



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIA E
CONTABILIDADE
DEPARTAMENTO DE FINANÇAS
CURSO DE FINANÇAS

SYNTYA SOUZA DA SILVA

REFLEXÕES SOBRE QUEBRAS ESTRUTURAIS E O EFEITO CONTÁGIO NA
SEGURANÇA CEARENSE

FORTALEZA

2023

SYNTYA SOUZA DA SILVA

REFLEXÕES SOBRE QUEBRAS ESTRUTURAIS E O EFEITO CONTÁGIO NA
SEGURANÇA CEARENSE

Monografia apresentada ao Curso de Finanças da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Finanças.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Gildemir Ferreira da Silva

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- D11r Da Silva, Syntya Souza.
Reflexões sobre quebras estruturais e o efeito contágio na segurança cearense / Syntya Souza Da Silva. –
2023.
33 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia,
Administração, Atuária e Contabilidade, Curso de Finanças, Fortaleza, 2023.
Orientação: Prof. Dr. Francisco Gildemir Ferreira da Silva .
1. Homicídios . 2. Quebras estruturais. 3. Efeito contágio . I. Título.

CDD 332

SYNTYA SOUZA DA SILVA

REFLEXÕES SOBRE QUEBRAS ESTRUTURAIS E O EFEITO CONTÁGIO NA
SEGURANÇA CEARENSE

Monografia apresentada ao Curso de Finanças da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Finanças.

Aprovada em: 07/12/2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Francisco Gildemir Ferreira da Silva (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Vitor Borges Monteiro
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Ms. Gerson da Silva Ribeiro
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, tio e amigos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por toda a força necessária para continuar persistindo e não desistir, pelas palavras de conforto que li na bíblia nos momentos difíceis e por nunca ter me desamparado ao longo dos anos.

Aos meus pais por todos os conselhos, apoio e incentivos durante minha vida acadêmica, sempre priorizando o melhor para mim.

Ao meu tio e amigos pelas conversas motivacionais, e o apoio em muitos momentos durante o curso. A minha terapeuta por todos os choques de realidade que precisei e toda calma para me mostrar que esta monografia não era um monstro de sete cabeças.

Ao professor Gildemir, por ter aceitado ser meu orientador, pela paciência que teve comigo ao longo dos anos, por todo auxílio no processo de criação desse trabalho e principalmente por ter me ajudado muito mais do que merecia.

A mim mesma por finalmente ter conseguido chegar até este momento, sempre acreditando que era possível apesar de todas as dificuldades.

LISTA DE GRÁFICOS

- GRÁFICO 1:** Número de homicídios no estado do Ceará durante os anos de 2013 a 2019.
- GRÁFICO 2:** Números de homicídios mensais no estado do Ceará durante os anos de 2013 a 2019.
- GRÁFICO 3:** Números de homicídios nos estados da Região Nordeste durante os anos de 1980 a 2016.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Média, máximo e mínimo de homicídios nos estados da Região Nordeste durante os anos de 1980 a 2016.

“Nada é mais solitário do que não ter algo que se queira fazer da vida.” (*Agust D*).

RESUMO

Nos últimos anos o número de homicídios vem crescendo em todo o país, e o estado do Ceará é um dos que apresentam elevado número de mortes. O objetivo deste trabalho é fazer reflexões sobre quebras estruturais ou mudanças de regime de uma série temporal para observar se houve mudanças no padrão de homicídios, e verificar a existência do efeito contágio para os estados da Região Nordeste. Para a metodologia foi utilizada de séries temporais para verificar a existência de quebras estruturais, com a hipótese de haver múltiplas quebras foram elaborados gráficos utilizados para análise visual. Após a elaboração dos gráficos foram observados os momentos em que ocorreram as quebras, em seguida realizou-se uma investigação dos acontecimentos ocorridos no estado que poderiam ter sido a causa dessas quebras. Como resultado algumas medidas adotadas pelo governo do Estado para reduzir o número de homicídios tiveram o efeito desejado, mesmo que apenas no curto prazo, e ao analisar o início de 2019 o motivo dos baixos números encontrados não foram necessariamente causados por efeito de alguma medida do governo e nem da vinda da força nacional. Na análise do efeito contágio foram observadas as curvas para o número de mortes dos estados da Região Nordeste e cinco delas apresentaram semelhanças no comportamento. Ao verificar o período em que ocorreram os atentados no Ceará foi possível encontrar fatos ocorridos no estado do Rio Grande do Norte que poderiam ter influenciado essas ações. É importante ressaltar que novos estudos incluam mais dados para a análise, e que existe a possibilidade de avaliar a causalidade e investigar mais profundamente o efeito contágio.

Palavras-chave: homicídios; quebras estruturais; efeito contágio.

ABSTRACT

In recent years, the number of homicides has been growing across the country, and the state of Ceará is one of those with a high number of deaths. The objective of this work is to reflect on structural breaks or regime changes in a time series to observe whether there have been changes in the pattern of homicides, and verify the existence of a contagion effect for the states of the Northeast Region. For the methodology, time series were used to verify the existence of structural breaks, with the hypothesis of multiple breaks, graphs were created and used for visual analysis. After preparing the graphs, the moments in which the breaks occurred were observed, then an investigation was carried out into the events that occurred in the state that could have been the cause of these breaks. As a result, some measures adopted by the State government to reduce the number of homicides had the desired effect, even if only in the short term, and when analyzing the beginning of 2019, the reason for the low numbers found was not necessarily caused by the effect of some measure of the government nor the coming of national force. In the analysis of the contagion effect, the curves for the number of deaths in the states of the Northeast Region were observed and five of them showed similarities in behavior. By checking the period in which the attacks occurred in Ceará, it was possible to find facts that occurred in the state of Rio Grande do Norte that could have influenced these actions. It is important to highlight that new studies include more data for analysis, and that there is the possibility of evaluating causality and investigating the contagion effect in more depth.

Keywords: homicides; structural breaks; contagion effect.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CUCA	Centros Urbanos de Cultura, Arte, Ciência e Esporte
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
LISA	Local Indicators of Spatial Association
LEV	Laboratório de Estudos da Violência
CPRAIO	Comando de Policiamento de Rondas de Ações Intensivas e Ostensivas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
3	MÉTODOS E TÉCNICAS PARA ANÁLISE	19
3.1	SÉRIES TEMPORAIS	19
3.2	QUEBRAS ESTRUTURAIS.....	20
3.3	EFEITO CONTÁGIO	24
4	ANÁLISES E RESULTADOS	25
4.1	ANÁLISE DOS DADOS.....	25
4.2	ANÁLISE DE QUEBRA ESTRUTURAL.....	26
4.3	ANÁLISE DO EFEITO CONTÁGIO.....	29
5	CONCLUSÃO	31
	REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

As estatísticas de homicídios no Brasil têm registros desde 1980, ano em que iniciou a compilação desses dados, possibilitando o acompanhamento do número de assassinatos. No decorrer dos anos houve um crescente aumento de homicídios no país, comparando os anos de 2011 e 2020 o aumento no número de assassinatos foi de 40,8%, entre os anos de 2019 e 2020 o aumento foi de 64,6%. Resultado de fatores como a propagação da venda de drogas e armas de fogo, além da expansão do crime organizado no Estado que por motivos de rivalidade e constantes conflitos resulta em mais vítimas.

Com os números apontando o crescimento constante da violência no país, o governo Federal buscou alternativas para reduzir a criminalidade, iniciando o Programa Nacional de Segurança Pública (2007) que abrangeu um conjunto de diretrizes para o combate ao crime. Um dos objetivos do programa foi qualificar e capacitar os profissionais de segurança pública tornando o policiamento brasileiro mais preventivo do que repressor.

No Ceará, já havia a preocupação com o aumento da criminalidade, assim no ano de 2007 o Ronda do Quarteirão foi implantado, um programa advindo de uma proposta política, que propunha um policiamento que possibilitasse uma boa relação entre os policiais e a comunidade, buscando adicionar ao trabalho da polícia o caráter preventivo. Com isso, era esperado que ocorresse uma redução no número de homicídios.

Entretanto, de acordo com números do Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas, evidenciou-se um aumento considerável no número de homicídios, no Estado do Ceará, entre os anos de 2007, que teve 1933 mortes, e 2012 que terminou o ano com 3840 mortes.

Criado em março de 2004, o Comando de Policiamento de Rondas de Ações Intensivas e Ostensivas (CPRAIO), é uma unidade especializada em motopatrulhamento com objetivo de facilitar a entrada de policiais em lugares onde uma viatura comum não consegue chegar e na abordagem de suspeitos com motos e bicicletas. Dos anos 2004 a 2015 o RAIO era responsável pelo patrulhamento apenas da capital, e com o aumento da violência no estado no ano de 2015 houve o projeto para expansão, o RAIO passou a ser inserido em diversos municípios da Região Metropolitana e do interior do estado com o objetivo de reforçar a segurança. As bases do RAIO foram implantadas nesses locais buscando garantir um maior policiamento e conseqüentemente a diminuição da criminalidade desses locais. Entretanto, as tentativas do governo em combater o crime organizado não apresentaram resultados significativos, os índices de homicídios continuaram a crescer.

A partir destes apontamentos, este estudo apresenta como justificativa a necessidade de um maior aprofundamento acerca das quebras estruturais e o efeito contágio na problemática da criminalidade no Ceará, corroborando com o pensamento de Provenza *et al.* (2015), que considera relevante observar como o número de assassinatos vem se comportando no decorrer dos anos usando técnicas estatísticas de previsão, o que contribui para a produção de parâmetros e índices que possam ajudar no gerenciamento das políticas públicas na área de segurança.

Desta feita, este trabalho objetiva utilizar a metodologia de séries temporais e observar quebras estruturais ou mudanças de regime de uma série temporal para verificar se houve mudanças no padrão de homicídios depois dos atentados de janeiro de 2019.

Com a hipótese de existência da relação entre os atentados e os homicídios a metodologia de séries temporais será utilizada para a verificação de quebras estruturais, não somente no período do início do ano de 2019, como também durante o período entre os anos de 2013 a 2019, observando se elas condizem com os momentos em que houveram implantações de ações do estado para diminuir o número de homicídios. Outro objetivo do presente trabalho é a verificação da existência do efeito contágio nos estados da Região Nordeste.

A partir desta introdução, segue-se aprofundando o assunto na segunda parte, que é destinada a revisão de literatura, em que discorre sobre os crimes no Brasil e séries temporais. Na terceira parte será abordado a metodologia e o modelo utilizado e ao final, realiza-se uma amostra dos resultados da pesquisa e considerações finais sobre o tema.

2 REVISÃO DA LITERATURA

O crescente número de homicídios no país causa preocupação e é tema de estudos e pesquisas variadas, seja mostrando o constante aumento das taxas de assassinatos ou explanando as prováveis causas de tanta violência no Brasil, e analisando as medidas de combate escolhidas pelo governo.

Dantas (2014) realizou um estudo sobre motivação e remuneração e verificou indicadores de criminalidade usando séries temporais, mostrando que o uso do modelo de premiação não seria uma maneira de solucionar a violência, apesar de ser uma etapa importante para quebrar a tendência de alta da criminalidade através do incentivo aos policiais pelas metas alcançadas, e de ser um avanço para a gestão de segurança pública. Incentivou ainda a constante procura por novas soluções para o problema que requer insistência e esforço, pois possui vários fatores que o geram e que são uma realidade da sociedade a décadas.

Frente a isso temos o crime organizado como uma problemática agravante para a crescente criminalidade no país. Xavier (2017) comentou em sua pesquisa que há algum tempo falar de crime organizado remetia ao sudeste do Brasil, principal região onde esses grupos agiam. Atualmente sabe-se que estes grupos estão se espalhando para as demais regiões do país. Diante dessa expansão, pesquisas sobre o tema voltado para cidades ou regiões específicas começaram a surgir na literatura. Apresentando os índices de crescimento e questionando as possíveis causas que desencadeiam a violência nesses lugares, e observando a eficiência das medidas de segurança desenvolvidas nesses lugares.

Cruz e Araújo (2012) analisaram o comportamento da criminalidade em Palmas-Tocantins, entre os anos de 2007 a 2009, buscando examinar e compreender crimes contra a pessoa e crimes contra o patrimônio. Indicaram que a violência é um dos maiores entraves para o desenvolvimento socioeconômico, pois tem-se a necessidade de gastos em segurança, tanto público quanto privado. A incidência de crimes muitas vezes está ligada ao tráfico de drogas, e é maior em cidades mais desenvolvidas por terem mais riquezas e a vigilância ser mais enfraquecida.

Cruz e Araújo (2012) consideraram as condições econômicas e sociais dos bairros da capital para a construção do modelo, utilizaram regressão linear múltipla para estimar os determinantes do crime e analisar a correlação existente entre os índices de criminalidade e a situação socioeconômica de Palmas. As variáveis explicativas utilizadas por

eles no estudo foram lotes invadidos, imóvel murado, lotes vazios, conservação de imóveis, população, área e renda. Os resultados obtidos da pesquisa mostraram que de acordo com o modelo econômico do crime, pessoas com renda média baixa possuem menor aversão ao risco, sugerindo que pessoas com renda mais elevada atraem atividades ilegais. A grande quantidade de pessoas favorece a atividade do crime, reduzindo a possibilidade de punição em razão do anonimato, confirmando que políticas sociais de combate a pobreza e um sistema repressivo e preventivo de segurança pública eficaz contribuem para o desenvolvimento de uma região (CRUZ; ARAÚJO, 2012).

Peixoto (2004) usou a análise exploratória espacial e econometria espacial para estudar a criminalidade na região metropolitana de Belo Horizonte baseando em teorias econômicas e sociológicas, considerando crimes contra o patrimônio e contra a pessoa. A ideia era mesclar teorias econômicas com sociológicas do crime, em que o espaço onde o indivíduo vive seja relevante na sua decisão final. Fatores como nível de escolaridade, aperfeiçoamento profissional são características que determinam a possível entrada de indivíduos no crime.

As variáveis incluídas na pesquisa foram o tempo médio de atendimento da polícia, a disponibilidade de redes de esgotos, oferta de educação, índice de serviços privados e o padrão de acabamento das residências. Para encontrar os resultados do trabalho foi feita uma análise exploratória espacial utilizando as estatísticas LISA (*Local Indicators of Spatial Association*) para verificar a existência de padrões locais de autocorrelação espacial entre as variáveis e estimou-se o modelo de Mínimos Quadrados Ordinários, seguido da realização dos testes de especificação nos resíduos e pôr fim a especificação (SARMA) foi estimada. Isso possibilitou verificar que os homicídios são concentrados em áreas pouco desenvolvidas próximas a áreas mais desenvolvidas e que muitas áreas pouco desenvolvidas não apresentam taxas de homicídio altas, mostrando que a pobreza pode não ser considerada causa para taxas elevadas desse crime (PEIXOTO, 2004).

Os estudos sobre a violência no Ceará seguem caminhos parecidos aos dos trabalhos citados, em sua grande maioria tenta encontrar e entender as causas para a expansão da criminalidade, além de avaliar se as propostas de combate ao crime são eficientes. É possível acompanhar a situação das taxas de homicídios periodicamente, pois frequentemente dados são disponibilizados.

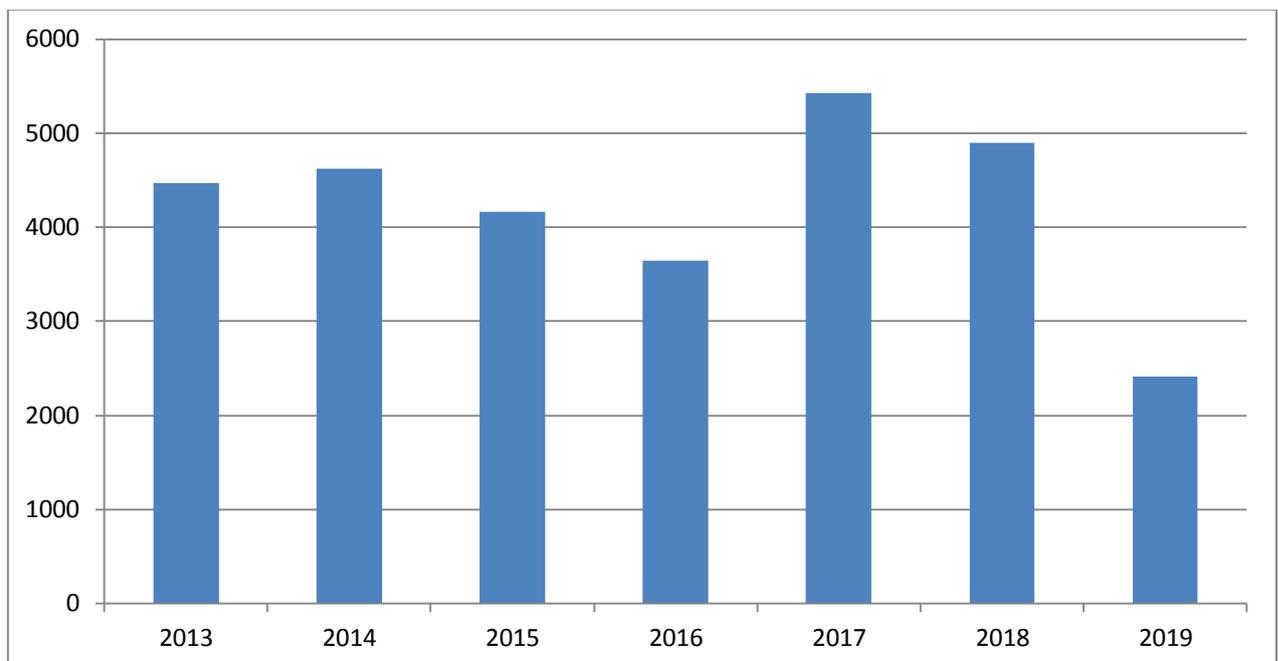
Com o aumento preocupante no número de homicídios, diversas ações de combate ao crime foram adotadas. Um dos focos de mudança para a redução da criminalidade foi a qualificação dos policiais com o objetivo de tornar o trabalho mais comunitário. Nesse

cenário foi implantado no estado do Ceará, em 2007, o programa Ronda do Quarteirão que buscava prevenir o acontecimento de crimes nas áreas de atuação, através de uma comunicação mais próxima das pessoas com os policiais.

Costa (2017), em seu trabalho que tinha por objetivo a elaboração do marco lógico do programa Ronda do Quarteirão, analisou que apesar da implantação do programa em 2007 e do crescente investimento em segurança pública que vem ocorrendo, o número de homicídios no estado aumentou no decorrer dos anos, e no ano de 2014 o Ceará se tornou o segundo estado com o maior índice de homicídios por arma de fogo. Por falta de informações oficiais não foi possível analisar a eficácia do programa a longo prazo, mas a pesquisa apresenta a finalidade, benefícios, propósitos, atividades, lógica de intervenção, indicadores, fontes de verificação e pressupostos do programa.

A implementação de novos programas para o combate da violência foi ocorrendo na medida que os números continuavam a crescer, em 2015 houve a expansão da Ronda de Ações Intensivas e Ostensivas, conhecida popularmente como Raio, para outros municípios do Estado. O resultado dessa expansão foi visível nos meses de 2015 e 2016 em que houve uma redução nos números de homicídios. Por meio dos dados obtidos pelo IPEADATA é possível observar como se comportou a quantidade de homicídios no Ceará no decorrer dos anos de 2013 a 2019 no gráfico 1, abaixo.

Gráfico 1: Número de homicídios no estado do Ceará durante os anos de 2013 a 2019.



Fonte: IPEADATA, 2023

Analisando os dados expostos no gráfico acima, identifica-se que após a diminuição dos homicídios entre os anos de 2015 e 2016 houve um aumento significativo no ano de 2017, sendo atribuído aos atritos entre as facções criminosas que disputam território para o tráfico de drogas.

O ano de 2018 não superou o anterior no número de mortes, mas foi um ano marcado por crimes violentos e chacinas, entre elas a do forró do gago, considerada a maior chacina do Ceará, que causou a morte de 14 pessoas após integrantes de uma facção criminosa invadir e disparar contra as pessoas que estavam no local.

No ano 2019, houve uma redução significativa no número de homicídios, ano que foi marcado por diversos ataques na capital e região metropolitana organizados por grupos criminosos presentes no estado.

O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), com parceria do Fórum Brasileiro de Segurança Pública produziu o portal Atlas da Violência, que divulga estatísticas sobre a violência no país, em sua divulgação de agosto de 2019, utilizando estatísticas do ano de 2017, Fortaleza foi apontada como a capital mais violenta do país com índice de 87,9 assassinatos para 100 mil habitantes. Além da capital, é também no estado do Ceará a cidade com a taxa mais alta de homicídios, a cidade de Maracanaú, região metropolitana de Fortaleza apresentou taxa de 145,7 assassinatos por 100 mil habitantes.

3 MÉTODOS E TÉCNICAS PARA ANÁLISE

A metodologia da pesquisa centrou-se em uma pesquisa bibliográfica e documental, na medida em que buscou-se embasamento teórico em diferentes autores que versam sobre a temática em estudo.

Nesta direção, apresentam-se neste percurso metodológico para reconhecimento da situação da criminalidade no Ceará, através do estudo de dados de séries temporais e efeito contágio, devidamente analisados sob a luz dos teóricos e embasados nos números constantes da plataforma IPEADATA.

3.1 Séries Temporais

Um conjunto de dados observados ao longo do tempo em intervalos de tempos definidos (meses, semestres, anos), são denominadas de séries temporais. Por meio da análise dessas séries é possível examinar a origem, fazer previsões de valores futuros, descrever o

comportamento e procurar periodicidades significativas nos dados. O estudo das séries temporais pode ser feito por meio de modelos paramétricos quando a análise ocorre com enfoque no tempo e por modelos não paramétricos, quando a frequência é o foco do estudo.

Algumas características das séries temporais que auxiliam a identificar o modelo mais adequado a ser utilizado são:

- autocorrelação - que aponta a ordem de correlação de uma observação com as demais observações passadas, podendo ser de primeira ordem indicando a dimensão entre duas observações distantes em uma unidade de tempo, e de segunda ordem quando é distante em duas unidades de tempo e assim por diante.
- estacionariedade - é dita quando uma variável se comporta de maneira aleatória no decorrer do tempo ao redor de uma média constante.
- sazonalidade - quando na série temporal existem padrões de comportamento que se repetem em períodos de tempo específicos, seja mensal, semestral ou anual.
- tendência - mostra se a série cresce, permanece estável ou decresce em um determinado período de tempo.

3.2 Quebras estruturais

A elaboração de gráficos é feita usando os dados obtidos, e através da análise visual é possível identificar a existência de mudanças no comportamento das séries. Os padrões de comportamentos das séries temporais podem ser determinados como tendência, sazonal, cíclico e irregular.

Quando a série apresenta tendência há um aumento ou diminuição no valor da variável indicando a direção dos valores, seja de queda ou alta, no decorrer do tempo. Crescimento populacional e preços de ações são alguns exemplos.

O comportamento sazonal é caracterizado por mudanças que ocorrem regularmente no tempo quando uma série sofre influências de fatores sazonais.

Uma série que sofre oscilações regulares no longo prazo apresenta um comportamento cíclico.

A presença de flutuações aleatórias, com causas imprevisíveis e sem seguir uma frequência são características de um comportamento irregular por parte da série temporal. Em geral são consequências de causas naturais ou sociais, como guerras, greves ou secas.

Além da possibilidade de observar e identificar o comportamento das séries, a elaboração de gráficos torna possível a identificação de quebras na estrutura das séries temporais.

Quebras estruturais ocorrem quando uma série temporal apresenta uma ou mais mudanças de nível, inclinação ou dispersão, podendo ocorrer em datas específicas ou como efeito de uma mudança que afete diretamente os dados.

A identificação de uma quebra estrutural também pode ser feita por meio da estatística de Chow, método utilizado quando a data da quebra é conhecida. Para a realização do teste os dados são divididos em subamostras e são estimados os parâmetros, pela estatística F é testado a igualdade dos conjuntos de parâmetros. A hipótese nula considera a inexistência da quebra e a hipótese alternativa considera a existência da quebra estrutural.

Como é necessário conhecer de antemão a possível data da quebra estrutural, o teste de *Chow* torna-se limitado. A escolha de uma determinada data pode levar em consideração algum acontecimento que possa causar mudanças nos parâmetros.

Outra alternativa para identificar quebras estruturais, sendo para casos em que existem múltiplas quebras é o teste de Bai e Perron. Método que busca minimizar a soma dos quadrados dos resíduos, e estimar datas para as determinadas quebras, já que estas são desconhecidas. Bai e Perron (2003), para uma regressão linear múltipla com m quebras é considerado o seguinte modelo:

$$y_t = x_t' \beta + z_t' \delta_j + u_t \quad t = T_{j-1} + 1, \dots, T_j$$

onde $j=1, \dots, m+1$.

No modelo y_t é a variável dependente no tempo t ; x_t ($p \times 1$) e z_t ($q \times 1$) são vetores de covariáveis, β e δ_j ($j = 1, \dots, m+1$) são os vetores dos coeficientes correspondentes a x_t e z_t , e u_t é o termo de erro. Os índices (T_1, \dots, T_m), denominados de pontos de quebra são tratados como desconhecidos. Aliás, tem-se que $T_0 = 0$ e $T_{m+1} = T$. O objetivo do modelo indicado é estimar os coeficientes desconhecidos junto aos pontos de quebra quando T observações em (y_t, x_t, z_t) são disponibilizadas. Uma vez que o vetor de parâmetros β não depende de mudanças e é estimado utilizando toda a amostra, o modelo é considerado de mudança estrutural parcial. Quando $p = 0$, é possível considerar um modelo de mudança estrutural puro, em que todos os coeficientes estão sujeitos a mudanças, sem ser necessário a variância ser constante. Portanto, quebras na variância são permitidas caso ocorram nas mesmas datas que as quebras nos parâmetros da regressão.

O cálculo de estimativas dos pontos de quebra como minimizadores globais da soma dos resíduos quadrados é possível pois Bai e Perron (2003) consideram um algoritmo baseado no princípio da programação dinâmica. O algoritmo usa no máximo operações de mínimos quadrados de ordem $O(T^2)$ para qualquer número de quebras estruturais.

No caso de um modelo com mudança estrutural pura a regressão é dada por:

$$Y = Z\delta + U$$

Para o cálculo das estimativas $\hat{\delta}$, \hat{u}_t e $S_t(T_1, \dots, T_m)$, pode ser aplicado mínimos quadrados ordinários em cada subamostra relevante. O cálculo da soma dos quadrados dos resíduos pode ser obtido usando fórmulas de atualização padrão para encontrar os resíduos recursivos. Aliás, a partir de $T - hm + 1$ conjuntos de resíduos recursivos as informações significativas podem ser calculadas.

Como as somas dos quadrados dos resíduos para todas as partes relevantes foram calculadas e armazenadas é possível usar uma abordagem de programação dinâmica para analisar qual partição alcança uma minimização global da soma geral dos quadrados dos resíduos. O método analisa uma sequência de partições ótimas de uma quebra, ou dois segmentos, de maneira que a soma dos quadrados dos resíduos associados a partição ótima incluindo r quebras utilizando as n primeiras observações é resolvido pelo problema recursivo da partição ideal abaixo:

$$SSR(\{T_{m,T}\}) = \min_{mh \leq j \leq T-h} [SSR(\{T_{m-1,j}\}) + SSR(j+1, T)]$$

O caso de um modelo de mudança estrutural parcial.

De acordo com Bai e Perron (2003), no caso de um modelo de mudança estrutural parcial o método de programação dinâmica utilizado para encontrar os minimizadores globais da soma dos quadrados dos resíduos não pode ser usado em modelos de mudança estrutural parcial pois é necessário conhecer a partição ótima para poder concentrar os parâmetros β .

O sucesso do método proposto para se encontrar o mínimo global é consequência da escolha apropriada do valor do vetor β no início da aplicação. De modo que o modelo tem que ser tratado como um de mudança estrutural pura, escrito por:

$$y_t = x_t' \delta_{1,j} + z_t' \delta_{2,j} + u_t \quad t = T_{j-1} + 1, \dots, T_j$$

para $j = 1, \dots, m + 1$

Executar esse método pode ser complicado caso a dimensão do vetor β seja grande, mas é possível utilizar valores iniciais fixos nesses casos.

Alguns testes estatísticos propostos por Bai e Perron (2003) para múltiplas quebras, são:

- Teste de ausência de quebras versus um número fixo de quebras que consiste na verificação da hipótese de estabilidade estrutural, ou seja, $m = 0$ em oposição a $m = k$ quebras.
- Teste de l quebras estruturais versus $(l + 1)$ quebras estruturais que é feito utilizando o teste $\sup FT(\ell + 1|\ell)$, proposto por Bai e Perron (1998) e é aplicado nos segmentos das observações \hat{T}_{i-1} até $\hat{T}_i (i = 1, \dots, \ell + 1)$.

A hipótese nula do teste de l quebra é rejeitada em prol do modelo com $(l+1)$ quebras se o valor mínimo geral da soma dos quadrados dos resíduos for menor que a do modelo com l quebra.

3.3 Efeito Contágio

Entre as capitais mais violentas do país em 2017, de acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Fortaleza, capital do Ceará, ficou em primeiro lugar, tendo registrado uma taxa de homicídios de 87,9 mortes por 100 mil habitantes. Das cidades mais violentas do país, Maracanaú ficou em primeiro lugar com 145,7 homicídios a cada 100 mil habitantes. Olhando para as regiões do Brasil, dentre as 20 cidades com mais de 100 mil habitantes com maior índice de violência, 18 delas são das regiões do Norte e Nordeste. De acordo com a análise do IPEA é possível verificar a existência de correlação entre as regiões, focando nas capitais com maior crescimento no número de homicídios, dez delas eram localizadas no Norte e Nordeste, enquanto as regiões com as capitais que apontaram maiores reduções são do Sul, Sudeste e Centro-Oeste.

Sendo assim podemos considerar que os estados estão sujeitos a influências de acontecimentos em outros estados, já que existe uma ligação entre eles seja direta ou indiretamente. Portanto, um acontecimento em determinado estado pode desencadear um efeito sobre outro com o qual está relacionado. Quando o assunto é violência decorrente da criminalidade podemos enxergar ligação entre diversos estados devido ao crime organizado em que uma única facção atua em diversas cidades exercendo controle sobre tráfico de drogas e tendo ligação direta com grande parte dos casos de homicídios. Essa ligação na qual um

acontecimento em determinado lugar pode acabar causando impacto em outro é definida como efeito contágio.

Partindo da premissa do efeito contágio e como um acontecimento em um estado pode ter efeito sobre outro, a análise de notícias sobre ocorrências de criminalidade no Ceará e nos estados da região nordeste é necessária. Por meio da verificação das notícias é possível identificar se um fato teve algum tipo de influência em um ocorrido de outro lugar.

4 ANÁLISES E RESULTADOS

4.1 Análise dos Dados

A Secretaria de Segurança Pública e Defesa Pessoal do Ceará é responsável por coordenar, controlar e integrar as ações da Polícia Civil, Polícia Militar, Corpo de Bombeiros, Perícia Forense, Academia Estadual de Segurança Pública e da Superintendência de Pesquisa e Estratégia de Segurança Pública, disponibiliza em seu site de forma periódica dados e estatísticas referentes a indicadores criminais.

A base de dados mensais do índice de homicídios no Ceará foi obtida pelos dados liberados dos anos de 2013 a 2019. O site da secretaria faz a divulgação dos dados com a finalidade de acompanhar a evolução da criminalidade e violência no estado, além de buscar oferecer acesso completo às informações sobre a segurança pública. Os dados utilizados dos índices de homicídios nos estados do nordeste foram retirados do IPEADATA dos anos de 1980 a 2016. Já os dados usados para o estado do Ceará foram mensais dos anos de 2013 a 2019.

Nos dados dos estados do Nordeste foi feito utilizando dados anuais no intervalo de 36 anos, que torna possível perceber o aumento no número de assassinato. No gráfico 2 podemos observar a média, máximo e mínimo dos estados.

Tabela 1: Média, máximo e mínimo de homicídios nos estados da Região Nordeste durante os anos de 1980 a 2016.

ESTADOS	MÉDIA	MÁXIMO	MÍNIMO
AL	1081	2243	283
BA	2249	7374	306
CE	1625	5432	430
MA	819	2446	109
PB	729	1608	299
PE	3201	5320	430
PI	270	710	52
RN	536	2203	103
SE	449	1454	62

Fonte: IPEADATA, 2019

Usando os dados obtidos foi verificado a média, máximo e mínimo da amostra. Começando pelos dados mensais apenas do Ceará, de 2013 a 2019, a média de homicídios foi de 340 no período, o máximo foi de 516 assassinatos ocorridos no mês de outubro de 2017 e o mínimo foi de 164 mortes em fevereiro de 2019.

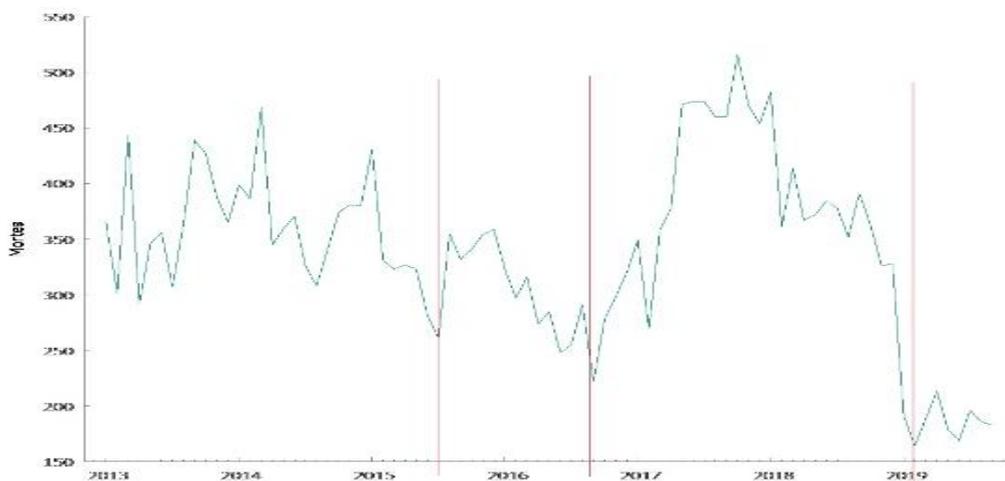
4.2 Análise de Quebra Estrutural

A análise do comportamento do número de homicídios, tanto apenas do Ceará quanto dos estados do nordeste, é feita por meio do pacote *Strucbreak* do *software* para o Gretl. Um dos intuitos é observar a possível existência de quebras estruturais na série temporal obtida dos dados e avaliar se essas quebras podem ser consequência de medidas do estado para a redução da criminalidade, e conseqüentemente a diminuição do número de homicídios no Ceará. A segunda análise é comparar os dados do estado do Ceará com os outros do Nordeste e verificar se há a presença do efeito contágio.

Com a criação e a análise visual é possível observar a ocorrência de mudanças no comportamento das séries, essas mudanças podem ser um aumento ou diminuição no valor da variável ao longo do tempo. O comportamento das séries pode ser sazonal, cíclico e irregular. Outra possibilidade, ao se verificar o gráfico, é detectar quebras estruturais. A seguir os

gráficos resultantes dos dados utilizados e que serão usados como base para análise dos índices do estado do Ceará.

Gráfico 2: Números de homicídios mensais no estado do Ceará durante os anos de 2013 a 2019.



Fonte: IPEADATA (2019).

Analisar mudanças no comportamento das séries de tempos faz parte do estudo de quebras estruturais, tais mudanças podem ser decorrentes, por exemplo, de fatores relacionados à economia e a mudanças políticas. Através do estudo é possível verificar se essas alterações ocorrem gradativamente ou em algum momento específico.

Com a análise visual podemos identificar um aumento ou redução na criminalidade no estado do Ceará, o próximo passo é verificar se houve alguma proposta do estado ou acontecimento que possa ter desencadeado a queda ou aumento dos casos, respectivamente.

Os dados utilizados para a elaboração dos gráficos são de frequência mensal que iniciam em janeiro de 2013 e terminam em setembro de 2019. Como é possível observar, os casos de homicídios registrados apresentam frequentes variações no decorrer dos meses, e podemos identificar pelas linhas verticais em vermelho os momentos em que houve uma quebra estrutural na série. A primeira queda do gráfico acontece no decorrer do ano de 2015, a segunda queda ocorreu em 2016, ano que finalizou com o menor número de homicídios entre os anos de 2013 e 2018. Essas quedas ocorridas podem ser analisadas como um resultado de ações tomadas pelo governo do estado nos anos anteriores com o exato objetivo de redução no número de mortes.

Algumas das estratégias adotadas pelo estado durante esses anos que antecedem

as quedas foram a implantação, em 2014, do programa estado presente em defesa da vida, no qual atuava no controle de criminalidade e na prevenção a violência, por meio de um aumento ao acesso de serviços básicos e incentivo da cidadania em áreas com altos índices de vulnerabilidade social. No ano de 2015 houve a introdução do programa Ceará Pacífico, com o objetivo de ofertar serviços nas áreas social e de segurança e um policiamento comunitário, o foco do novo projeto para reduzir a alta taxa de criminalidade eram as áreas vulneráveis procurando evitar que mais jovens fossem levados para a criminalidade pelas facções criminosas. No mesmo ano ocorreu o projeto de expansão do Raio para outros municípios, além da capital Fortaleza, considerando o número de moradores nos municípios a ideia começou a ser colocada em prática nas cidades com mais de 100 mil habitantes, bases do Raio foram implantadas nesses locais garantindo um maior policiamento de determinadas áreas levando a uma diminuição na criminalidade desses locais.

O ano de 2015 apresentou uma rápida queda nos números de assassinatos, sendo julho o mês em que ocorreu a primeira quebra, tendo finalizado com 261 mortes, infelizmente no mês seguinte esse número já voltou a crescer e agosto finaliza com 355 mortes. E apesar do ano de 2016 ter apresentado a segunda queda da série, esta foi a primeira maior queda no número de homicídios, tendo o mês de setembro a menor quantidade de assassinatos registrada neste ano, finalizando com 222 mortes. Nos meses seguintes os números foram crescendo novamente até atingir um pico de mortes em outubro de 2017, em que foram registradas 516 mortes, o maior de toda a amostra. O aumento dos casos foi atribuído aos atritos entre as facções criminosas, que disputam território para tráfico de drogas.

Após o pico de mortes em outubro de 2017 os números voltaram a decrescer nos meses seguintes. Durante o ano de 2018 ocorreu um novo projeto de expansão do raio englobando cidades com mais de 50 mil habitantes e depois cidades com mais de 30 mil habitantes. Foi em fevereiro de 2019 o registro do menor número de mortes de toda a amostra, e a terceira quebra da série, o mês terminou com 164 homicídios.

Foi também no início do ano de 2019 que ocorreram uma série de ataques na capital do estado e em algumas cidades da região metropolitana, logo após a declaração que o estado iria promover algumas mudanças nos presídios proibindo a entrada de aparelhos celulares e o fim das divisões do presos de acordo com a facção criminosa a qual pertenciam, assim prejudicando as ações do crime organizado. Devido aos constantes ataques o estado solicitou ajuda das forças armadas que atuavam nas ruas buscando deter as ações criminosas. Muito se esperou da vinda das forças armadas para o estado e dúvidas sobre a eficácia em erradicar o crime organizado foram discutidas.

O pesquisador Fábio Paiva, do Laboratório de Estudos da Violência (LEV) da Universidade Federal do Ceará comentou sobre a vinda das forças armadas para o estado, o mesmo disse:

“Obviamente, a Força Nacional garante um apaziguamento porque há maior presença de efetivo policial. No entanto, ela não tem poder nenhum de resolver os problemas que geram o crime e a violência no estado. Quando ela sair, todos esses problemas vão continuar. Inclusive, durante o período em que ela permanecer, é muito provável que esses coletivos, facções, continuem com o processo de agenciamento de jovens, formando fileiras e aguardando o momento para voltarem a demonstrar sua força”¹.

Não se espera que a criminalidade seja resolvida rapidamente, ela é algo complexo a se trabalhar no longo prazo, com um conjunto de ações do governo do estado.

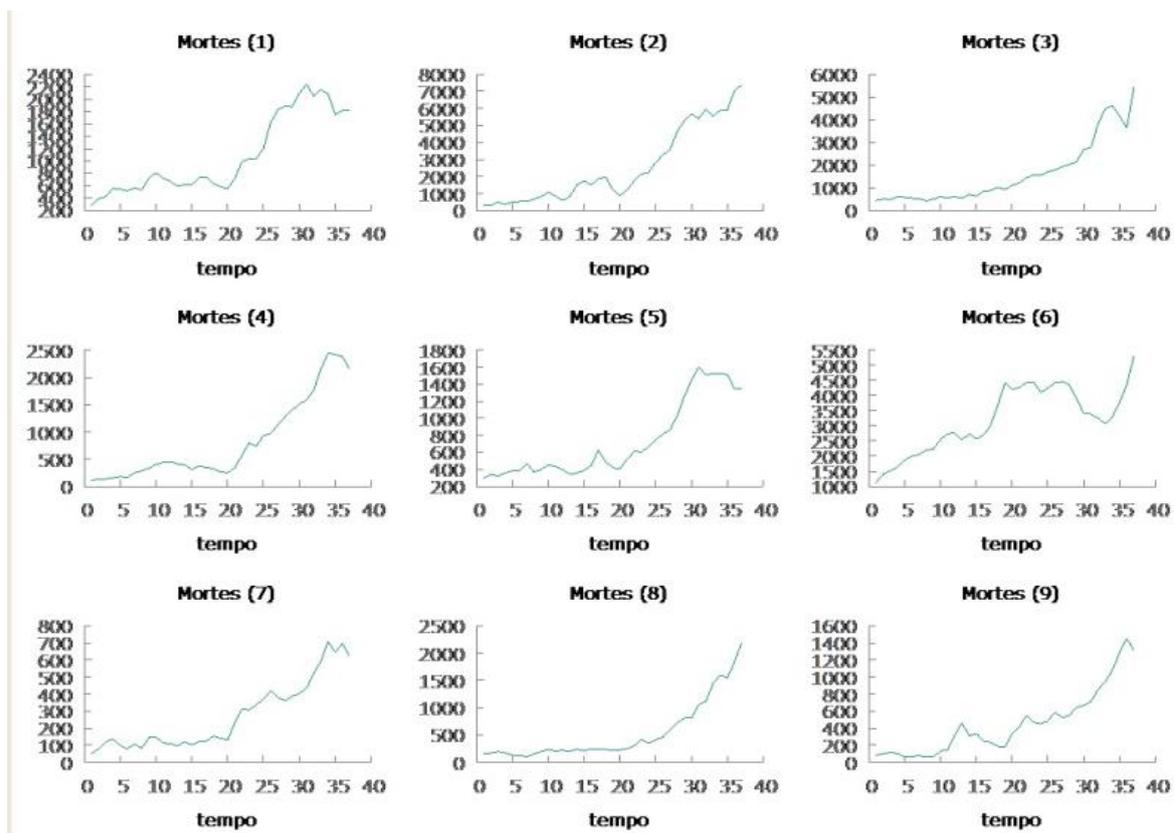
Nesse ínterim o número de assassinatos no estado caiu, as facções criminosas tinham o mesmo objetivo de barrar as mudanças que haviam sido propostas, ocasionando a diminuição do atrito existente entre elas que é levantado como um dos principais motivos do alto número de homicídios no estado.

4.3 Análise do Efeito Contágio

O aumento da criminalidade é uma realidade em todo o país, olhando para a região do nordeste, o Ceará não foi o único estado em que houve um crescente aumento no número de homicídios no decorrer dos anos. No gráfico 2, abaixo, é possível observar a variação do total de mortes ocorridas nos estados da região nordeste dos anos de 1980 a 2016.

Gráfico 3: Números de homicídios nos estados da Região Nordeste durante os anos de 1980 a 2016.

¹ Site do Brasil de Fato, disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2019/01/09/ceara-seguranca-publica-e-tratada-com-amadorismo-e-bravatas-afirma-pesquisador/>



Fonte: IPEADATA (2019).

A disposição dos estados nos gráficos segue em ordem alfabética, sendo o gráfico 1 do estado de Alagoas, o 2 da Bahia, o 3 do Ceará, o 4 do Maranhão, o 5 da Paraíba, o 6 de Pernambuco, o 7 do Piauí, o 8 do Rio Grande do Norte e o 9 de Sergipe.

Observando o comportamento das curvas acima é visível a evolução no decorrer dos anos, apesar das curvas apresentarem um constante aumento existem momentos de quedas. Alguns gráficos parecem apresentar comportamento semelhante de crescimento exponencial, são elas as dos estados do Ceará, Piauí, Paraíba, Rio Grande do Norte e Maranhão, desses apenas o último não faz divisa com o Ceará, o que nos leva a pensar na possibilidade de existir ligações entre a violência dos estados. As maiores semelhanças no comportamento das curvas pertencem aos estados do Ceará e Rio Grande do Norte, que apresentam diferença apenas nos anos finais da análise.

Analisando os anos a partir de 2013, é possível verificar que os gráficos dos cinco estados atingem um valor alto em 2014 e no ano seguinte ocorre a quebra com um valor menor, a partir do ano de 2016, o número de homicídios em três estados diminuem enquanto o do Ceará e Rio Grande do Norte aumentam.

Durante os ataques ocorridos em 2019 foi possível observar que ações realizadas em estados vizinhos podem causar algum tipo de influência, o possível motivo que

desencadeou o início dos ataques foi a nomeação do novo secretário de administração penitenciária, que já havia trabalhado no Rio Grande do Norte, e iria realizar mudanças que afetariam diretamente a ação e organização das facções criminosas dentro dos presídios. As informações sobre o trabalho realizado no estado vizinho foram divulgadas e se tornaram conhecidas, e como reação a sua nomeação as organizações criminosas deram início aos ataques querendo a sua retirada do cargo.

As ações semelhantes como resposta à nomeação do novo secretário possibilitam verificar a existência do efeito contágio, já que o ocorrido do estado vizinho acabou influenciando na maneira como o crime organizado resolveu resistir às novas mudanças propostas no Ceará, além de ser comum que uma mesma facção criminosa esteja presente em vários estados tornando possível a comunicação e a semelhança no agir em diferentes lugares.

É inegável que a criminalidade no Ceará, especialmente em Fortaleza, tem apresentado uma alteração significativa e que deve ser vista sob a ótica não somente da segurança pública, mas de um conjunto de políticas públicas em geral, mesmo considerando que neste estudo não se trabalhou com a hipótese da relação entre os casos de homicídios e a situação de vulnerabilidade social das vítimas.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho buscou verificar a existência de quebras estruturais no número de homicídios do estado do Ceará no decorrer dos anos de 2013 a 2019, e com isso verificar se os momentos de quebra coincidem com as medidas de segurança pública tomadas pelo governo do estado para reduzir o número de mortes, além de verificar se é possível identificar a existência do efeito contágio nos estados da região nordeste.

Através da análise dos gráficos foi investigado a provável ligação existente entre as quebras estruturais e alguns projetos do governo, é possível observar que após as medidas de segurança pública terem sido postas em prática durante os anos de 2014 e 2015 houve uma redução momentânea no número de mortes. Infelizmente em longo prazo as medidas tomadas não foram eficazes, pois logo depois de uma redução os números voltaram a crescer novamente alcançando o pico da amostra em 2017.

Analisando o ano de 2019 verificou-se que o motivo dos baixos números não foram necessariamente causados por consequência de alguma medida do governo, a hipótese mais plausível para explicar essa redução seria a união das facções criminosas que buscavam evitar mudanças que iriam prejudicar sua atuação no estado, diminuindo o conflito entre elas

que é apontado como um dos principais motivos dos altos índices de homicídios. Outra hipótese seria a vinda da força nacional para a capital do estado, mas de acordo com estudiosos sua vinda trouxe uma sensação de segurança maior para a população e não a resolução dos problemas referentes ao crime organizado e nem a diminuição do número de mortes.

Através do estudo realizado verificou-se que o resultado dos programas realizados pelo governo para a diminuição das mortes causa impacto apenas no curto prazo, e o ocorrido no início de 2019 foi um caso isolado que acabou resultando nessa redução temporária dos homicídios.

Ao verificar a possibilidade de existir efeito contágio foi observado que muitos estados têm curvas com comportamentos semelhantes, por conta da proximidade deles e pelo fato de que uma mesma facção criminosa pode estar atuando em muitos estados a possibilidade de haver influência entre os acontecimentos na região existe. Examinando os fatos ocorridos no Ceará no início de 2019, as ações das organizações criminosas foram influenciadas pelo conhecimento do que já havia sucedido no Rio Grande do Norte provando a existência do efeito contágio.

Assim, o presente trabalho alcançou seu propósito inicial de analisar se as quebras estruturais poderiam ser consequência das medidas tomadas pelo governo do estado para a redução do número de homicídios, além de verificar a existência do efeito contágio nos estados da região nordeste.

Espera-se que essa pesquisa sirva de ajuda para próximos trabalhos relacionados ao tema, e que futuramente estudos incluam mais dados para a análise, de forma a verificar o impacto de outras medidas adotadas pelo governo do estado nos anos não incluídos neste trabalho, além da oportunidade de avaliar a causalidade. Existe ainda a possibilidade de investigar mais profundamente a existência do efeito contágio e se o mesmo é aplicável para estados de regiões diferentes do país.

REFERÊNCIAS

- ANDREWS DWK, Lee I, Ploberger W. Optimal changepoint tests for normal linear regression. **Journal of Econometrics** 70: 9–38, 1996.
- BAI J. Estimation of a change point in multiple regression models. **Review of Economic and Statistics** 79: 551–563, 1997(a).
- BAI J. Estimating multiple breaks one at a time. **Econometric Theory** 13: 315–352, 1997(b).
- BAI J. Likelihood ratio tests for multiple structural changes. **Journal of Econometrics** 91: 299–323, 1999.
- BAI J, Perron P. Estimating and testing linear models with multiple structural changes. **Econometrica** 66: 47–78, 1998.
- BAI, J. and Perron, P. Critical values for multiple structural change tests. **The Econometrics Journal**, 6: 72-78. doi:[10.1111/1368-423X.00102](https://doi.org/10.1111/1368-423X.00102), 2003(a).
- BAI, J. and Perron, P. Computation and analysis of multiple structural change models. **J. Appl. Econ.**, 18: 1-22. doi:[10.1002/jae.659](https://doi.org/10.1002/jae.659), 2003 (b).
- BUENO, R. L. S. **Econometria de Séries Temporais**, 2ed., São Paulo: Cengage Learning, 2012.
- COSTA, Francisca Fabiana Sousa. **Elaboração do marco lógico do Programa de Segurança Pública, “Ronda do Quarteirão”, no Ceará**. Orientador: Francisco Gildemir Ferreira da Silva. 2017. TCC (Bacharelado em Finanças) - Universidade Federal do Ceará, [S. l.], 2017. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/33976>. Acesso em: 4 nov. 2022.
- CRUZ, F. V.; V. ARAÚJO, A. F. Análise da criminalidade em Palmas-TO: uma abordagem econométrica da violência urbana. **Informe GEPEC**, [S. l.], v. 16, n. 2, p. 170–185, 2014. DOI: 10.48075/igepec.v16i2.4794. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/gepec/article/view/4794>. Acesso em: 21 nov. 2019.
- INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS APLICADAS – IPEA. Disponível em <http://www.ipea.gov.br>. Acesso em 06/11/2019.
- LUMSDAINE RL, Papell DH. Multiple trend breaks and the unit root hypothesis. **Review of Economics and Statistics** 79: 212–218, 1997.
- MORIMUNE K; NAKAGAWA M. Unit root tests which allow for multiple breaks. Discussion Paper No. 457, **Kyoto Institute of Economic Research**, Kyoto University, 1997.
- PEIXOTO, B. T.; MORO, S; ANDRADE, M. V. “Criminalidade na região Metropolitana de Belo Horizonte: Uma análise espacial.” **Anais do XI Seminário de Economia Mineira**. Diamantina, 2004. Disponível em: <https://core.ac.uk/reader/6520220>. Acesso em: 19 nov. 2019.
- PERRON P. L'estimation de modèles avec changements structurels multiples. **Actualité Économique** 73: 457–505, 1997.

PLOBERGER, Werner & Kramer, Walter. "On studentizing a test for structural change," **Economics Letters**, Elsevier, vol. 20(4), pages 341-344, 1986.

PRADO, Verônica. Em 10 anos, taxa de homicídios no Ceará cresceu 166,5%, diz Ipea. **G1 CE**, [S. l.], 22 mar. 2016. Disponível em: <https://g1.globo.com/ceara/noticia/2016/03/em-10-anos-taxa-de-homicidios-no-ceara-cresceu-1665-diz-ipea.html>. Acesso em: 6 nov. 2019.

PROVENZA, Marcello Montillo *et al.* Análise e previsão de séries temporais do homicídio doloso no Rio de Janeiro. **Cadernos de Estudos Sociais e Políticos**, [S. l.], v. 4, n. 7, p. 63-83, 2015. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/CESP/article/view/18992/13810>. Acesso em: 26 nov. 2019.

SEGURANÇA PÚBLICA: UM NOVO MODELO DE METAS E PREMIAÇÕES. **Textos para Discussão**, [S. l.], ed. 106, jun. 2014. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2014/02/TD_106.pdf. Acesso em: 7 nov. 2019.

XAVIER, Antônio Roberto. **Políticas públicas de combate ao crime organizado: ações da polícia militar do ceará nas divisas do estado**. Planejamento e políticas públicas, Ipea, ano 2017, n. 48, ed. 48, p. 335-348, 24 jul. 2017. DOI <https://doi.org/10.38116/PPP48>. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/view/768/437>. Acesso em: 15 nov. 2019.

SITES VISITADOS:

https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Francisco-Gomes/publication/310059809_Crises_financeiras_efeito_contagio_interdependencia_e_previsoes_Um_estudo_Bibliometrico/links/5828723c08ae5c0137f0cda8/Crises-financeiras-efeito-contagio-interdependencia-e-previsoes-Um-estudo-Bibliometrico.pdf

https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2783/1/TD_907.pdf

https://www.saude.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/9/2018/06/Boletim_causas_externas_atualizado_291221-1.pdf