

Estudo da Evolução do Índice de Criminalidade na Cidade de Maputo Usando Séries Temporais

Joel Jorge Nuvunga¹³;Allan Alves Fernandes²³;Thelma Safadi⁴³;Sérgio Domingos Fumo⁵³ ;Luciano Antonio de Oliveira;Carlos Pereira da Silva

1. Introdução

Uma das questões mais emergentes que passa pelo fio de diversas discussões nos países que têm grande disparidade de renda entre seus grupos sociais é a criminalidade nos centros urbanos. Este fenômeno aparece associado ao tamanho e complexidade das cidades sugerindo a existência de uma possível correlação com as características destes centros ou aglomerados que se destacam como cidades centrais de regiões econômicas.

Na Cidade de Maputo nos últimos tempos tem vindo a surgir uma controvérsia entre os dados estatísticos apresentados pelo governo e a opinião pública generalizada, pois os dados oficiais apontam para uma redução significativa do índice de criminalidade o que contraria a opinião pública generalizada, pois esta é de um aumento gritante do índice de criminalidade. Portanto, diante desta controvérsia poderá colocar-se a seguinte hipótese: "será que nos últimos tempos, a criminalidade tem vindo a aumentar de forma significativa conforme a opinião pública generalizada?".

Uma série temporal pode ser definida como um conjunto de observações de uma variável dispostas sequencialmente no tempo. A série temporal pode ser classificada como determinística ou estocástica, quando os valores da série podem ser escritos através de uma função matemática $y = f(\text{tempo})$ diz-se que a série é estacionária, quando a série envolve além de uma função matemática do tempo também um termo aleatório $y = f(\text{tempo}, \varepsilon)$ chamamos a série de estocástica.

As técnicas de análise de séries temporais vêm sendo amplamente utilizadas em diversas áreas de pesquisa, tais como economia, ciências sociais, meio ambiente e outras. O estudo dos índices de criminalidade é um campo no qual é apropriado o emprego de tais técnicas, em razão dos dados observados serem tomados de forma sequencial no tempo.

A identificação de tendências, isto é, evolução quantitativa e distribuição espaço-temporal, e "padrões da criminalidade", contribui de maneira objetiva no planejamento e emprego de recursos humanos e materiais no sentido da prevenção e repressão do fenômeno criminalidade. Pois conhecendo a

¹ DEX - Universidade Federal de Lavras. Email: joelnuvungak@gmail.com

² DEX - Universidade Federal de Lavras. Email: alanfernandes538@yahoo.com.br

³ Agradecimento à FAPEMIG pelo apoio financeiro.

⁴ DEX - Universidade Federal de Lavras.. Email: safadi@dex.ufla.br

⁵ Ministério Interior de Moçambique. Email: Segundo-autor@famat.ufu.br

tendência e ou variações típicas do índice de criminalidade, torna fácil a tomada de decisões no que concerne ao emprego de recursos humanos pelos órgãos responsáveis. Entretanto, a ausência de sistemas de indicadores sociais de criminalidade leva os responsáveis pelas políticas a agirem mais pela informação presente na mídia do que pela identificação de padrões e tendências frutos da análise criteriosa de dados.

Assim, a importância de se dispor de um método estatístico para a previsão de dados futuros, relacionados à incidência criminal, esta baseada nos benefícios que podem ser obtidos com o emprego de metodologias adequadas, como na tomada de decisões nas políticas de prevenção e combate à criminalidade.

2. Material e Métodos

As séries temporais consideradas são mensais do número de ocorrências de casos de crime, contra a vida na Cidade de Maputo.

A base de dados usada é secundária e contém 137 observações de cada série. Esta foi obtida no Ministério do Interior através do Departamento de estatística do Comando geral da polícia da República de Moçambique (PRM), entidade responsável pelo registo de ocorrências de casos de crime. Os dados são referentes ao período de Janeiro de 1998 a Maio de 2009 sendo o número de ocorrências registradas pela PRM durante o referido período. Os dados foram transformados em números índices relativos de base móvel mediante a utilização da seguinte fórmula:

$$I_t = \frac{N_t}{N_{t-1}} \times 100 \text{ Para } t=2,3, \dots, 137 \text{ (1)}$$

Onde N_t representa o número de ocorrências de casos criminais no período (mês) t e o N_{t-1} no mês anterior. Para o mês de Janeiro de 1998 o índice não foi calculado, pois este é o primeiro mês. A escolha do índice de base móvel deveu-se ao facto de que para este tipo de índice as observações vizinhas são dependentes e estamos interessados em analisar e modelar esta dependência. Contudo, o uso de números índices em detrimento de números absolutos deveu-se ao fato de os números índices poderem sintetizar e comunicar as mudanças verificadas na série temporal e tornam as comparações mais fáceis e imediatas, e evidenciam variações sazonais típicas.

Foram usados, no total, 137 observações para cada série. No entanto, mais 12 observações foram usadas, para fins de previsão fora da amostra, que correspondiam ao período de Junho de 2009 a Maio de 2010.

Consideraram-se os dados brutos referentes à incidência do crime contra a vida na Cidade de Maputo para a construção dos índices segundo o modelo (1) obtendo-se assim as séries temporais que foram analisadas.

A metodologia aplicada para ajustar os modelos a estas séries foi a Abordagem de Box e Jenkins que estima modelos de séries temporais da forma:

$$y_t = \alpha_0 + \alpha_1 y_{t-1} + \dots + \alpha_p y_{t-p} + \varepsilon_t + \beta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \beta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2)$$

Nesta equação temos que o termo α_0 representa uma constante no modelo estimado, α_1 até α_p são parâmetros que ajustam os valores passados de y_t do instante imediatamente anterior até o mais distante representado por p .

A equação (2) representa um modelo denominado como *autoregressivo integrado de média móvel*, ou simplesmente ARIMA. Podemos escrever a equação (1) também com o seguinte formato:

$$y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i y_{t-i} + \sum_{i=0}^q \beta_i \varepsilon_{t-i}, \text{ sendo } \beta_0 = 1. \text{ Chamamos de modelo } \textit{autoregressivo} \text{ quando podemos}$$

escrever uma série temporal na forma $y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i y_{t-i} + \varepsilon_t$, ou seja a série y_t é escrita a partir dos seus valores passados. Escrevendo a série em termos dos seus choques

Na identificação dos modelos foram utilizados dois recursos: as funções de auto-correlação (FAC) e as funções de auto-correlação parciais (FACP).

A estimação dos parâmetros foi pelo método de máxima verossimilhança.

A série temporal exibe um componente sazonal determinístico com período de 4, foi necessário adicionar um componente sazonal no modelo. Box e Jenkins (1976), propõe o modelo sazonal multiplicativo denominado de $SARIMA(p, d, q)x(P, D, Q)$, dado por,

$\phi_p(B)\Phi_p(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D Y_t = \theta_q(B)\Theta_q(B^s)a_t$, sendo $\Phi_p(B)$ e $\Theta_q(B)$ polinômios autorregressivos e de médias móveis de ordens P e Q , respectivamente, e D o número de diferenças de “lag” s necessárias para retirar a sazonalidade da série.

Para o ajuste da série de ICCPA da cidade de Lavras foram utilizados o software R[®] (2005) e o Statistica[®] (2001).

Para o ajuste das séries foram utilizados o software gretl[®] (2013) e o Statistica[®] (2005).

3. Resultados

Os gráfico dos dados do ICV da cidade de Maputo encontram-se na figura 1. Observa-se que o modelo adequado é aditivo $Z_t = S_t + a_t$ visto que não há presença de variabilidade crescente ou decrescente na trajetória da série.

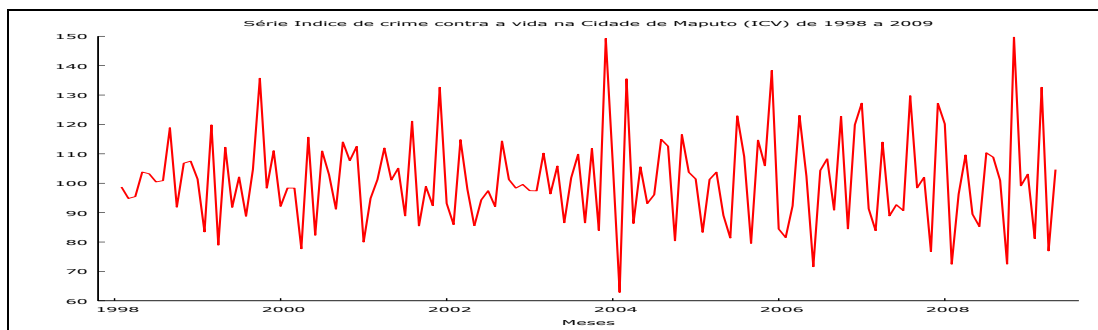


Fig.1 Gráfico da série ICV na cidade de Maputo-Moçambique, período de jan/1999 a mai/2009

Observando a figura 1, verifica-se que, durante o período de Janeiro de 1998 à Maio de 2009, não houve um padrão de tendência claro de evolução do índice de criminalidade para os crimes contra vida embora tenha havido uma ligeira queda entre os anos 2002 e 2004 sendo acompanhada dum subida não muito acentuada. Com o objetivo de confirmar a presença ou não das componentes tendência e sazonalidade, foram utilizados os testes de Cox-Stuart e o de Fisher. Descartou-se a presença da componente tendência e verificada a presença de sazonalidade.

A série diferenciada, livre de sazonalidade, encontra-se na figura 2.

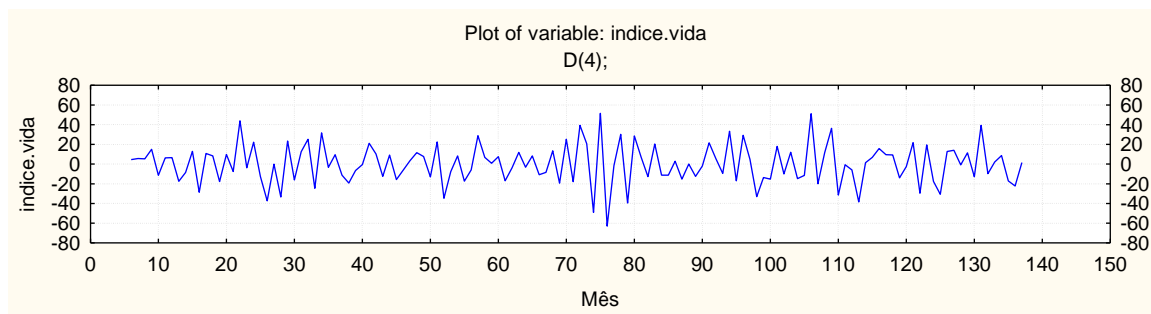


Fig. 2 Série diferenciada do ICV.

Por meio das FAC e FACP da série diferenciado, na figura 3, determinou-se o modelo. A FAC e FACP possuem correlação nos “lags” 1. De acordo com os critérios de informação e nível de significância dos parâmetros. Verificou-se que o modelo de melhor previsão é o SARIMA $(0,0,1)(0,1,1)_4$.

Os parâmetros do modelo proposto foram estimados por meio de máxima verossimilhança e tais estimativas encontram-se na tabela 1.

Tabela1. Estimativa dos Parâmetros do Modelo SARIMA $(0,0,1) \times (0,1,1)_4$, Mod1 para a série índice de crimes contra a vida na cidade de Maputo de Jan/1998 a Mai/2009

Parâmetro	Parâmetro	Asympt. Std.Err	Asympt (t 130)	P	LI:90%	LS:90%
θ_1	0,503122	0,084632	5,94481	0,000000	0,335687	0,670556
Θ_1	0,883142	0,038947	22,67563	0,000000	0,806090	0,960193

Para modelo em questão, verificou-se por meio de suas FAC e FACP, que seus resíduos constituíam um ruído branco ou não.

Após a estimativa do modelo, fez-se a verificação do resíduo da série ajustada, em que os erros precisam ser normais e independentes.

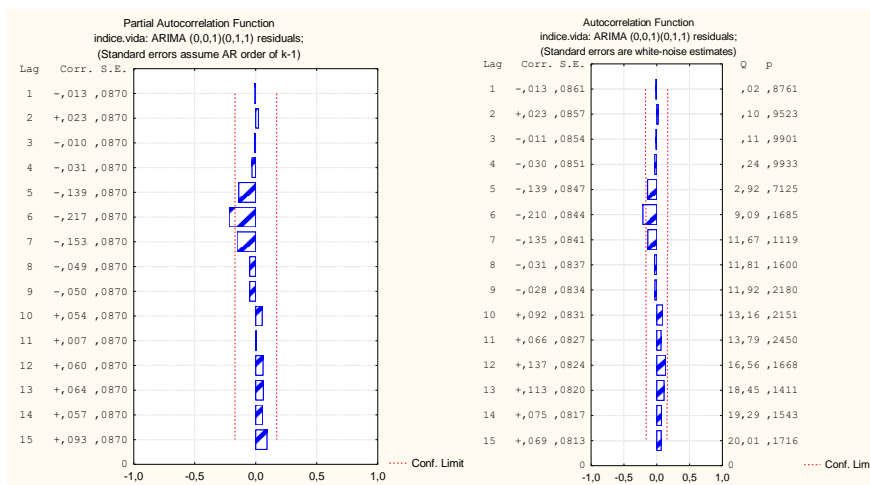


Fig. 3 Função de autocorrelação e autorelação parcial à direita e esquerda respetivamente dos resíduos da série ajustada índice de crimes contra vida (ICV), da cidade de Maputo.

4. Conclusões

- ✓ O crime na cidade de Maputo apresentou um padrão trimestral.
- ✓ O modelo de séries temporais pode ser útil para descrever a série de índices de crimes contra a vida da cidade de Maputo/Moçambique.
- ✓ Para a série de índices contra a vida o melhor modelo foi um SARIMA com ajuste incompleto, sem a ocorrência de intervenções.

5. Referências Bibliográficas

BAIOCCHI, G.; DISTASO, W. **GRETLM: Econometric software for the GNU generation**

disponível em: http://gretl.sourceforge.net/win32/index_pt.html

BOX, G. P.; JENKINS, G. M. **Time series analysis, forecasting and control**. San Francisco: Holden-Day, 1976.

BOX, G. E. P.; PIERCE, D. A. Distribution of residuals autocorrelations in autoregressive-integrated moving average time series models. **Journal of the America Statistical Association, Washington**, v. 65, n. 332, p. 1509- 1526, 1970.

MORETTIN, P.A.; TOLOI, C.M.C. **Análise de Séries Temporais**. São Paulo: Edgard Blucher, 2006. 546 p.

STATISTICA for Windows. Release 8. Copyright Stat Soft. 1984-2005.