

VARIÁVEIS CLIMÁTICAS DE PARTE DE REGIÃO CONTINENTAL BRASILEIRA MAPEADA ATRAVÉS DE MODELAGEM DO WORDCLIM^{®2}

PAULO ROBERTO MEGNA FRANCISCO¹, JOSÉ HUGO SIMPLICIO DE SOUSA², GEORGE DO
NASCIMENTO RIBEIRO³, JOSÉ NILTON SILVA⁴, RAIMUNDO CALIXTO MARTINS RODRIGUES⁵

¹Eng. Agrícola Dr., UFCG, Campina Grande-PB, paulomegna@gmail.com

²Mestrando em Eng. Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, hugosimplicio123@gmail.com

³Eng. Agron. Dr. Prof., UFCG, Campina Grande-PB, george.nascimento@professor.ufcg.edu.br

⁴Eng. Químico, Dr. Prof., UFCG, Campina Grande-PB, nilton@eq.ufcg.edu.br

⁵Eng. Agron. Dr. Prof., CCA/DEA, UEMA, calixto@cca.uema.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
6 a 9 de outubro de 2025

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi mapear as variáveis climáticas de parte da região continental brasileira. Foi utilizado a base digital da WordClim[®] v2.1 de dados entre 1970 a 2000 de 30s de arco e do Índice Global de Aridez e Banco de Dados de Evapotranspiração Potencial v.3. As variáveis climáticas avaliadas foram temperatura mínima e máxima, precipitação, radiação solar, pressão de vapor de água, evapotranspiração de referência, índice de aridez. Utilizando o QGIS[®] foi realizada o mapeamento. Pelos resultados obtidos neste trabalho observou-se que os dados do WordClim[®] v2.1 se apresentaram como uma ferramenta robusta na análise das variáveis climáticas. Os maiores valores de radiação solar foram observados no Estado de Alagoas com maior variabilidade e maior desvio padrão em Minas Gerais. A temperatura máxima apresentou maiores valores no Piauí e mínimos em Minas Gerais. A menor precipitação total ocorreu na região semiárida e maior precipitação no Amapá. A evapotranspiração apresentou maiores valores na região litorânea e na Amazônica, e menores valores em Minas Gerais. Quanto a Eto verificou-se comportamento inverso. Os menores valores do índice de aridez ocorreram na região semiárida entre 0,19 a 0,31.

PALAVRAS-CHAVE: Variabilidade climática, temperatura, precipitação, índice de aridez.

CLIMATE VARIABLES OF PART OF THE BRAZILIAN CONTINENTAL REGION MAPPED THROUGH WORDCLIM^{®2} MODELING

ABSTRACT: The objective of this study was to map the climate variables of part of the Brazilian continental region. The WordClim[®] v2.1 digital database of data from 1970 to 2000 of 30s of arc and the Global Aridity Index and Potential Evapotranspiration Database v.3 were used. The climate variables evaluated were minimum and maximum temperature, precipitation, solar radiation, water vapor pressure, reference evapotranspiration, and aridity index. The mapping was performed using QGIS[®]. From the results obtained in this study, it was observed that the WordClim[®] v2.1 data presented as a robust tool in the analysis of climate variables. The highest values of solar radiation were observed in the State of Alagoas with greater variability and greater standard deviation in Minas Gerais. The maximum temperature presented higher values in Piauí and minimum in Minas Gerais. The lowest total precipitation occurred in the semiarid region and the highest precipitation in Amapá. Evapotranspiration showed higher values in the coastal region and in the Amazon, and lower values in Minas Gerais. Regarding Eto, the opposite behavior was observed. The lowest values of the aridity index occurred in the semiarid region between 0.19 and 0.31.

KEYWORDS: Climate variability, temperature, precipitation, aridity index.

INTRODUÇÃO

O clima é formado por vários elementos, como radiação solar, precipitação pluviométrica, temperatura do ar, umidade do ar, vento, pressão atmosférica, evaporação entre outros, onde é importante analisar a ação desses no ambiente. A variabilidade é um dos elementos mais conhecidos

da dinâmica climática, e o impacto produzido por essa variabilidade, mesmo dentro do esperado pode ter reflexos significativos nas atividades humanas (Oliveira et al., 2014).

De acordo com Marengo et al. (2012), nas últimas décadas, tanto os modelos climáticos globais (MCGs), quanto os modelos climáticos regionais (MCRs), têm tido grandes avanços na representação dos componentes do sistema climático, principalmente devido à melhor representação dos processos físicos e fenômenos a eles associados e as suas interações. O WorldClim® é um conjunto de camadas climáticas globais, dados climáticos em grade no formato *geotiff*, que podem ser usados para mapeamento e modelagem espacial.

A versão 1 do WorldClim® é um conjunto de dados em grade climática global de alta resolução cobrindo 1961-1990 (Marchi et al., 2019). A versão 2 do WordlClim® contém dados climáticos médios mensais em grade para o período 1970-2000 com diferentes resoluções espaciais, de 30 segundos (~1 km²) a 10 minutos (~340 km²). O conjunto de dados inclui as principais variáveis climáticas (temperatura mínima, média e máxima mensal, precipitação, radiação solar, velocidade do vento e pressão de vapor de água), bem como 19 variáveis bioclimáticas derivadas.

O método de interpolação, a resolução espacial e a cobertura são as três principais características que os pesquisadores utilizam para selecionar os conjuntos de dados mais adequados para suas pesquisas (Attorre et al. 2007; Marchi et al., 2007; Azupura et al., 2010; Mbogga et al., 2009).

Portanto, o objetivo deste trabalho é mapear as variáveis climáticas de região continental brasileira utilizando modelagem espacial e geotecnologias.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende a área do território brasileiro com diversidade de ambientes e, solos, vegetação e clima.

Na realização deste trabalho foi utilizado a base digital da WordClim® v2.1 de dados entre 1970 a 2000 (Zomer et al., 2022) de alta resolução espacial de 30s de arco ~1 km² e o Índice Global de Aridez e Banco de Dados de Evapotranspiração Potencial v.3. As variáveis climáticas avaliadas foram temperatura mínima média mensal (°C), temperatura máxima média mensal (°C), precipitação total mensal (mm), radiação solar (kJ m⁻² day⁻¹), pressão de vapor de água (kPa), evapotranspiração de referência (ET0), índice de aridez mensal e anual, todas adquiridas em formato *tif*.

Utilizando o QGIS® 3.36.1 foram importados os arquivos, recortados e classificados. Após, utilizando a calculadora *raster* foi gerado o mapa de temperatura média anual utilizando a temperatura mensal média. Após foi realizada a estatística zonal para todas as variáveis através do SAGA® 9.2.0.

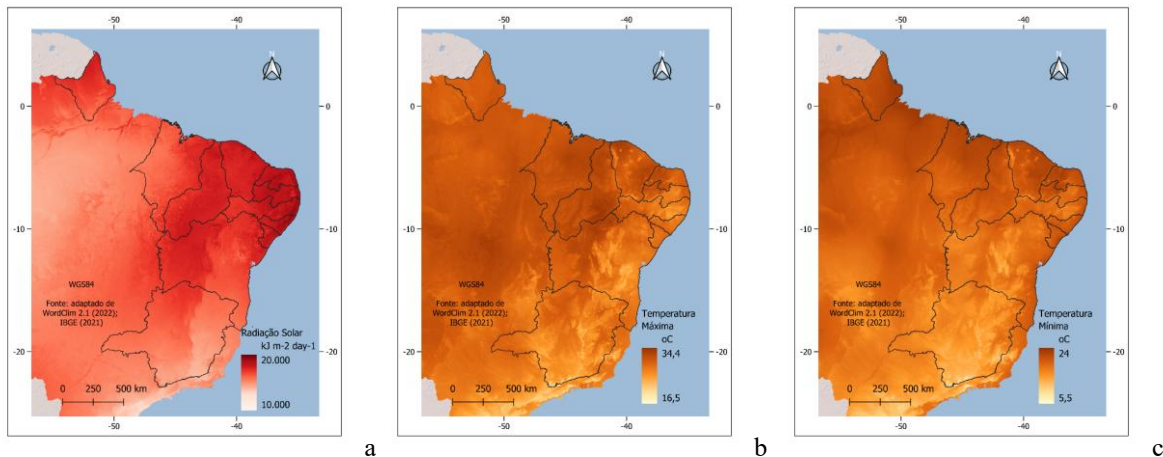
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados obtidos, pode-se observar pela Figura 1a que, os maiores valores médios e máximos de radiação solar (kJ m⁻² day⁻¹) se localizam no Estado de Alagoas, já os valores mínimos, maior variabilidade e maior desvio padrão localizam-se em Minas Gerais, isto devido, a localização geográfica ocorrer mais ao sul, próximo ao Trópico de Capricórnio, com menor inclinação em relação ao Sol. Observa-se também que o Estado do Piauí apresenta o menor desvio padrão entre os demais.

A temperatura máxima (Figura 1b) pode-se verificar que, os valores máximos apresentam-se no Piauí e valores mínimos em Minas Gerais, com maiores desvio padrão e variabilidade na Bahia e menores valores em Minas Gerais. O Estado da Bahia apresenta maior variabilidade devido sua extensão territorial ser maior em relação aos demais Estados, tanto em latitude como na longitude.

Quanto a variável temperatura mínima, observa-se pela Figura 1c que, os maiores valores se apresentam no Estado de Pernambuco e valores mínimos em Minas Gerais. Os maiores e menores valores médios, desvio padrão e variabilidade apresentam-se no Amapá e Minas Gerais, respectivamente. Comportamento este esperado, devido a localização geográfica do continente brasileiro ser de clima tropical a sub tropical conforme a latitude.

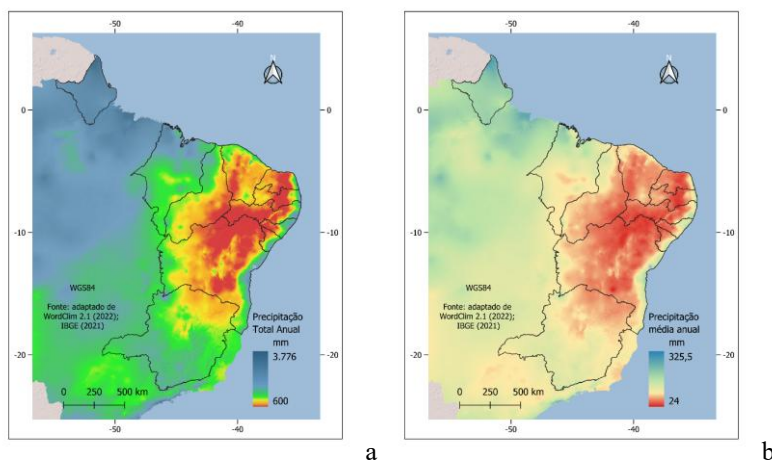
Figura 1. Radiação solar ($\text{kJ m}^{-2} \text{day}^{-1}$) (a); Temperatura mínima ($^{\circ}\text{C}$) (b); Temperatura máxima ($^{\circ}\text{C}$) (c).



Fonte: adaptado de WordClim[®] 2.1 (2022); IBGE (2021).

No mapa da precipitação total (Figura 2a), pode-se observar que, as menores precipitações ocorrem na região semiárida do Nordeste brasileiro. Os maiores valores máximos e médios ocorrem no Amapá, e mínimos na Bahia. A menor variabilidade apresenta-se no Ceará. Quanto a precipitação média (Figura 2b), verifica-se que, na Bahia ocorre os menores valores mínimos. No Estado do Amapá ocorre a maior média e os valores máximos. O maior desvio padrão e variabilidade ocorrem em Alagoas, e os menores valores no Ceará.

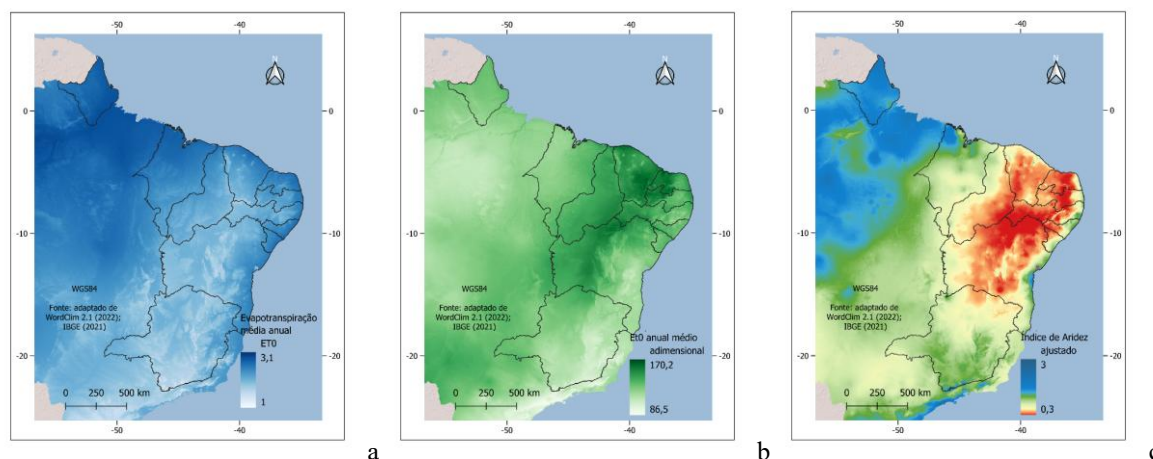
Figura 2. Precipitação Total (mm) (a); Precipitação média (mm) (b).



Fonte: adaptado de WordClim[®] 2.1 (2022); IBGE (2021).

Pela Figura 3a, verifica-se o comportamento da evapotranspiração na área de estudo, onde pode-se verificar que, em toda a região litorânea seus valores apresentam-se maiores e também na área central e região Amazônica, no caso o Estado do Amapá com as maiores médias e valores máximos, e apresentando a menor variabilidade entre os demais. O Estado do Ceará apresenta a maior variabilidade e o maior desvio padrão. Em Minas Gerais ocorrem os menores valores mínimos, menor média e mediana entre as demais. Pelos dados descritivos estatísticos da ETo (Figura 3b), verifica-se o comportamento inverso, apresentando valores máximos no Rio Grande do Norte e mínimos em Minas Gerais, onde a maior variabilidade ocorre na Bahia e menor variabilidade no Amapá. Na Figura 3c, representativa do índice de aridez pode-se observar que, os menores valores mínimos situam-se na Bahia e maiores valores máximo no Amapá. Na região semiárida ocorre valores do índice entre 0,19 a 0,31. Nos Estados de Alagoas e Ceará ocorrem os menores e o maiores desvio padrão e variabilidade, respectivamente.

Figura 3. Evapotranspiração anual (a); Eto anual (b); Índice de aridez (c).



Fonte: adaptado de WordClim[®] 2.1 (2022); IBGE (2021).

CONCLUSÃO

Pelos resultados obtidos neste trabalho observou-se que os dados do WordClim[®] v2.1 se apresentaram como uma ferramenta robusta na análise das variáveis climáticas. Os maiores valores de radiação solar foram observados no Estado de Alagoas com maior variabilidade em Minas Gerais. A temperatura máxima apresentou maiores valores no Piauí e mínimos em Minas Gerais. A menor precipitação total ocorreu na região semiárida e maior precipitação no Amapá. A evapotranspiração apresentou maiores valores na região litorânea e na Amazônica, e menores valores em Minas Gerais. Quanto a Eto verificou-se comportamento inverso. Os menores valores do índice de aridez ocorreram na região semiárida entre 0,19 a 0,31.

REFERÊNCIAS

- Attorre, F.; Alfo, M.; De Sanctis, M.; Bruno, F. 2007. Comparison of interpolation methods for mapping climatic and bioclimatic variables at regional scale. *International Journal Climatology* 27(13) 1825-1843.
- Azupura, M.; Dos Ramos, K. 2010. A comparison of spatial interpolation methods for estimation of average electromagnetic field magnitude. *Prog. Electromagn. Res.* 14 135-145.
- Marchi, M.; Chiavetta, U.; Castaldi, C.; Ducci, F. 2017. Does complex always mean powerful? A comparison of eight methods for interpolation of climatic data in Mediterranean area. *Italian Journal Agrometeorology* 1 59-72.
- Marchi, M.; Sinjur, I.; Bozzano, M.; Westergren, M. 2019. Evaluating WorldClim Version 1 (1961–1990) as the Baseline for Sustainable Use of Forest and Environmental Resources in a Changing Climate. *Sustainability* 11(11) e3043.
- Marengo, J.A.; Chou, S.C.; Kay, G.; Alves, L. M.; Pesquero, J.F.; Soares, W.R.; Santos, D.C.; Lyra, A.A.; Sueiro, G.; Betts, R.; Chagas, D.J.; Gomes, J.L.; Bustamante, J.F.; Tavares, P. 2012. Development of regional future climate change scenarios in South America using the Eta Cptec/HadCM3 climate change projections: climatology and regional analyses for the Amazon, São Francisco and the Paraná River basins. *Climate Dynamics* 38 1829-1848.
- Mbogga, M.S.; Hamann, A.; Wang, T. 2009. Historical and projected climate data for natural resource management in western Canada. *Agric. For. Meteorol.* 149 881-890.
- Oliveira, R.C.S.; Medeiros, R.M. de; Costa Neto, F. de A.; Gomes Filho, M.F. 2014. Estudo das oscilações da temperatura máxima do ar e precipitação em Lagoa Seca-PB visando mudanças climáticas. In: *Workshop de Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco e Workshop Internacional sobre Mudanças Climáticas e Biodiversidade*, 6, 2014, Recife. Anais...Recife.
- WORDCLIM. Historical climate data. Disponível em: <https://worldclim.org/data/worldclim21.html>. Acesso em: 5 de abril de 2024.
- Zomer, R.J.; Xu, J.; Trabucco, A. 2022. Version 3 of the Global Aridity Index and Potential Evapotranspiration Database. *Scientific Data* 9 e409.