

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/280114091>

Correlação cruzada da dengue nos três biomas da Bahia

Conference Paper · July 2015

READS

103

6 authors, including:



[Aloisio Machado](#)

Universidade Estadual de Feira de Santana

24 PUBLICATIONS 102 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Hugo Saba](#)

Universidade do Estado da Bahia, Brazil, Sa...

9 PUBLICATIONS 9 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Marcelo A Moret](#)

CIMATEC

49 PUBLICATIONS 499 CITATIONS

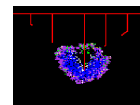
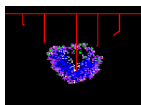
[SEE PROFILE](#)

SOLABIMA2015

CONGRESSO LATINOAMERICANO DE BIOMATEMÁTICA

13 a 17 de Julho 2015

Unesp, Botucatu – Brasil



Correlação cruzada da Dengue nos três biomas da Bahia

Aloísio Machado da S. Filho

Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS, Departamento de Ciências Exatas

Feira de Santana-BA, Brasil

E-mail: aloisioestatistico@uefs.br

Aloísio Nascimento, Hugo Saba, Gilney F. Zebende, Marcelo A. Moret

SENAI CIMATEC, Programa de Pós graduação em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial

Salvador-BA, Brasil

E-mail: aloisio.nascimento@gmail.com, hugosaba@gmail.com, mamoret@gmail.com, gfzebede@hotmail.com

Resumo

Em decorrência da tendência de crescimento dos casos de dengue e complexidade na sua manifestação, principalmente nos grandes centros urbanos, é necessário ações com alicerce científico. Motivada por esta realidade a presente pesquisa tem como objetivo analisar a dinâmica temporal dos casos de dengue em alguns municípios baianos, utilizando como método de análise o coeficiente de correlação cruzada sem tendência ρ_{DCCA} . Os resultados do presente artigo identificaram correlação cruzada positiva, principalmente, para grandes escalas de tempo ($n \geq 100$) entre os municípios analisados, independente do bioma (Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica) em análise. Neste caso, para grandes escalas de tempo o bioma não é um fator relevante para as flutuações da série temporal da dengue, considerando os municípios analisados.

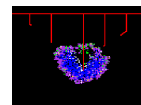
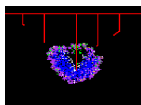
Palavras-chave:

Dengue, Série Temporal, Correlação cruzada, ρ_{DCCA} .

Introdução

A dengue é uma infecção viral transmitida pela mordida do mosquito *Aedes aegypti* (AA), uma espécie de hematófago originária da África que chegou ao continente americano na época da colonização [12]. A dengue é considerada a mais importante das doenças virais transmitidas por artrópodos [2], [9] sendo também a mais comum e distribuída arbovirose no mundo [10]. O vírus da dengue tornou-se um relevante problema de saúde pública internacional, uma vez que metade da população mundial está atualmente em risco de infecção por dengue. Aproximadamente 50-100 milhões de casos de infecção são registrados anualmente. Entre os infectados, 500 mil tinham infecção grave e a internação foi necessária, a maioria são crianças e aproximadamente 2,5 % dos infectados morreram [6].

Em 2011, por exemplo, a incidência de dengue no Estado da Bahia era de 160,0 casos por 100 mil habitantes, sendo elevadas em 2012 para 209 casos por 100 mil habitantes [12]. Motivada com que foi discutido até aqui e as pesquisas que visam o estudo, monitoramento e o combate da supracitada doença, a presente pesquisa objetiva analisar a dinâmica temporal dos casos de dengue registrados em alguns municípios da Bahia via coeficiente de correlação cruzada $\rho_{DCCA(n)}$ idealizado por [14]. Para contemplar os objetivos desta pesquisa, a próxima seção aborda brevemente os procedimentos metodológicos do $\rho_{DCCA(n)}$. Já na terceira seção apresentamos os resultados e discussões, finalmente na quarta fazemos nossas considerações finais.



Método estatístico

O coeficiente de correlação cruzada sem tendência $\rho_{DCCA(n)}$ idealizado por [14] é um coeficiente capaz de identificar o nível de correlação cruzada tendo como base o *Detrended Fluctuation Analysis* - DFA [7] e o *Detrended Cross-correlation Analysis* - DCCA [8]. O $\rho_{DCCA(n)}$ destina-se à estimação do coeficiente de correlação cruzada em diferentes escalas de tamanho n , cujo coeficiente possui campo de variação limitada entre -1 a 1 como outros coeficientes de correlação. Desta forma -1 representa anticorrelação perfeita e 1 a correlação perfeita. Por outro lado, o $\rho_{DCCA(n)} = 0$ significa que não existe correlação cruzada entre os sinais. Segundo [14] e [4], devemos seguir os seguintes passos para modelar o $\rho_{DCCA(n)}$:

Passo 1 - De posse de duas séries temporais, $\{x_t\}$ e $\{y_t\}$, $t = 1, 2, 3, \dots, N$ (N denotando o número total de pontos da série) integramos as referidas séries, obtendo os seguintes sinais:

$$xx_k = \sum_{t=1}^k x_t \text{ e } yy_k = \sum_{t=1}^k y_t, \quad k = 1, 2, 3, \dots, N.$$

Passo 2 - Em seguida dividimos as duas séries integradas, $\{xx_k\}$ e $\{yy_k\}$ em $(N-n)$ caixas sobrepostas de igual tamanho n com $4 \leq n \leq \frac{N}{4}$.

Passo 3 - É calculada a tendência local em cada caixa pelo processo dos mínimos quadrados em cada série, $xP_i(k)$ e $yP_i(k)$. Em seguida calcula-se a covariância dos resíduos em cada caixa por:

$$F_{xy}^2(n, i) = \frac{1}{n+1} \sum_{k=1}^{i+n} (xx_k - xP_i(k))(yy_k - yP_i(k)).$$

Passo 4 - Calcula-se a média de todas as caixas sobrepostas $(N-n)$ afim de obter uma nova função de covariância:

$$F_{xy}^2 = \frac{1}{N-n} \sum_{i=1}^{N-n} F_{xy}^2(n, i).$$

Passo 5 - É calculado o coeficiente de correlação cruzada sem tendência $\rho_{DCCA(n)}$ por:

$\rho_{DCCA(n)} = \frac{F_{xy}^2(n)}{F_{xx}(n) \cdot F_{yy}(n)}$. Em que $F_{xx}(n)$ e $F_{yy}(n)$ são as funções de autocorrelação, definidas pelo método DFA [7], de cada uma das séries envolvidas.

Apesar de ter sido proposto recentemente, o $\rho_{DCCA(n)}$ possui aplicação em diversas áreas do conhecimento tais como, no mercado financeiro ([1], [13] e [4]), em indicadores de criminalidade [5] entre outros. E de acordo com [5], uma das vantagens do $\rho_{DCCA(n)}$ é analisar a correlação cruzada entre os sinais sem a componente tendência que tende a mascarar as verdadeiras correlações. Na seção seguinte serão apresentados os dados e resultados da presente pesquisa.

Dados e resultados

A fim de atender ao objetivo desta pesquisa, modelamos o $\rho_{DCCA(n)}$ em alguns municípios do estado da Bahia, levando em consideração os seus respectivos biomas ¹ (ver Tabela 1 e Figura 1). Para entender o comportamento das variáveis objeto de estudo em termos de distribuição definimos a sua estatística descritiva (Tabela 2). A aplicação do $\rho_{DCCA(n)}$ levou em consideração o cruzamento das séries dentro dos biomas (ver Figura 1 (A-Cerrado, B-Caatinga e C-Mata Atlântica)) e entre os biomas (ver Figura 1 (D-Cerrado x Caatinga, E-Caatinga x Mata Atlântica e F-Caatinga x Cerrado)). A ideia desta modelagem é verificar via $\rho_{DCCA(n)}$ se o bioma é um fator relevante para as flutuações dos casos de dengue no Estado da Bahia. Em outras palavras, se o comportamento das correlações cruzadas diferem em biomas diferentes.

A modelagem estatística dentro dos biomas (ver Figura 1 (A, B e C)) e entre biomas (ver Figura 1 (D, E e F)), utilizando o $\rho_{DCCA(n)}$ identificou correlação cruzada positiva, principalmente, para grandes escalas de tempo ($n \geq 100$) dias. Sendo assim, para grandes escalas de tempo o bioma não é um fator relevante para as flutuações das séries temporais da dengue, considerando os municípios selecionados para análise. Com este resultado é possível afirmar que existindo um crescimento nos casos de dengue em determinado bioma este comportamento tende a ocorrer em outro bioma. Tal resultado corrobora com o

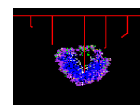
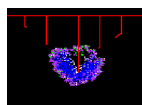
¹Estende-se por uma área bastante grande e sua existência é controlada pelo macroclima [3].

SOLABIMA2015

CONGRESSO LATINOAMERICANO DE BIOMATEMÁTICA

13 a 17 de Julho 2015

Unesp, Botucatu – Brasil



trabalho de [11], que via análise temporal e espacial identificaram comportamento convergente nos casos de dengue para grandes escalas de tempo nos municípios baianos.

Tabela 1: Municípios da Bahia contemplados na pesquisa, com seus respectivos biomas.

Município	Bioma	Símbolo	Latitude e longitude
Barreiras	Cerrado	BAR	12°08'58.7" S 44°59'42.5" W
Santa Maria da Vitória	Cerrado	SMV	13°20'48.7" S 44°12'22.9" W
Santana	Cerrado	SAN	12°57'46.9" S 44°08'08.9" W
Jacobina	Caatinga	JAC	11°13'46.2" S 40°31'40.6" W
Juazeiro	Caatinga	JUA	9°24'39.9" S 40°30'20.9" W
Irecê	Caatinga	IRE	11°17'40.8" S 41°50'59.8" W
Itabuna	Mata Atlântica	ITA	14°47'33.7" S 39°16'32.0" W
Salvador	Mata Atlântica	SSA	12°56'19.9" S 38°23'10.7" W
Porto Seguro	Mata Atlântica	PSE	16°26'54.2" S 39°03'51.2" W

Na modelagem em questão não foi encontrado um padrão de comportamento nas demais escalas temporais, ou seja, ($n < 100$ dias) (ver Figura 1).

Tabela 2: Casos de dengue registrados diariamente em alguns municípios da Bahia - 05/01/2000 a 30/04/2009.

	BAR	SMV	SAN	JAC	JUA	IRE	ITA	SSA	PSE
Média	1,01	0,43	0,21	2,80	3,19	1,85	7,47	12,48	1,11
Desvio Padrão	4,26	2,80	1,31	10,03	11,59	9,72	24,91	51,98	5,29
Assimetria	7,76	13,91	11,27	8,28	8,36	10,16	5,97	8,08	11,01

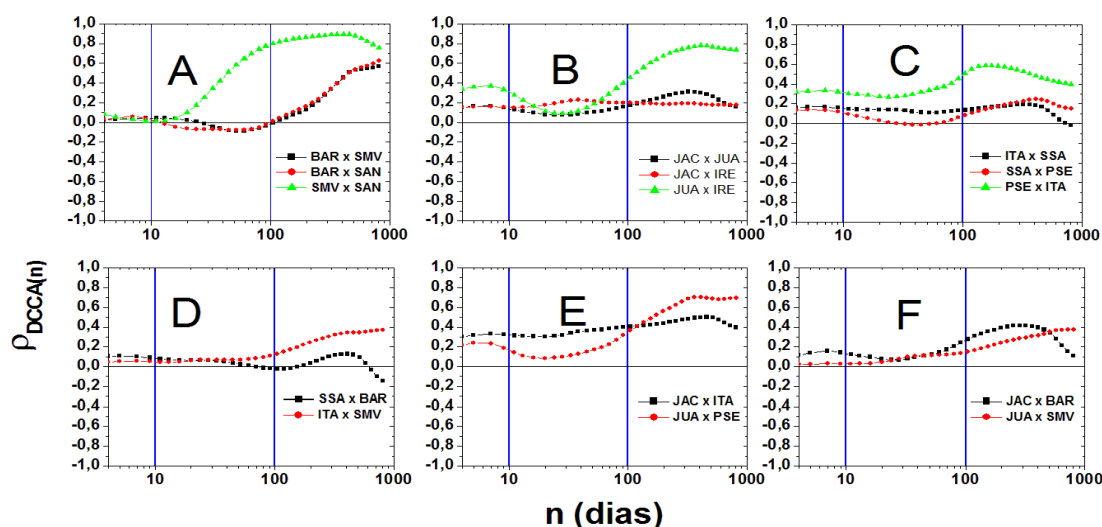


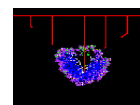
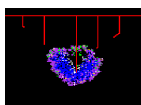
Figura 1: $\rho_{DCCA}(n)$ nos casos de registros diários de dengue em alguns municípios baianos. A-Cerrado B-Caatinga C-Mata Atlântica D (Cerrado x Caatinga) E (Caatinga x Mata Atlântica) F (Caatinga x Cerrado) - 05/01/2000 a 30/04/2009.

SOLABIMA2015

CONGRESSO LATINOAMERICANO DE BIOMATEMÁTICA

13 a 17 de Julho 2015

Unesp, Botucatu – Brasil



Considerações finais

Por meio do $\rho_{DCCA(n)}$, foi possível constatar que o bioma não é um fator relevante para as flutuações temporais dos casos de dengue na Bahia, levando em consideração os municípios analisados. A modelagem executada nesta pesquisa identificou correlação positiva dentro e entre os biomas da Bahia, principalmente, para grandes escalas de tempo. Não foi encontrado um padrão de comportamento nas demais escalas temporais, ou seja, ($n < 100$ dias). Tal achado comprova que as flutuações dos casos de dengue na Bahia tende a apresentar o mesmo comportamento para grandes escalas temporais ($n \geq 100$). Como a dengue é uma doença epidêmica e o $\rho_{DCCA(n)}$ pode fornecer uma visão de futuro espera-se que o presente trabalho possa servir de alicerce a outras pesquisas e como indicador nas ações de gestores públicos no combate, estudo e monitoramento dos casos de dengue na Bahia.

Agradecimentos:

A FAPESB, SENAI CIMATEC, CNPq e a UEFS, pelo apoio financeiro e ao SINAN pelos dados fornecidos.

Referências

- [1] Balocchi, R., Varanini, M., Macerrata, A. *Quantifying different degrees of coupling in detrended cross-correlation analysis*, Europhysics Letters, 101, 20011, 2013.
- [2] Braga, I. A., Valle, D. *Aedes aegypti: histórico do controle no Brasil*, Epidemiologia e Serviços de Saúde, 8, 113–118, 2007.
- [3] Coutinho, L.M. *O conceito de bioma*, Acta bot. bras. 20(1), 13–23, 2006.
- [4] Da Silva, M. F. et al. *Quantifying cross-correlation between Ibovespa and Brazilian blue-chips: The DCCA approach*, Physica A, 424, 124–129, 2015.
- [5] Machado, A., Da Silva, M. F., Zebende, G. F. *Autocorrelation and cross-correlation in time series of homicide and attempted homicide*, Physica A, 400, 12–19, 2014.
- [6] Pongpan, S., et al. *Development of Dengue Infection Severity Score*, ISRN Pediatr, 845–876, 2013.
- [7] Peng, C. K. et al. *On the mosaic organization of dna sequences*, Physical Review E, 49, 1689–1689, 1994.
- [8] Podobnik, B., Jiang, Z.-Q., Zhou, W.-X., Stanley, H. *Statistical tests for power-law cross-correlated processes*, Physical Review E, 84, 066118, 2011.
- [9] Rigau-Pérez, J. G., et al. *Dengue and dengue hemorrhagic fever*, Lancet, 352(9132), 971–977, 1998.
- [10] Rathor, H. R. *The role of vectors in emerging and re-emerging diseases in the Eastern Mediterranean region*, East. Mediterr. Health J., 2(1), 61–62, 1998.
- [11] Saba, H, et al. *Correlation between Transport and Occurrence of Dengue Cases in Bahia*, Journal of Communication and Computer, 11, 217–221, 2014.
- [12] Secretaria de Vigilância em Saúde. *Boletim epidemiológico-dengue*, 2012.
- [13] Yina, Y., Shang, P. *Modified multidimensional scaling approach to analyze financial markets*, Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science, 24, 022102, 2014.
- [14] Zebende, G. F. *DCCA cross-correlation coefficient: Quantifying level of cross-correlation*, Physica A, 390, 614–618, 2011.