

ρ_{DCCA} APLICADO ENTRE TEMPERATURA AMBIENTE E UMIDADE RELATIVA DO AR: MÉDIAS DISTINTAS

A. A. BRITO¹; A. M. Da Silva Filho²; G. F. ZEBENDE³; I. C. CUNHA LIMA⁴

¹ Doutoranda em MCTI; Bolsista FAPESB; britodea@gmail.com

² Estatístico; UEFS; Feira de Santana-BA; aloisioestatico@yahoo.com.br

³ Físico; UEFS; Feira de Santana-BA; gfzebende@hotmail.com

⁴ Físico; Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; ivandacunhalima@gmail.com

RESUMO

Propomos neste artigo, analisar as médias diárias das variáveis climatológicas temperatura ambiente e umidade relativa do ar, aplicando o coeficiente de correlação cruzada, ρ_{DCCA} , proposto por ZEBENDE¹ através de quatro distintas formas para o cálculo das referidas médias. Como resultado principal, observamos que independe da forma calculada para a média, o coeficiente de correlação cruzada foi negativo para todas as escalas de tempo implicando numa anti-correlação cruzada. Os valores para as quatro formas de médias mostraram-se bem próximos um dos outros, nesta situação.

PALAVRAS-CHAVE: Variáveis Climatológicas, Médias Diárias, ρ_{DCCA} .

1. INTRODUÇÃO

O interesse na compreensão dos fenômenos climatológicos é de grande importância para a sociedade em geral. Diante deste contexto e com base em duas variáveis meteorológicas, temperatura ambiente e umidade relativa do ar, medidas hora a hora por um período de aproximadamente 10 anos, estudaremos aqui a relação entre as mesmas por meio do coeficiente de correlação ρ_{DCCA} . Nosso interesse foi o de analisar esta relação por quatro valores de médias diárias, como proposto por WEISS⁴. Para análise escolhemos 04 (quatro) estações meteorológicas localizadas e distribuídas pelo estado da Bahia, Brasil, ou seja, Paulo Afonso, Salvador, Feira de Santana e Porto Seguro. Os dados são oriundos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Portanto, para contemplar o objetivo deste artigo, a próxima seção aborda a metodologia aplicada neste trabalho, a terceira seção apresenta os resultados e a discussão, e por fim, na quarta, as considerações finais.

2. METODOLOGIA

Em primeiro lugar, para os valores medidos hora a hora, calculamos as médias diárias da temperatura ambiente $\langle T \rangle$ e umidade relativa do ar $\langle U \rangle$, por quatro formas distintas, como proposto por WEISS⁴. Por exemplo, para a média da temperatura ambiente tem-se:

$$\text{Hora a Hora } \langle T_m \rangle = \frac{\sum_{i=1}^{24} T_i}{24}$$

$$\text{Máx/Min } \langle T_{\text{máx/min}} \rangle = \frac{T_{\text{min}} + T_{\text{máx}}}{2}$$

$$\text{Ponderada } \langle T_p \rangle = \frac{T_{07:00} + T_{14:00} + 2T_{21:00}}{4}$$

$$\text{Média 3 horas } \langle T_{3h} \rangle = \frac{\sum_{i=1}^8 T_{3i}}{8}$$

Em seguida, calculamos o coeficiente de correlação cruzada, ρ_{DCCA} , proposto por ZEBENDE¹, para quantificar e mensurar o nível de correlação cruzada entre duas séries temporais não estacionárias. Coeficiente este baseado nos métodos DFA² e DCCA³. O ρ_{DCCA}

é definido como a razão entre a função de covariância sem tendência e a função de variância sem tendência:

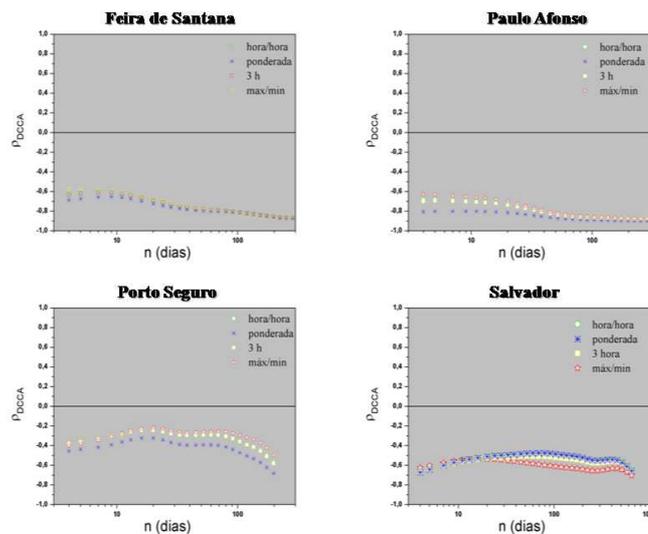
$$\rho_{DCCA}(n) \equiv \frac{F^2_{DCCA_{Temp \times Umi}}(n)}{F_{DFA_{Temp}}(n)F_{DFA_{Umi}}(n)}$$

Sendo, $4 \leq n \leq N/4$ (tamanho da série), a escala temporal de análise do coeficiente. Portanto, este coeficiente adimensional define uma nova escala de correlação cruzada entre séries temporais não estacionárias, com sua variação no intervalo de $-1 \leq \rho_{DCCA} \leq 1$. O ρ_{DCCA} tem despertado o interesse de muitos pesquisadores nesta quase primeira década de existência e dentre os diversos trabalhos aplicando este coeficiente, em diversas áreas científicas, podemos citar alguns deles no ano de 2018: LIN⁵; GUEDES^{6,7}; BRITO⁸; ZEBENDE^{9,10}; SANTOS¹¹; FERREIRA¹².

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Calculada as médias diárias da temperatura ambiente e da umidade relativa do ar pelas quatro formas distintas proposto por WEISS⁴, aplicamos ρ_{DCCA} as séries das médias e obtivemos para as quatro estações meteorológicas (ver Figura 1).

Figura 1: ρ_{DCCA} como função de n .



Na figura observamos que a correlação cruzada foi sempre negativa para todas as cidades e para todas as escalas de tempo n , implicando em uma anti-correlação cruzada entre as variáveis, temperatura ambiente e umidade relativa do ar. Também, podemos observar que independentemente da média aplicada, os valores de ρ_{DCCA} são muito similares e próximos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo podemos concluir que, independentemente do tipo de média diária (equivalente a $n = 1$) calculada, ρ_{DCCA} sempre será negativo para qualquer estação e para qualquer escala temporal, aferindo as estações uma anti-correlação cruzada. Ainda mais, os valores de ρ_{DCCA} são bem próximos para cada média, isto pelo fato de que a média é diária e a menor escala temporal usada ser de $n = 4$ dias. Finalmente, pode-se afirmar pelo valor de ρ_{DCCA} , que

quanto maior (menor) a temperatura do ar, menor (maior) será a sua umidade relativa do ar.

Agradecimentos

A. A. BRITO agradece a FAPESB (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia) (Grant BOL 0262/2017) e ao INMET (Instituto Brasileiro de Meteorologia) e G. F. ZEBENDE agradece ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) (Grant 304362-2017-4).

5. REFERÊNCIAS

¹ ZEBENDE, G. F. **DCCA cross-correlation coefficient: Quantifying level of cross-correlation.** Physica A, v. 390, p.614-618, 2011.

² PENG, C. K.; BULDYREV, V. SIMONS, M.; STANLEY, H. E. GOLDBERGER, L. **Mosaic organization of DNA nucleotides.** Physical Review E, v. 49, p. 1685-1689, 1994.

³ PODOBNIK, B.; STANLEY, H. E. **Detrended cross-correlation analysis: A new method for analyzing two nonstationary times series.** PHYSICAL REVIEW LETTERS, v. 100, p. 084102, 2008.

⁴WEISS, A.; HAYS, C. J. **Calculating daily mean air temperature by different methods: implications from a non-linear algorithm.** Agricultural and Forest Meteorology, v.128, p. 57-65, 2005.

⁵Lin, Min; Wang, Gang-Jin; Xie, Chi; Stanley, H. E. **Cross-correlations and influence in world gold markets.** Physica A, v. 490, p. 504-512, 2018.

⁶GUEDES, E. F.; BRITO, A. A.; OLIVEIRA FILHO, F. M.; FERNANDEZ, B. F.; CASTRO, A. P. N.; SILVA FILHO, A. M.; ZEBENDE, G. F. **Statistical test for $\Delta\rho_{DCCA}$ cross-correlation coefficient.** Physica A, v. 501, p. 134-140, 2018.

⁷GUEDES, E. F.; BRITO, A. A.; OLIVEIRA FILHO, F. M.; FERNANDEZ, B. F.; CASTRO, A. P. N.; SILVA FILHO, A. M.; ZEBENDE, G. F. **Statistical test for $\Delta\rho_{DCCA}$: Methods and data.** Data in Brief, v. 18, p. 795-798, 2018.

⁸BRITO, A. A.; SANTOS, F. R.; CASTRO, A. P. N.; DA CUNHA LIMA, A. T.; ZEBENDE, G. F.; DA CUNHA LIMA, I. C. **Cross-correlation in a turbulent flow: Analysis of the velocity Field using the ρ_{DCCA} coefficient.** EPL (EUROPHYSICS LETTERS), v. 123, p. 20011, 2018.

⁹ZEBENDE, G. F.; BRITO, A. A.; SILVA FILHO, A. M.; CASTRO, A. P. **ρ_{DCCA} Applied between air temperature and relative humidity: Na hour/hour view.** Physica A, v. 494, p. 17–26, 2018.

¹⁰ZEBENDE, G. F.; DA SILVA FILHO, A. M. **Detrended Multiple Cross-Correlation Coefficient.** Physica A, v. 510, p. 91-97, 2018.

¹¹SANTOS, F. R.; BRITO, A. A.; CASTRO, A. P. N.; ALMEIDA, M. P.; DA CUNHA LIMA, A. T.; ZEBENDE, G. F.; DA CUNHA LIMA, I. C. **Detection of the persistency of the blockages symmetry influence on the multi-scale cross-correlations of the velocity fields in internal turbulent flows in pipelines.** Physica A, v. 509, p. 294-301, 2018.

¹²FERREIRA, P.; DIONÍSIO, A.; GUEDES, E. F.; ZEBENDE, G. F. **A sliding windows approach to analyse the evolution of bank shares in the European Union.** Physica A, v. 490, p. 1355-1367, 2018.