

ESTIMATIVA DAS TEMPERATURAS MÁXIMAS, MÍNIMAS E MÉDIAS MENSAIS PARA O BRASIL

Fábio Ricardo **MARIN**¹, Héilton **PANDORFI**², Anderson Soares **FERREIRA**³

INTRODUÇÃO

A estimativa das temperaturas máximas, mínimas e médias mensais e anuais a partir das coordenadas geográficas foi alvo de diversos trabalhos no Brasil, feitos para diferentes Estados brasileiros (LIMA & RIBEIRO, 1998; ALMEIDA & SÁ, 1994; CAMARGO & GHIZZI, 1991; PEDRO JÚNIOR et al., 1991; SANDANIELO, 1987; PINTO & ALFONSI, 1974; BURIOL et al., 1973; BURIOL et al., 1973; COELHO et al., 1973; PINTO et al., 1972). Apesar da diversidade de locais estudados e das técnicas utilizadas nesses trabalhos, existem ainda regiões de grande importância agrícola e econômica que carecem de informações climatológicas de temperatura do ar, que poderiam ser geradas a partir de equações de estimativa.

A disponibilização dos dados climatológicos normais feita pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (BRASIL, 1992) permitiu que esse tipo de estudo fosse aplicada para todo o Brasil, analisando-se conjuntamente os Estados de cada região do Brasil. O objetivo deste trabalho, foi gerar equações para estimativa das temperaturas médias, máximas e mínimas, por meio de análise de regressão linear múltipla, obtidas na escala mensal e anual para as cinco regiões brasileiras.

MATERIAL E MÉTODOS

A partir dos dados mensais e anuais de temperaturas máximas, mínimas e médias registrados no período de 1961 a 1990, em 206 estações meteorológicas, gerou-se equações para estimativa dessas variáveis para as cinco regiões administrativas brasileiras, ou seja, Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e Norte. As equações de estimativa foram obtidas com a análise de regressão múltipla para os dados agrupados de cada uma dessas regiões. A Tabela 1 indica o número de pontos de coleta de dados utilizados nas análises em cada região.

Tabela 1. Número de estações meteorológicas utilizadas nas análises estatística para cada região do Brasil.

Região	Estações
Sul	26
Sudeste	55
Centro-Oeste	23
Nordeste	75
Norte	27
Total	206

Na análise de regressão múltipla, considerou-se como variáveis independentes a latitude, a longitude e a altitude de cada estação meteorológica, e como variável dependente os valores das temperatura médias, máximas e mínimas mensais e anuais. Assim, obteve-se 39 equações de estimativa para cada região do país, sendo 13 para temperatura média (12 valores mensais mais um valor anual), 13 para temperatura mínima e 13 para temperatura máxima.

Utilizou-se o teste F para a análise estatística das regressões e, para os caso que apresentaram significância ao nível de 5% de probabilidade, utilizou-se o teste T para a análise estatística dos coeficientes angulares e lineares das equações obtidas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises para os dados médios anuais de temperatura máxima, mínima e média foram estatisticamente significativas ao nível de 1% (Tabela 2), comprovando a relação causal entre a temperatura e as coordenadas geográficas e indicando a viabilidade de estimativas dos valores de temperatura com essa metodologia.

Isso também foi constatado para todas as outras análises, considerando-se os meses do ano e as diferentes regiões, com exceção das análises feitas para os meses de setembro (média) e outubro (média e mínima) nas regiões Sul e Norte do Brasil. Para os dados da região Centro-Oeste encontrou-se regressões significativas ao nível de 5% para a temperatura mínima dos meses de agosto e outubro (dados não apresentados).

Tabela 2. Coeficiente de determinação (R^2), coeficiente linear (Interc) e coeficientes angulares para as variáveis latitude (Lat.), Longitude (Long) e altitude (Alt) da análise de regressão para dados médios anuais de temperatura máxima, mínima e média.

Região	Temp	R^2	Interc	Lat	Long	Alt
Centro-Oeste	Máx	0,89**	38,17**	-0,31**	0,003	-0,005**
	Mín	0,56**	24,75**	-0,18*	-0,025	-0,003**
	Méd	0,74**	29,80**	-0,24**	-0,003	-0,003**
Norte	Máx	0,57**	33,07**	0,19**	-0,035*	-0,004**
	Mín	0,44**	22,49**	-0,14	0,002	-0,002
	Méd	0,52**	28,00**	-0,0095	-0,029	-0,003**
Nordeste	Máx	0,49**	24,01**	-0,19**	0,232**	-0,003**
	Mín	0,78**	25,51**	-0,17**	-0,048	-0,005**
	Méd	0,71**	24,19**	-0,15**	0,088*	-0,005**
Sudeste	Máx	0,69**	42,22**	-0,61**	-0,00015	-0,004**
	Mín	0,83**	27,62**	-0,38**	0,00039	-0,005**
	Méd	0,89**	34,51**	-0,50**	0,00020	-0,005**
Sul	Máx	0,68**	16,22	-0,57**	0,489**	-0,003**
	Mín	0,82**	26,55**	-0,31**	-0,035	-0,004**
	Méd	0,79**	21,60**	-0,44**	0,207	-0,004**

Nota: Valores de R^2 seguidos de um asterisco indicam significância estatística da regressão pelo teste F, ao nível de 5% e, com dois asteriscos, ao nível de 1%. Para os demais coeficientes utilizou-se o teste T como indicador estatístico.

As análises estatísticas de regressão, além de indicarem a regressão causal entre as variáveis, permitem verificar o nível de ajuste dos dados à equação obtida. Isso é feito a partir dos valores de R^2 , que apresentaram grande variação entre as regiões e meses avaliados (Tabela 3). Os melhores

¹ Pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite – EMBRAPA/CNPM - Rua Júlio Soares de Arruda, 803 – CEP 13088-300 – Campinas - SP. fabio@cnpm.embrapa.br

² Doutorando do Curso de Física do Ambiente Agrícola - Depto. de Ciências Exatas - ESALQ/USP - Av. Pádua Dias, 11 – CEP 13418-900 – Piracicaba, SP.

³ Analista de Sistemas da Embrapa Monitoramento por Satélite – EMBRAPA/CNPM - Rua Júlio Soares de Arruda, 803 – CEP 13088-300 – Campinas - SP.

níveis de ajuste foram obtidos pela região Sudeste, seguida pela região Sul e Centro-Oeste. A região Norte apresentou os piores ajustes.

Tabela 3. Valores máximos, mínimos e médios para o coeficiente de determinação (R^2) das análises de regressão para as cinco regiões do Brasil.

Região	R^2 máximo	R^2 mínimo	R^2 médio
Centro-Oeste	0,71	0,34	0,93
Sul	0,72	0,14	0,88
Norte	0,58	0,17	0,76
Nordeste	0,62	0,29	0,81
Sudeste	0,78	0,54	0,91

Isso é de grande interesse quando se compara esses resultados com os dados da Tabela 1, verificando-se que o número de pontos de coleta de dados não é mais importante que as condições climáticas e os fatores determinantes do clima das regiões de estudo. A região nordeste, que teve o maior número de dados utilizados nas análises não apresentou bons níveis de ajuste dos dados. Ao que parece, os níveis mais elevados de ajuste parecem estar associados principalmente com variação da altitude, fator com grande efeito na determinação da pressão do ar no local de medida e, portanto, sobre a temperatura do ar. A região Sudeste apresenta a maior variação de altitude entre as estações meteorológicas, com desnível de 1577 m, enquanto que a região Norte apresenta uma variação altimétrica de apenas 593 m, aproximadamente três vezes menor que no Sudeste.

Isso é comprovado pelo fato da variável altitude ter sido significativa pelo teste T em todas as regressões realizadas. A longitude, ao contrário, não apresentou-se como variável significativa ao nível de 5% nas análises feitas nas regiões Sudeste e Centro-Oeste.

Nas regiões Nordeste e Norte, a longitude foi estatisticamente significativa apenas entre os meses de Maio a Agosto, entre as estações de outono e inverno. Já na região Sul, as análises estatísticas revelaram influência da longitude na determinação da temperatura dos meses mais quentes do ano, entre Dezembro e Fevereiro. Essa inversão de tendências verificada nessas regiões revela que a influência do fator continentalidade/oceanidade, expresso principalmente pela longitude, diferencia-se de acordo com as condições meteorológicas atuantes em cada região.

Na região Sul, o período de verão tem temperaturas elevadas, com a média das máximas chegando a 28,4 °C, e com condições favoráveis à atuação da continentalidade/oceanidade, enquanto que nas regiões Norte e Nordeste, pela diminuição das chuvas e da umidade do ar no período de inverno, a variabilidade climática associada à longitude é reduzida nessa época do ano.

Excluindo-se a longitude das análises de regressão (Tabela 4), verifica-se uma elevação nos níveis de ajuste das equações de regressão nas regiões Sul e Norte para o dados anuais, sendo que, nesta última, ocorreu uma expressiva melhora nos níveis de ajuste das equações, com os valores médios de R^2 passando de 0,52 para 0,69.

Na região Nordeste houve decréscimo no nível de ajuste das equações e, nas demais regiões, os valores de R^2 permaneceram praticamente estáveis com comparação com as análises considerando a longitude.

Tabela 4. Coeficiente de determinação (R^2), coeficiente linear (Interc) e coeficientes angulares para as variáveis latitude (Lat.) e altitude (Alt) da análise de regressão para dados médios anuais de temperatura máxima, mínima e média.

Região	Temp	R^2	Interc	Lat	Alt
Centro-Oeste	Máx	0,894**	38,342**	-0,31**	-0,0056**
	Mín	0,5593**	23,434**	-0,1888*	-0,0034**
	Méd	0,7413**	29,618**	-0,248**	-0,0038**
Norte	Máx	0,3852**	33,229**	-0,1966**	-0,0037**
	Mín	0,7822**	23,6064**	-0,1789**	-0,0054**
	Méd	0,6894**	27,6841**	-0,1515**	-0,0049**
Nordeste	Máx	0,4665**	31,1763**	0,1743**	-0,0039**
	Mín	0,4435**	22,6272**	-0,14225	-0,00286
	Méd	0,4585**	26,3874**	-0,02394	-0,0034**
Sudeste	Máx	0,69**	42,2948**	-0,6175**	-0,0041**
	Mín	0,8284**	27,4403**	-0,3662**	-0,0059**
	Méd	0,8898**	34,4166**	-0,5028**	-0,0051**
Sul	Máx	0,5432**	39,5499**	-0,5008**	-0,0039**
	Mín	0,8249**	24,8815**	-0,3208**	-0,0047**
	Méd	0,7611**	31,4562**	-0,4091**	-0,0044**

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, H.A.; SÁ, D.F. Estimativa das temperaturas médias, máxima 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. 84 p.
- BURIOL, G.A. et al. 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.
- BURIOL, G.A. et al. Estimativa das médias das temperaturas máximas mensais e anuais do Estado de Santa Catarina. *Revista do Centro de Ciências Rurais*, v.4, n.1, p. 81-102, 1974.
- 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.
- COELHO, D.T.; SEDYAMA, G.; VIEIRA, M. Estimativas das temperaturas médias mensais e anuais no Estado de Minas Gerias. *Revista CERES*, v.20, n.112, p. 455-459, 1973.
- LIMA, M.G.; RIBEIRO, V.Q. Equações de estimativa da temperatura do ar para o Estado do Piauí. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.6, n.2, p. 221-227, 1998.
- PEDRO JR., M. J. et al. 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. 29 p.
- PINTO, H.S.; ORTOLANI, A.A.; ALFONSI, R.R. Estimativa das temperaturas médias mensais do Estado de São Paulo em função da altitude e latitude. *Cadernos de Ciências da Terra*, n.23, 1972. 20p.
- SANDANIELO, A. Estimativa das temperaturas médias mensais e anuais para a região do programa polonoroeste - PDRI/MT. EMPA-MT, *Boletim de Pesquisa*, n. 3, 1987. 20p.