



ESTUDO DA RELAÇÃO ENTRE ALTITUDE E TEMPERATURA DO AR NO ESTADO DO PARANÁ

Fritzsons, Elenice*,

Mantovani, Luiz Eduardo**

*Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, km 111; CP 319; CEP 83411 - 000; Colombo, Paraná. Fone (041) 3675 - 5711. elenice@cnpf.embrapa.br

**Universidade Federal do Paraná (UFPR), Depto de Geologia

INTRODUÇÃO

O Estado do Paraná apresenta paisagens bastante diversificadas em termos climáticos, pedológicos e de cobertura vegetal. Situa-se entre as zonas climáticas tropicais e subtropicais sendo cortado, ao norte, pelo Trópico de Capricórnio. Esse posicionamento contribui para uma maior diversidade de circunstâncias ambientais. A temperatura do ar é, dentre os elementos climáticos, aquele que induz maiores efeitos diretos e significativos sobre muitos processos fisiológicos que ocorrem em plantas e animais. Portanto, seu conhecimento se torna fundamental em estudos de ecologia, de planejamento ambiental e em análises de adaptação de culturas a determinadas regiões com características distintas (Medeiros *et al.*, 005). A temperatura do ar é influenciada também pela altitude, latitude e longitude e normalmente decresce com a elevação da altitude numa proporção de aproximadamente 1°C/100m (gradiente adiabático do ar seco). Esta taxa de arrefecimento ocorre porque uma massa de ar seco em ascensão está sujeita a uma pressão cada vez menor, aumentando o seu volume e diminuindo a temperatura. Como este gradiente térmico depende da saturação do ar, normalmente, o decréscimo da temperatura média com a altitude se situa em torno de 1 °C a cada 180 metros (Dury, 1972). No Paraná, Maack (1981) cita a alteração de 0,5 °C para cada 100 metros e, como um dado mais geral, Ometto (1981) cita a alteração de 0,6 °C para cada 100 m de altitude.

Nos trópicos, as grandes diferenças de temperatura em pequenas distâncias são principalmente decorrentes dos efeitos da variação da altitude e nebulosidade e não da latitude, podendo haver também grandes diferenças nas condições de temperatura entre os locais a barlavento e os situados a sotavento de uma montanha (Ometto, 1981). Mesmo em zonas subtropicais, considerando a altitude e latitude influenciando a temperatura média decedial do ar, Cargnelutti *et al.*, (2006) concluíram que a altitude exerce maior influência que a latitude para o Estado do Rio Grande do Sul. Entretanto, outros fatores climáticos, tais como variações de

nebulosidade ao longo de encostas expostas a correntes de ar úmidas, podem influir tanto acentuando quanto atenuando os gradientes de variação da temperatura em relação à altitude (Linacre, 1982).

Como a rede de estações meteorológicas ainda permanece incipiente no Brasil, com exceção do Estado do São Paulo, há vários estudos analisando as relações existentes entre a latitude, longitude, altitude e temperatura, procurando assim determinar, através de equações de regressão múltiplas, a temperatura de regiões onde não há monitoramento climático ou onde ele é escasso (Oliveira Neto *et al.*, 002; Medeiros *et al.*, 2005; Cargnelutti *et al.*, 006; Diedrich *et al.*, 2007). Entretanto, para grandes regiões, a divisão da área em compartimentos menores de clima mais homogêneo é favorável para melhor ajuste das retas ou curvas de regressão (Oliveira Neto *et al.*, 002).

OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho foi estudar a relação entre altitude e temperatura, a fim de definir um coeficiente vertical de temperatura média para o Estado do Paraná e também setorial, no âmbito das regiões de clima semelhantes no Estado, utilizando a regressão linear. Como objetivo secundário, avaliar a importância relativa da altitude, latitude e longitude na temperatura média anual, com a obtenção de um intervalo de gradiente de alteração da temperatura com a latitude e longitude para o Estado.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi construído um banco de dados climáticos visando contar com o maior número de informações monitoradas pelas estações meteorológicas disponíveis no Estado. Ao todo, foram utilizadas 49 estações meteorológicas e foram trabalhados mais de 600 mil dados numéricos. A metodologia de elaboração deste banco de dados pode ser verificada em

Fritzsons *et al.*, 2008(a). Os valores médios das variáveis térmicas e hídricas, coletados individualmente para cada estação, foram submetidos à Análise de Cluster pelo programa Statgraphics, a fim de formar grupos de estações semelhantes no Estado. Depois de formados os grupos, eles foram analisados separadamente quanto à correlação entre a altitude das estações e as temperaturas de cada estação pela planilha de cálculo do Excel e assim foi obtido um coeficiente de correlação médio (correlação linear de Pearson - r) para os grupos e também um geral, para o conjunto formado por todas as estações do Estado. Para os coeficientes de correlação de maiores magnitudes foram obtidas retas de regressão e os respectivos coeficientes de determinação das retas (r^2). Deste modo, obteve - se o gradiente térmico médio para todo o Estado e também o setorial, para regiões do Estado, ou seja, para os grupos formados pela Análise de Cluster.

RESULTADOS

Como resultado da aplicação da Análise de Cluster para a matriz formada pelas estações meteorológicas e as variáveis de dados médios térmicos e pluviométricos, o Paraná foi dividido inicialmente em dois grupos: estações do Grupo 1 (áreas mais frias) e do Grupo 2 (áreas mais quentes). As áreas mais frias foram subdivididas em duas: áreas frias e de alta precipitação do Planalto de Palmas e Guarapuava e áreas frias e relativamente mais secas, comparativamente às anteriores, e pertencentes ao Segundo e Terceiro planaltos. Quanto às áreas quentes, há as estações da parte norte do Estado, acima e próximas ao Trópico de Capricórnio ($23^{\circ}27'09''$ de latitude sul) e as estações abaixo e ao sul do Trópico de Capricórnio.

Assim, com relação à altitude, constatou - se que: 1. Há uma correlação negativa forte com a temperatura média do mês de janeiro (- 0,86), quando considerado o conjunto de todas as estações do Paraná; 2. Quando, na análise anterior, foram excluídas as estações do litoral (Antonina, Morretes, Paranaguá, Guaraqueçaba e Guaratuba), a correlação com a temperatura média do mês de janeiro é muito forte (- 0,92); 3. As estações do norte do Paraná apresentaram correlação negativa muito forte com a temperatura média do mês de janeiro (0,95); 4. Para as estações do sudoeste, a correlação com o mês de janeiro é também forte (- 0,86) e igual à da temperatura média anual.

A correlação mais forte da altitude com a temperatura média do mês de janeiro, quando comparada ao mês de julho, apresentada na análise que reúne o conjunto de todas as estações meteorológicas do Estado pode ser explicada pela relevância de situações microclimáticas durante o inverno (julho), realçadas devido à maior inclinação média dos raios solares e às inversões de temperatura.

A correlação mais forte da altitude com a temperatura do mês de julho (- 0,88) foi obtida quando foram consideradas as áreas frias do Estado. Estas áreas, além de estarem situadas no sul do Estado (maiores latitudes) estão também em locais de maiores altitudes e sujeitas aos constantes impactos das frentes frias de inverno.

Quanto à alteração da temperatura em relação à alteração da latitude e longitude, observa - se que a razão da T média

/ grau de latitude situa - se num intervalo entre 0,54 a 1,17 oC, enquanto que para a longitude variou entre 0,22 a 0,72 oC. Alfonsi *et al.*, (1974) encontraram um gradiente de 0,1 oC para variação de cada grau de latitude em Goiás e Cargnelutti *et al.*, (2006) encontraram uma diminuição de 0,2 a 0,6 oC da temperatura média a cada aumento no grau de latitude no Rio Grande do Sul. Assim sendo, os valores encontrados no Paraná são superiores aqueles encontrados nestes dois Estados com relação à latitude.

Com os valores obtidos neste trabalho fica claro que a altitude apresenta uma influência muito maior sobre a temperatura média anual, média anual de julho e média anual de janeiro, comparado à longitude e latitude, conforme afirmaram Ometto (1981) e Cargnelutti *et al.*, (2006), pois um grau de latitude representa 111 km de distância, enquanto que no setor latitudinal de interesse um grau de longitude representa um pouco menos do que o valor acima. No caso do Estado do Paraná verifica - se que as menores temperaturas ocorrem na porção centro sul e na porção sudeste, anteriormente à Serra do Mar. Isto ocorre não somente devido as latitudes maiores ao Sul, mas também pelo fato de que nestas regiões ocorrem as altitudes mais elevadas do Estado, a exemplo da estação de Guarapuava, localizada a 1.116 metros de altitude.

Quanto à longitude, há uma tendência de elevação das temperaturas conforme o aumento da longitude, ou seja, para oeste. Entretanto, deve ser ressaltado que no oeste do Paraná ocorrem também menores altitudes comparadas ao leste do Paraná.

Assim, em termos gerais, no Paraná, as temperaturas mais elevadas ocorrem no norte/oeste e extremo leste, decrescendo em relação ao centro - sul do Estado. De acordo com Ichiba (2006), as estações que registram as mais elevadas temperaturas máximas absolutas do Estado são as de Paranaíba (41,5oC), localizada no noroeste do Paraná e Antonina (42,4oC), na zona litorânea.

CONCLUSÃO

A correlação entre a altitude e a temperatura média de janeiro é mais forte do que para a temperatura média de julho, provavelmente devido aos efeitos dos microclimas locais e de condições estacionais que podem tamponar as tendências relativas à altitude e coordenadas geográficas das temperaturas no inverno.

O gradiente térmico médio para o mês de janeiro obtido para o conjunto de todas as estações do Estado, excluindo as do litoral, foi de 126 metros, ou seja, há uma diminuição média de 1 oC a cada 126 metros de ascensão vertical. Este gradiente varia entre 124 a 141 m / oC para o sudoeste e norte, respectivamente.

O método utilizado envolvendo a separação, pela análise de Cluster, das estações do Estado em grupos climáticos semelhantes, anteriormente à análise de correlação e a composição das equações de regressão, mostrou - se eficiente para atingir os objetivos propostos.

São necessários maiores estudos para compreender o comportamento das áreas litorâneas no mês de julho, pois era esperado um maior tamponamento térmico no inverno, o que não ocorreu.

A altitude é o fator que mostrou maior influência sobre a temperatura, seguido respectivamente da latitude e longitude. A temperatura média anual apresentou uma variação entre 0,54 a 1,17 oC para cada grau de latitude e entre 0,22 a 0,72 oC para cada grau de longitude, aumentando para oeste.

A altitude é um fator importante para zoneamentos, bem como as situações topográficas, particularmente os fundos de vale, uma vez que estes apresentam comportamento diferenciado face aos fatores climáticos. Assim, evidencia-se a necessidade de considerar estes fatores em zoneamentos, pois estes dependem de modelos que expressem as tendências, em função das variáveis regionalizadas de latitude, longitude e altitude.

Os autores agradecem ao SIMEPAR pelos dados enviados que foram utilizados para compor parte dos dados climáticos utilizados neste trabalho.

Este pode ser visto com maiores detalhes em Fritzsons et al. 2008 (b).

REFERÊNCIAS

- Alfonsi, R.R.; Pinto, H.S.; Pedro Júnior, M.J. Estimativas das normais de temperaturas média mensal e anual do Estado de Goiás (BR) em função de altitude e latitude. **Caderno de Ciências da Terra**, v.45, p.1 - 6, 1974.
- Cargnelutti Filho, A.; Maluf, J. R. T; Matzenauer, R.; Stolz, Á. P. Altitude e coordenadas geográficas na estimativa da temperatura mínima média decenal do ar no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 6, p. 893 - 901, 2006.
- Diedrich, V. L., Ferreira, E. R, Eckhard, R.R. Espacialização das estimativas das temperaturas mínimas, médias e mínimas anuais para o Vale do Taquari-RS-Brasil, pelo método de regressão linear. **Anais**. XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21 - 26, INPE, p. 153 - 159. 2007.
- Dury, G. H. High temperature extremes in Austrália. **Annals of the Association of American Geographers**. 62 (3), 388-400. 1972.
- Fritzsons, E., Carpanezi, A. A., Mantovani, L. L. Elaboração de um banco de dados climáticos para o Estado do Paraná. Colombo: Embrapa Florestas, 2008(a). **Documentos n. 168 / Embrapa Florestas**.
- Fritzsons, E. , Mantovani, L. E., Virginia De Aguiar, A. Relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático no Estado do Paraná. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 10, p. 40 - 48, 2008(b).
- Ichiba, S. H. K. **Estudo das Temperaturas no Estado do Paraná**. 2006. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2006.
- Linacre, E. The effect of altitude on the daily range of temperature. **International Journal of Climatology**, v.2, Issue 4, p. 375 - 382. 1982.
- Maack, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio Ed., 1981. 442 p.
- Medeiros, S.S.; Cecilio, R.A.; Melo Júnior, J.C.F.; Silva Junior, J.L.C. Estimativa e espacialização das temperaturas do ar mínimas e máximas na região nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, p. 247-255. 2005.
- Oliveira Neto, S.N. de; Reis, G.G. dos; Reis, M. das G.F.; Leite, H.G.; Costa, J.M.N. da. Estimativa de temperaturas mínima, média e máxima do território brasileiro situado entre 16 e 24^o latitude sul e 48 e 60^o longitude oeste. **Engenharia na Agricultura**, v.10, p.8 - 17, 2002.
- Ometto, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres. 1981. 129 - 132 p.