

ESTIMATIVA DA TEMPERATURA DO AR PARA OS ESTADOS DE MATO GROSSO SUL, MATO GROSSO, GOIÁS E TOCANTINS A PARTIR DO USO DE IMAGENS DE RADAR.

Bernard Freire Barbarisi¹, Felipe Gustavo Pilau², Fábio Ricardo Marin³, Eduardo Delgado Assad⁴, Hilton Silveira Pinto⁵

RESUMO: A partir de análise de regressão múltipla foram obtidas equações de estimativa das temperaturas médias, máximas e mínimas anuais e para as estações seca e chuvosa, em função de coordenadas geográficas e altitude, para os Estados do Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Tocantins. Todas as análises de regressão foram estatisticamente significativas ao nível de 1%. Com o uso de um Sistema de Informação Geográfica e de imagens de radar SRTM, foram gerados mapas de temperatura pelo uso das equações de estimativa, para os 4 Estados em estudo. A metodologia de geração dos mapas de temperatura mostrou-se adequada, com boa confiabilidade, utilizável na execução de zoneamentos agroclimáticos.

ABSTRACT: From multiple regression analysis, as function of geographic coordinates and altitude, equations had been gotten to estimate mean, maximum and minimum annual temperatures and for dry and rainy seasons, to Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás and Tocantins States. All regression analysis were statistical significant at 1% level. With a Geographic Information System and radar images SRTM, temperature maps were generated using the estimated equations, for the 4 States studied. The methodology to generate temperature maps revealed adequated and good trustworthiness, usefull to do agroclimatic zonings.

“Palavras-chave”: Imagens SRTM, estação seca, estação chuvosa.

Introdução

A temperatura do ar é um dos elementos climáticos determinantes da distribuição e adaptação de plantas e animais, afetando diretamente seus processos físicos, químicos e biológicos. Torna-se

¹ Graduando em Engenharia Ambiental. Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Bolsista Embrapa Informática Agropecuária. Rua André Tosello, s/n°. Barão Geraldo – Cx. Postal 6041. 13083-970 – Campinas, SP. bernard@cnptia.embrapa.br

² Engenheiro Agrônomo, Dr. Bolsista CNPq. Embrapa Informática Agropecuária. felipe@cnptia.embrapa.br

³ Engenheiro Agrônomo, Dr. Pesquisador Embrapa Informática Agropecuária. marin@cnptia.embrapa.br

⁴ Engenheiro Agrônomo, Dr. Pesquisador Embrapa Informática Agropecuária. assad@cnptia.embrapa.br

⁵ Engenheiro Agrônomo, Dr. Cepagri-Unicamp. hilton@cpa.unicamp.br

dessa forma fundamental à agrometeorologia, em estudos com ambiência animal, crescimento e desenvolvimento de plantas, balanço de energia e zoneamentos agrícolas.

Devido à carência de estações meteorológicas em grande parte dos Estados brasileiros, principalmente nas regiões Centro-Oeste e Norte, estudos visando à estimativa da temperatura a partir de coordenadas geográficas e altitude tem sido realizados para regiões estaduais como o Sudeste da Bahia (ALMEIDA & SÁ, 1994), em escala estadual, a exemplo do Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo, entre outros (BURIOL et al., 1973; PINTO & ALFONSI, 1974; PEDRO JUNIOR et al., 1991) e ao nível regional (CAMARGO & GHIZZI, 1991; MARIN et al., 2003).

VALLADARES et al. (2004) apresentam uma metodologia de geração de mapas de temperatura através do modelo digital de elevação (MDE), gerado pela missão SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), utilizando equações de regressão múltipla. O método mostrou-se adequado e com boa confiabilidade, cabível de utilização em todo território nacional devido à acurácia e homogeneidade dos dados do SRTM.

Frente às constatações, o trabalho objetivou gerar equações para a estimativa da temperatura do ar média, mínima e máxima anuais e estacionais, e mapas pelo uso de imagens de radar, para os Estados do Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Tocantins.

Material e métodos

Foram geradas, a partir de análises de regressão múltipla, equações de estimativa da temperatura do ar para o Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Tocantins. Os referidos Estados apresentam o tipo climático *Aw* como predominante – clima de cerrado com inverno seco e chuvas máximas de verão, segundo a classificação de Köppen. Pela ocorrência de duas estações climáticas bem definidas, optou-se pela geração de equações de estimativa da temperatura média, mínima e máxima anual e estacionais, estas definidas como estação seca (abril a setembro) e estação chuvosa (outubro a março).

Para as análises de regressão múltipla foram utilizados os dados normais mensais de temperatura do ar média, mínima e máxima, como variável dependente, e as coordenadas geográficas e altitude como variáveis independentes, de 52 estações meteorológicas (BRASIL, 1992). Pelo reduzido número de estações nos Estados do Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Tocantins, a fim de melhorar a distribuição espacial, foram utilizados dados de temperatura de estações meteorológicas dos Estados de Rondônia, Pará, Maranhão, Piauí, Bahia, Minas Gerais, São Paulo e Paraná (Figura 1). Assim foram obtidas 9 equações de estimativa da temperatura para cada um dos Estados estudados.

Para a composição dos mapas de temperatura utilizou-se do Sistema de Informação Geográfica ArcGIS9 e imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). A partir das imagens

SRTM, com resolução espacial de 90m, projeção geográfica e datum horizontal WGS-84, foram obtidos os dados de altitude e coordenadas geográficas, para os 4 Estados em estudo, expressos em formato “*raster*”. A partir da inserção das equações de estimativa das temperaturas média, mínima e máxima, no módulo “*Spatial Analyst*”, foram gerados os mapas.



Figura 1. Localização geográfica das estações meteorológicas utilizadas nas análises de regressão múltipla.

Resultados e discussão

As tabelas 1, 2, 3 e 4 apresentam as equações de estimativa da temperatura do ar média, mínima e máxima anual, e das estações seca e chuvosa, para os Estados do Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Tocantins, geradas por análises de regressão múltipla. Todas as referidas análises foram estatisticamente significativas ao nível de 1%, evidenciando a relação causal entre temperatura, latitude, longitude e altitude.

Tomando-se como exemplificação o Estado do Mato Grosso do Sul, observa-se na Figura 1a uma amplitude térmica de apenas 5,1°C, na geração do mapa de temperatura média mínima anual, e contrariamente, uma maior amplitude térmica observada, de 7,9°C, referente à temperatura média máxima para a estação seca (Figura 2b). Para esse Estado, os valores mais elevados de temperatura média, máxima e mínima foram observados no Pantanal Sul Mato-Grossense, com relevo perfeitamente destacado pela utilização das imagens de radar SRTM. Temperaturas mais amenas são observadas na Região Sul do Estado para o período anual e estação seca. Já para a estação chuvosa, verifica-se que os menores valores de temperatura concentram-se numa faixa central, prolongada do sul ao norte do Mato Grosso do Sul.

Tabela 1 – Coeficiente linear (Intersecção), coeficientes angulares para as variáveis latitude (a), longitude (b) e altitude (c), e coeficiente de determinação (R^2) das análises de regressão múltipla para os dados médios anuais e estacionais de temperatura do ar média, máxima e mínima, para o Estado do Mato Grosso do Sul.

Temperatura		Intersecção	A	b	c	R^2 (ajustado)
Média	Anual	46,10792	0,544657	0,189278	-0,00504	0,624
	Seca	51,02573	0,743494	0,243835	-0,00432	0,734
	Chuva	43,32643	0,348075	0,170269	-0,00633	0,509
Máxima	Anual	45,55392	0,604193	0,034383	-0,00534	0,573
	Seca	56,52043	0,891788	0,156456	-0,00517	0,706
	Chuva	38,823	0,320927	-0,0159	-0,00663	0,459
Mínima	Anual	22,07733	0,53409	-0,14405	-0,00315	0,765
	Seca	19,83617	0,656962	-0,18368	-0,00197	0,817
	Chuva	24,09339	0,421383	-0,1123	-0,00428	0,666

Tabela 2 – Coeficiente linear (Intersecção), coeficientes angulares para as variáveis latitude (a), longitude (b) e altitude (c), e coeficiente de determinação (R^2) das análises de regressão múltipla para os dados médios anuais e estacionais de temperatura do ar média, máxima e mínima, para o Estado do Mato Grosso.

Temperatura		Intersecção	a	b	c	R^2 (ajustado)
Média	Anual	29,74787	0,01488	0,06133	-0,00486	0,841
	Estação Seca	33,00879	0,15384	0,101555	-0,00451	0,728
	Estação Chuvosa	27,64755	-0,14658	0,047444	-0,00563	0,934
Máxima	Anual	37,65688	0,032703	0,07839	-0,00448	0,504
	Estação Seca	43,55695	0,19451	0,148554	-0,00406	0,519
	Estação Chuvosa	33,20914	-0,16084	0,040585	-0,00561	0,766
Mínima	Anual	22,81213	-0,04955	0,039793	-0,005493	0,733
	Estação Seca	22,37429	0,07739	0,027743	-0,00526	0,721
	Estação Chuvosa	23,27423	-0,17395	0,050135	-0,00598	0,753

Tabela 3 – Coeficiente linear (Intersecção), coeficientes angulares para as variáveis latitude (a), longitude (b) e altitude (c), e coeficiente de determinação (R^2) das análises de regressão múltipla para os dados médios anuais e estacionais de temperatura do ar média, máxima e mínima, para o Estado de Goiás.

Temperatura		Intersecção	A	B	c	R^2 (ajustado)
Média	Anual	28,88982	0,18437	-0,00139	-0,00438	0,869
	Seca	30,28321	0,35436	-0,00493	-0,00384	0,807
	Chuva	27,6054	0,027498	0,001182	-0,00481	0,917
Máxima	Anual	35,71524	0,134522	-0,00309	-0,00589	0,878
	Seca	38,77288	0,335404	-0,00546	-0,00591	0,840
	Chuva	32,71083	-0,06536	-0,00155	-0,00597	0,894
Mínima	Anual	23,38635	0,211724	-0,00494	-0,00335	0,569
	Seca	23,47403	0,35941	-0,00703	-0,00241	0,487
	Chuva	23,29504	0,064324	-0,00289	-0,00435	0,707

Tabela 4 – Coeficiente linear (Intersecção), coeficientes angulares para as variáveis latitude (a), longitude (b) e altitude (c), e coeficiente de determinação (R^2) das análises de regressão múltipla para os dados médios anuais e estacionais de temperatura do ar média, máxima e mínima, para o Estado do Tocantins.

	Média	Intersecção	a	b	c	R^2 (ajustado)
Média	Anual	33,67513	0,022618	0,142564	- 0,00476	0,734
	Seca	31,90604	0,097052	0,092426	- 0,00478	0,610
	Chuva	34,931	- 0,04729	0,181442	- 0,00458	0,825
Máxima	Anual	43,15888	-0,13224	0,220362	-0,00676	0,780
	Seca	42,61153	- 0,16858	0,192528	- 0,00825	0,846
	Chuva	44,10775	- 0,11147	0,257022	- 0,0056	0,654
Mínima	Anual	18,87951	0,066068	- 0,05404	- 0,00304	0,203
	Seca	14,20172	0,250045	- 0,15723	- 0,00115	0,175
	Chuva	23,52385	- 0,11241	0,046688	- 0,0049	0,328

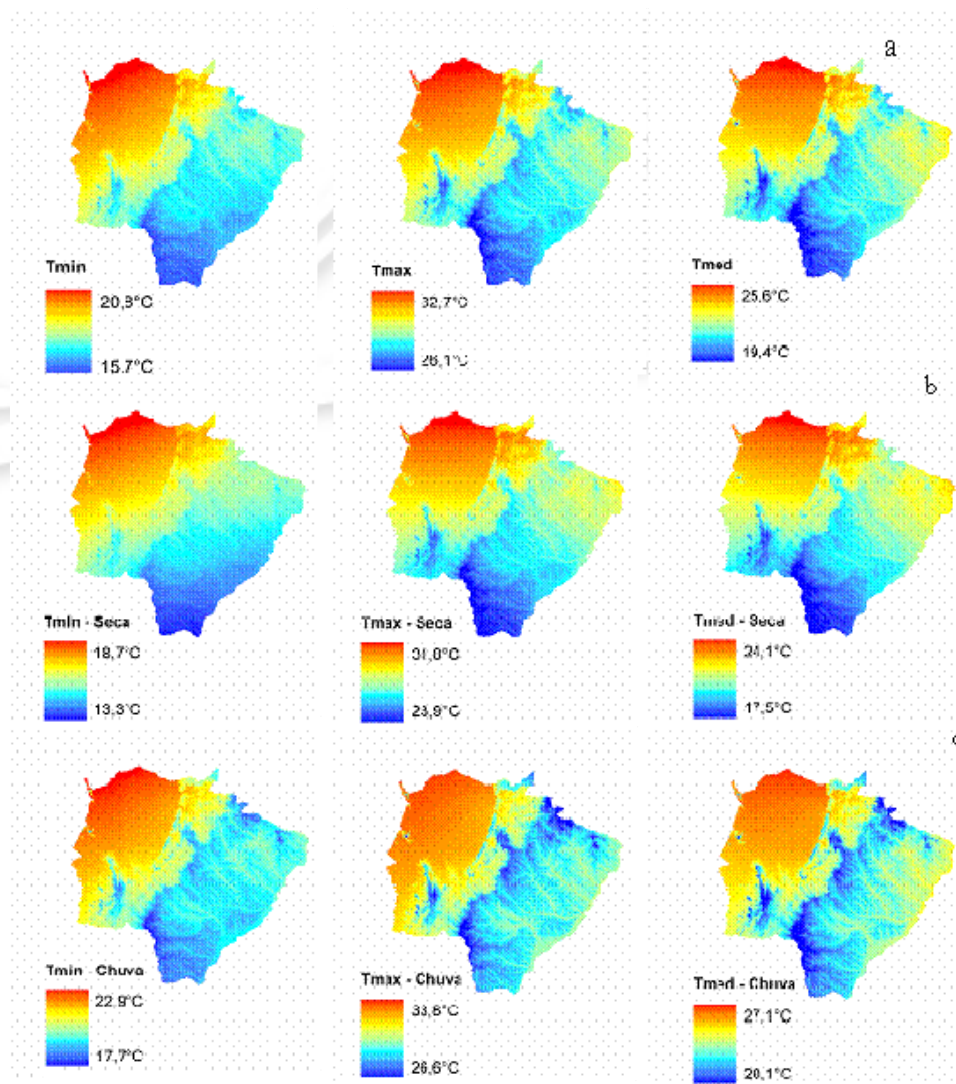


Figura 2. Mapas de temperatura do ar média, máxima e mínima anual (a), para a estação seca (b) e estação chuvosa (c), para o Estado do Mato Grosso do Sul, utilizando imagens de radar SRTM.

Conclusão

O método de estimativa da temperatura do ar média, mínima e máxima anual e para as estações seca e chuvosa mostrou-se adequado e confiável, devido principalmente à acurácia dos dados das imagens SRTM, propondo-se à trabalhos de zoneamento agroclimáticos.

“REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS”

- ALMEIDA, H. A.; SÁ, D. F. Estimativa das temperaturas médias, máximas e mínimas mensais e anuais do Sudoeste da Bahia. **Revista Theobroma**, v.14, n.2, p.135-142, 1984.
- BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas (1961-1990)**. Brasília: SPI/ EMBRAPA, 1992. 84p.
- BURIOL, G. A.; ESTEFANEL, V.; FERREIRA, M.; PINTO, H. S. Estimativa das médias das temperaturas máximas mensais e anuais do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, v.3, n1/4, p .131-150, 1973.
- CAMARGO, A. P.; GHIZZI, S. M. Estimativa das temperaturas médias com base em cartas de temperatura potencial normal ao nível do mar para a região sudeste do Brasil. **Boletim Técnico IAC**, n. 141, 1991. 17p.
- MARIN, F. R.; PANDORFI, H.; FERREIRA, A. S. Estimativas das temperaturas máximas, médias e mínimas mensais para o Brasil. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 13., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: CBA, 2003. p. 761-762.
- PEDRO JR., M.J.; MELLO, M. H. A.; ORTOLANI, A. A.; ALFONSI, R. R.; SENTELHAS, P. C. Estimativa das temperaturas médias mensais, das máximas e das mínimas para o Estado de São Paulo. **Boletim Técnico IAC**, n. 142. 1991. 11p.
- PINTO, H. S.; ALFONSI, R. R. Estimativa das temperaturas médias, máximas e mínimas mensais no Estado do Paraná, em função de altitude e latitude. **Cadernos de Ciências da Terra**, n.52, 1974. 29p.
- VALLADARES, G. S.; MARIN, F. R.; OSHIRO, O. T.; GUIMARÃES, M. **Uso de imagens de radar na estimativa da temperatura do ar**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 3. 2004. 20 p.