

ESTIMATIVA E ESPACIALIZAÇÃO DA TEMPERATURA DOS MESES MAIS QUENTE E FRIO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Grasiela Cristina Both

Coordenadora do Centro de Informações
Hidrometeorológicas da UNIVATES
gboth@univates.br

Claus Haetinger

Pró-Reitor de Pesquisa, Extensão e
Pós-Graduação da UNIVATES
chaet@univates.br

André Jasper

Coordenador do Setor de Botânica e
Paleobotânica da UNIVATES
ajasper@univates.br

Vianeí Luís Diedrich

Mestrando em Sensoriamento Remoto
vaneidiedrich@yahoo.com.br

Everaldo Rigelo Ferreira

Coordenador do Curso de Engenharia Ambiental
ferreira@univates.br

RESUMO

A temperatura do ar pode ser estimada através de fatores geográficos e, por conseguinte, espacializada, utilizando-se técnicas de Modelagem Matemática e Sistemas de Informações Geográficas (SIG). O objetivo deste trabalho foi realizar a estimativa e espacialização da temperatura em suas diversas modalidades (média, média da mínima e média da máxima) do mês mais frio (julho) e do mês mais quente (janeiro) para o Estado do Rio Grande do Sul a partir da latitude, longitude e altitude. A estimativa foi realizada, adotando-se dados de 39 estações meteorológicas, das quais foram geradas equações de regressão múltipla espacial para cada modalidade de temperatura. Os resultados foram aplicados sobre a imagem digital de altitude, latitude e longitude. As análises apontaram que as variáveis preditoras (altitude, latitude e longitude) estão correlacionadas com a temperatura e a validação foi permitida para todos os modelos de regressão múltipla utilizados. No Rio Grande do Sul, os fatores altitude e longitude são os mais importantes para a estimativa da temperatura do ar em todas as suas modalidades.

Palavras-chave: estimativa, espacialização, modelagem matemática, temperatura, Rio Grande do Sul

ESTIMATE AND SPATIALIZATION OF THE TEMPERATURE OF THE HOTTEST MONTH AND COLD FOR THE STATE OF RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL

Abstract The air temperature can be estimate through geographical factors and, consequently, spatialized, being used techniques of Mathematical Modelling and Geographical Information Systems (GIS). The objective of this work was to accomplish the estimate and spatialization of the temperature in your several modalities (medium, mean of the minimum and mean of the maximum) of the coldest month (July) and of the hottest month (January) for the State of Rio Grande do Sul starting from the latitude, longitude and altitude. The estimate was accomplished, being adopted data of 39 meteorological stations, of the which equations of space multiple regression were generated for each temperature modality. The results were applied on the digital image of altitude, latitude and longitude. The analyses appeared that the variables predictors (altitude, latitude and longitude) they are correlated with the temperature and the validation was allowed for all the models of multiple regression used. In Rio Grande do

Recebido em 12/11/2009

Aprovado para publicação em 26/11/2010

Sul, the factors altitude and longitude are the most important for the estimate of the temperature of the air in all your modalities.

Key words: estimate, spatialization, mathematical modelling, temperature, Rio Grande do Sul

INTRODUÇÃO

A temperatura do ar é um fator de extrema relevância na vida do planeta, consistindo num dos elementos meteorológicos mais importantes para definição da área de abrangência das espécies (RICKLEFS, 2003). A caracterização de condições térmicas é uma importante informação no planejamento do uso de recursos naturais, podendo-se destacar, dentre outros, a aplicação em zoneamentos ecológicos, agroclimáticos e urbanos (Cargnelutti Filho *et al.*, 2006).

No Rio Grande do Sul, a posição geográfica do território e sua proximidade ao Oceano Atlântico influenciam diretamente o regime térmico das diversas regiões do Estado e, inclusive, sua variabilidade ao longo do ano (Nimer, 1989). Ainda, a variação anual das temperaturas também depende da movimentação das massas de ar, consistindo o mês de julho no mais frio do ano com a frequente atuação da massa de ar polar atlântica e o mês de janeiro no mês mais quente, devido à influência da massa de ar equatorial continental (Moreno, 1961).

O conhecimento da distribuição da temperatura no Rio Grande do Sul torna-se fundamental, pois a agricultura consiste num dos alicerces da economia deste estado, sendo uma atividade que depende de condições climáticas favoráveis, em especial, da disponibilidade térmica. O desconhecimento de valores seguros de temperaturas pode obstaculizar os avanços nas pesquisas climatológicas e agrícolas, sobretudo em pesquisas de zoneamento climático de culturas agrícolas.

O Rio Grande do Sul, a exemplo do que ocorre em outros estados brasileiros, apresenta uma carência de séries históricas longas de dados meteorológicos que viabilizem os estudos climáticos. Por conseguinte, justifica-se a utilização de técnicas integradas de Modelagem Matemática e Sistemas de Informações Geográficas (SIG) para realizar a estimativa e a espacialização de variáveis meteorológicas.

A temperatura do ar é um elemento que pode ser simulado, entre outras formas, por modelos que consideram apenas os fatores geográficos altitude, latitude e longitude. Esta metodologia é bastante prática e tem apresentado um grau aceitável de acurácia na literatura científica.

Neste contexto, a utilização de equações de regressão múltipla têm produzido resultados satisfatórios, como pode ser observado em trabalhos semelhantes realizados para diversos estados brasileiros, dentre os quais destacamos Valeriano e Picini (2000) para São Paulo, Pezzopane *et al.* (2004) para o Espírito Santo e Ichiba (2006) para o Paraná.

Considerando a importância dessa variável meteorológica, surge a proposta de realização da estimativa e da espacialização da temperatura (média, média da mínima e média da máxima) do mês mais frio (julho) e do mês mais quente (janeiro) para o Estado do Rio Grande do Sul a partir da latitude, longitude e altitude, por meio de equações de regressão múltipla espacial.

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste estudo foram utilizados dados de temperatura média mensal, mínima e máxima do mês mais quente (janeiro) e do mês mais frio (julho) de 39 estações meteorológicas do Rio Grande do Sul correspondente ao período de 1931 – 1960. Tais dados foram obtidos em IPAGRO (1989).

Na Tabela e Figura 01 constam, respectivamente, as estações meteorológicas consideradas e a sua localização nas regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.

TABELA 01
Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul com a sua respectiva região ecoclimática, coordenadas geográficas e altitude

Estações Meteorológicas	Região Ecoclimática	Latitude	Longitude	Altitude (m)
Iraí		27° 11' 45"	53°1 4'01"	222
Marcelino Ramos	Alto Vale do Uruguai (1)	27° 27' 40"	51°5 4'22"	414
Santa Rosa		27° 51' 50"	54°2 5'59"	360
Itaqui	Baixo Vale do Uruguai (2)	29° 07' 10"	56°3 2'52"	76
São Borja		28° 39' 44"	56°0 0'15"	96
Santo Ângelo		28° 18' 14"	54°1 5'52 "	289
São Luiz Gonzaga	Missões (3)	28° 23' 27"	54°5 8'18"	260
Santiago		29° 11' 00"	54°5 3'10"	425
Cruz Alta		28° 38' 21"	53°3 6'34"	730
Passo Fundo	Planalto Médio (4)	28° 15' 39"	52°2 4'33"	667
Palmeira das Missões		27° 53' 55"	53°2 6'45"	634

Soledade		29° 03' 14"	52°2 6'00"	716
Bento Gonçalves		29° 10' 00"	51°2 5'00"	610
Bom Jesus		28° 40' 10"	50°2 6'25"	1.047
Caxias do Sul		29° 10' 25"	51°1 2'21"	787
Guaporé	Planalto Superior e Serra do Nordeste (5)	28° 55' 44"	51°5 4'45"	471
Lagoa Vermelha		28° 25' 35"	51°3 5'51"	815
São Francisco de Paula		29° 20' 00"	51°3 0'21"	912
Vacaria		28° 23' 00"	50°4 2'21"	960
Alegrete		29° 46' 47"	55°4 7'15"	121
Bagé		31° 20' 13"	54°0 6'21"	216
Santana do Livramento	Campanha (6)	30° 53' 18"	55°3 1'56"	210
São Gabriel		30° 20' 27"	54°1 9'01"	124
Uruguaiana		29° 45' 23"	57°0 5'12"	74

Cachoeira do Sul		30° 02' 45"	52°5 3'39"	72
Santa Maria		29° 41' 25"	53°4 8'42"	95
Porto Alegre	Depressão Central (7)	30° 01' 53"	51°1 3'19"	10
Taquara		29° 45' 00"	50°4 5'00"	35
Taquari		29° 48' 15"	51°4 9'30"	76
Santa Cruz do Sul	Encosta Inferior da Serra do Nordeste (8)	29° 43' 05"	52°2 5'45"	52
Caçapava do Sul		30° 30' 32"	53°2 9'22"	450
Encruzilhada do Sul	Serra do Sudeste (9)	30° 32' 35"	52°3 1'20"	427
Piratini		31° 26' 54"	53°0 6'09"	345
Jaguarão		32° 33' 32"	53°2 3'20"	50
Pelotas	Grandes Lagoas (10)	31° 45' 00"	52°2 1'00"	7
Tapes		30° 50' 00"	51°3 5'00"	5

Rio Grande		32° 01' 44"	52°0 5'40"	5
Santa Vitória do Palmar	Litoral (11)	33°3 1'14"	53°2 1'47"	5
Torres		29°2 0'34"	49°4 3'39"	6

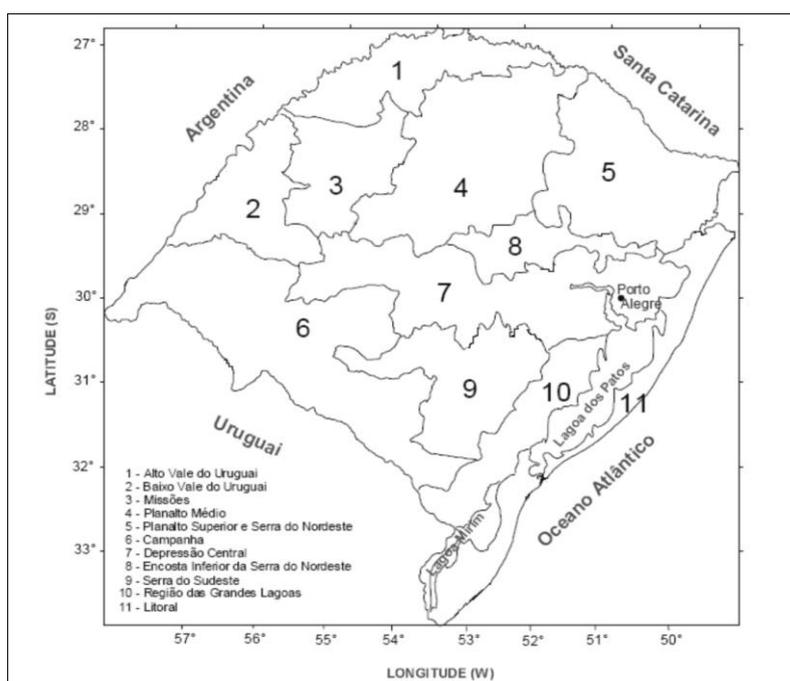


FIGURA 01 – Localização das regiões ecoclimáticas no Rio Grande do Sul (Maluf e Caiaffo, 2001)

A estimativa das temperaturas nas diversas regiões ecoclimáticas do Estado foi realizada a partir do método de regressão múltipla espacial utilizando o *software* Idrisi (Eastman, 2006). De acordo com o modelo múltiplo espacial (1), a temperatura foi considerada a variável independente (preditante) enquanto que a altitude, a latitude e a longitude foram as variáveis independentes (preditores).

$$Y = a_0 + a_1 \text{alt} + a_2 \text{lat} + a_3 \text{long}, \quad (1)$$

onde: **Y**: temperatura do ar em °C; **alt**: altitude em m; **lat**: latitude em graus decimais; **long**: longitude em graus decimais; **a₀**, **a₁**, **a₂** e **a₃**: coeficientes da equação de regressão.

Na verificação da hipótese de utilização das equações de regressão para a estimativa da temperatura nas modalidades em consideração foi realizado uma avaliação da significância do coeficiente de determinação múltipla (R^2) e do coeficiente de correlação múltipla (r). Para complementar a validação do modelo, foram avaliados os coeficientes das equações de regressão (a_n) através do teste “t” de Student a nível de 1% e 5% de significância. Além disso, as equações foram avaliadas por intermédio do teste “F” de Snedecor a nível de 1% e 5% de significância. A partir da validação do modelo de cada modalidade de temperatura, iniciou-se o processo de espacialização fazendo-se uso do software mencionado anteriormente. Os mapas foram gerados, aplicando-se cada equação sobre as imagens digitais de altitude, latitude e longitude

(Figura 02). Utilizou-se como mapa de altitude o modelo numérico de terreno elaborado pela UFRGS (2004) que foi derivado de dados SRTM (Shuttle Radar Topography Mission).

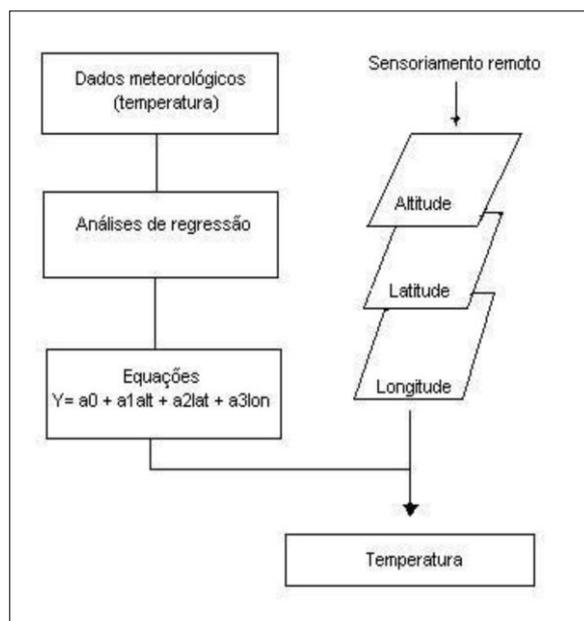


FIGURA 02 – Fluxograma do procedimento adotado para a geração dos mapas de temperatura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Temperatura do mês mais frio

A magnitude do coeficiente de correlação múltipla (r) indica que há uma boa associação das variáveis preditoras (altitude, latitude e longitude) com o comportamento das diferentes modalidades de temperaturas (média, mínima e máxima) no mês mais frio (julho). O efeito combinado da altitude, latitude e longitude explicam, respectivamente, 83%, 81% e 61% da variação da temperatura média, máxima e mínima conforme resultados dos coeficientes de determinação múltipla (R^2) (Tabela 02).

TABELA 02

Valores dos coeficientes de correlação múltipla (r) e de determinação múltipla (R^2) da temperatura média, máxima e mínima do mês mais frio (julho) no Rio Grande do Sul

Coeficientes	Temperatura média	Temperatura máxima	Temperatura mínima
r	0,91	0,90	0,78
R^2	0,83	0,81	0,61

A temperatura mínima apresentou o menor valor de influência das variáveis preditoras consideradas, apenas 61%, indicando que há outros fatores, não considerados pelo modelo proposto, influenciando mais fortemente neste caso, quando comparados com as outras modalidades de temperaturas. Segundo Pedro Júnior *et al.* (1991) e Pimentel (2007), dentre esses fatores, pode-se destacar certas particularidades como configuração e exposição aos raios solares do relevo local das diferentes regiões do Estado que criam condições topoclimáticas muito individualizadas, afetando o resfriamento e as temperaturas mínimas resultantes. A proximidade de grandes massas de água também pode influenciar no comportamento das temperaturas

mínimas, especialmente, na região leste do Estado (litoral) que sofre o efeito da maritimidade promovido pelo Oceano Atlântico.

Este fato também foi evidenciado por Buriol *et al.* (1973), Estefanel *et al.* (1973), Cargnelutti Filho *et al.* (2006) e Pimentel (2007) que constataram que no inverno outras variáveis não integrantes no modelo exercem notável influência na temperatura mínima.

Analisando o efeito individualizado de cada variável preditora (Tabela 03), observa-se que a latitude apresenta influência não-significativa na explicação da variabilidade da temperatura em todas suas modalidades. Contudo, a altitude mostrou-se significativa ao nível de 0,01 (1%) de probabilidade em todas as modalidades. Isto pode estar associado à movimentação e atuação das massas de ar polar, que ingressam pelo sul e oeste do Estado, e consistem nos principais sistemas meteorológicos no inverno promovendo a queda das temperaturas (Vieira, 1984 e Moreno, 1961). Moreno (1961), ainda reforça que a altitude concorre para o abaixamento da temperatura. Desta forma, a região nordeste do Estado, que apresenta as maiores altitudes, constitui-se a região mais fria, sendo determinada primordialmente pelo efeito da altitude.

TABELA 03

Significância estatística dos coeficientes individuais das equações de regressão linear múltipla para estimativa da temperatura média, máxima e mínima do mês mais frio (julho) no Rio Grande do Sul

Modalidade da Temperatura	Coeficientes da Equação de Regressão			
	a_0	a_1	a_2	a_3
Média	8,8593 **	- 11,474 1 **	0,0531 ns	9,4412 **
Máxima	9,2173 **	- 7,9469 **	-0,7308 ns	11,314 6 **
Mínima	3,7668 **	- 6,9844 **	0,4308 ns	3,3099 **

ns Não-significativo. * e ** Significativo a nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, conforme teste "t" de Student.

O fator longitude, intimamente associado ao efeito da continentalidade, apresentou nível de significância bastante elevado, superior a 99%, em todas as modalidades de temperatura, evidenciando que este efeito tem influenciado o comportamento das temperaturas no mês de julho.

No mês mais frio do ano (julho), auge do inverno, dentre os fatores climáticos considerados no modelo para a estimativa da temperatura da média e mínima, os que exercem maior influência são a altitude e a longitude, respectivamente. A influência sobre a temperatura máxima se dá na respectiva ordem de importância dos fatores longitude e altitude, apontando que o efeito da continentalidade favorece a ocorrência de temperaturas elevadas no mês mais frio, sobretudo no oeste do Estado, ou seja, esta região apresenta valores térmicos extremos no Estado (Moreno, 1961).

TEMPERATURA DO MÊS MAIS QUENTE

A análise da magnitude do coeficiente de correlação múltipla (r) indica que há uma boa associação das variáveis preditoras (altitude, latitude e longitude) com o comportamento das temperaturas média, mínima e máxima no mês mais quente (janeiro). O efeito combinado da altitude, latitude e longitude explicam, respectivamente, 88%, 58% e 82% da variação da temperatura média, máxima e mínima (Tabela 04).

TABELA 04

Valores dos coeficientes de correlação múltipla (r) e de determinação múltipla (R^2) da temperatura média, máxima e mínima do mês mais quente (janeiro) no Rio Grande do Sul

Coeficientes	Temperatura média	Temperatura máxima	Temperatura mínima
r	0,94	0,76	0,91
R^2	0,88	0,58	0,82

A aplicação da correlação múltipla para a estimativa da temperatura máxima não apresentou um desempenho muito satisfatório (58%), indicando que há fatores não considerados no modelo influenciando consideravelmente a variabilidade da mesma. Semelhantemente ao que ocorreu com o comportamento das temperaturas mínimas no mês de julho, entende-se que os efeitos topoclimático e microclimático também possam estar influenciando o comportamento das temperaturas máximas, dentre os quais, pode-se destacar a presença de centros urbanos, que criam o fenômeno “ilha de calor” que consiste numa anomalia térmica onde as temperaturas tornam-se mais elevadas nos centros urbanos devido à urbanização e impermeabilização do solo do que nas suas periferias, geralmente mais vegetadas (Lombardo, 1985) e a proximidade de grandes massas de água que desempenham um papel regulador da temperatura, diminuindo os contrastes térmicos (Moreno, 1961).

Na análise da magnitude dos valores de significância do teste “t” as variáveis que exercem maior influência na variação da temperatura média e máxima no mês mais quente do ano (janeiro) são altitude, longitude e latitude, respectivamente. Nestas modalidades, verifica-se o aumento da participação da latitude na influência da temperatura, se comparado com o mês de julho, tornando-se, assim, estatisticamente significativa. Contudo, a latitude ainda é não-significativa na explicação do comportamento das temperaturas mínimas (Tabela 05).

A importante participação da altitude na influência do comportamento da temperatura no mês de janeiro está de acordo com as abordagens de Nimer (1989), ao colocar que cabe quase exclusivamente ao relevo o controle da distribuição da temperatura durante o verão.

TABELA 05

Significância estatística dos coeficientes individuais das equações de regressão linear múltipla para estimativa da temperatura média, máxima e mínima do mês mais quente (janeiro) no Rio Grande do Sul

Modalidade da Temperatura	Coeficientes da Equação de Regressão			
	a_0	a_1	a_2	a_3
Média	4,7069 **	- 11,532 3 **	-5,1099 **	6,3546 **
Máxima	1,8096 *	- 4,1671 **	-3,2527 **	3,7012 **
Mínima	6,1859 **	- 11,325 4 **	-0,6256 ns	4,9514 **

^{ns} Não-significativo. * e ** Significativo a nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, conforme teste “t” de Student.

VALIDAÇÃO DOS MODELOS PARA A ESTIMATIVA DA TEMPERATURA

A análise dos resultados do teste “t” para cada variável do modelo utilizado apresentou valores não-significativos para o fator latitude na estimativa da temperatura mínima nos meses de janeiro e julho, e nas temperaturas máxima e média em julho. Contudo, os resultados obtidos após a aplicação do teste “F” de Snedecor apontam uma probabilidade superior a 0,99 (99%) de que todas as equações de regressão múltipla geradas possam ser usadas com eficiência para o cálculo da estimativa temperatura média, média das mínimas e médias das máximas do Estado do Rio Grande do Sul (Tabela 06).

TABELA 06

Significância estatística dos modelos de regressão linear múltipla para estimativa da temperatura média, máxima e mínima do mês mais quente (janeiro) e frio (julho) no Rio Grande do Sul

Mês	Temperatura média
Janeiro	82,07 **
Julho	56,95 **

Mês	Temperatura máxima
Janeiro	16,27 **
Julho	49,78 **

Mês	Temperatura mínima
Janeiro	54,08 **
Julho	18,60 **

^{ns} Não-significativo. * e ** Significativo ao nível de 0,05 (5%) e 0,01 (1%) de probabilidade, respectivamente, conforme teste “F” de Snedecor

A validação das equações permitiu a espacialização das diferentes modalidades de temperatura sobre as imagens digitais de altitude, latitude e longitude, gerando mapas com grande nível de detalhamento da disponibilidade térmica (Figuras 03, 04 e 05).

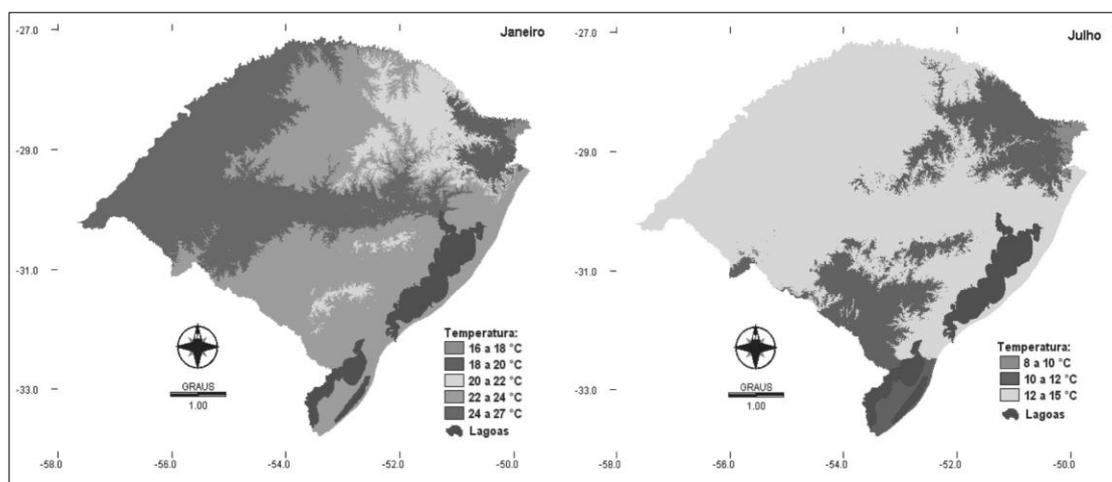


FIGURA 03 – Mapas da temperatura média do ar (°C) nos meses de janeiro e julho.

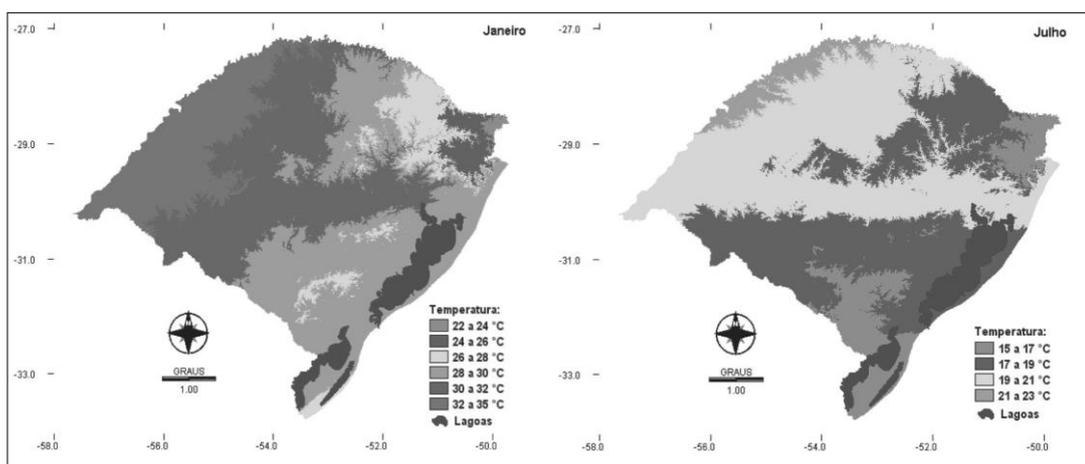


FIGURA 04 – Mapas da temperatura média máxima do ar (°C) nos meses de janeiro e julho.

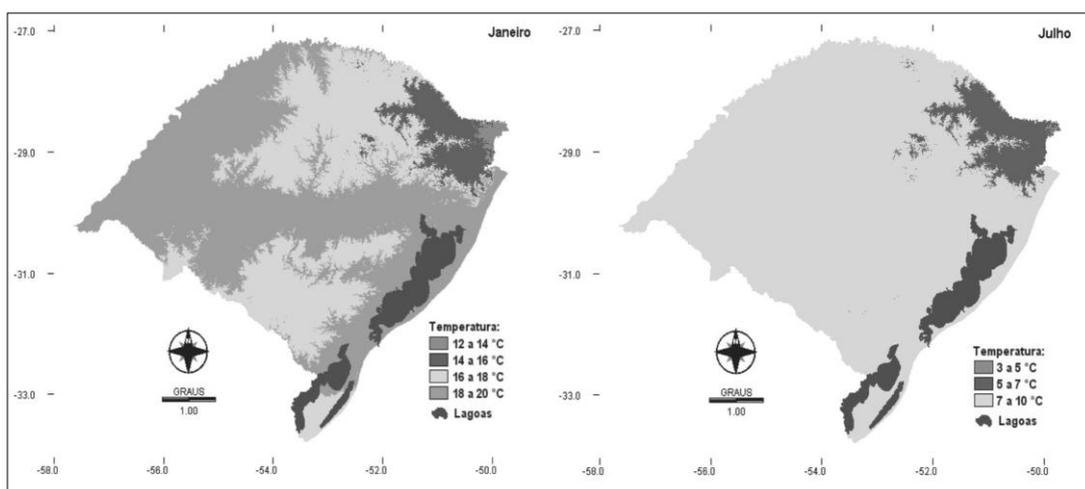


FIGURA 05 – Mapas da temperatura média mínima do ar (°C) nos meses de janeiro e julho.

CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo permitem estabelecer as seguintes conclusões para o Estado do Rio Grande do Sul:

_ As temperaturas média, máxima e mínima podem ser estimadas e, por conseguinte, espacializadas a partir dos fatores climáticos altitude e coordenadas geográficas (altitude e longitude), utilizando-se do método de regressão múltipla espacial.

_ No mês mais frio do ano (julho), as temperaturas média e mínima são influenciadas pela altitude e longitude, nessa ordem de importância. A temperatura máxima é explicada, por ordem de importância, pela longitude e altitude. O fator latitude não apresenta significância estatística na estimativa nas diferentes modalidades de temperatura.

_ No mês mais quente do ano (janeiro) as temperaturas média e máxima são influenciadas pela altitude, longitude e latitude, nessa ordem de importância. O fator latitude não apresenta significância estatística na estimativa da temperatura mínima, sendo esta influenciada apenas pela altitude e longitude.

_ Os fatores geográficos preditores do clima considerados no modelo (altitude, latitude e longitude) não estimam com muita eficiência a temperatura máxima e mínima, tal como para a temperatura média. Fatores topoclimáticos e a urbanização podem estar intimamente ligados à explicação dos valores térmicos extremos do Estado.

Em posse destes resultados e conclusões, define as seguintes ações futuras:

_ Estipular o melhor modelo matemático através do uso do *software* LAB Fit (Silva, 2004) para cada ecorregião do Estado e, posteriormente, confrontar os resultados obtidos com os do modelo de regressão múltipla gerado neste trabalho.

_ Realizar modelagem da distribuição geográfica de espécies (bioma potencial) a partir de fatores ambientais como temperatura e sua variação temporal e espacial.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Núcleo de Geoprocessamento do Centro Universitário UNIVATES, em especial, ao prof. Rafael Rodrigo Eckhardt pela orientação e auxílio na elaboração dos mapas.

REFERÊNCIAS

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 Centro Ciências Rurais**, v.3, p.131-150, 1973.

CARGNELUTTI FILHO, A.; MALUF, J. R. T.; MATZENAUER, R.; STOLZ, A. P. Altitude e coordenadas geográficas na estimativa da temperatura média decendial do ar no estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, 893-901, 2006.

EASTMAN, J. R. Idrisi Kilimanjaro Help Contents. Worcester, MA: Clark Labs University, 2006.

ESTEFANEL, V.; FERREIRA, M.; BURIOL, G. A.; PINTO, H. S. Estimativa das médias das temperaturas mínimas mensais e anuais do estado do Rio Grande do Sul. **Revista Centro Ciências Rurais**, v.3, p.1-20, 1973.

INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS (IPAGRO). **Atlas agroclimático do estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Pallotti, 1989. 326 p.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985. 120 p.

MALUF, J. R. T.; CAIAFFO, M. R. R. Regiões ecoclimáticas do estado do Rio Grande do Sul. **Anais**. XII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia e III Reunião Latino-Americana de Agrometeorologia, Fortaleza, Brasil, p.151-152. 2001.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Universal, 1961. 42 p.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 1989. 421 p.

PEDRO JUNIOR, M. J.; MELLO, M. H.; ORTOLANI, A. A.; ALFONSI, R. R.; SENTELHAS, P. C. **Estimativa das temperaturas médias mensais máximas e das mínimas para o estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico, 1991. 11 p. (Boletim técnico, 142).

PEZZOPANE, J. E. M.; SANTOS, E. A.; ELEUTÉRIO M. M.; REIS E. F.; SANTOS, A. R. Espacialização da temperatura do ar no estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.12, n.1, p.151-158, 2004.

PIMENTEL, M. G. P. **Método de estimativa de temperaturas mínimas e máximas médias mensais climatológicas do ar no Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul, 2007.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro: Guanabarra Koogan, 2003. 335 p.

SILVA, W. P.; SILVA, M. D. P. S.; CAVALCANTI, C. G. B.; SILVA, D. P. S.; SOARES, I. B.; OLIVEIRA, J. A. S.; SILVA, C. D. P. S. LAB Fit Ajuste de Curvas: um software em português

para tratamento de dados experimentais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.26, n.4, p.419-429, 2004.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Base cartográfica digital do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 2004. Escala 1:250.000.

VALERIANO, M. M.; PICINI, A. G. Uso de sistema de informação geográfica para a geração de mapas de médias mensais de temperatura do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.8, n.2, p.255-262, 2000.