

ESTUDO DAS VARIAÇÕES NORMAIS CLIMÁTICAS DIÁRIAS DE PARÂMETROS METEOROLÓGICOS

Ilya KIM¹, Paulo Henrique CARAMORI² e Sandro VISSOTTO³

INTRODUÇÃO

O conhecimento do clima de uma região durante o ano é importante para tomada de decisão em setores estratégicos como agricultura, produção de energia e construção civil, dentre outros. Geralmente como características do clima utilizam-se as normais climáticas mensais e anuais, sendo que as normais climáticas mensais são utilizadas para analisar as variações do clima da região. Como já se sabe, existe um ciclo anual nas variações dos parâmetros climáticos no Hemisfério Sul e também existe o ciclo ou onda semi-anual nas variações da pressão, da temperatura do ar e do vento (Van Loon et al., 1972). Para obter um melhor conhecimento da variação climática durante o ano, é necessário utilizar as normais climáticas diárias. Entretanto, a variabilidade dos dados diários é mais alta que a variabilidade dos dados mensais e anuais, e as médias para cada dia, obtidas com base nas séries existentes, não permitem caracterizar as variações climáticas durante o ano.

No presente trabalho, utilizando-se o modelo de componentes cíclicas, foram suavizadas as variações diárias de séries históricas de dados meteorológicos do estado do Paraná, com a finalidade de melhor caracterizar as variações normais diárias.

METODOLOGIA

Foram analisados dados diários de temperatura mínima (T_{\min}), temperatura máxima (T_{\max}), chuva acumulada (P), evaporação (E) e insolação (I), além de umidade relativa (UR), direção (Dir) e velocidade (V) do vento às 09, 15 e 21 horas, de 26 estações meteorológicas do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), coletados no período 1976-2000.

A pesquisa foi feita por meio da utilização do modelo de componentes cíclicas,

$$\hat{Y}(t) = \sum_{i=1}^N A_i \operatorname{sen}\left(\frac{2\pi}{L_i}t + \varphi_i\right) \quad (1)$$

em que, A_i é a amplitude, L_i é o período, φ_i é a fase e N é o número de harmônicos.

A avaliação da significância estatística de $\hat{Y}(t)$ para valores a partir de 1 até N , foi feita por meio da comparação da variância da série inicial e da série $Z(t) = Y(t) - \hat{Y}(t)$, utilizando-se a distribuição de Fisher (teste-F). Pelo teste-F, $\hat{Y}(t)$ é significativo quando:

$$\frac{S_1^2}{S_2^2} > F_{1-p}(f_1, f_2) \quad (2)$$

Desta forma, são mantidos em (1) apenas os N harmônicos para os quais o teste-F detecta significância. Na equação (2), S_1^2 é a estimativa da variância da série $Y(t)$, S_2^2 a estimativa da variância da série $Z(t)$, e f_1, f_2 são os graus de liberdade de S_1^2 e S_2^2 respectivamente; neste estudo, $f_1 = f_2$. Pelo teste-F, $\hat{Y}(t)$ é significativo quando as variâncias da série original $Y(t)$ e de $Z(t)$ são muito diferentes. Considera-se que o modelo de componentes cíclicas ajustado é estatisticamente significativo se ele tiver um nível de significância igual ou menor que 5%, pelo teste-F.

As médias para cada dia de vários anos foram calculadas por meio de:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i,$$

em que x_i é a característica climática diária do ano, n é o número de anos e \bar{x} é a média para cada dia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias para cada dia do período 1976-2000 da T_{\min} , T_{\max} , I , P e E e para UR , Dir e V às 09, 15 e 21 horas para as estações da rede do IAPAR, foram analisadas com o uso do modelo de componentes cíclicas. A análise mostrou a existência, nas variações de I , P , E e UR , além dos ciclos anual e semi-anual, de um ciclo de 1/3 do ano com praticamente a mesma amplitude que o ciclo semi-anual. Nas variações das médias para cada dia de I foram separadas também as componentes cíclicas de 1/4 de ano. Na Fig. 1, como exemplo, são mostrados a variação das médias diárias de evaporações acumuladas e o conjunto de componentes cíclicas separadas na estação de Cianorte. Como podemos ver o conjunto de três componentes cíclicas - anual, 1/3 do ano e semi-anual descrevem bem as variações de média para cada dia da evaporação acumulada durante o ano. É possível usar os conjuntos de componentes cíclicas como normais climáticas diárias.

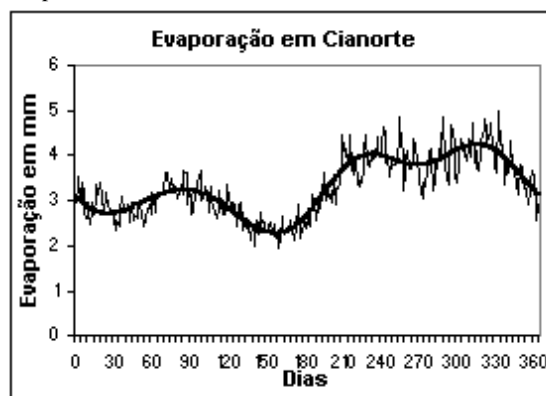


Fig. 1. Variações das séries iniciais médias para cada dia da evaporação do período 1976-2000 na estação Cianorte e conjunto de componentes cíclicas separadas.

A análise das variações normais climáticas diárias de E durante o ano nas estações do IAPAR mostrou a dependência da região. Para a região norte e nordeste do Estado existem dois máximos, um no início da primavera e outro no outono, e dois mínimos, um em fevereiro e outro em junho. Para a região noroeste há três máximos, um no início de março, outro no início de agosto e outro entre o final de novembro e início de dezembro, e três mínimos, um no final de janeiro, outro em junho e outro entre o final

¹ Dr., Pesquisador do Inst. Tecnológico SIMEPAR – Cx P 19100, CEP 81531-990, Curitiba, PR – Brasil. (iskim@simepar.br)

² PhD., Pesquisador do IAPAR – Cx P 481, CEP 86001-970, Londrina, PR, Brasil. (caramori@pr.gov.br)

³ Estagiário do Inst. Tecnológico SIMEPAR – CP 19100, CEP 81531-990, Curitiba – Paraná – Brasil. (sandrov@simepar.br)

de setembro e início de outubro. O sul e o sudeste do Estado mostram dois máximos significativos, um no início de junho e outro em dezembro. No litoral há um mínimo no inverno e um máximo entre o final do outono e início do verão.

A análise das variações das normais climáticas de **I** durante o ano no Estado do Paraná mostrou que na maioria das estações o ciclo anual não é o principal ciclo. Nas estações localizadas no norte e nordeste há três máximos durante o ano, sendo um em março, outro em julho e outro em outubro, com pico mais alto em julho, e três mínimos, em fevereiro, maio e entre o final de agosto e início de setembro. No noroeste do estado também há três máximos, um entre o final de março e início de abril, outro em agosto e outro em novembro, sendo maior o máximo de novembro, e três mínimos, em fevereiro, junho e outubro, com menores valores em junho e em outubro. No sul do estado há um mínimo em junho e um máximo em dezembro, podendo-se observar a influência da periodicidade de 1/3 do ano. A segunda parte das variações de **I** nas regiões sul e sudeste do estado é parecida com as variações de **I** no norte e nordeste do estado, mas difere na primeira parte do ano até maio, onde não ocorrem oscilações significativas. Finalmente, nas estações do litoral, nas variações de **I** existe só um mínimo entre o final de setembro e o início de outubro e um máximo em dezembro.

A análise das variações normais climáticas de **UR** às 9 horas mostrou que as estações do noroeste, norte e nordeste do estado são parecidas, com máximos em fevereiro, junho e outubro, um mínimo principal em agosto e dois mínimos secundários, em abril e novembro. No centro, sul e sudeste do Estado há um máximo entre o final de maio e início de junho, e um mínimo em novembro. No litoral ocorre um máximo no inverno (final de junho) e um mínimo entre o final de novembro e início de dezembro.

Nas variações normais climáticas de **UR** às 15 horas no litoral, existe um pequeno pico em outubro e mínimos insignificativas em agosto e dezembro. Já no centro, sul e sudeste há três máximos, em fevereiro, junho e outubro, um mínimo principal em agosto e dois mínimos secundários, em abril e entre o final de novembro e início de dezembro. Nas estações do norte, noroeste e nordeste há três máximos, dois principais, em janeiro e junho, e um secundário, em outubro, e três mínimos, um principal em agosto e dois secundários, em abril e novembro. Às 21 horas o comportamento das variações de **UR** é parecido com o das 15 horas, com exceção do litoral, onde ocorre um máximo no inverno e um mínimo no verão.

Nas variações normais climáticas diárias de T_{max} , além do ciclo anual há o ciclo semi-anual, este tendo maior influência nas estações do noroeste, norte e nordeste. A análise mostrou que nas variações de T_{max} nestas regiões o valor máximo é em fevereiro e o mínimo é em junho, e nas estações onde existe somente o ciclo anual o valor máximo ocorre no final de janeiro e o mínimo em julho. Então, na parte norte do estado, as variações de T_{max} mostram um período do máximo para o mínimo de cinco meses e do mínimo para o máximo de sete meses. A análise das variações das normais climáticas de T_{min} mostrou que o ciclo anual predomina, enquanto que as outras componentes cíclicas são insignificativas. Porém, no norte do estado ocorre um máximo em fevereiro e um mínimo em julho, enquanto que no sul a oscilação é mais simétrica.

Nas variações de **V** às 09 e 21 horas ocorre maior influência nas estações do norte do estado, onde é possível observar dois máximos climáticos, um principal na primavera e um secundário no outono. No litoral não ocorrem extremos significativos, mas no sul e sudeste do estado há um máximo climático na primavera e um mínimo

no outono. No oeste do estado, existe um máximo no final do inverno e um mínimo no final do verão. Nas demais regiões não ocorrem oscilações significativas na variação anual. Nas variações climáticas de **V** às 15 horas não foi separado o ciclo semi-anual e a amplitude da variação anual também não é grande.

Nas variações de **Dir** às 09, 15 e 21 h, além do ciclo anual, também existe o ciclo semi-anual nas regiões norte, nordeste e sudeste do Estado. Nas outras regiões do Estado há o ciclo anual ou não foram separadas componentes cíclicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

VAN LOON, H. et al. Meteorology of the Southern Hemisphere. **Meteorological Monographs**, v. 13, n. 35, p. 184, 1972.