante ressaltar que as imagens do satélite mencionado possuem diferentes escalas, variando entre 15 m, 30 m e 100 m, dependendo das bandas utilizadas.

O processamento foi realizado no software QGIS 3.30.2, a fim de extrair informações relacionadas aos índices espectrais ao longo do tempo selecionado. Inicialmente, foi modelado o NDVI, possibilitando a avaliação da área de vegetação verde de Garanhuns. O NDVI foi obtido conforme equação proposta por Rouse et al. (1974) (Equação 1). O NDWI foi obtido de acordo com equação proposta por Gao (1996) (Equação 2).

$$NDVI = \frac{(pNIR - pR)}{(pNIR + pR)} \quad (1)$$

Onde:

ρ NIR: refletância da banda do infravermelho próximo;

ρ R: refletância banda do vermelho.

$$NDWI = \frac{(pVis - pNIR)}{(pVis + pNIR)} \quad (2)$$

Onde:

ρ NIR: refletância da banda do infravermelho próximo;

ρ VIS: refletância banda do visível

Os resultados dos cálculos dos índices espectrais fornecem valores que variam de -1 a 1. No caso do NDVI, valores próximos a 1 indicam maior presença de vegetação saudável na área, refletindo uma resposta espectral mais forte das plantas. Valores abaixo de 0 indicam a presença de água, identificando corpos hídricos. No caso do NDWI, valores acima de 0 indicam a presença de água, enquanto valores próximos a -1 indicam a presença de vegetação com variações em seu vigor vegetativo.

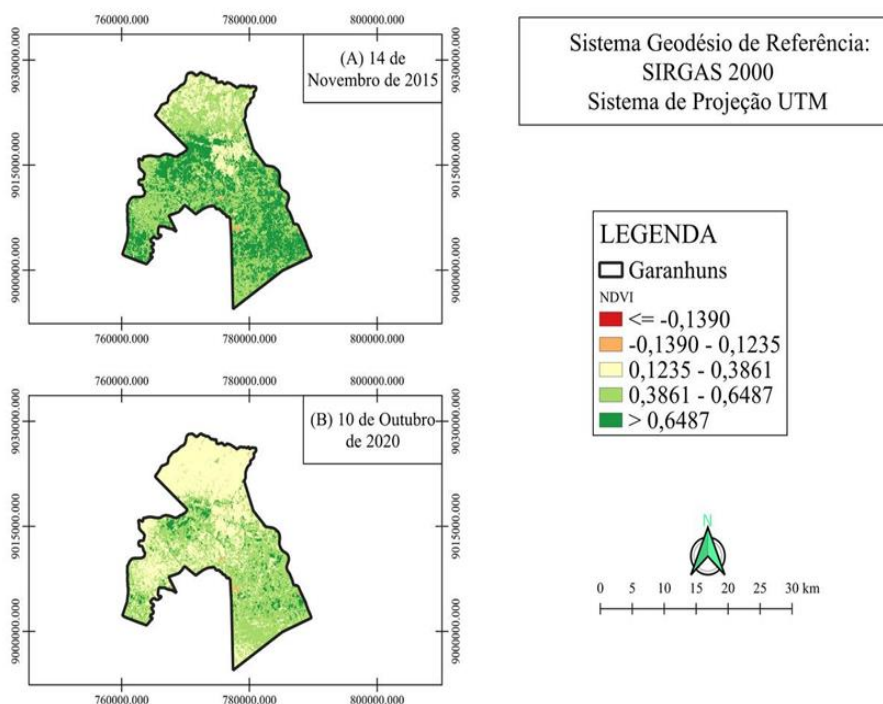
3. Resultados e Discussão

Por meio da aquisição das imagens provenientes do satélite Landsat 8, correspondentes às datas de 14 de novembro de 2015 e 10 de outubro de 2020, foram obtidos o Índice de Água Normalizado (NDWI) e o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). Em relação a caracterização pluviométrica no município de Garanhuns, foram encontrados valores de 1,80 e 6,80 mm, referentes aos meses de novembro de 2015 e de outubro de 2020, respectivamente, caracterizando períodos de estiagem (Figura 2).

No entanto, ao analisar as imagens das referidas datas, não foram registradas ocorrências de precipitação no município de Garanhuns. Deste modo, a ausência de chuva não influenciou a obtenção das imagens capturadas pelo satélite Landsat 8, estas foram submetidas a processamento no software QGIS 3.30.2 para obtenção do NDVI.

Os resultados referentes ao NDVI foram obtidos e processados, conforme demonstrado na Figura 3. Com base nas análises realizadas, foi possível constatar que em 10 de outubro de 2020 ocorreu um aumento nas áreas com valores de NDVI acima de 0,3861 (representadas em tons de verde claro) dentro do município de Garanhuns. Isso indica que a vegetação estava em condição relativamente mais saudável em comparação com o período de 2015.

Figura 3: NDVI para o município de Garanhuns.



Além disso, o mapeamento realizado revela que, devido à presença de extensas áreas com valores de NDVI entre 0,1235 e 0,3861 (representadas em amarelo), especialmente em 2020, houve um aumento significativo de solo exposto ou vegetação com baixo vigor (Figura 3). Portanto, em razão da maior presença de solo exposto, houve uma redução na saúde da vegetação, em razão da redução das áreas com maior saudibilidade (acima de 0,6487) em 2020.

As áreas com vegetação de maior porte, em ótimo estado de saúde e com uma resposta espectral mais intensa, correspondem às regiões com valores de NDVI acima de 0,6487 (representadas em tons mais intensos de verde) no município de Garanhuns. Nesse aspecto, foram identificadas mudanças significativas entre 2015 e 2020. Predominantemente, em 2015 são notadas áreas com NDVI acima de 0,6487 (representadas em verde escuro).

Ademais, não foram observadas grandes alterações nas áreas com presença de água, representadas em valores de NDVI abaixo de 0 (representadas em tons de vermelho).

Possivelmente, essas áreas alagadas correspondem a reservatórios utilizados para fins agrícolas ou de abastecimento público. Portanto, as áreas alagadas podem indicar a presença dessas áreas de irrigação que servem à agricultura local, utilização que permaneceu de 2015 para 2020.

Os valores máximos e mínimos de NDVI estão apresentados na Tabela 1. Observou-se que em 10 de outubro de 2020, tanto o valor máximo quanto o mínimo foram inferiores aos de 2015. No ano de 2015 os valores de NDVI variaram de 0,9112494 a -0,2596863 e, em 2020 houve variação de 0,8871766 a -0,4016072.

Tabela 1: Valores descritivos para o NDVI, para Garanhuns.

Data	Máximo	Mínimo
14/11/2015	0,9112494	- 0,2596863
10/10/2020	0,8871766	- 0,4016072

Em relação à análise de NDWI, a Figura 4 apresenta o mapeamento resultante do processamento realizado no software QGIS 3.30.2. Assim como observado para o NDVI, não foram identificadas mudanças abruptas no comportamento espectral relacionado à presença de água para os anos de 2015 e 2020.

Conforme ilustrado na Figura 4, não foram observadas alterações significativas, que indicam aumento de áreas com valores de NDWI acima de 0 (representadas em tons de azul), representando a presença de corpos hídricos. Foi possível notar uma constância dessas áreas alagadas entre 2015 e 2020, em áreas pontuais do município. Essa constatação corrobora com os dados obtidos pelo NDVI, que também indicou essa mesma dinâmica para áreas alagadas.

Os valores máximo e mínimo do NDWI em 2015 e 2020, foram apresentados na Tabela 1. Os valores de NDWI obtidos em 2020 foram relativamente menores em comparação com 2015. Para 2015 foram obtidos valores que variam entre 0,4303479 e -0,8687028 e, para 2020 valores que variam entre 0,1788947 e -0,998997.

Assim, o mapeamento e os resultados do NDWI demonstraram grandes extensões de áreas com valores próximos de zero. Essa constatação evidencia a existência de numerosas localidades com solo desprotegido, acarretando possíveis impactos ambientais na vegetação e nos recursos hídricos. Dessa forma, confirma-se também as conclusões obtidas a partir do cálculo do NDVI, que igualmente indicaram a existência de vastas áreas com solo desprotegido.

Figura 4: NDWI para o município de Garanhuns.

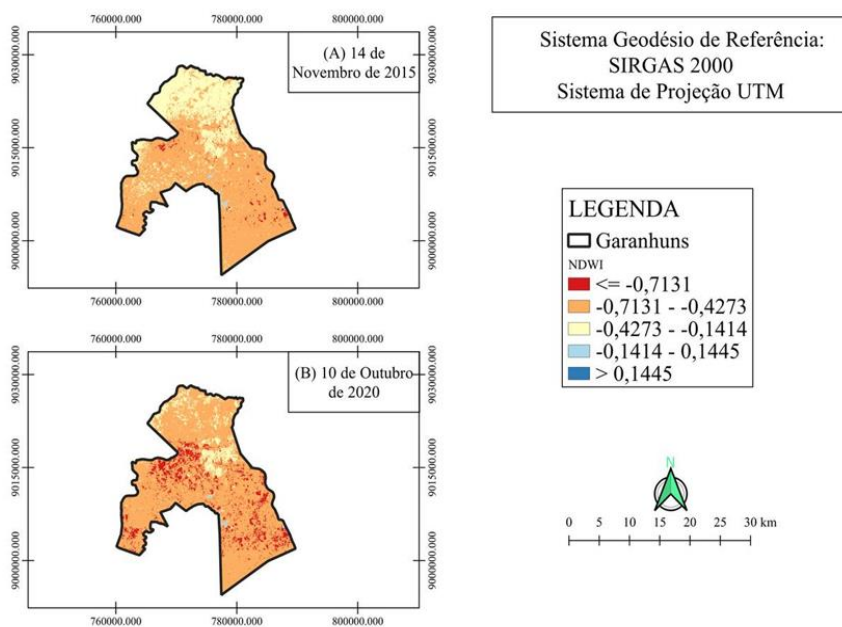


Tabela 2: Valores descritivos para o NDWI, para Garanhuns.

Ano	Máximo	Mínimo
14/11/2015	0,4303479	- 0,8687028
10/10/2020	0,1788947	-0,998997

Ao analisar as informações obtidas, fica evidente a relevância de pesquisas voltadas para geotecnologias e monitoramento de parâmetros biofísicos. Em estudo realizado na Grupo de Bacias de Pequenos Rios Interiores 6 (GI-6) por Rodrigues Júnior et al. (2022) com imagens dos anos de 2015 e 2020, também foram obtidos dados similares aos resultados do município de Garanhuns, em que se constatou uma redução na resposta espectral da vegetação.

Portanto, esse comportamento de modificações na presença da vegetação consiste em uma problemática que pode acarretar impactos ambientais. Assim, os estudos com sensoriamento remoto são fundamentais para investigar a disponibilidade de recursos naturais, especialmente no âmbito da preservação e recuperação desses recursos.

4. Conclusão

Com base nos resultados obtidos, foram investigadas as alterações ocorridas nos índices NDWI e NDVI, entre 14/11/2015 e 10/10/2020 para o município de Garanhuns. Em relação ao NDVI, observou-se que em 2020 houve uma diminuição significativa na presença de áreas com possíveis vegetações arbustivas ou rasteiras, evidenciando respostas espectrais menores para a vegetação no ano em questão. Quanto ao NDWI, foram obtidos dados que indicam valores similares em 2015 e 2020. As áreas alagadas apresentaram uma constância, possivelmente correspondendo a presença de locais de armazenamento de água.

Além disso, os índices utilizados revelaram grande presença de áreas com possível exposição do solo, especialmente, em 2020, sem resposta espectral da vegetação ou com presença de vegetação não saudável. Diante desse cenário, é crucial compreender os parâmetros biofísicos do município de Garanhuns, uma vez que isso é essencial para a implementação de medidas de contenção e controle de impactos ambientais. Além disso, estudos como este favorecem a seleção de estratégias de planejamento e de uso adequado de recursos hídricos na região.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem à Unidade Acadêmica de Belo Jardim (UABJ) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) por conceder o Laboratório de Informática para processamento das imagens.

6. Referências

Agritempo – Sistema de Monitoramento Agrometeorológico. **Monitoramento - Pernambuco**". Embrapa, 2023. Disponível em: <<https://www.agritempo.gov.br/>>. Acesso em: 23 mai. 2023.

Apac – Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Bacias hidrográficas - rio Mundaú**". Governo de Pernambuco, 2023. Disponível em: <<https://www.apac.pe.gov.br/>>. Acesso em: 23 mai. 2023.

Galo, M. L. B. T. **Aplicação de redes neurais artificiais e sensoriamento remoto na caracterização**

- ambiental do Parque Estadual Morro do Diabo.** Tese (Doutorado Ciências da Engenharia Ambiental), Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.
- Gao, B. NDWI - a normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. **Remote Sensing of Environment**, 58, pp. 257 – 266, 1996
- Gu, Y. *et al.* A five-year analysis of MODIS NDVI and NDWI for grassland drought assessment over the central Great Plains of the United States. **Geophysical research letters**, 34 (6), pp. 16, 2007.
- Rodrigues Junior, J. C. *et al.* Parâmetros biofísicos de bacia hidrográfica do submédio São Francisco por técnicas de sensoriamento remoto. *In: XVI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste e 15º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Portuguesa, Anais [...]* [S. l.], p. 1-10, Caruaru, 2022.
- Novo, E. M. L. M. *et al.* Técnicas avançadas de sensoriamento remoto aplicadas ao estudo de mudanças climáticas e ao funcionamento dos ecossistemas amazônicos. **Acta amazônica**, 35 (2), pp. 259 – 272, 2005.
- Ribeiro, E. P. *et al.* Parâmetros biofísicos na detecção de mudanças ambientais na bacia hidrográfica do rio Pajeú. **Revista de Geografia**, 32 (1), pp. 221 – 246, 2015.
- Rouse, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A. **Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation.** NASA/GSFC Type III Final Report, Greenbelt, Canada, May 27; 371, 1974.
- Silva, A. M.; SILVA, R. M.; SILVA, B. B. Estimativa de parâmetros biofísicos em diferentes tipos de uso e ocupação do solo no semiárido paraibano. *In: XXVI Congresso Brasileiro de Cartografia e V Congresso Brasileiro de Geoprocessamento, Anais [...]* Gramado, 2014.