

## CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DO ESTADO DO MARANHÃO PELO ÍNDICE HÍDRICO DE THORNTHWAITE (1948)

Pedro Antonio Lorençone<sup>1</sup>

João Antonio Lorençone<sup>2</sup>

Lucas Eduardo de Oliveira Aparecido<sup>3</sup>

José Reinaldo da Silva Cabral de Moraes<sup>4</sup>

### Recursos Hídricos e Qualidade da Água

#### *Resumo*

Poucos os trabalhos encontrados na literatura que caracterizam o clima do Maranhão. Portanto o objetivo deste trabalho foi utilizar o índice de umidade de Thornthwaite (1948) para classificar as localidades em relação a seu nível de umidade ou aridez. Foi utilizada uma série histórica entre o período de 1950 – 1990, coletados pelo Brazilian National Institute of Meteorology (INMET), Brazilian National Department of Works Against the Droughts (DNOCS) e Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO/ONU). Foi estimada a evapotranspiração potencial (ETP), pelo método de Thornthwaite (1948) e assim calculado o balanço hídrico, por Thornthwaite e Mather (1955) para todos os municípios do estado. Por fim, os resultados foram especializados pelo método de Krigagem. O Maranhão apresentou sete índices climáticos. O mais predominante no estado foi o úmido (B1, B2, B3 e B4), com 61% de todo o território. A região sul foi classificada como úmida (B1) e sub-úmida (C2), sendo a região com maior produtividade de soja.

Palavras-chave: Índice de Umidade; Índice de Aridez; Balanço Hídrico; Krigagem

<sup>1</sup>Aluno da graduação em agronomia, Instituto Federal de Mato Grosso do Sul – Naviraí, departamento de agrometeorologia, joao.lorencone@estudante.ifms.edu.br

<sup>2</sup> Aluno do Curso de graduação em agronomia, Instituto Federal de Mato Grosso do Sul – Naviraí, departamento de agrometeorologia, pedro.lorencone@estudante.ifms.edu.br

<sup>3</sup> Prof. Dr. Instituto Federal de Mato grosso do Sul – Departamento de agrometeorologia, lucas.aparecido@ifms.edu.br

<sup>4</sup> Aluno do doutorado em produção vegetal, Universidade Estadual Paulista - Jaboticabal, departamento de agrometeorologia, jose.moraes@unesp.br

## INTRODUÇÃO

O Maranhão é o segundo maior estado nordestino, sendo o único que abrange parte da floresta amazônica (IBGE, 2018). Possui alta diversidade em sua hidrografia, apresentando diversos rios, lagos, dunas e manguezais em seu território (VALERDE e MARENGO, 2014), pois se situa em uma faixa de transição entre os biomas do cerrado e amazônia. é possível encontrar na região vegetação de matas dos cocais (leste do estado), floresta amazônica (oeste do estado) e cerrado (sul do estado) (SILVA et al., 2017; MACÊDO et al., 2017).

O balanço hídrico é a contabilidade de entrada e saída de água no solo (SCOTT e BIERDMAN, 2018), determinando assim o armazenamento de água disponível (ARM), o excedente hídrico (EXC) e o déficit hídrico (DEF). Por meio dessa ferramenta, é possível determinar datas de plantio, realizar zoneamentos agrícolas e classificar climaticamente regiões (APARECIDO et al., 2016). Além disso, o BH é base para o índice de umidade de Thornthwaite (1948).

Atualmente, o índice de umidade de Thornthwaite (1948) apresenta diversas aplicações (OLAIZ et al., 2018, TSIROS et al., 2020). Esse índice se baseia no balanço hídrico, caracterizando região em relação a seu nível de aridez e umidade (LEÃO, 2016). É utilizado em diversas áreas, principalmente na agricultura (OLIVARES et al., 2018), pois fornece informações fundamentais para o conhecimento do clima da região, o qual influencia no desenvolvimento agrícola (YANG; ZHENG; MA, 2017). Portanto, objetiva-se com esse trabalho caracterizar as variáveis climáticas do estado do Maranhão.

## METODOLOGIA

Este trabalho foi feito no estado do Maranhão, Nordeste do Brasil, correspondendo a 331.983 km<sup>2</sup> do território brasileiro. O Tipo climático predominante no estado segundo a classificação climática de Köppen (1936) é Aw (Tropical com inverno seco) (ALVARES et al., 2013).

Os dados de precipitação pluvial (P, em mm) e temperatura média do ar (T, em °C),

de 1950 a 1990, foram obtidos pela: Brazilian National Institute of Meteorology (INMET), Brazilian National Department of Works Against the Droughts (DNOCS); and Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO/ONU). Foram coletados dados climáticos de 188 estações meteorológicas superficiais da região estudada

A Evapotranspiração Potencial (ETP) foi calculada utilizando o método Thornthwaite (1948). O balanço hídrico (BH) climatológico normal foi estimado pelo método de Thornthwaite e Mather (1955). Foi utilizado uma capacidade de água disponível (CAD) de 100 mm para todas as localidades, pois é um valor padrão para fins climáticos e de caracterização da disponibilidade hídrica regional (DUARTE e SENTELHAS, 2019). Obtendo dessa forma o Excedente hídrico e o Déficit hídrico.

Para saber quais localidades foram as mais úmidas e as mais secas foram empregados os índices de aridez da metodologia de Thornthwaite (1948). Os cálculos dos índices de aridez, hídrico e de umidade foram processados utilizando os dados de Excedente hídrico, Déficit hídrico e Evapotranspiração, classificadas pela chave de classificação de Thornthwaite

Os mapas foram gerados utilizando o sistema de informação geográfica (SIG), usando um modelo esférico com um vizinho e resolução de 1° e o método de krigagem.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estado do Maranhão demonstrou uma alta variabilidade e sete classes climáticas distintas (Figura 1), sendo mais quando comparado com Tocantins, seu estado vizinho, o qual apresenta apenas três classes, B1, C2 e C1, conforme SOUZA et al. (2019). A classe C2 foi a mais predominante e ocupou 32% da área do Maranhão, área de cerrado, que também demonstrou as maiores produtividades de soja no estado (Figura 11 A). As classes C1 e A representaram as menores áreas do estado localizados ao sul e norte do estado respectivamente, com 2,01% e 0,48%. As regiões classificadas como úmidas (B1, B2, B3 e B4) representaram 61,48% de todo o estado. B1 e B2 foram a segunda e terceira classes

mais predominante no estado com 26,73% e 19,20% do território, respectivamente, localizados na região central ao norte. A região litorânea do estado foi a mais úmida predominando as classes B3 e B4.

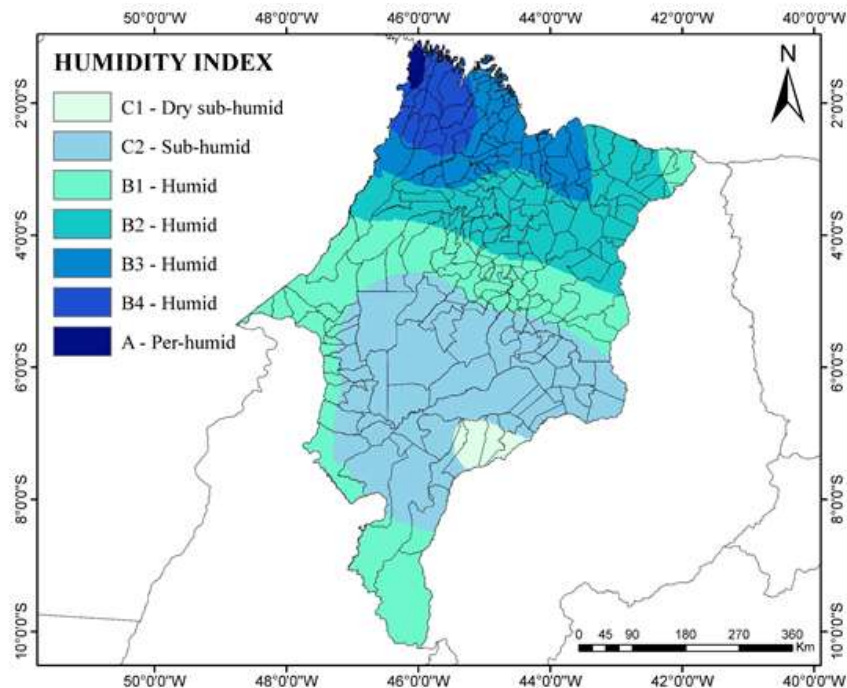


Figura 1. Variabilidade espacial do índice climático de Thornthwaite (1948) para o estado do Maranhão, Brasil.

## CONCLUSÕES

O Maranhão apresenta 7 índices climáticos: C1 - sub-úmido seco, C2- sub-úmido, B1-úmido, B2- úmido, B3-úmido, B4-úmido e A-super-úmido. O mais predominante no estado é o úmido (B1, B2, B3 e B4) com 61% de todo o território. A região sul é classificada como úmida (B1) e sub-úmida (C2) e a região com maior produtividade da soja.

## REFERÊNCIAS

ÁLVARES, C.A. STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorol. Z, 22, 2013

APARECIDO, L. E. O.; ROLIM, G. S.; RICHETTI, J.; SOUZA, P. S.; JOHANN, J. A. x Köppen, Thornthwaite and Camargo climate classifications for climatic zoning in the State of Paraná, Brazil. Science and Agrotechnology, 40 (4), 405-417, 2017.

DUARTE, Y.C.N.; SENTELHAS, P. NASA/POWER and Daily- Gridded weather datasets-how good they are for estimating maize yields in Brazil? *International Journal of Biometeorology*. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Divisão regional do Brasil em mesorregiões e microrregiões geográficas. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, v.1, t.1, Rio de Janeiro, 2018.

LEAO, S. Z. Assessing the trade-off between data quality and spatial resolution for the Thornthwaite Moisture Index mapping. *Journal of Spatial Science*, p.1–18, 2016

MACÊDO, S. S.; QUEIRÓZ, M. ; A.; AQUINO, I.P. F. ; OLIVEIRA, R. S. ; LIMA NETO, I. S. Identificação Botânica e Diversidade Genética em Melões da Agricultura Familiar no Estado do Maranhão. *Revista Caatinga*, 30 (3), 602-613, 2017.

OLAIZ, A. H.; SINGHAR, S. H.; VANN, J. D.; HOUSTON, S. L. Comparison and Applications of the Thornthwaite Moisture Index Using GIS. *PanAm Unsaturated Soils* 2018.

OLIVARES, BARLIN ORLANDO, HERNÁNDEZ, RAFAEL, COELHO, RICHARD, MOLINA, JUAN CARLOS, & PEREIRA, YESSICA. Analysis of climate types: Main strategies for sustainable decisions in agricultural areas of Carabobo, Venezuela. *Scientia Agropecuaria*, v.9 (3), p.359-369, 2018.

SCOTT, R. L.; BIEDERMAN, J. A. Partitioning evapotranspiration using long-term carbon dioxide and water vapor fluxes. *Geophysical Research Letters*, v.44, n.13, p.6833–6840, 2017.

SILVA E. A. da. Changes in carbohydrates accumulation in *Viguiera discolor* Baker in response to water deficit. *Hoehnea* 2017. .

YANG, Q.; LI, M.; ZHENG, Z.; MA, Z. Regional applicability of seven meteorological drought indices in China. *Science China Earth Sciences*, v.60, p.745–760, 2017.