

# DESERTIFICAÇÃO: ANÁLISE MULTITEMPORAL DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE CORRELACIONADA AO ÍNDICE TOPOGRÁFICO DE UMIDADE, NO POLO DE DESERTIFICAÇÃO DE JEREMOABO-BA

Lucas Amorim Fernandes, Elane Fiúza Borges, Udmilla Moura Contes Fortunato

Universidade Estadual de Feira de Santana, Av. Transnordestina, CEP 44036-900, S/N, Novo Horizonte, Feira de Santana-BA, {lucas.amorimfernandes; elaneborges; udfortunato}@gmail.com

## RESUMO

O processo de desertificação é considerado um dos mais severos do planeta devido aos sérios problemas ecológicos e ambientais desencadeados por esse fenômeno. O objetivo desse trabalho consistiu em correlacionar o Índice Topográfico de Umidade (TWI) com a Temperatura de Superfície (TST) no Polo de Jeremoabo-BA. Os dados de TST foram obtidos por meio do Sensor MODIS (produto MOD11A2) num período de 17 anos (2000-2016), os quais foram correlacionados com o TWI. No Polo de Jeremoabo o TWI apresentou resultados de -4,2 em relevo mais acentuado; 15,9 em relevo menos acentuado, tais dados foram correlacionados com a TST aparente que variaram de 22,1°C a 41,1°C. As variáveis quando correlacionadas apresentaram nenhuma ou fraca correlação. Esperava-se encontrar maior correlação entre as duas variáveis analisadas, sugerindo-se a necessidade de continuidade da pesquisa para compreender melhor como estas interagem e contribuem com o processo de desertificação no Polo de Jeremoabo.

**Palavras-chave** — Desertificação, Temperatura, Umidade, Sensoriamento Remoto, MODIS.

## ABSTRACT

*The desertification process is considered one of the most severe of the planet owing to the serious ecological and environmental problems triggered by this phenomenon. The objective of this work was to correlate the Topographic Moisture Index (TWI) with the Surface Temperature in the Pole of Jeremoabo-BA. The surface temperature data were obtained through the MODIS Sensor (product MOD11A2) over a period of 17 years (2000-2016), which were correlated with the TWI. In the Pole of Jeremoabo the TWI presented results of -4.2 in relief more accentuated and less favorable to the occurrence of saturation; 15.9 in relief with higher index of water saturation, such data were correlated with the apparent TST that varied from 22.1°C to 41.1°C. The variables when correlated showed none or weak correlation. It was expected to find a larger correlation between the two analyzed variables, suggesting the need for continuity of the research to better understand how these interact and*

*contribute to the desertification process in the Pole of Jeremoabo.*

**Keywords** — Desertification, Temperature, Humidity, Remote Sensing, MODIS.

## 1. INTRODUÇÃO

O processo de desertificação é considerado um dos mais severos do planeta devido aos sérios problemas ecológicos e ambientais desencadeados por esse fenômeno. A desertificação é um “processo de degradação das terras em zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultantes de variações climáticas e atividades humanas”, associada à perda de biodiversidade e ao aumento da temperatura de superfície de albedo [1].

Um dos principais fatores que influencia na temperatura é a topografia, devido ao aquecimento diferenciado do sol na superfície. As variações de temperatura, associadas às características topográficas do terreno, também vão influenciar no volume de precipitação [2].

O Índice Topográfico de Umidade (TWI) está relacionado a distribuição das zonas de saturação de água superficial e da água no solo. Dessa forma, com base no MDT, O TWI estima balanços entre o acúmulo de água e a capacidade de drenagem em escala local [3].

A pesquisa foi realizada no Polo de Desertificação de Jeremoabo (BA), cujo objetivo consistiu em correlacionar dados do Índice Topográfico de Umidade (TWI) com a Temperatura de Superfície correspondente a série temporal de 17 anos (2000-2016).

## 2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Polo de Desertificação de Jeremoabo inclui os municípios de Antas, Canudos, Chorrochó, Coronel João Sá, Glória, Jeremoabo, Macururé, Novo Triunfo, Paulo Afonso, Pedro Alexandre, Rodelas, Santa Brígida e Uauá (Figura 1). Inserido no bioma Caatinga, o clima da região, segundo a caracterização de Koppen, é semiárido predominantemente seco, com temperaturas médias de 27° C e precipitação anual entre 250 a 800 mm, distribuídos de forma irregular [4]. Possui duas estações bem distintas ao longo do ano: chuvosa de 3 a 5 meses, com chuvas irregulares e de curta duração; e

estação seca de 7 a 9 meses, praticamente sem ocorrência de chuvas, elevados índices de evapotranspiração potencial, tendo déficit hídrico em quase todos os meses do ano. Tais características tornam frágeis os ecossistemas da área de estudo, o que pode acarretar a desertificação [5].

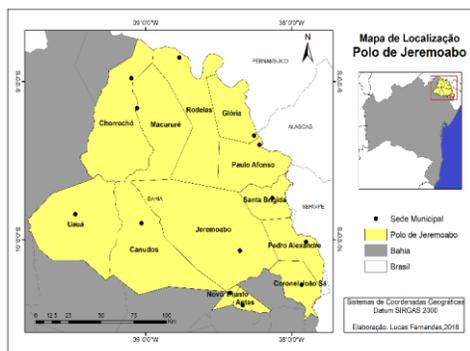


Figura 1. Mapa de localização do Polo de Jeremoabo-BA.

No Polo de Jeremoabo predomina o Neossolo Quartzarênico, esse solo apresenta características marcantes como por exemplo, o baixo teor de nutrientes, elevada acidez e predominância de argilas de baixa atividade (baixa capacidade de troca catiônica), susceptível a ocorrência de erosões, apresentando fragilidade ambiental devido ao processo da desertificação.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento desse trabalho foram utilizados os seguintes materiais: Modelo Digital de Terreno (MDT) de 30 metros, disponibilizado pelo TOPODATA [6]; Dados do sensor MODIS do produto MOD11A2; Os Softwares ARCGIS 10.3, QGIS 3.0 Girona e SAGA GIS 2.3.

Foram utilizados dados com série temporal de 17 anos (2000-2016) das variáveis Temperatura de Superfície do Polo de Jeremoabo, com resolução espacial de 1km; e, Índice Topográfico de Umidade do Polo de Jeremoabo, com resolução espacial de 30 m.

Inicialmente foi realizada a revisão bibliográfica relacionada aos temas estudados: Desertificação, Temperatura de Superfície (TST), MDT, Índice Topográfico de Umidade (TWI), Sensoriamento Remoto e Sensor MODIS.

O TWI foi gerado a partir da variável declividade nos softwares QGIS 3.0, Girona e SAGA GIS 2.3 por meio da ferramenta *Saga Wetness Index*. A TST do Polo de Jeremoabo foi estimada por meio de imagens termais, disponibilizadas pelo sensor MODIS (resolução temporal de 1-2 dias) a partir do produto MOD11A2, o qual utiliza o algoritmo *Land Surface Temperature (LST)* para realizar cálculos de TST, fornecendo dados georreferenciados e corrigidos a partir dos quais se obtiveram mapas de temperatura de superfície com resolução espacial de 1km para uma série temporal de 17 anos (2000-2016) para o Polo

de Jeremoabo. Foram distribuídos 500 pontos pelo método *Random*, a partir desses foram extraídos os valores de temperatura e TWI utilizando a ferramenta *Extract Values To Points* no software ARCGIS 10.3.

Foi realizada a correlação entre o TWI e a TST referentes ao período de 2000 a 2016, gerando-se gráficos de correlação.

Realizou-se uma análise de correlação entre a TWI e TST. O coeficiente de correlação que variar de  $r=0,10$  a  $0,39$  é considerado correlação fraca; de  $r=0,40$  a  $0,69$  é uma correlação moderada; e, de  $r=0,70$  a  $1$  é considerada forte [7], conforme a tabela 1.

Valor de $p$ (+ ou -)	Interpretação
0	Sem correlação
0.1 a 0.3	Correlação desprezível (fraca)
0.4 a 0.6	Correlação moderada
0.7 a 0.9	Correlação forte
1	Correlação perfeita

Tabela 1: Valores de coeficiente de correlação ( $r$ ).

### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os mapas de temperaturas de superfície (Figura 2), obtidos a partir do produto MOD11A2 do sensor MODIS apresentaram as temperaturas mínimas do período temporal analisado variando entre  $22^{\circ}$  e  $24,4^{\circ}\text{C}$  e as máximas entre  $37^{\circ}$  e  $41,1^{\circ}\text{C}$ .

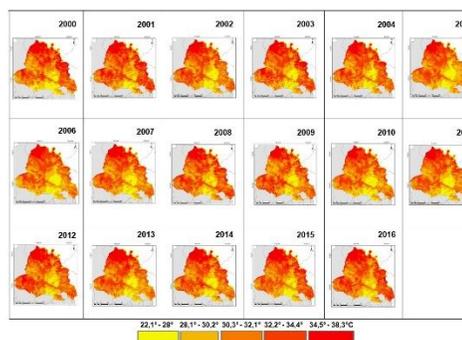


Figura 2. Mapas de Temperatura de Superfície do Polo de Desertificação de Jeremoabo referentes ao período de 2000 a 2016.

Nos mapas de temperatura de superfície as áreas que apresentaram as maiores temperaturas estão ao norte nos municípios de Glória, Macururé e Rodelas; a sudeste nos municípios de Pedro Alexandre e Santa Brígida e, a sudoeste no município de Canudos. Enquanto as menores temperaturas registradas estão localizadas nas áreas centro-sul (Jeremoabo e Antas).

O Índice Topográfico de Umidade é utilizado para a identificação e distribuição espacial das áreas com saturação hídrica, sendo este gerado pela relação entre a declividade do

terreno local e área da montante. A área de contribuição leva em consideração o escoamento acumulado e a declividade da encosta [8]. Com relação aos dados do TWI (Figura 3) notouse que os mesmos variaram entre -4,2 a 15,9, sendo que nas áreas mais elevadas os valores foram de -4,2 a 9,9 e as áreas cujo relevo alcançava as altitudes mais baixas variaram entre 13,4 a 15,9.

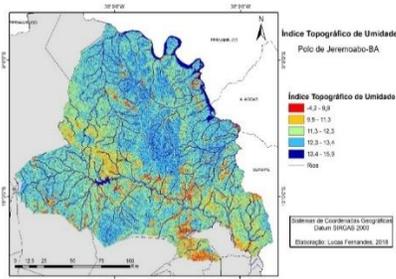


Figura 3. Mapa do Índice Topográfico de Umidade do Polo de Jeremoabo-BA.

Os valores mais baixos registrados no TWI próximos de -4,2 correspondem às áreas do relevo menos propícias a saturação hídrica [9], pois apresentam declividade mais acentuada e áreas de contribuição reduzida, ou seja, o teor de água no solo é baixo, estando essas áreas localizadas no centro-sul, sudeste e sudoeste do Polo de Jeremoabo.

Entretanto, os valores registrados próximos de 15,9 correspondem às áreas cuja contribuição da montante é maior e a declividade do relevo é mais suavizada, proporcionando maior índice de saturação hídrica no solo, seja periódica ou permanente, com elevado teor de água no solo, como por exemplo as bacias dos rios São Francisco (norte) e Vaza-Barris (centro). Os solos ao sofrerem variações de umidade podem desencadear mudanças no balanço de energia em sua superfície, sendo dessa forma a umidade caracterizada como um importante fator de modelagem nos processos hidrológicos [10].

Por meio dos dados de TST extraídos dos pontos randômicos, foram correlacionados os valores do TWI com os mapas de temperatura de superfície gerando gráficos de dispersão de pontos, os quais mostram se houve correlação entre as duas variáveis analisadas.

As variáveis Temperatura de superfície e TWI quando correlacionadas apresentaram o seguinte: não houve correlação para os anos de 2000, 2003, 2006, 2011, 2014 e 2015. Os demais anos, 2001, 2002, 2004, 2005, 2007, 2008, 2009, 2010, 2012, 2013 e 2016 apresentaram fraca correlação entre as variáveis (Figura 4).

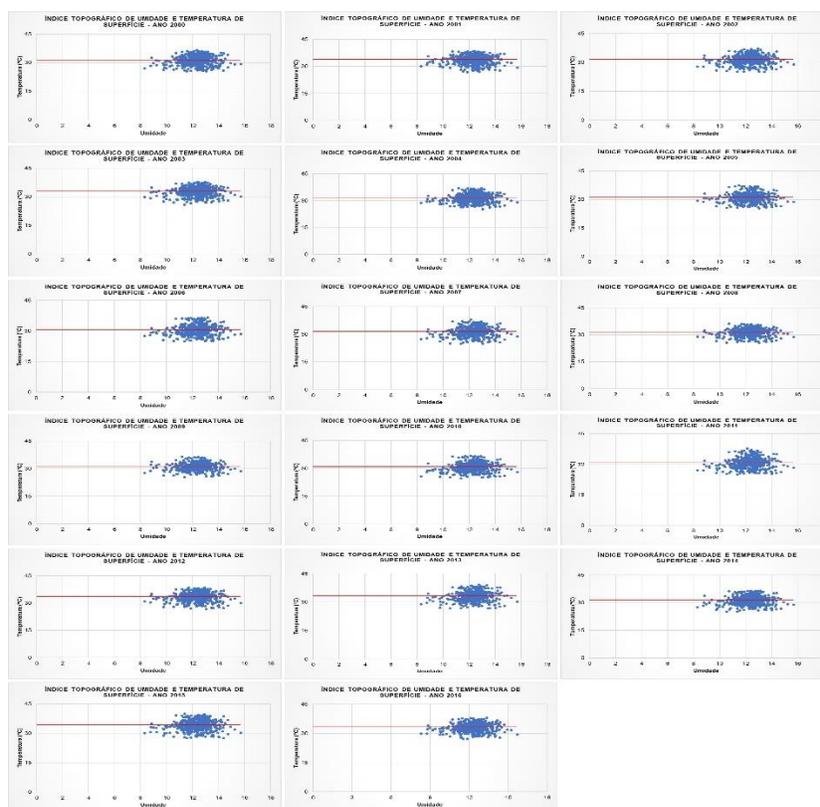


Figura 4: Gráficos de correlação das variáveis TWI e Temperatura de superfície dos anos 2000 a 2016 do Polo de Jeremoabo-BA.

Como demonstram os gráficos de dispersão de pontos, as duas variáveis apresentaram correlação fraca ou nenhuma correlação, pois as variáveis não tiveram uma correlação linear tendo os pontos dos gráficos de dispersão concentrados próximos a linha de tendência (sem nenhuma alteração, ascendente ou descendente), ou seja, os valores das duas variáveis formam um agrupamento de pontos não apresentando variação na inclinação (negativa ou positiva) em suas linhas de tendência, variando sem nenhuma relação entre si.

## 5. CONCLUSÕES

A presente pesquisa apresentou resultados importantes partir dos indicadores ambientais da Desertificação (temperatura e umidade). Esses indicadores são essenciais para o estudo desse fenômeno, pois o índice topográfico de umidade é definido por meio da declividade do relevo e sua área de contribuição, sendo a temperatura estimada entre as trocas e o balanço de energia superficial, devido a interação da radiação solar com a cobertura vegetal.

Ressalva-se que o relevo é um dos principais fatores, o qual influencia também na insolação da superfície, pois suas variações nas elevações e inclinações interferem no sombreamento causados por essas feições, influenciando nas taxas do balanço da umidade e temperatura da superfície.

A correlação das duas variáveis notou-se que as mesmas não apresentaram correlação (0,09) ou apresentaram correlação fraca (0,1), pois seus valores não tiveram uma uniformidade, tendo temperaturas elevadas com baixo e alto índice de umidade, e vice-versa. Os resultados de correlação encontrados não foram os esperados para a pesquisa, pois, possivelmente, as duas variáveis poderiam apresentar moderada ou alta correlação entre si. Tal fato implica na necessidade de avançar na pesquisa, testando novos dados para compreender melhor como se dar a relação entre o TWI e a TST na área de estudo, bem como isso influencia no processo de desertificação.

## REFERÊNCIAS

- [1] CHARRUA, H. C. C. **Desertificação e Reversibilidade dos Problemas de Desertificação**. 2014. 143 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Lisboa, Lisboa, 2014.
- [2] SANTOS, N. B. F. dos. **Distribuições espaciais e temporais de temperaturas de superfície no bioma cerrado: Uma análise integrada a partir de dados orbitais de resolução moderada**. 2010. 102 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.
- [3] HANCOCK, G. R.; Murphy, D.; Evans, K. G., 2010. Hillslope and catchment scale soil organic carbon concentration: An assessment of the role of geomorphology and soil erosion in an undisturbed environment. **Geoderma**, v.155, n.36-45.
- [4] BRITO, A. da G. **Modelagem Preditiva do Processo de Degradação Ambiental do Polo de Desertificação de Jeremoabo – BA**. 2014. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Ambientais, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2014.
- [5] BAHIA, Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. **Balanço hídrico do Estado da Bahia**. Salvador: SEI, 1999.
- [6] VALERIANO, M. M.; ROSSETTI, D. F. Topodata: Brazilian full coverage refinement of SRTM data. **Applied Geography**, v. 32, p. 300-309, 2012.
- [7] DANCEY, C; REIDY, J. **Estatística Sem Matemática para Psicologia: Usando SPSS para Windows**. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- [8] CAPOANE, V. et al. Influência da resolução do modelo digital de elevação na determinação do índice topográfico de umidade e na capacidade de predição dos teores carbono orgânico do solo. **Geo Uerj**, Rio de Janeiro, n. 27, p.144-155, 20 dez. 2015.
- [9] HUNG, M. N. W. B. et al. Comparação entre o índice topográfico e o Tasseled Cap Wetness na estimativa da umidade do solo na bacia hidrográfica do Rio Corredeiras - SC Marcelo Ng Wei Ban Hung. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 17., 2017, Campinas. **Simpósio**. Campinas: Unicamp, 2017. p. 442 - 453.
- [10] LOPES, H. L.; ACCIOLY, L. J. de O.; SILVA, F. H. B. B. da; SOBRAL, M. DO C. M.; ARAÚJO FILHO, J. C. de; CANDEIAS, A. L. B. Espacialização da umidade do solo por meio da temperatura da superfície e índice de vegetação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 9, p. 973-980, jun. 2011.