



## ESTIMATIVA E ESPACIALIZAÇÃO DA TEMPERATURA MÍNIMA DO AR NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

Joaquim Branco de Oliveira<sup>1</sup>, Anna Ysis Gomes Pedrosa<sup>2</sup>, Wesley Lívio Viana Torres<sup>2</sup>, Francisco Dirceu Duarte Arraes<sup>3</sup>, Ramon Firmino Bezerra<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Prof. Dr. IFCE, Campus Iguatu, Iguatu-CE, Fone (0xx88) 3582 1000 Ramal 220.  
joaquimbranco@ifce.edu.br.

<sup>2</sup>Discente do Curso de Tecnologia em Irrigação e Drenagem do IFCE, Campus Iguatu, Iguatu-CE Iguatu – CE.

<sup>3</sup>Tecnólogo em Irrigação e Drenagem, Doutorando em Eng. de Sistemas Agrícola, ESALQ/USP.

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 06 de Setembro de 2013 – Centro de Convenções e Eventos Benedito Silva Nunes, Universidade Federal do Pará, Belém - PA.

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi estimar a temperatura mínima do ar mensal para o Estado do Rio Grande do Norte, baseado em modelo linear aplicado ao modelo digital de elevação SRTM. Os dados de temperatura mínima do ar, obtidos das normais climatológicas, foram submetidos a regressões lineares múltiplas, tendo como variáveis independentes longitude, latitude e altitude. Foram utilizadas estações do Rio Grande do Norte e de Estados vizinhos como condição de contorno. Os coeficientes gerados na regressão múltipla foram aplicados aos mapas de longitude, latitude e modelos digitais de elevação com 90 m de resolução, para estimar os mapas de temperatura mínima do ar mensal e anual, através do SIG Idrisi Andes. A utilização destes modelos na estimativa da temperatura mínima do ar mensais e anual, no Estado, permitiu a construção de mapas proporcionando a identificação de um maior número de áreas e classes de temperaturas com bom detalhamento. Os menores valores de temperaturas mínimas ocorreram na parte sul do estado em função das maiores altitudes dessa região.

**PALAVRAS-CHAVE:** modelos digitais e elevação, elementos climáticos, temperatura do ar.

### SPATIAL DISTRIBUTION OF MINIMUM TEMPERATURE IN THE STATE OF RIO GRANDE DO NORTE

**ABSTRACT:** The aim of this study was to estimate the monthly minimum air temperature for the state of Rio Grande do Norte, based on linear model applied to the SRTM digital elevation model. The data of minimum air temperature, obtained from climatological normals, underwent multiple linear regressions as independent variables longitude, latitude and altitude. Were used stations of Rio Grande do Norte and neighboring states as a boundary condition. The coefficients generated in the multiple regression were applied to the maps of longitude, latitude and digital elevation models with 90 m resolution, to estimate the minimum temperature maps of monthly and annual air through GIS Idrisi Andes. The use of these models in estimating the minimum temperature monthly and annual, state, permitted the construction of maps





providing the identification of a higher number of fields and classes temperatures with good detail. The lowest values of minimum temperatures occurred in the southern part of the state due to higher altitudes in this region.

**KEYWORDS:** digital elevation model, climatic elements, air temperature.

## INTRODUÇÃO

Atualmente diversos estudos relativos às mudanças climáticas globais e regionais estão sendo realizados. Isso demonstra a preocupação de pesquisadores com os atuais e futuros efeitos causados por fenômenos que envolvem os componentes do clima como a precipitação, umidade relativa do ar, evapotranspiração, radiação solar, temperatura, ventos entre outros. (VIANA et al., 2010)

A temperatura do ar é um dos fatores ambientais mais importantes no crescimento, desenvolvimento e rendimento das culturas agrícolas. Todos os processos biológicos respondem às condições térmicas (Hunt et al., 2001). Nesse contexto, vários estudos têm sido desenvolvidos para verificar a tendência da temperatura do ar visto que este parâmetro climático é um dos mais importantes para o planejamento agrícola, tendo influência direta no desenvolvimento das plantas. Por outro lado, a quantidade de estações é pequena e a distância entre elas é grande, impossibilitando estudos sobre a influência da temperatura em áreas pequenas. Este trabalho teve como objetivo estimar as temperaturas mínimas do ar no estado do Rio Grande do Norte a partir modelo digital de elevação.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados nesse estudo foram obtidos de 18 estações, situadas no Estado do Rio Grande do Norte e do Ceará, Pernambuco, Paraíba e Piauí pertencentes ao INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), que serviram para fornecer condições de contorno (Figura 1).





Figura 1: Distribuição espacial das estações meteorológicas utilizadas no estudo.

Para estimativa da temperatura mínima foi usado um modelo gerado a partir da equação de regressão linear múltipla proposto por (CAVALCANTI, 1994), tendo a altitude da estação, latitude e longitude, como variáveis independentes e a temperatura medida como variável dependente, baseadas no modelo quadrático geral:

$$T_i = A_0 + A_1 \cdot h + A_2 \cdot h^2 + A_3 \cdot \lambda + A_4 \cdot \lambda^2 + A_5 \cdot \varphi + A_6 \cdot \varphi^2 + A_7 \cdot h \cdot \varphi + A_8 \cdot h \cdot \lambda + A_9 \cdot \varphi \cdot \lambda \quad (1)$$

$T_i$  temperaturas mínima médias (1961-1990) mensais ( $i = 1, 2, \dots, 13$ );

$\lambda$  longitude da estação (INMET) em graus e décimos (valores negativos);

$\varphi$  latitude da estação em graus e décimos (valores negativos);

$h$  modelo digital de elevação;

$A_{n(1-9)}$  coeficientes da equação de regressão obtidos pelo método dos mínimos quadrados.

As equações de regressão foram submetidas ao teste “F” e o coeficiente angular ao teste “t” de Student ao nível de 5% de probabilidade. A temperatura do ar foi especializada na forma de mapas temáticos, em períodos mensais e anual através do software Idrisi Andes. Utilizou-se, como mapa de altitude, o modelo digital de elevação, obtido por intermédio de uma imagem de radar (SRTM), no formato matricial, com resolução espacial de aproximadamente 0.00848 quilômetros quadrado e dimensões dos atributos, em metros.





## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os coeficientes das equações de regressão ajustadas para estimativas da temperatura mínima do ar, e o coeficiente de determinação da regressão ( $R^2$ ) estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 2- Coeficientes linear, angular e de determinação ajustados ( $R^2$ ) da regressão múltipla.

Mês	$R^2$	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
Jan	0.92	83.33842 <sup>ns</sup>	-0.02273 <sup>ns</sup>	0.00000 <sup>ns</sup>	2.22674 <sup>ns</sup>	0.01893 <sup>ns</sup>	5.60654 <sup>ns</sup>	0.05812 <sup>ns</sup>	-0.00045 <sup>ns</sup>	-0.00042 <sup>ns</sup>	0.12563 <sup>ns</sup>
Fev	0.96	321.87730*	-0.03228 <sup>ns</sup>	0.00000 <sup>ns</sup>	16.29093 <sup>ns</sup>	0.21953 <sup>ns</sup>	-4.07523 <sup>ns</sup>	-0.32040 <sup>ns</sup>	-0.00206 <sup>ns</sup>	-0.00050 <sup>ns</sup>	-0.04383 <sup>ns</sup>
Mar	0.95	24.52947 <sup>ns</sup>	0.07939 <sup>ns</sup>	0.00000 <sup>ns</sup>	-3.80173 <sup>ns</sup>	-0.09570 <sup>ns</sup>	24.53195*	0.26456 <sup>ns</sup>	0.00157 <sup>ns</sup>	0.00205 <sup>ns</sup>	0.57121*
Abri	0.96	29.72411 <sup>ns</sup>	-0.04107 <sup>ns</sup>	-0.00001 <sup>ns</sup>	-0.17457 <sup>ns</sup>	0.00202 <sup>ns</sup>	1.67627 <sup>ns</sup>	0.32695 <sup>ns</sup>	-0.00131 <sup>ns</sup>	-0.00084 <sup>ns</sup>	-0.08104 <sup>ns</sup>
Mai	0.94	-31.70161 <sup>ns</sup>	-0.01351 <sup>ns</sup>	0.00000 <sup>ns</sup>	-3.97319 <sup>ns</sup>	-0.05878 <sup>ns</sup>	6.92292 <sup>ns</sup>	0.31967 <sup>ns</sup>	0.00004 <sup>ns</sup>	-0.00023 <sup>ns</sup>	0.08057 <sup>ns</sup>
Jun	0.92	333.79940 <sup>ns</sup>	-0.04568 <sup>ns</sup>	0.00000 <sup>ns</sup>	18.47714 <sup>ns</sup>	0.26444 <sup>ns</sup>	-11.12265 <sup>ns</sup>	-0.37171 <sup>ns</sup>	-0.00095 <sup>ns</sup>	-0.00102 <sup>ns</sup>	-0.20059 <sup>ns</sup>
Jul	0.92	198.48059 <sup>ns</sup>	0.01504 <sup>ns</sup>	0.00000 <sup>ns</sup>	8.24229 <sup>ns</sup>	0.08691 <sup>ns</sup>	8.16466 <sup>ns</sup>	-0.29923 <sup>ns</sup>	0.00037 <sup>ns</sup>	0.00047 <sup>ns</sup>	0.30791 <sup>ns</sup>
Ago	0.91	181.61674 <sup>ns</sup>	-0.01026 <sup>ns</sup>	0.00000 <sup>ns</sup>	9.27415 <sup>ns</sup>	0.12548 <sup>ns</sup>	-3.62583 <sup>ns</sup>	-0.32326 <sup>ns</sup>	0.00004 <sup>ns</sup>	-0.00008 <sup>ns</sup>	0.00444 <sup>ns</sup>
Set	0.91	250.53739 <sup>ns</sup>	0.02811 <sup>ns</sup>	0.00000 <sup>ns</sup>	10.35441 <sup>ns</sup>	0.10105 <sup>ns</sup>	13.31286 <sup>ns</sup>	-0.55056 <sup>ns</sup>	0.00040 <sup>ns</sup>	0.00067 <sup>ns</sup>	0.51905 <sup>ns</sup>
Out	0.88	197.80027 <sup>ns</sup>	-0.04132 <sup>ns</sup>	0.00000 <sup>ns</sup>	9.23855 <sup>ns</sup>	0.12098 <sup>ns</sup>	1.16500 <sup>ns</sup>	-0.00575 <sup>ns</sup>	-0.00014 <sup>ns</sup>	-0.00097 <sup>ns</sup>	0.03619 <sup>ns</sup>
Nov	0.89	144.76910 <sup>ns</sup>	-0.10786 <sup>ns</sup>	-0.00001 <sup>ns</sup>	6.12750 <sup>ns</sup>	0.08261 <sup>ns</sup>	-0.56426 <sup>ns</sup>	0.08645 <sup>ns</sup>	-0.00211 <sup>ns</sup>	-0.00262 <sup>ns</sup>	-0.06905 <sup>ns</sup>
Dez	0.93	107.05546 <sup>ns</sup>	-0.03559 <sup>ns</sup>	0.00000 <sup>ns</sup>	4.86505 <sup>ns</sup>	0.06767 <sup>ns</sup>	-2.12579 <sup>ns</sup>	-0.13616 <sup>ns</sup>	-0.00059 <sup>ns</sup>	-0.00080 <sup>ns</sup>	-0.01991 <sup>ns</sup>
Anual	0.94	40.58031 <sup>ns</sup>	0.04192 <sup>ns</sup>	0.00000 <sup>ns</sup>	-2.38038 <sup>ns</sup>	-0.07251 <sup>ns</sup>	21.08757 <sup>ns</sup>	0.22862 <sup>ns</sup>	0.00173 <sup>ns</sup>	0.00106 <sup>ns</sup>	0.50331 <sup>ns</sup>

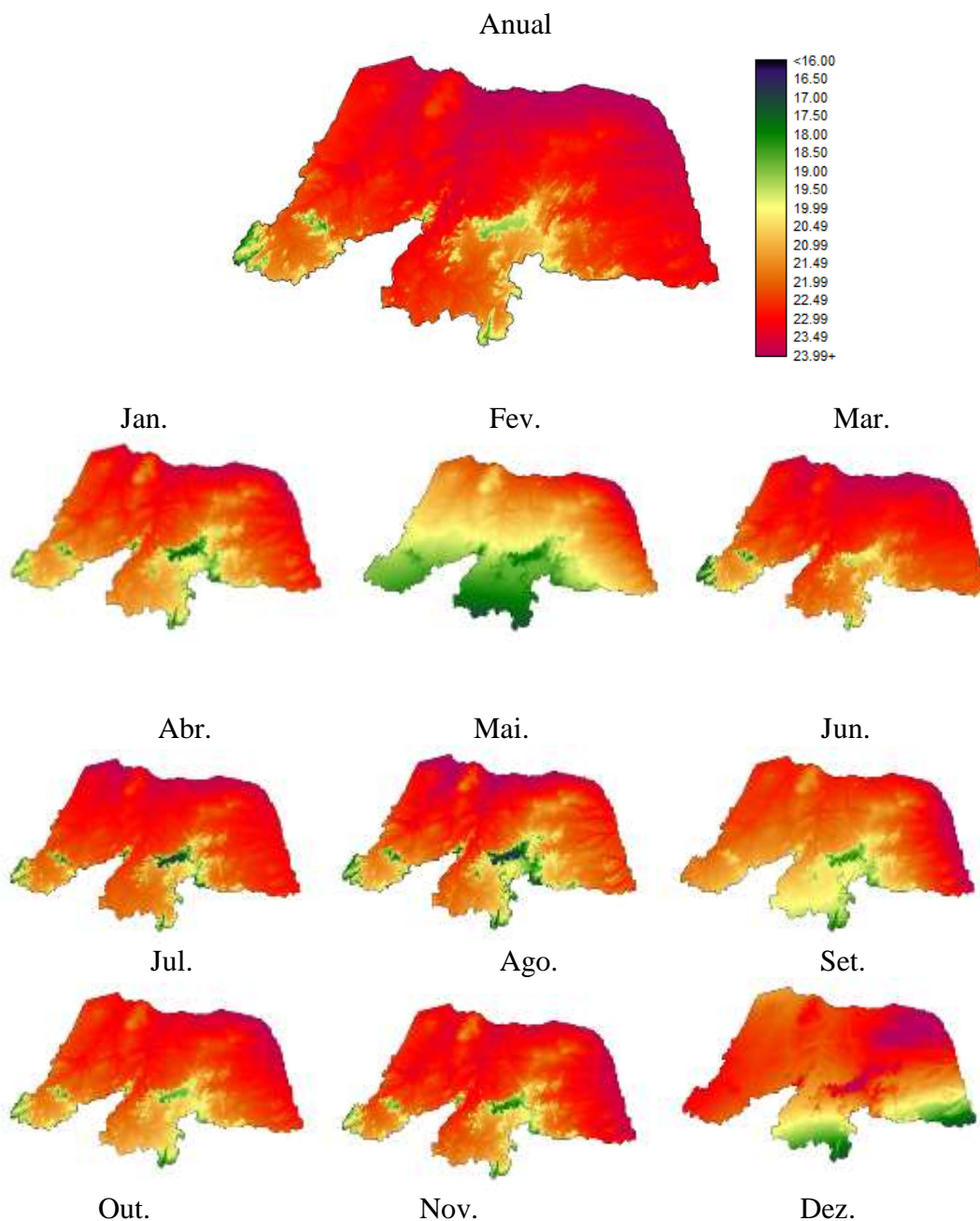
Pode-se observar que para todos os meses e ao ano as equações de estimativa da temperatura mínima do ar, dentre as variáveis geográficas consideradas e suas interações foram significativas e, portanto, todos os parâmetros utilizados tiveram grande influência nos resultados da equação.

Os coeficientes de determinação ajustados das equações de regressão para estimar os valores mensal e anual da temperatura mínima do ar variaram, de 0,88 (em Outubro) a 0,96 (em abril). Os mais baixos valores de  $R^2$  obtidos se devem, provavelmente, à grande variabilidade dos dados de temperatura do ar em função da diferença de altitude. As equações de regressão para estimativa da temperatura, proposta por (CAVALCANTI, 1994) usada por MEDEIROS et al. (2005) apresentaram menores valores de  $R^2$  que as equações ajustadas no presente estudo. Os resultados melhores no atual estudo se devem provavelmente ao maior número de estações que serviram como condição de contorno para estimar a temperatura mínima no Estado do Rio Grande do Norte.

Na Figura 2 estão apresentados os mapas temáticos da da temperatura mínima do ar segundo as equações de regressão ajustadas e o modelo digital de elevação. Verificou-se que os valores variaram entre 16 °C a 24 °C. Na porção sul do estado as médias menores de temperatura mínima do ar (16 °C a 19 °C) foram devidas à influência da elevadas altitudes superiores a 500m. MEDEIROS et al. (2005) também confirmam a influência da altitude nos baixos valores de temperatura do ar.



Os meses em que quase todas as áreas apresentaram temperaturas mais amenas foram maio, junho, julho com valores variando entre 16,5°C a 22,1°C. No norte do estado onde as temperaturas mais acentuadas são na parte litorânea que ultrapassaram os 24°C em quase todos os meses. Os meses mais quentes são fevereiro, setembro, e dezembro onde a maioria das áreas do estado apresentaram valores de temperatura acima dos 22°C.



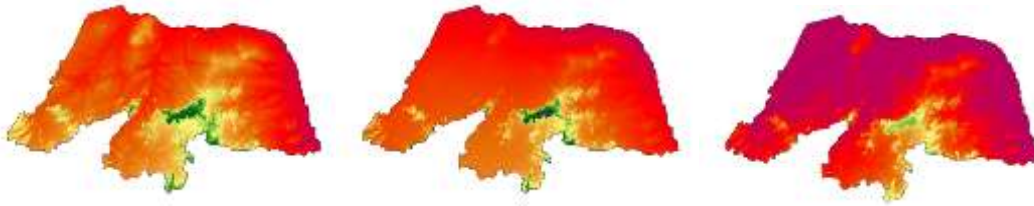


Figura 2: Mapas temáticos de temperaturas do ar mínimas mensais e anual para o Estado do Rio Grande do Norte

## CONCLUSÕES

Conclui-se a partir dos resultados apresentados que, os valores de temperatura mínima do ar mensais e anual estimado a partir de modelo digital de elevação, para o Estado do Rio Grande do Norte, permitiram a construção de mapas proporcionando a identificação de um maior número classes de temperaturas mínima do ar com bom detalhamento. Os menores valores ocorreram na parte sul do estado em função das maiores altitudes dessa região.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAVALCANTI, E.P.; SILVA, E.D.V. Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 7, Congresso Latino-Americano e Ibérico de Meteorologia, 1994, Belo Horizonte. **Anais...**, Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1994, p.154-157.

MEDEIROS, S. S. et al. Estimativa e espacialização das temperaturas do ar mínimas, médias e máximas na Região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 2, p. 247-255, 2005.

LEDO, E. R. F. et al. Determinação das classes de declive para a região centro sul do estado do ceará usando imagens SRTM. In: Wokrshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação, 3. 2010, Fortaleza-CE. **Anais...** Fortaleza-CE: Instituto Inovagri, 2010.

LIMA, R. A. F. A; MENEZES, H. E. A.; BRITO, J. I. B. Diagnóstico de tendência de mudanças na temperatura do ar no Nordeste Setentrional Revista Caatinga, Mossoró, v. n. 2, p. 117-124, abr.-jun., 2010.

VIANA, P. C. et al. Análise da espacialização das médias anuais das temperaturas do ar mínima, média e máxima a partir de dados SRTM para o estado do ceará. In: Congresso Cearense de Agroecologia, 2. 2010, Fortaleza-CE. **Anais...** Juazeiro do Norte-CE: UFC, 2010.

