

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/278405963>

Correlação de longo alcance em séries temporais do furto de veículo e roubo de veículo de Salvador-BA: Uma aplicação utilizando o DFA e DCCA

Article · January 2011

READS

15

6 authors, including:



Aloisio Machado

Universidade Estadual de Feira de Santana

24 PUBLICATIONS 98 CITATIONS

SEE PROFILE

Correlação de longo alcance em séries temporais do furto de veículo e roubo de veículo de Salvador-BA: Uma aplicação utilizando o DFA e DCCA

Aloisio Machado da Silva Filho¹, Gilney Figueira Zebende² e Pedro Alves da Silva³

1 SENAI-CIMATEC e Fundação Visconde de Cairu

2 SENAI-CIMATEC e Universidade Estadual de Feira de Santana

3 SENAI-CIMATEC

Abstract:

In this work we identify long-range correlations (individual and cross) by DFA and DCCA methods, in the daily records of vehicle theft in Salvador, Bahia, Brazil, from 2003 to 2009. In this study we also identify seasonal components.

Keywords: Police Statistics, DFA, DCCA.

1. INTRODUÇÃO

A criminalidade, aqui denotada como infração de normas legais estabelecidas cresce de maneira significativa, proporcionando um obstáculo para o desenvolvimento socioeconômico onde ela se manifesta. Essa realidade vem contribuindo para que a criminalidade seja um dos fenômenos sociais de grande importância para opinião pública (CARRERA-FERNANDEZ; PEREIRA, 2001). Devido à complexidade e importância do tema, a criminalidade tem sido modelada estatisticamente no tempo e no espaço, por diversos estudiosos desta área (SOARES, *et al*, 2008; MACHADO FILHO, 2009). Com esta perspectiva, este trabalho tem como proposta mensurar a correlação de longo alcance (individual e cruzada) e identificar componentes sazonais em séries temporais dos registros diários dos furtos de veículos (código penal, art.155) e dos roubos de veículos (código penal, art. 157) de janeiro 2003 a dezembro de 2009, em Salvador-BA, tendo como método estatístico o *Detrended Fluctuation Analysis* – DFA, proposto por Peng *et al* (1994), e o *Detrended Cross-Correlation Analysis* – DCCA idealizado por Podobnik e Stanley, (2008).

O DFA pode ser aplicado para analisar correlações de longo alcance em séries temporais não estacionárias. Este modelo tem sido implantado em diversas áreas do conhecimento. A aplicação do método pode ser encontrada no rol de trabalhos da computação científica (ZEBENDE, 1999), em indicadores de criminalidade (MACHADO, FILHO, 2009), além de diversos outros campos de aplicação. Já o DCCA propõe estimar o expoente que caracteriza a correlação cruzada entre duas séries temporais com o mesmo número de observações N , em regime não estacionário. Isto é, se duas séries temporais apresentam ou não correlação de longo alcance cruzada. E, além disso, segundo Zebende e Machado Filho (2009), é possível também identificar componentes sazonais.

Para atender aos objetivos deste trabalho, a próxima seção aborda brevemente os procedimentos metodológicos das ferramentas de análise contempladas neste trabalho.

2. METODOLOGIA

O método DFA

De acordo com Peng *et al* (1994), para proceder à aplicação do DFA é necessário seguir ao menos três passos. Considerando uma série temporal u_i , com i variando de 1 a N (número total de pontos da série). O primeiro passo consiste na integração do sinal u_i

obtendo $y(k) = \sum_{i=1}^k u_i - \langle u \rangle$, onde $\langle u \rangle$ é valor médio da série u_i . Em seguida, a série $y(k)$ é dividida em amplitude de tamanho n não sobreposto. A série $y(k)$ é subtraída de $y_n(k)$ em cada amplitude de tamanho n . Assim para cada amplitude de tamanho n é extraída a sua raiz quadrática média $F(n)$ em que:

$$F(n) = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N [y(k) - y_n(k)]^2}$$

Por fim, verifica-se se a função $F(n)$ comporta-se como uma lei de potência, do tipo $F(n) \sim n^\alpha$ em que α é o expoente de correlação de longo alcance. Esta relação pode ser linearizada em um gráfico $\log F(n) \times \log(n)$ e é representada por uma reta cuja inclinação α representa o expoente procurado. Para séries não correlacionadas espera-se $\alpha = 0,50$, caso típico do Ransom Walk 1-D. Em contra partida, se $\alpha > 0,50$ pode-se inferir que a série apresenta persistência e se o expoente $\alpha < 0,50$, espera-se um comportamento antipersistente.

O método DCCA

Segundo Podobnik e Stanley (2008), diante de duas séries $\{y_i\}$ e $\{y'_i\}$ com mesmo número de pontos N , em regime não estacionário, é necessário os seguintes passos para modelar o DCCA estatisticamente:

Passo 1: Integram-se as duas séries $\{y_i\}$ e $\{y'_i\}$ por meio das seguintes expressões,

$$R_K = y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_k$$

$$R'_K = y'_1 + y'_2 + y'_3 + \dots + y'_k$$

onde $K = 1, \dots, N$.

Passo 2: Divide-se os sinais integrados R_K e R'_K em $N - n$ boxes (com superposição) de tamanho n , cada um contendo $n + 1$ valores. Para ambas séries temporais, em cada amplitude (*box*) (que inicia em i e termina em $i + n$), definimos as tendências locais, isto é $\tilde{R}_{K,i}$ e $\tilde{R}'_{K,i}$ ($i \leq K \leq i + n$), como sendo a ordenada do ajuste linear (processo dos mínimos quadrados) da série somada.

Passo 3: Calcula-se a partir do cálculo anterior a covariância dos resíduos em cada intervalo, ou seja,

$$f^2_{DCCA}(n, i) = \frac{1}{n+1} \sum_i^{i+n} \left(R_K - \tilde{R}_{K,i} \right) \left(R'_K - \tilde{R}'_{K,i} \right)$$

Passo 4: Determinar-se a função de correlação (detrended covariance) definida como:

$$F^2_{DCCA}(n) \equiv \frac{1}{N-n} \sum_{i=1}^{N-n} f^2_{DCCA}(n, i)$$

De posse de duas séries temporais idênticas, é possível obter o mesmo resultado do método DFA (PENG *et al*, 1994) aplicado para uma única série temporal. Ou seja, se o procedimento anteriormente descrito for repetido para diferentes tamanho de *box* sistematicamente é possível verificar se existe lei de potência, isto é, se $F_{DCCA} \sim n^\lambda$. Com o intuito de contemplar aos objetivos deste trabalho, na seção seguinte serão apresentados os resultados e discussões.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Visando atender ao objetivo deste estudo, ou seja, identificar e mensurar a correlação de longo alcance (individual e cruzada) e apontar componentes sazonais nos furtos de veículos e nos roubos de veículos registrados na capital baiana, foi utilizado o DFA

e o DCCA (Figura 1 e Figura 2). A figura 1 demonstra os valores do expoente (α) e as séries originais dos furtos de veículos e dos roubos de veículos. Os resultados apresentados na referida figura permitem avaliar se a série apresenta comportamento persistente, antipersistente ou decorrelacionado para o período em análise. O estudo da correlação cruzada e identificação de componentes sazonais foram descritas na figura 2.

Ambos os delitos apresentaram comportamento persistente, ou seja, $\alpha > 0,50$ (Figura 1). Neste caso, existindo uma tendência de crescimento na série de furto de veículo e roubo de veículo, pode-se inferir que esse comportamento tende a continuar a longo alcance. Ao correlacionar a série temporal de veículos roubados e veículos furtados, com base no DCCA, foi identificada correlação cruzada persistente ($\lambda > 0,50$) e componentes sazonais para $n=7$ (sete dias), $n= 60$ (sessenta dias), $n=154$ (cento e cinquenta e quatro dias) e para $n>154$ (cento e cinquenta e quatro dias) (Figura 2).

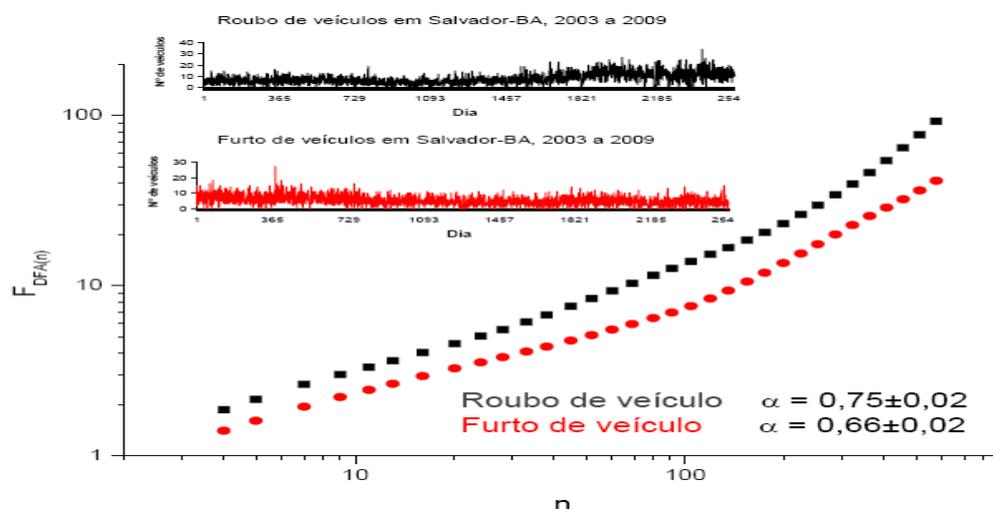


Figura 1: Comportamento do expoente α do furto de veículo e do roubo de veículo registrados diariamente em Salvador-BA, 2003 – 2009. Fonte: Centro de Documentação e Estatística Policial do Estado da Bahia-CEDEP. Nota: O cálculo do DFA foi realizado com n mínimo igual a 4 a um máximo de $N/4$.

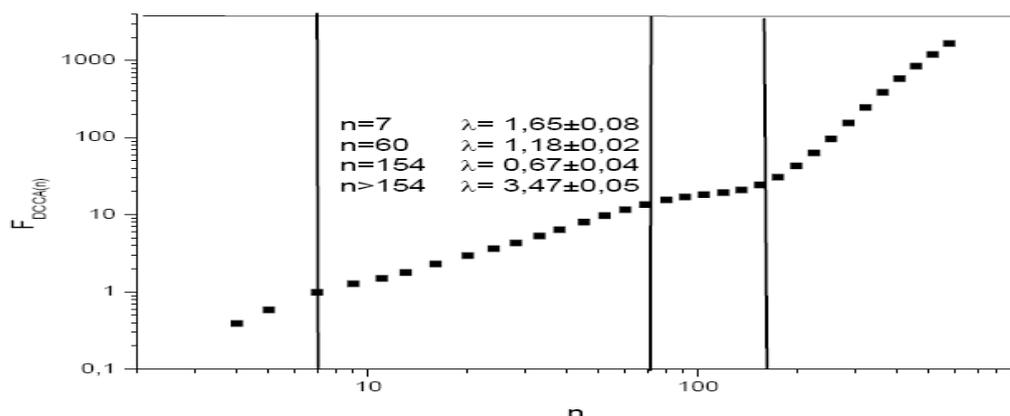


Figura 2 – Correlação cruzada entre o roubo de veículo e o furto de veículo em Salvador-BA, 2003 a 2009 (dados diários). Fonte: Centro de Documentação e Estatística Policial do Estado da Bahia-CEDEP. Notas: 1 - O cálculo do DCCA foi realizado com n mínimo igual a 4 a um máximo de $N/4$. 2- As linhas verticais representam os intervalos (4 | 7, 8 | 60, 61 | 154 e $n > 154$ dias).

4. CONCLUSÕES

Após a modelagem do DFA e do DCCA nas séries de furto de veículo e roubo de veículo, pode-se pensar em propostas futuras de utilização dos métodos em outros delitos, para outras regiões do Brasil. Com base nesta premissa, é possível afirmar que esse trabalho pode contribuir com posteriores trabalhos sobre criminalidade, isso porque existem poucos trabalhos desenvolvidos utilizando técnicas mais robustas, possibilitando novas propostas para avaliar os delitos no auxílio da gestão da segurança pública.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARRERA-FERNANDEZ, José; PEREIRA, Rogério (2001). Diagnóstico da criminalidade na Bahia: Uma análise a partir da teoria econômica do crime. Revista econômica do nordeste, Fortaleza, v.32, n. especial, p. 792-806.

MACHADO FILHO (2009). Correlação de longo alcance em indicadores de criminalidade de Salvador-BA: DFA e DCCA, Dissertação de Mestrado. Faculdade de Tecnologia SENAI Cimatec, Programa de Pós-graduação em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial.

PENG, C. K. *et. al* (1994). On the mosaic organization of DNA sequences. Physical Review E, n. 49, p. 1685-1689.

PODOBNIK, B.; STANLEY, H. E. (2008). Detrended Cross-Correlation Analysis: A New Method for Analyzing Two Nonstationary Time Series. Phys. Rev. Let, 084102, 100.

SOARES JÚNIOR, J. S.; MACHADO FILHO, A.; QUINTELLA, Rogério Hermida; ZEBENDE, G. F. (2008). Uma análise estatística dos indicadores de criminalidade de Salvador. Conjuntura & Planejamento, v. 161, p. 40-49.

TAQQU, M. S. *et al* (1995). Estimators for long-range dependence: an empirical study. Fractals, London, v. 3, n. 4, p. 785 – 798.

ZEBENDE, G. F. (1999). Correlação de informação em disquetes de computador. Tese de Doutorado em Física – Universidade Federal Fluminense – Departamento de Física, Rio de Janeiro.

ZEBENDE, G. F.; MACHADO FILHO, A. (2009). Cross-correlation between time series of vehicles and passengers. Physica A, n.3, v.88, p. 4863-4866.