Estimação e espacialização das variáveis climáticas temperatura e umidade relativa do ar no estado do Rio Grande do Norte a partir de modelagem estatística e geoestatística

Bruno Claytton Oliveira da Silva. Mestrando do Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/UFRN).
brunoclaytton@yahoo.com.br
Fernando Moreira da Silva. Docente do Departamento de Geografia da UFRN.
fmoreyra@ufrnet.br

INTRODUÇÃO

No presente momento, várias são as pesquisas – de campos científicos diversos – que desprendem seus esforços no monitoramento, observação, análise e interpretação de eventos da natureza. Para tanto, conjuga-se como de grande relevância a aquisição de dados relativos a variáveis físico-ambientais. Um exemplo desta afirmativa são os dados respectivos as variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar principalmente diante da preocupação mundial com os atuais e futuros efeitos das Mudanças Climáticas Globais.

A temperatura pode ser entendida, ainda, como a condição que determina o fluxo de calor que passa de uma substância/corpo para outra, deslocando-se daquele com maior temperatura para a outra com menor temperatura. A mesma é função do balanço de radiação que chega e que sai de um corpo, além da sua transformação em calor latente e sensível (AYOADE, 2006).

A temperatura do ar – elemento hoje mais discutido do conjunto de variáveis atmosféricas – é uma grandeza comparativa e de estado/relativa; comparativa por que há sempre uma relação da mesma entre dois corpos; e de estado, pois sua alteração ocorre de acordo com a variação do tempo, além do espaço. Sendo assim, no sistema globo-atmosfera, a temperatura do ar pode variar de ponto a ponto tanto num dado instante como ao longo do tempo (SUDENE, 1975).

Em se tratando ainda da variável temperatura do ar, quando se considera um determinado ponto da superfície da Terra devem ser levados em consideração dois procedimentos distintos para a determinação e/ou monitoramento da temperatura daquele dado ponto. Um deles é a determinação da temperatura instantânea do ar, que se refere à temperatura do ar naquele dado momento. Outro procedimento – de grande

relevante no monitoramento ambiental – é a observação das temperaturas extremas (máximas e mínimas) e médias, sejam estas diárias e/ou mensais. Para tanto, são vários os procedimento, técnicas e instrumentos a serem utilizadas na determinação da temperatura do ar, com destaque para as formas de apresentação da distribuição da temperatura do ar para certa área: 1: na forma de gráficos, quando se deseja mostrar a variação temporal da variável; 2: na forma de linhas isotérmicas, quando se pretende demonstrar a variação espacial da temperatura da mesma localidade.

Embora a quantidade de vapor d'água represente apenas 2% da massa total e 4%do volume total da atmosfera, ela é o seu componente mais relevante na determinação do tempo e do clima (AYOADE, 2006).

O vapor d'água atmosférico se origina a partir da superfície terrestre pela evaporação e transpiração. Sendo assim, ela está concentrada, principalmente, nas baixas camadas da atmosfera – aproximadamente 50% do vapor d'água total da atmosfera se encontra nessa faixa (AYOADE, 2006).

A quantidade de vapor d'água presente na atmosfera apresenta-se como fator/elemento meteorológico/climatológico fundamental, pois desempenha papel importante no processo de gênese de vários fenômenos presentes na atmosfera. Além disso, destaca-se no condicionamento de vários processos físicos, no equilíbrio ecológico e, sobretudo, de atividades biológicas (SUDENE, 1975). Assim como é o caso da temperatura do ar, vários são os procedimentos, técnicas e instrumentos que determinaram a umidade do ar.

Existem várias maneiras de se medir a quantidade de umidade da atmosfera, entre elas a umidade absoluta e específica, o índice de massa ou de umidade, a temperatura do ponto de orvalho, a pressão vaporífica e umidade relativa. A maneira mais utilizada é a umidade relativa, que pode ser entendida como a razão entre o conteúdo real de umidade de uma amostra e a quantidade de umidade que o mesmo volume de ar pode conservar na temperatura e pressão quando saturado (AYOADE, 2006).

No estado do Rio Grande do Norte, apesar da importância do monitoramento de variáveis climáticas, existem apenas 9 estações climatológicas de superfície que realização observações e coletam dados estandardizados pela OMM por um período igual ou superior a 30 anos.

Diante desta conjuntura e da observância das deficiências e insuficiências do sistema de coleta de dados no estado do Rio Grande do Norte acredita-se que figura

como de extrema relevância a estimação das variáveis climáticas/ambientais para os municípios que não possuem monitoramento das mesmas. Deste modo, objetiva-se na pesquisa estimar e espacializar os dados concernentes as variáveis climáticas citadas.

MATERIAL E MÉTODO

Área de estudo

Segundo o Instituto de Defesa do Meio Ambiente (IDEMA, 2002), o estado do Rio Grande do Norte localiza-se totalmente no Hemisfério Sul Ocidental, na região Nordeste do Brasil tendo como pontos extremos: 4° 49' 53”S e 6° 58' 57”S e 34° 58' 03”W e 38° 36' 12”W.

Metodologia

Coleta de Dados

A coleta de gabinete foi realizada junto às instituições que coletam e quantificam dados relacionados às variáveis climáticas em estudo no estado (temperatura média do ar e umidade relativa do ar), com destaque para o INMET, INPE e EMPARN, além do uso da Normal Climatológica do período de 1961-1990.

Software Estima T

O modelo foi utilizado na estimação das temperaturas máximas, mínimas e médias para os municípios que não possuem dados relativos às Normas Climatológicas. O modelo empírico de estimativa da temperatura do ar é uma superfície quadrática dada por: $Tij = a_0 + a_1\lambda + a_2\varphi + a_3h + a_4\lambda^2 + a_5\varphi^2 + a_6h^2 + a_7\lambda\varphi + a_8\lambda h + a_9\varphi h + ATSMij$ (1)

Onde: λ é longitude, φ é a latitude, em graus; h é a elevação de cada estação meteorológica analisada, em metros; e a_0, a_1... a_9 são os coeficientes de regressão. Os índices i e j indicam, respectivamente, são o mês e o ano para o qual se está calculando a temperatura do ar (Tij).

Estatística Descritiva

Por fim, fez-se necessário a utilização da estatística descritiva em todo o processo, sendo esta representada tanto por medidas de tendência central (média, moda e mediana), bem como medidas de dispersão (desvio padrão, coeficiente de variação e amplitude).

Correlação Linear de Pearson

O método foi utilizado na observar a correlação entre variáveis climáticas diversas e a variável umidade relativa do ar. O coeficiente de correlação de Person é obtido a partir da seguinte equação:

$$r = \frac{\sum \left(x - \bar{x}\right)\left(y - \bar{y}\right)}{\sqrt{\sum \left(x - \bar{x}\right)^2 \sum \left(y - \bar{y}\right)^2}} \qquad (2)$$

Onde: r = Um índice situado entre -1 e 1; x e y = valores das variáveis em estudo.

Regressão

As equações foram empregadas quando da necessidade de estimar a umidade relativa do ar para os municípios onde inexistem dados relativos à Normal Climatológica.

$$\hat{Y} = aX^1 + bX^2 + cX^3 + d \qquad (3)$$

Onde: $\hat{Y}$ = é o valor estimado da umidade relativa do ar; X^i = é o valor da temperatura do ar; a, b e c = são os coeficientes angulares; d = é o coeficiente linear.

Estimação Geoestatística

Na pesquisa utilizou-se a última finalidade citada, ou seja, a predição de valores e, posteriormente, espacialização desses dados. Ainda, fez-se uso, na geração dos *grids*, os métodos de Krigagem – para os dados de temperatura do ar – e Mínima Curvatura – para os dados de umidade relativa do ar.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em se tratando da temperatura do ar, foram estimadas e espacialidades as temperaturas médias, mínimas e máximas para os municípios que não dispunham de séries de dados com mais de 30 anos para a variável em estudo.

O conjunto de mapas a baixo mostra a variação sazonal da temperatura média do ar no estado do Rio Grande do Norte. A partir desta análise pode-se observar que há uma certa tendência de diminuição da temperatura média do ar dos meses de janeiro a julho e um retorno no aumento médio da temperatura do ar a partir do mês de julho. Observa-se também a predominância de temperaturas médias mais elevadas na messoregião oeste do estado. Em contrapartida, percebe-se as mais baixas temperaturas médias localizadas nas áreas central e médio e alto oeste, coincidindo com os municípios localizados em altitudes mais elevadas.

Em se tratando do comportamento umidade relativa do ar no estado verifica-se que há uma tendência de elevação da umidade do ar no estado entre os meses de janeiro junho. Contrariamente, observa-se que nos meses seguintes há uma tendência de diminuição da umidade relativa do ar. Percebe-se também que a messoregião leste,

principalmente na sua porção mais oriental, somada as regiões serranas – em certos períodos do ano – são áreas que registram os maiores registros de umidade relativa.

CONCLUSÕES

Embasado nos resultados aqui obtidos, observou-se tanto o comportamento da temperatura média do ar como o da umidade relativa do ar coincidiram com a climatologia local, acompanhando a atuação dos sistemas sinóticos mais expressivos e influentes no Rio Grande do Norte, a saber: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e as Ondas de Leste (OL).

REFERÊNCIAS

ANDRIOTTI, L. S. J. **Fundamentos de Estatística e Geoestatística**. São Leopoldo-RS: Unisinos, 2005. 165 p.

AYOADE, J. O. **Introdução a Climatologia para os trópicos**. 11ªed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normais Climatológicas**. Brasília: Departamento Nacional de Meteorologia, 1992. 84 p.

CAVALCANTI, E. N; SILVA, V. P. R; SOUSA, F. A. D. **Programa computacional para estimação da temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.10, n.1, 2006. 8 p.

INSTITUTO DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE (IDEMA-RN). **Perfil do estado do Rio Grande do Norte**. Natal: IDEMA, 2002.

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. **Instrumentos meteorológicos utilizados em estações de superfície**. DRN: Recife, 1975.

VIEIRA, S. **Introdução à Bioestatística**. 3 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1980. 195 p.