



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIA E
CONTABILIDADE - FEAAC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA – CAEN

MARCUS VINICIUS ADRIANO ARAUJO

UM MODELO ESPAÇO-TEMPORAL PARA A CRIMINALIDADE NOS BAIROS
DE FORTALEZA: A INFLUÊNCIA DE FATORES COMUNS E O EFEITO
VIZINHANÇA

Fortaleza

2023

MARCUS VINICIUS ADRIANO ARAUJO

UM MODELO ESPAÇO-TEMPORAL PARA A CRIMINALIDADE NOS BAIROS DE
FORTALEZA: A INFLUÊNCIA DE FATORES COMUNS E O EFEITO VIZINHANÇA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia – CAEN da Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia. Área de Concentração do trabalho: Econometria Aplicada.

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)

- A69m Araujo, Marcus Vinicius Adriano.
Um Modelo Espaço-Temporal para a Criminalidade nos Bairros de Fortaleza: A Influência de Fatores Comuns e o Efeito Vizinhança / Marcus Vinicius Adriano Araujo. – 2023.
25 f.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Programa de Pós-Graduação em Economia, Fortaleza, 2023.
Orientação: Prof. Dr. Fabrício Carneiro Linhares.
1. padrões espaciais. 2. concentração do crime. 3. fatores comuns. 4. Fortaleza. I. Título.
CDD 330
-

MARCUS VINICIUS ADRIANO ARAUJO

UM MODELO ESPAÇO-TEMPORAL PARA A CRIMINALIDADE NOS BAIRROS DE FORTALEZA: A INFLUÊNCIA DE FATORES COMUNS E O EFEITO VIZINHANÇA

Esta dissertação foi submetida à coordenação do Programa de Pós-Graduação em Economia – CAEN da Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade da Universidade Federal do Ceará como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Economia, outorgado pela Universidade Federal do Ceará – UFC e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que feita de acordo com as normas da ética científica.

Data de aprovação: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Fabrício Carneiro Linhares
Professor no Departamento de Economia Aplicada e no Programa de Pós Graduação em Economia da Universidade Federal do Ceará - CAEN/UFC

Marcelo Davi Santos
Professor no Departamento de Economia Aplicada da Universidade Federal do Ceará - DEA/UFC

Régis Façanha Dantas
Assessor Especial do Ceará Pacífico e Coordenador Geral na Vice-Governadoria do Programa de Prevenção à Violência (PReVio)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer e dedicar esta dissertação às seguintes pessoas:

Em especial, aos meus pais Ivonia e Evaldo que são meu porto seguro na construção e realização dos meus objetivos pessoais. Aos meus avós, Leda e Maria Do Carmo, por me ensinarem lições para a vida. Aos meus tios: Maryane, Josimar, Lea, Mayre, Damião, André e Vânia, pelos gestos de apoio e carinho a minha pessoa. Aos meus primos, Felipe, Leonardo, Thalia, Karol, Neto, Karina, Leane, Vanessa, Thais e Lara, pelas convivências e experiências fraternas construídas desde a infância.

Aos meus amigos de longas datas: Mateus, Eryck, William, David, Gabriela, Thiago, Wesley, Levy, Davi, Welissom, Gabriele, Railana, Daniele, Suellan, Bruno, Adriana, Camila, Venâncio, Vinicius, Rosália, Isabelly, Hiago e Felipe, pelos momentos de aventura, companheirismo e lealdade.

Aos amigos que a universidade me proporcionou: Alexandre, Camila, Áquila, Jean, Raul, Kelly, Edilson, Maria, Carla, Diego Araujo, Marleton, Diego Oliveira, Francisco Paulo, Kaíque, Alysson, Cléber e Marcia.

Aos professores que formam o corpo docente do CAEN-UFC, em especial, ao professor e orientador Fabricio Linhares pelas ideias, sugestões e disponibilidade para a construção desse trabalho, e aos professores que também tenho especial admiração pelo trabalho desenvolvido no programa: Sebastião Almeida, Emerson Marinho, Paulo Neto, Guilherme Irffi e Ivan Castelar.

Por fim, agradecer ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo apoio financeiro concedido durante o curso, que foi primordial para minha permanência no programa, contribuindo assim para o meu aprimoramento profissional nos conhecimentos em economia.

RESUMO

Uma das análises mais comuns em estudos de criminalidade é a identificação de padrões espaciais (Almeida, Haddad e Hewings, 2005). Entretanto, a dependência espacial verificada pode ser influenciada por mudanças cíclicas no estado da economia e pela política de segurança pública. A presença desses fatores comuns, podem inibir uma boa captura do efeito de transbordamentos que permeiam entre vizinhos (PESARAN et. al., 2015). Nessa perspectiva, esse trabalho busca inferir padrões de associação espacial da criminalidade em Fortaleza, através de um modelo que acomoda efeitos de fatores comuns e efeito vizinhança, estimado pelo método de Análise de Componentes Principais (PCA), proposto por Pesaran et.al. (2015), usando as taxas de furto e roubo, no período de 2009 a 2019. As estimativas do modelo sugerem a existência de um certo grau de influência de fatores comuns no comportamento espacial da criminalidade, concentradas na região Centro-Oeste da cidade. Verifica-se também, que os clusters espaciais de crimes de furto são intensificados nas regiões periféricas da cidade, enquanto para os crimes de roubo, essa associação se estende para bairros na região nobre, indicando a presença desse tipo de crime por todas as regiões, independentemente do status socioeconômico.

Palavras-chave: padrões espaciais; concentração do crime; fatores comuns; Fortaleza;

ABSTRACT

One of the most common analyses in crime studies is the identification of spatial patterns (Almeida, Haddad and Hewings, 2005). However, the spatial dependence found can be influenced by cyclical changes in the state of the economy and by public security policy. The presence of these common factors, may inhibit a good capture of the effect of spillovers that permeate between neighbors (PESARAN et. al., 2015). In this perspective, this work seeks to infer patterns of spatial association of crime in Fortaleza, through a model that accommodates common factors effects and neighborhood effect, estimated by the Principal Component Analysis (PCA) method, proposed by Pesaran et.al. (2015), using the rates of robbery and theft, in the period from 2009 to 2019. The model estimates suggest the existence of a certain degree of influence of common factors on the spatial behavior of crime, concentrated in the Midwest region of the city. It is also verified that spatial clusters of robbery crimes are intensified in the peripheral regions of the city, while for robbery crimes, this association extends to neighborhoods in the prime region, indicating the presence of this type of crime throughout all regions, regardless of socioeconomic status.

Keywords: spatial patterns; crime concentration; common factors; Fortaleza;

Classificação JEL: C21, C23, C38.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Matrizes de Pesos Espaciais Baseadas na Distância

Figura 2: Conexões de Vizinhaça Espacial Baseada na Distância

Figura 3: Matrizes de Pesos Espaciais – Conexões Baseadas em Distância e Correlação (PCs) – Taxa de Furto

Figura 4: Conexões de Vizinhaça Espacial Baseada na Distância e Correlação (PCs) – Taxa de Furto

Figura 5: Matrizes de Pesos Espaciais – Conexões Baseadas em Distância e Correlação (PCs) – Taxa de Roubo

Figura 6: Conexões de Vizinhaça Espacial Baseada na Distância e Correlação (PCs) – Taxa de Roubo

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estimativas QML do Modelo Espaço-Temporal – Taxas de Furto e Roubo

LISTA DE MAPAS

- Mapa 1: População por Bairro de Fortaleza – Censo 2010.
- Mapa 2: Renda Média por Bairro de Fortaleza – Censo 2010
- Mapa 3: Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) por Bairro de Fortaleza – Censo 2010.
- Mapa 4: Vínculos Empregatícios por Bairro de Fortaleza – 2017
- Mapa 5: Áreas Integradas de Segurança (AIS) e Unidades Integradas de Segurança (UNISEG'S) – Fortaleza
- Mapa 6: Média da Série de Furto – Fortaleza, 2010-2019
- Mapa 7: Média da Série de Roubo – Fortaleza, 2009-2019
- Mapa 8: Taxa de Crescimento – Série de Furto – Fortaleza
- Mapa 9: Taxa de Crescimento – Série de Roubo – Fortaleza
- Mapa 10: Conexões de Vizinhança pela Matriz de Distância W_3
- Mapa 11: Conexões de Vizinhança (Correlação) – W_3
- Mapa 12: Efeito Temporal (Fatores Comuns) – Taxa de Furto – Fortaleza
- Mapa 13: Efeito Temporal (Fatores Comuns) – Taxa de Roubo – Fortaleza
- Mapa 14: Efeito Espacial Contemporâneo Positivo – Taxa de Furto – Fortaleza
- Mapa 15: Efeito Espacial Contemporâneo Positivo – Taxa de Roubo – Fortaleza
- Mapa 16: Efeito Espacial Contemporâneo Negativo – Taxa de Furto – Fortaleza
- Mapa 17: Efeito Espacial Contemporâneo Negativo – Taxa de Roubo – Fortaleza
- Mapa 18: Efeito Espacial Defasado Positivo – Taxa de Furto – Fortaleza
- Mapa 19: Efeito Espacial Defasado Positivo – Taxa de Roubo – Fortaleza
- Mapa 20: Efeito Espacial Defasado Negativo – Taxa de Furto – Fortaleza
- Mapa 21: Efeito Espacial Defasado Negativo – Taxa de Roubo – Fortaleza
- Mapa 22: Os Cinco Bairros com as Maiores Persistências do Crime de Furto
- Mapa 23: Os Cinco Bairros com as Maiores Persistências do Crime de Roubo

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Aesp/CE: Academia Estadual de Segurança Pública do Ceará
AIS: Áreas Integradas de Segurança
CBMCE: Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Ceará
CIOPS: Coordenadoria Integrada de Operações de Segurança
CVLI: Crimes Violentos Letais Intencionais
CVP: Crimes Violentos Contra o Patrimônio
GEESP: Gerência de Estatística e Geoprocessamento
GMF: Guarda Municipal de Fortaleza
IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH: Índice de Desenvolvimento Humano
IPEA: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ML: Multiplicador de Lagrange
PCA: Análise de Componentes Principais
PCCE: Polícia Civil do Ceará
Pefoce: Perícia Forense do Estado do Ceará
PIB: Produto Interno Bruto
PMCE: Polícia Militar do Ceará
PNAD: Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
QML: Quase Máxima Verossimilhança
RAIS: Relação Anual de Informações Sociais
Sesec: Secretaria Municipal da Segurança Cidadã
SSPDS/CE: Secretária de Segurança Pública e Defesa Social do estado do Ceará
SUPESP: Superintendência de Pesquisa e Estratégia de Segurança Pública do Estado do Ceará
UNISEG: Unidades Integradas de Segurança

SUMÁRIO

	LISTA DE FIGURAS.....	
	LISTA DE TABELAS.....	
	LISTA DE MAPAS.....	
	LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	
1	INTRODUÇÃO.....	11
2	PANORAMA GEOGRÁFICO, SOCIOECONÔMICO E A ESTRUTURA DA SEGURANÇA PÚBLICA DE FORTALEZA.....	13
3	LITERATURA.....	17
4	METODOLOGIA.....	19
4.1	Base de Dados	22
5	RESULTADOS	22
5.1	Análise das Matrizes de Vizinhança Baseadas na Distância.....	22
5.2	Resultados da Desfatoração pelo Método PCA.....	24
5.3	Análise das Matrizes de Vizinhança Baseadas na Distância e Correlação.....	24
5.4	Estimativas do Modelo Espaço-Temporal.....	26
6	CONCLUSÕES.....	31
	REFERÊNCIAS.....	33

1. INTRODUÇÃO

Os altos e persistentes índices de criminalidade em Fortaleza são destaques recorrentes na imprensa e na sociedade cearense. Embora essa região não registre com frequência conflitos armados muito menos guerra civil, é a 2º cidade do Brasil em termos de taxa de homicídios e a 9º cidade mais violenta do mundo, segundo o relatório de 2022, publicado pela *Statista Research Department*. Vale destacar, que as altas taxas de criminalidade não se refletem apenas em homicídios, de acordo com o site “Onde Fui Roubado”¹, Fortaleza é a 6º cidade do país com os maiores registros de furto e roubo, atrás apenas de grandes capitais como: São Paulo, Rio de Janeiro, Salvador, Curitiba e Porto Alegre.

Conforme dados da Secretaria de Segurança Pública e Defesa Social do Estado do Ceará - SSPDS-CE, no início dos anos 2000, Fortaleza ocupava a 20º posição no ranking nacional de homicídios e até a década de 2010 mantinha registros de furto e roubo em níveis razoáveis. Entretanto, de 2010 a 2017, as notificações exibiram tendências ascendentes, trazendo a capital cearense para o topo do ranking das cidades brasileiras com as maiores incidências de furto, roubo e homicídios por 100 mil habitantes.

A criminalidade é capaz de reduzir os níveis de investimento externo em um país, além de limitar governos a investir em educação e saúde em zonas de conflito armado (Buvinic; Morrison; Shifter, 1999). A violência impacta na rotina, nos negócios (GOLDBERG et al., 2014), nos direitos civis e na qualidade de vida dos indivíduos (WHELLER, 2014). No Brasil, crianças e adolescentes que residem em regiões com altas taxas de criminalidade tendem a apresentar baixo rendimento escolar (TEIXEIRA, 2011). Na economia, a insegurança pode aumentar os preços dos produtos e dos serviços em até 30% em razão dos gastos relacionados à segurança (Atlas da Violência, 2019). Além disso, o medo da violência é fator levado em consideração pelos indivíduos na escolha de destinos turísticos (TUTisUFF, 2011).

Apesar do nível preocupante de violência em Fortaleza, a gravidade do quadro já tornou o combate à criminalidade um dos eixos prioritários na agenda de política estadual. Uma das iniciativas passadas, foi o extinto programa “Ronda do Quarteirão”, cujo objetivo principal foi fomentar uma cultura de polícia comunitária nos bairros, colaborando com o trabalho ostensivo da polícia que conhecia melhor o cotidiano da população (BARREIRA; RUSSO, 2012). Entre as recentes políticas em vigor, tem-se o programa “Pacto por um Ceará Pacífico”, no qual sua prioridade é a implementação de diversas medidas administrativas, como políticas interinstitucionais de prevenção social e segurança pública para tornar o Estado menos violento através da construção de uma cultura de paz, por meio da implantação, monitoramento e avaliação contínua desses programas (SSPDS-CE, 2015).

1. Link do site onde fui roubado: <https://www.ondefuiroubado.com.br/fortaleza/CE>

No entanto, apesar da implementação dessas políticas, a violência na cidade parece perdurar e se observa que aos poucos os efeitos dessas ações vão se mitigando. Vale enfatizar, que a escassez no uso de inteligência policial, tem sido nos últimos anos um dos principais motivos para queda na eficiência da segurança pública no Brasil (GOMES, 2009). O uso de inteligência pelas forças policiais, identifica o estágio da violência, as possíveis falhas em programas de segurança pública (Bullock, Farrell & Tilley, 2002) e suas implicações para tomadores de decisão na escolha de ações futuras, compreendendo as tendências do crime através da plotagem das regiões de concentração das ações criminosas e de atuação de grupos criminosos (GONÇALVES, 2007).

Uma das análises mais comuns é a identificação de padrões espaciais na ocorrência de crimes, a fim de compreender como a variabilidade geográfica e socioeconômica influenciam as taxas de criminalidade em uma região (Eck e Weisburd, 1995; Almeida, Haddad e Hewings, 2005), dado que os transbordamentos espaciais apresentam magnitude distinta, devido aos fatores peculiares de cada região (ANSELIN, 1998). Entretanto, a dependência espacial presente pode ser afetada por mudanças cíclicas no estado da economia e seus setores de atividade, como também por uma política geral de segurança para o estado. A presença destes fatores comuns, que influenciam espacialmente todas as regiões da cidade, podem inibir uma boa captação do efeito de transbordamentos que permeiam entre vizinhos e a omissão por não se considerar esses fatores podem tornar as estimações das correlações espaciais desses trabalhos enviesadas (PESARAN et. al., 2015).

Nessa perspectiva, o objetivo desse trabalho é de inferir padrões de associação espacial de como a criminalidade em Fortaleza interage no espaço ao longo do tempo, ao separar a relação entre unidades espaciais devido ao efeito de fatores comuns daquilo que é puramente espacial (STONE, 1947), a fim de isolar a influência desses fatores e conduzir tomadores de decisão a novas percepções quanto a natureza das conexões de transbordamentos do crime.

Para essa finalidade, propõe-se uma investigação dos padrões comportamentais dos índices de criminalidade de Fortaleza, através de um modelo econométrico espaço-temporal que acomoda efeitos comuns e efeito vizinhança estimado pelo método de Análise de Componentes Principais (PCA), proposto por Pesaran et.al. (2015). Para efeito desse estudo, serão considerados apenas 113 bairros híbridos, pois foram desconsiderados desmembramentos de bairros posteriores a 2010. Além disso, é realizado procedimentos para as observações desfatoradas, a fim de determinar as correlações entre unidades espaciais e comparar com a abordagem que usa apenas a distância para determinar as unidades que são vizinhas.

Para tanto, o presente trabalho é subdividido em seis sessões, incluindo esta introdução.

A segunda, faz uma breve análise do panorama socioeconômico e da estrutura da segurança pública de Fortaleza. A terceira, apresenta a literatura, esboçando as principais referências internacionais e nacionais no estudo dos fenômenos de dependência espacial relacionados a criminalidade. A quarta, refere-se ao arcabouço metodológico aplicado. A quinta, é a consolidação dos principais resultados obtidos. Por último, é realizado as conclusões com as discussões sobre as contribuições que este trabalho traz ao tema.

2. Panorama Geográfico, Socioeconômico e a Estrutura da Segurança Pública de Fortaleza

Fortaleza é a capital do estado do Ceará, localizada na região Nordeste do Brasil, possui área territorial de 312,353 km² dividida em 121 bairros² e conta com uma extensão litorânea de 34 km abrigando 15 praias. O município possui excelente vantagem geográfica e econômica. É a metrópole brasileira mais próxima a Europa. É a cidade marco zero da rodovia BR 116, uma das principais rotas logísticas do país, além de possuir um porto que é destaque anualmente exibindo novos recordes em cargas transportadas. A população estimada em 2021, segundo o IBGE, é de 2.703.391 habitantes, sendo a 5^o maior população do país com densidade demográfica de 7.786,44 hab./km². No mapa 1, é observado a concentração de bairros altamente populosos na Região Oeste da cidade, onde se localiza parte substancial da periferia, apesar da existência de bairros com alta população em todas as regiões.

O Produto Interno Bruto (PIB) de Fortaleza, segundo o IBGE, foi estimado em 2020 em cerca de R\$ 65,16 bilhões, sendo o maior PIB do Nordeste e o 11^o do Brasil. No nível de emprego, a cidade alcançou em 2017 a 6^o posição no ranking de vínculos empregatícios formais entre as capitais brasileiras, com alta concentração desses empregos na região Centro-Leste da cidade, segundo dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) descritos no mapa 4.

Apesar de apresentar o maior PIB regional, a cidade possui uma alta concentração de renda. No mapa 2, é observado que os bairros com as maiores rendas estão localizados na região Centro-Leste, enquanto os menores patamares estão na região periférica (Oeste), como observado na maioria das grandes cidades. Vale destacar, que mais da metade dos bairros apresentam renda média abaixo de R\$ 612 reais, o que indica que Fortaleza é uma cidade pobre. Além disso, a cidade está no ranking das dez mais desiguais do país, posição que já ocupa a vários anos, de acordo com dados da Pesquisa Nacional por Amostra em Domicílios (PNAD).

As disparidades em Fortaleza não são apenas a nível de emprego e renda, mas também no nível de desenvolvimento dos bairros, mensurado pelo Índice de Desenvolvimento Humano

2. A divisão de Fortaleza por bairros se encontra no anexo 1.

(IDH). A região Centro-Leste que concentra os maiores níveis de emprego e renda, é também a região que detém os bairros mais desenvolvidos da cidade, enquanto a região mais populosa (Oeste), detém os bairros com os piores IDH'S, conforme observado no mapa 3.

A segurança pública de Fortaleza é gerenciada pelo governo estadual e em segundo plano pela prefeitura. Na esfera estadual, é representada pelos órgãos de segurança pública e defesa social³, e na esfera municipal pela Guarda Municipal de Fortaleza (GMF), subordinada à Secretaria Municipal da Segurança Cidadã (Sesec), sendo o principal órgão de execução da política municipal de segurança urbana, disponibilizando um serviço de monitoramento ostensivo do crime através das células de proteção comunitária nos bairros com situação violenta mais crítica. Com respeito a divisão administrativa de segurança, Fortaleza possui 10 Áreas Integradas de Segurança (AIS) e 25 Unidades Integradas de Segurança (UNISEG'S), como observado no mapa 5. Cada AIS apresenta uma equipe responsável, composta por: um batalhão da polícia militar comandada por um tenente coronel, delegacia da polícia civil e um comando do corpo de bombeiros. As divisões das AIS em UNISEG'S visam otimizar a atividade operacional realizada pelos organismos de segurança, a partir de uma melhor eficiência na alocação das equipes policiais na prevenção e investigação de crimes. A estrutura militar e a distribuição dos batalhões e das delegacias policiais de Fortaleza estão no anexo 3.

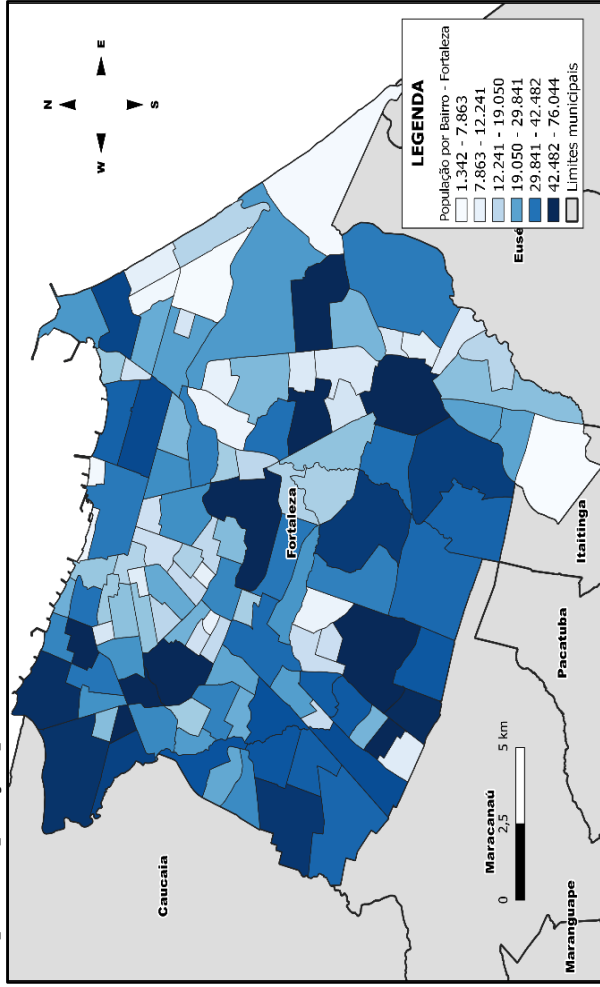
Toda a coordenação do policiamento ostensivo da cidade é intermediada pela Coordenadoria Integrada de Operações de Segurança (CIOPS), órgão responsável em atender as demandas emergenciais da população. A CIOPS tem papel relevante na eficiência da gestão da segurança da região por centralizar e otimizar os serviços de atendimento de ocorrências de segurança pública e afins, através da integração de diversas instituições de atendimento emergencial (SSPDS-CE).

Quanto ao cenário da criminalidade em Fortaleza, nos mapas abaixo é apresentado as taxas⁴ de furtos e roubos para Fortaleza entre 2009 a 2019, através das suas médias e taxas de crescimento. Os mapas com as médias indicam que os bairros da região Centro-Oeste (AIS 1, 4, 5 e 6), detém ao longo do período analisado as maiores notificações desses crimes, com destaque para os bairros Praia de Iracema e Centro. Quando se analisa para este período as taxas médias de crescimento de furto e roubo, o cenário espacial é diferente, os indicadores mostram que as AIS 3 e 8 detém os maiores aumentos nas notificações, sendo regiões onde se localizam bairros populosos, com baixos níveis de renda, emprego e IDH, conforme visto acima.

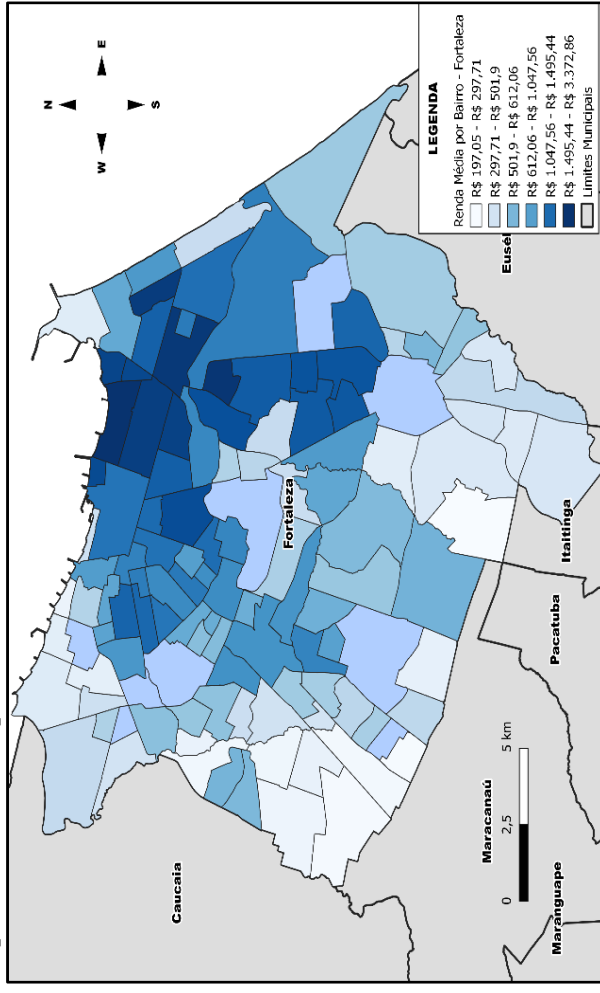
3. A estrutura de segurança na esfera estadual é composta pela Polícia Militar do Ceará (PMCE), Polícia Civil do Ceará (PCCE), Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Ceará (CBMCE), Perícia Forense do Estado do Ceará (Pefoce), Academia Estadual de Segurança Pública do Ceará (Aesp/CE) e Superintendência de Pesquisa e Estratégia de Segurança Pública do Estado do Ceará (Supesp).

4. No anexo 10, é apresentado as séries originais para os dois indicadores de crime: taxas de furto (2010-2019) e roubo (2009-2019), em Fortaleza.

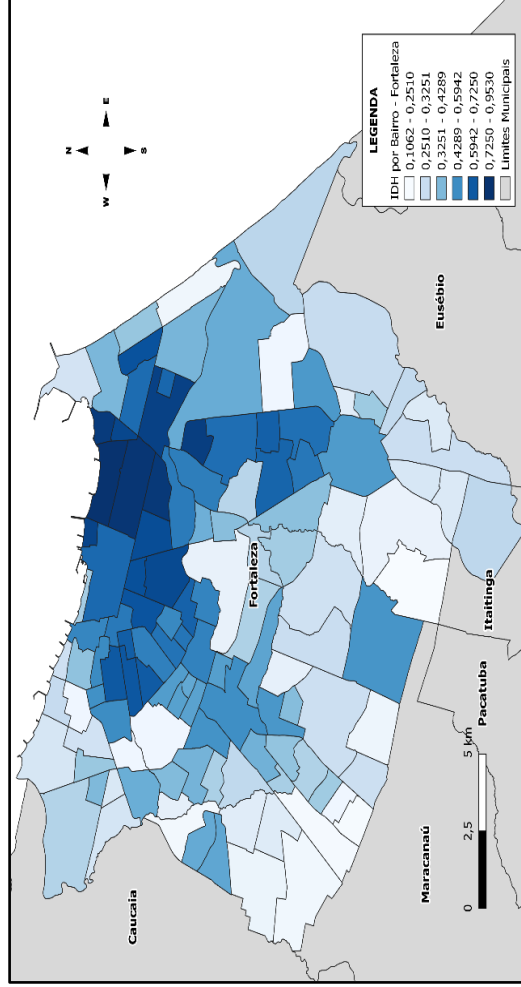
Mapa 1: População por Bairro de Fortaleza – Censo 2010.



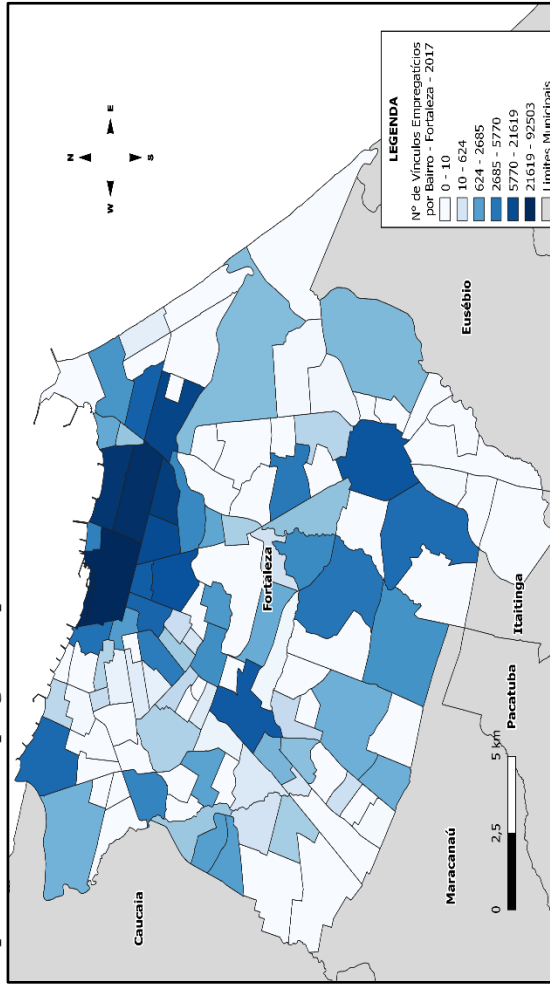
Mapa 2: Renda média por Bairro de Fortaleza – Censo 2010.



Mapa 3: Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) por Bairro de Fortaleza – Censo 2010.

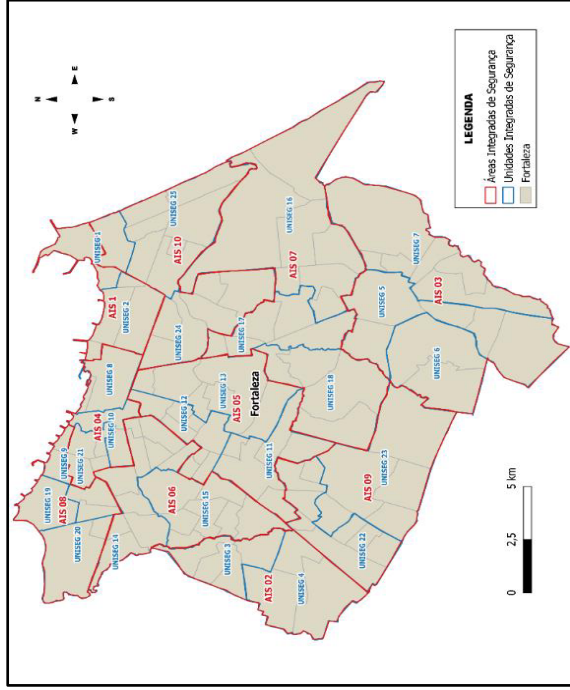


Mapa 4: Vínculos empregatícios por Bairro de Fortaleza – 2017.

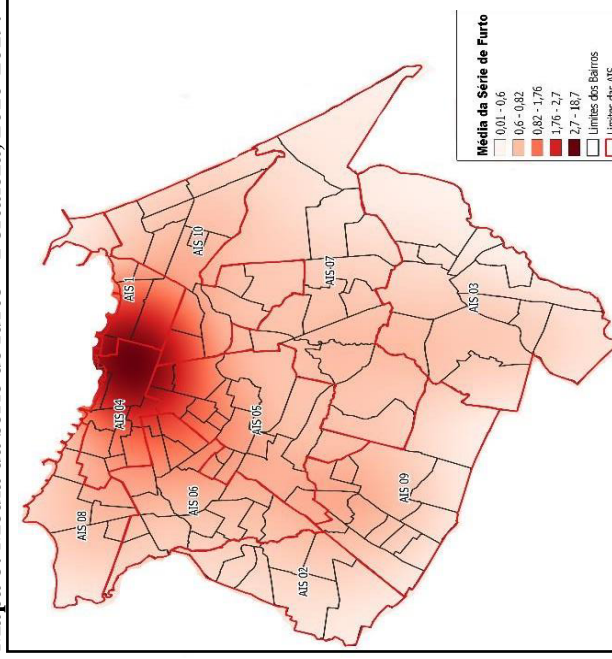


Fontes: IBGE, Censo 2010. RAIS/MTE 2017. Elaborado pelos autores.

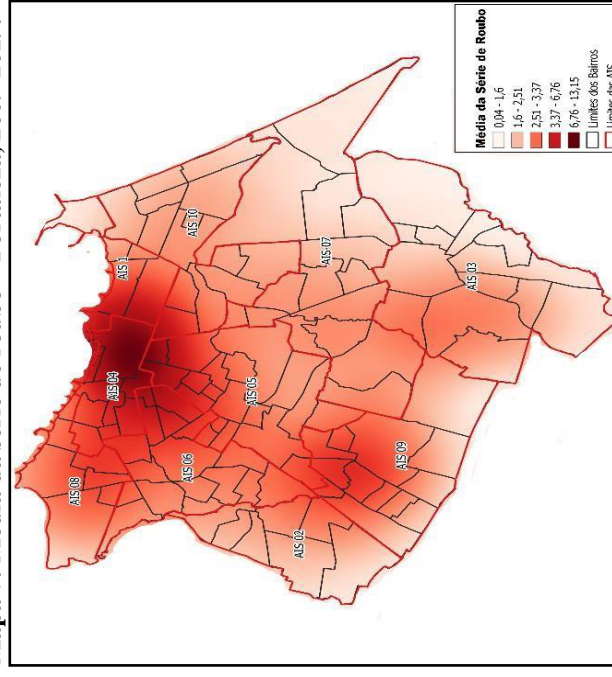
Mapa 5: Áreas Integradas de Segurança (AIS) e Unidades Integradas de Segurança (UNISEG'S) – Fortaleza.



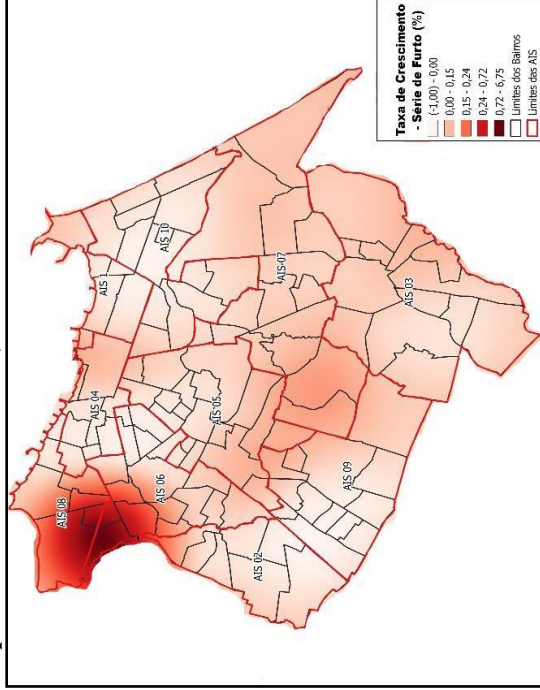
Mapa 6: Média da série de furto – Fortaleza, 2010-2019.



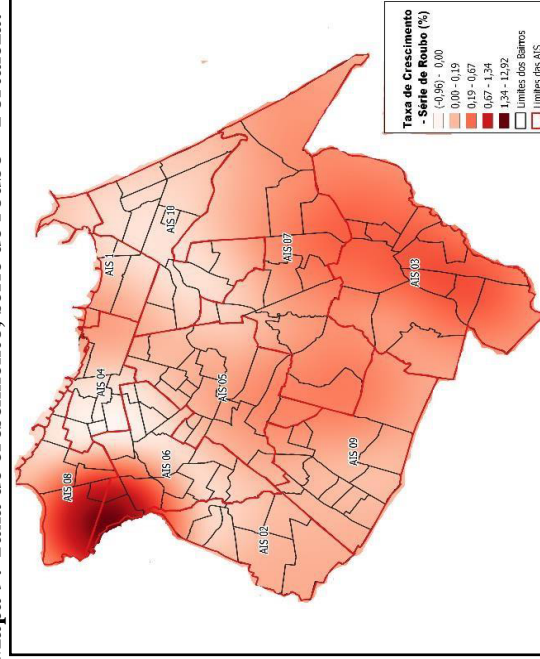
Mapa 7: Média da série de roubo – Fortaleza, 2009-2019.



Mapa 8: Taxa de crescimento, série de furto – Fortaleza.



Mapa 9: Taxa de crescimento, série de roubo – Fortaleza.



Fonte: Elaborado pelos autores.

2. Literatura

Com o advento da “teoria da ecologia humana”, houve um crescente aumento de trabalhos envolvendo análise espacial para identificar as variáveis que desempenham papel importante na heterogeneidade do crime (Shaw e Mckay, 1976). Alguns estudos verificaram que os índices de criminalidade eram maiores nas “zonas de transição”, correspondente a fronteira entre o subúrbio e a área onde estão localizados os centros comerciais e industriais das cidades (Park e Burgess, 1925). Essa zona de vulnerabilidade forneceu a literatura duas teorias: a “teoria das janelas quebradas”, no qual constata que ambientes com ausência de tutela do estado estão mais propensas ao aumento da criminalidade (Wilson e Kelling, 1982; Warner & Pierce, 1993). E a “teoria da desordem social” que trata de analisar a influência do grau de conduta social comunitária (capital social) de uma região nos índices de criminalidade (COZENS, HILLIER e PRESCOTT, 2002).

Essas teorias contribuíram na compreensão de como o crime se comporta espacialmente nas grandes cidades (Anselin, Cohen, Cook, Gorr e Tita, 2000), e de que modo o efeito vizinhança atua, levando-se em consideração características estruturais das regiões, como: fatores socioeconômicos, heterogeneidade étnica e a organização de gangues, que estão associadas com os frequentes registros de crimes contra o patrimônio e violência física (Shaw, 1929; Hirschfield & Bowers, 1997). Investigando assim, os fatores preponderantes na prevalência de padrões espaciais da criminalidade em regiões específicas (Rolnik, 1999; Griffiths, 2013; Chamberlain & Hipp, 2015), e como esses fatores aumentam ou diminuem a prática criminosa nesses locais (Caplan e Kennedy, 2016). Estudos nesse campo, evidenciaram a existência de *clusters* de crimes em regiões socialmente desorganizadas constantes ao longo do tempo (Shaw e Mckay, 1942), como também mudanças na dependência espacial a medida que o combate ao crime nas grandes cidades dispersa a atividade criminosa (Ackerman, 1998).

O oportunismo a prática criminosa é papel relevante na “teoria da atividade rotineira”⁵ e na “teoria dos padrões criminais”, que colaboram com a discussão ao unir três elementos: indivíduos motivados, um alvo atraente e a desordem urbana (COHEN e FELSON, 1979). A teoria do padrão de crime colaborou com estudos que buscam compreender as formas pelos quais determinadas regiões se tornam atraentes para um tipo de crime em específico (Brantingham e Brantingham, 2010). Pesquisas utilizando atividades de rotina e teoria de padrão do crime realizaram a separação dos *clusters* correspondentes a cada tipo de crime e suas respectivas localizações (Cohen e Tita, 1999). Em Estocolmo, se verificou que práticas de vandalismo e roubo de veículos exibem padrões espaciais semelhantes em escala a nível de bai-

5. Estudos observaram uma interação entre características demográficas e certas atividades rotineiras que ocorrem à noite e fora de casa na ocorrência de crimes contra a propriedade (Miethé, Stafford e Long, 1987).

ros (Ceccato et al., 2002), enquanto que em Vancouver essa semelhança foi observada para roubos de veículos e crimes violentos (Andresen, 2011). Outros trabalhos evidenciaram padrões específicos para crimes distintos, como roubo de veículo, roubo residencial e agressão (Roncek e Maier, 1991).

A teoria mais influente no campo do oportunismo do crime é a “teoria da racionalidade” proposta por Becker (1968) (EHRlich, 1973; HEINEKE, 1978; GROGGER, 1991). No âmbito espacial, essa teoria apresenta os principais fatores que influenciam espacialmente na concentração de crimes em regiões específicas devido à queda nos custos morais de práticas criminosas (FAJNZYLBER, LEDERMAN e LOAYZA, 1998). Além disso, esses trabalhos colaboram com a “teoria da prevenção situacional do crime” ao indicar os fatores que devem ser mitigados através de ações de Estado para diminuir as oportunidades de ações criminosas (CLARKE et. al., 1982). No estado de São Paulo, foi verificado por meio da análise espacial, que o nível de empregabilidade na região tem relação espacial negativa com os índices de crime contra o patrimônio (Garcia Neto et. al., 2017).

No campo dos condicionantes espaciais da criminalidade, há contribuição de trabalhos que usam modelos econométricos⁶ espaço-temporais para captar a atuação da heterogeneidade e a dependência espacial (ANSELIN, 1988; CLIFF e ORD, 1972; ALMEIDA 2012). Em Columbus, concluiu-se que cerca de 10% da variação nos incidentes de crime é explicada pela dependência espacial (ANSELIN, 1998). No Estado do Rio Grande do Sul, verificou-se que a dependência espacial não é significativa em modelos especificados para a taxa de homicídios, enquanto que nos modelos estimado para as taxas de furtos e roubos, a dependência espacial é significativa (Oliveira, 2008).

Para Fortaleza, alguns estudos investigaram a relação entre violência, demografia e desenvolvimento humano, evidenciando que a taxa de homicídio é inversamente associada ao nível de desenvolvimento humano dos bairros, com uma concentração de crimes na região Oeste da cidade, onde há predominância de bairros com os menores IDH's (Carvalho, Medeiros e Oliveira, 2016). Além disso, se identificou três áreas com altas taxas de homicídio em que a dependência espacial se mostrou significativa, em um raio com alcance limitado de até 2 km (Oliveira e Simonassi, 2019). Esses trabalhos convergem ao encontrar evidências, de que locais caracterizados por altos índices de violência são espacialmente correlacionados com locais mais vulneráveis em termos socioeconômicos, demográficos e de desordem urbana (Dantas e Favarin, 2021).

Vale enfatizar, que a literatura existente dedicada a analisar dependência espacial e o

6. Existe na literatura aplicações de modelagem espacial multivariada bayesiana que fornecem uma estrutura para analisar correlações espaciais entre várias variáveis dependentes (Wang e Wall, 2003). Como por exemplo, estudos que verificam padrões espaciais de roubo, furto, crime violentos e com veículos (Quick et.al., 2018).

efeito vizinhança (ANSELIN, 1988), deveria considerar a influência de fatores comuns na concentração e migração da criminalidade através do espaço. Entretanto, há escassez de estudos que discutem as hipóteses das fontes de dependências no espaço (BAILEY, HOLLY e PESARAN, 2016), em analisar o nível que são observadas as dependências entre diferentes unidades espaciais, devido a influência de fatores comuns em vez de ser apenas o resultado de interações locais que geram efeitos de transbordamento espacial. Esse fato é o que motiva a realização desse trabalho na pretensão de preencher uma lacuna na literatura de criminalidade espacial.

4. Metodologia

A estimação da dependência espacial consistirá em uma complementariedade das abordagens econométrica espacial e fatorial, sendo está última mais adequada para modelar dependência transversal (CHUDIK, PESARAN e TOSETTI, 2011).

Considere o modelo espaço-temporal que acomoda fatores hierárquicos e espaciais:

$$\pi_{irt} = a_{ir} + \beta'_{ir} f_{rt} + \gamma_{ir} f_{gt} + \Psi W x_{ot} + \xi_{irt} \quad (1)$$

$$i = 1, 2, \dots, N_r; r = 1, 2, \dots, R; t = 1, 2, 3, \dots, T$$

Onde: π_{irt} é a variável de interesse (taxas de furto/roubo), f_{rt} é um vetor $m_r \times 1$ de fatores locais para $r = 1, 2, \dots, R$; f_{gt} é o fator global. $\beta_{ir} = (\beta_{i1}, \beta_{i2}, \dots, \beta_{im_r})'$ e γ_{ir} são fatores de cargas associadas. $W x_{ot}$ denota a i -ésima linha da matriz espacial padronizada $N \times N$. $\Psi = \text{diag}(\psi)$ e $\psi = (\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_N)'$, são os coeficientes associados que podem assumir Ψ_j^+ e Ψ_j^- , que são as matrizes diagonais $N \times N$ com λ_{ij} , ψ_{ij}^+ e ψ_{ij}^- sobre i como seus elementos diagonais. Em que λ_{ij} é o efeito de fatores comuns espaciais, ψ_{ij}^+ são correlações espaciais positivas e ψ_{ij}^- correlações espaciais negativas.

O modelo é composto pela presença de um fator global representado pelo componente principal mais forte extraído do conjunto de dados, pelos fatores regionais que são expressos como componentes principais mais fortes extraídos de cada uma das regiões separadamente, pela matriz espacial padronizada $N \times N$ e seus coeficientes associados, e o termo de erro que capta a influência combinada de um grande número de variáveis não incluídas no modelo.

A primeira parte do modelo que corresponde a fatores hierárquicos, será estimado pelo método de componentes principais (PCA), que impõe presumir a existência de um fator global juntamente com uma série de fatores específicos para cada região. Esses fatores representam a forma forte de dependência transversal, que podem ser extraídos (desfatorados) através da realização de uma redução dimensional da matriz de covariância dos resíduos, para poder anali-

sar os padrões principais de variabilidade.

A segunda parte do modelo, que corresponde a análise espacial, será estimada através das defasagens dos seus resíduos, $\hat{\xi}_{irt}$:

$$\hat{\xi}_t = \alpha_\xi + \Lambda_1 \hat{\xi}_{t-1} + \Psi_0^+ \tilde{W}_{cs}^+ \hat{\xi}_t + \Psi_0^- \tilde{W}_{cs}^- \hat{\xi}_t + \Psi_1^+ \tilde{W}_{cs}^+ \hat{\xi}_{t-1} + \Psi_1^- \tilde{W}_{cs}^- \hat{\xi}_{t-1} + \zeta_t \quad (2)$$

Onde: $\alpha_\xi = (\alpha_{1\xi}, \alpha_{2\xi}, \dots, \alpha_{N\xi})'$ é o vetor $N \times 1$ de interceptos. Λ_j, Ψ_j^+ e Ψ_j^- são matrizes diagonais $N \times N$ com $\lambda_{ij}, \psi_{ij}^+$ e ψ_{ij}^- sobre i como seus elementos diagonais. Nesse sentido, $\Lambda = \text{diag}(\lambda)$, em que $\lambda_1 = (\lambda_{11}, \lambda_{21}, \dots, \lambda_{N1})'$ são os fatores comuns (efeito temporal). $\Psi_0^+ = \text{diag}(\psi_0^+)$, $\Psi_0^- = \text{diag}(\psi_0^-)$, $\Psi_1^+ = \text{diag}(\psi_1^+)$, $\Psi_1^- = \text{diag}(\psi_1^-)$, onde, $\psi_s^+ = (\psi_{1s}^+, \psi_{2s}^+, \dots, \psi_{Ns}^+)'$, $\psi_s^- = (\psi_{1s}^-, \psi_{2s}^-, \dots, \psi_{Ns}^-)'$, para $s = 0$ e 1 . (\tilde{W}_{cs}^+ e \tilde{W}_{cs}^-) são as matrizes de correlações espaciais positivas e negativas contemporâneas e defasadas em primeira ordem, respectivamente; e $\zeta_t = (\zeta_{1t}, \zeta_{2t}, \dots, \zeta_{Nt})'$ são o termo de erro. Vale ressaltar, que os coeficientes de inclinação $\lambda_{ij}, \psi_{ij}^+$ e ψ_{ij}^- , e variância do erro, $\sigma_{\zeta_t}^2 = \text{var}(\zeta_t)$ podem diferir em i .

Vale destacar, quanto a natureza das matrizes espaciais, que na literatura é comumente utilizado matrizes de pesos baseadas na distância, W_d , ou em correlações de pares, $\hat{\rho}_{ij}$ (ANSELIN, 1988). Entretanto, apesar deste trabalho se basear nas estruturas dessas duas clássicas matrizes de pesos espaciais, as construções escolhidas para analisar o comportamento espacial será distinto.

Para este trabalho, foi escolhida uma construção de matrizes espaciais que leva em consideração a heterogeneidade presente entre os bairros de Fortaleza. Nesse sentido, em vez de construir matrizes homogêneas (do tipo: Rainha e Torre) com uma dada distância fixa para todos os bairros, será considerado uma distância variável que acomoda pelo menos dois bairros vizinhos, construindo assim matrizes sobre três cenários: distância de dois bairros (W_1), distância de dois bairros multiplicado por 1,5 (W_2) e a distância de dois bairros multiplicado por 2 (W_3). Além disso, as observações por bairro, contidas nas matrizes espaciais de correlação, serão ranqueadas de maneira decrescente tanto no eixo vertical como na horizontal, conforme a média de incidentes criminais (furto e roubo), enquanto nas matrizes de vizinhança, o eixo vertical corresponde ao número de conexões de vizinhança e o eixo horizontal corresponde ao ID dos bairros⁷.

A análise da associação das matrizes de contingência baseadas em correlação \hat{W}_{pc}^+ e \hat{W}_{pc}^- , com a matriz de ponderação baseada em distância, (W_1, W_2 e W_3), estão no anexo 7.

Para estimativa consistente dos parâmetros se propõem a estimação pelo método de Quase Máxima Verossimilhança – QML, e sugere o uso da seguinte função de log-verossimilhança:

7. No anexo 4, é fornecido uma tabela com a identificação (ID) dos Bairros nas matrizes de pesos espaciais.

$$\ell(\psi_0^+, \psi_0^-) \propto T \ln |-\psi_0^+ W^+ - \psi_0^- W^-| - \frac{T}{2} \sum_{i=1}^N \ln \left(\frac{1}{T} \tilde{x}_i' M_i \tilde{x}_i \right) \quad (3)$$

onde $\tilde{x}_i = x_i - \psi_{i0}^+ x_i^+ - \psi_{i0}^- x_i^-$, $M_i = I_T - Z_i (Z_i' Z_i)^{-1} Z_i'$, $Z_i(x_{i,-1}, x_{i,-1}^+, x_{i,-1}^-)$, $\psi_0^+ = (\psi_{10}^+, \psi_{20}^+, \dots, \psi_{N0}^+)'$ e $\psi_0^- = (\psi_{10}^-, \psi_{20}^-, \dots, \psi_{N0}^-)'$.

A matriz de variância-covariância encontra-se no anexo 8.

Antes de estimar a parte espacial do modelo, é aplicado o método proposto por Pesaran et.al. (2014), para verificar a natureza das dependências transversais, a fim de analisar possíveis presenças de correlação forte. Para isso, será utilizado o teste de dependência transversal (CD). Esse teste composto de duas etapas, trata de analisar a média dos coeficientes de correlação dos resíduos. A hipótese nula é de que os resíduos de π_{irt} são fracamente correlacionados. Caso seja rejeitado esta hipótese, indica-se que os resíduos do modelo são transversalmente fortemente correlacionados. Nesse caso, pode desfatorar tais efeitos como discutido anteriormente. Em síntese, o teste é estruturado, a seguir:

Seja a estatística do teste CD:

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \left(\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij} \right) \quad (4)$$

- (i) Se a hipótese nula da dependência fraca não for rejeitada, pode-se prosseguir para a segunda parte do modelo, que corresponde a análise espacial que é estimado através das defasagens residuais.
- (ii) Se a hipótese nula da dependência fraca for rejeitada, então se deve modelar a dependência forte implícita no resultado do teste usando o modelo de fator discutido anteriormente.

O objetivo é verificar se os resíduos do modelo (1), denotado por $\hat{\xi}_{it} = (\hat{\xi}_{1t}, \hat{\xi}_{2t}, \dots, \hat{\xi}_{Nt})'$ são fracamente correlacionadas através da aplicação do teste CD.

Bailey, Kapetanios e Pesaran (BKP) (2014), propuseram o método do expoente de dependência transversal, α , para analisar o grau de dependência espacial quando a hipótese nula de dependência fraca for rejeitada, dada a seguinte condição: $1/2 < \alpha \leq 1$. Quanto mais próximo da unidade, mais fortemente correlacionadas estarão os resíduos. Nesse sentido, α corresponde ao maior fator de carga presente (análise desse método no anexo 6). Constatado a presença de dependência transversal forte, pode-se aplicar o método de componentes principais (PCA)⁸, que irá extrair fatores comuns não observado (desfatoração), em seguida, pode-se reaplicar o teste CD e do expoente de dependência transversal para verificar se houve sucesso na desfatoração.

8. Segundo Bai (2003), mesmo que os dados apresentem limitada dependência transversal e a presença de heteroscedasticidade no erro, a estimação por PCA é considerada consistente.

Para interessados, no anexo 8 é apresentado uma alternativa para extração de fatores comuns não observados pelo método de médias transversais, contendo sua metodologia e os respectivos resultados para comparação. Na literatura, os dois métodos frequentemente têm apresentado estimações bem próximas (BAILEY, KAPETANIOS e PESARAN, 2014).

4.1. Base de Dados

Os dados para aplicação da metodologia proposta são da Secretaria de Segurança e Defesa Social do Estado do Ceará (SSPDS-CE), através de boletins de ocorrência (B.O.)⁹ coletados nas delegacias de Fortaleza, com base no período de 2009 a 2019, sendo de interesse as variáveis de furto e roubo, pois são indicadores que registram ocorrências para um maior número de bairros mensalmente, o que não é observado para dados de homicídios, onde se verifica um número expressivo de bairros sem notificações mensais. Nesse sentido, este indicador teria muitos pontos com valor 0 na matriz de pesos espaciais, o que poderia inviabilizar a metodologia aplicada. Outra dificuldade diz a respeito à subestimação da coleta de registros de furto e roubo pelas delegacias devido a existência de diversos motivos que levam as vítimas a não registrar as ocorrências, como por exemplo: distância da delegacia, baixa perspectiva com o sistema investigativo da polícia e medo de expor os criminosos.

Para fins conceituais, segundo a SSPDS-CE, furto é classificado pelo número de crimes de subtração de pertencentes onde não houve violência ou ameaça a vítima, e roubo é classificado pelo número de Crimes Violentos Contra o Patrimônio (CVP), exceto o roubo seguido de morte (latrocínio) que é contabilizado no indicador de Crimes Violentos Letais Intencionais (CVLI). Apesar de Fortaleza atualmente possuir 121 bairros, a análise dos dados desse trabalho é conduzida em uma divisão espacial antiga que contempla 114 bairros por causa da coleta dos dados nos anos iniciais das séries. Apesar disso, não há uma área ausente, pois a mudança na quantidade de bairros é devido a desagregações ocorridas ao longo dos últimos anos, o que não impacta na análise dos resultados encontrados.

5. Resultados

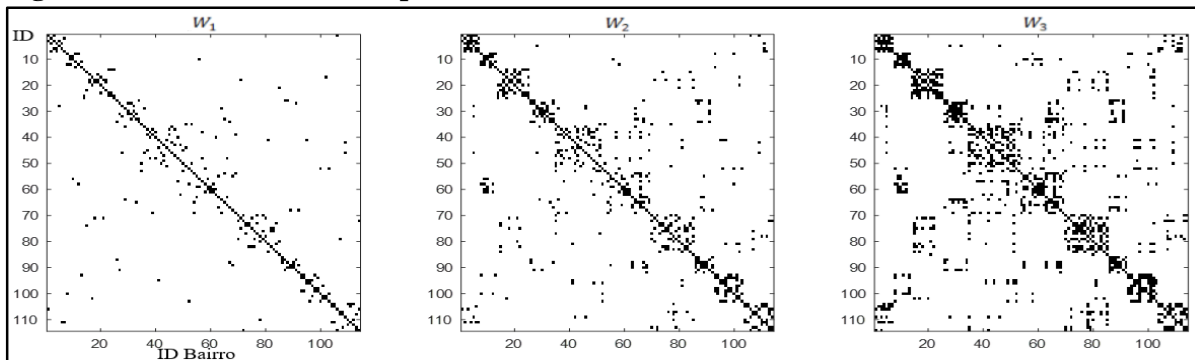
5.1. Análise das Matrizes de Vizinhança Baseadas na Distância

O mapa da matriz de vizinhança para o cenário de W_3 , indica que espacialmente os efeitos de conexões vizinhas se concentram entre as AIS 4, 5 e 6. A região Centro-Oeste detém altas conexões de vizinhança e compõem clusters com altas taxas de furto e roubo. Observando as figuras abaixo, com a dispersão das matrizes de distância (W_1 , W_2 e W_3) e o efeito vizinhan-

9. O Boletim de Ocorrência (B.O.) é um documento policial de notificação pelas vítimas de atos criminosos.

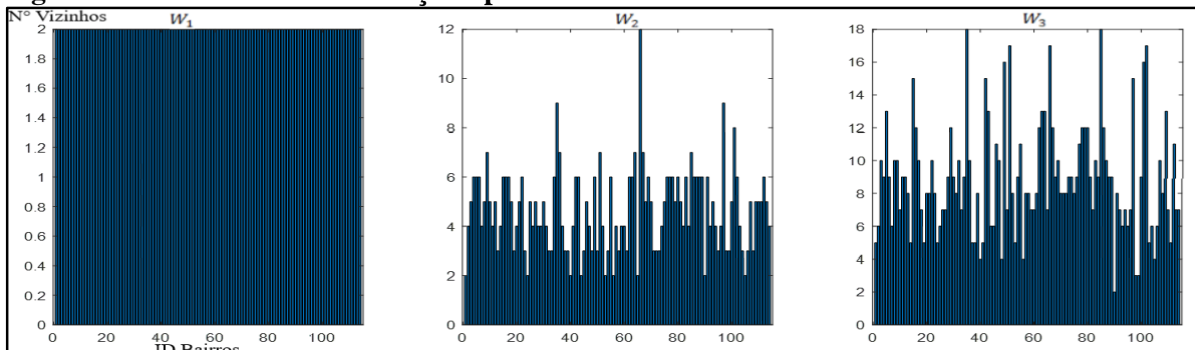
ça, pode se constatar pelas matrizes que o número de elementos diferentes de zero aumenta quando o raio (W_1, W_2 e W_3) dentro do qual os bairros são considerados vizinhos aumenta, além de apresentar um forte agrupamento considerável ao longo da diagonal. Se observa na Figura 1, que esse agrupamento de vizinhança apresenta uma maior influência espacial entre os bairros que fazem parte das AIS 1,4,5,6 e 10. Verifica-se na Figura 2, que quando se considera o cenário das matrizes W_2 e W_3 o número de conexões de vizinhança aumenta, alguns bairros passam de 2 para 18 conexões.

Figura 1: Matrizes de Pesos Espaciais Baseadas na Distância



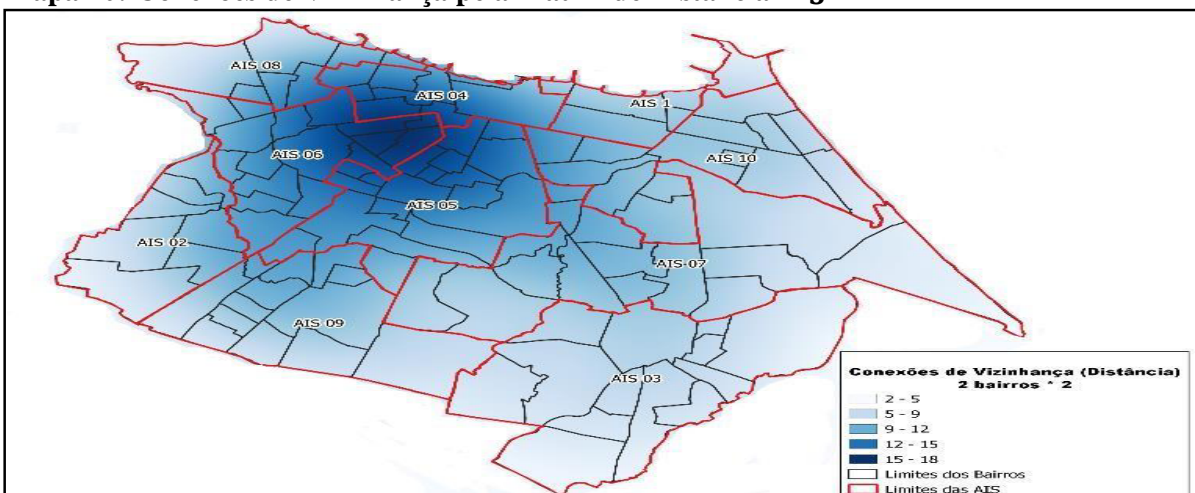
Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 2: Conexões de Vizinhança Espacial Baseada na Distância



Fonte: Elaborado pelos autores.

Mapa 10: Conexões de Vizinhança pela Matriz de Distância W_3



Fonte: Elaborado pelos autores.

5.2. Resultados da Desfatoração pelo Método PCA

Como destacado na metodologia, o grau de dependência transversal nas mudanças das taxas de furtos e roubos dos bairros de Fortaleza, é examinado pelo cálculo da estatística CD de Pesaran para estas variações π_{ist} , sem qualquer desfatoração. Os resultados obtidos [$CD_\pi = 140.75$ ($\hat{\rho}_\pi = 0.16$) para taxa de furto e $CD_\pi = 243.78$ ($\hat{\rho}_\pi = 0.26$) para taxa de roubo] comparados com um valor crítico de 1.96 ao nível de significância de 5%, indicam que o teste é estatisticamente significativo e sugere um alto grau de dependência transversal nas mudanças das taxas de furto e roubo, o que pode ser devido a efeitos comuns regionais e nacionais. Aplicando o método proposto por BKP, foi calculado o expoente da dependência transversal (erro padrão em parênteses), [$\hat{\alpha}_\pi = 0.935$ (0.02) para taxa de furto e $\hat{\alpha}_\pi = 0.967$ (0.02) para taxa de roubo], que está muito próximo da unidade, sugerindo que as mudanças nas taxas de furto e roubo estão fortemente correlacionadas entre os bairros de Fortaleza.

Aplicando a desfatoração pelo método de componentes principais (PCA), se observa que a estatística de CD resultante é muito reduzida comparado ao caso sem desfatoração, [diminuindo de 140.75 para -1.14 na taxa de furto e de 243.78 para -6.45 na taxa de roubo], e apresenta uma estimativa muito pequena para as correlações médias de pares, [$\hat{\rho}_{\xi} = -0.001$ para taxa de furto e $\hat{\rho}_{\xi} = -0.007$ para taxa de roubo], sugerindo que o método conseguiu eliminar boa parte da forte dependência transversal que existia. Além disso, a estimativa do expoente da dependência transversal, que era de $\hat{\alpha}_\pi = 0.935$ (0.02) para taxa de furto e de $\hat{\alpha}_\pi = 0.967$ (0.02) para taxa de roubo é reduzido, respectivamente para $\hat{\alpha}_\pi = 0.702$ (0.01) e 0.601 (0.02); observe que, neste caso, se está perto do valor limítrofe de 1/2, representando uma dependência transversal fraca. É evidente que quanto mais fatores forem adicionados, a força da dependência transversal dos resíduos resultantes diminui progressivamente.

Portanto, o procedimento de desfatoração conseguiu eliminar quase toda a forte dependência transversal que existia nas taxas de furto e roubo, e o que resta pode ser devido às dependências locais que precisam ser modeladas usando técnicas espaciais. Após aplicar a desfatoração se está na condição de se analisar a matriz de correlações de pares ij .

5.3. Análise das Matrizes de Vizinhança Baseadas na Distância e Correlação

Nas figuras abaixo é apresentado a dispersão das matrizes de distância W_d e correlação W_{pc} e o efeito de vizinhança. Observe nas Figuras 3 e 5, ao comparar o grau de dispersão de W_3 com as correlações W_{pc}^+ e W_{pc}^- , há evidência de que a proximidade geográfica não é o único fator de condução de conexões espaciais entre os bairros. Existem correlações significativas positivas e negativas longe da diagonal, sugerindo conexões consideráveis.

Figura 3: Matrizes de Pesos Espaciais – Conexões Baseadas em Distância e Correlação (PCs) – Taxa de Furto.

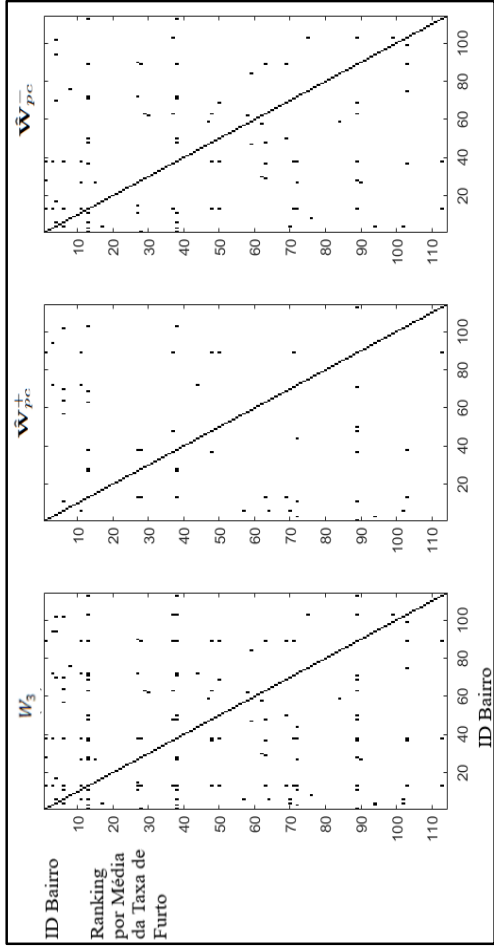


Figura 4: Conexões de Vizinhança Espacial Baseada na Distância e Correlação (PCs) – Taxa de Furto.

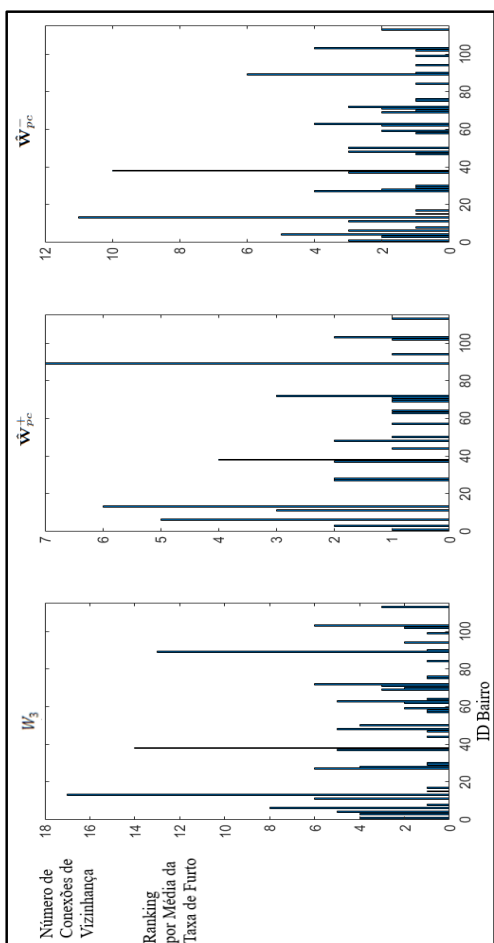


Figura 5: Matrizes de Pesos Espaciais – Conexões Baseadas em Distância e Correlação (PCs) – Taxa de Roubo.

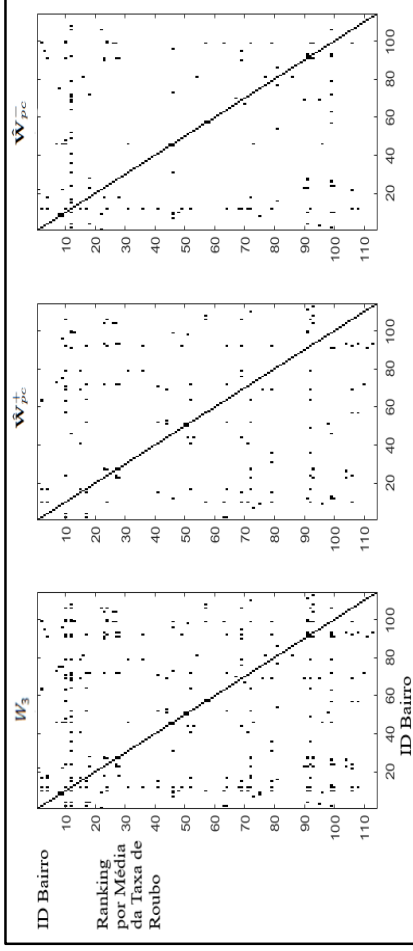
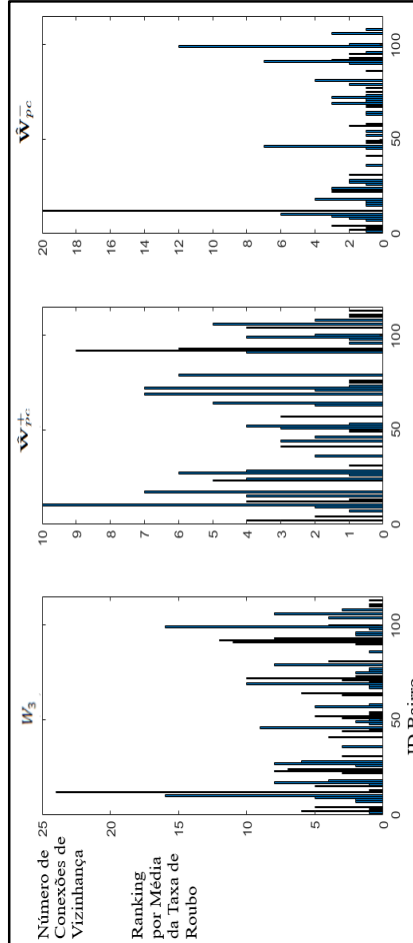


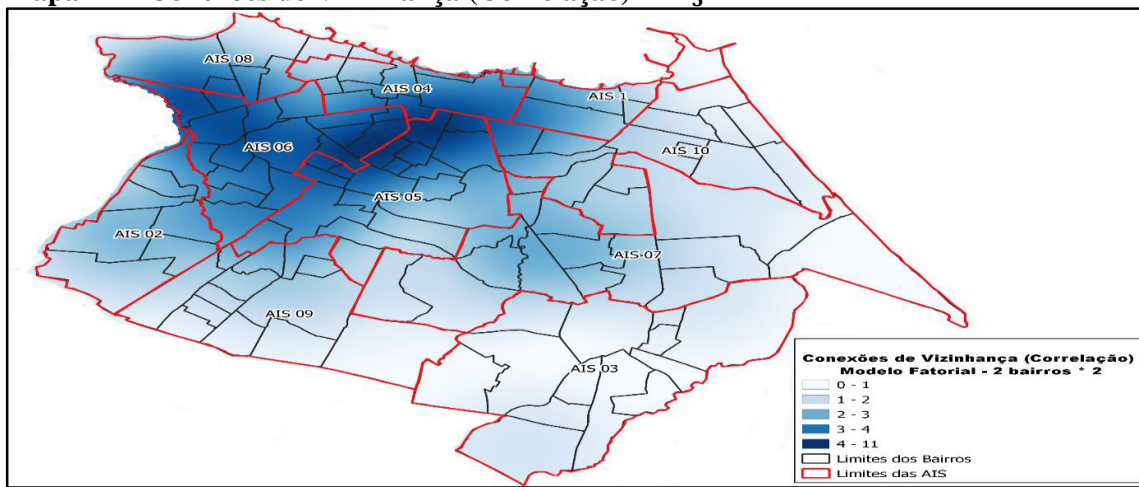
Figura 6: Conexões de Vizinhança Espacial Baseada na Distância e Correlação (PCs) – Taxa de Roubo.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Para a taxa de furto, a matriz W_3 apresenta uma maior influência espacial entre os bairros das AIS 6 a 7, enquanto para a taxa de roubo esse cluster espacial se expande para os bairros das AIS 1 e 5. Nas Figuras 4 e 6 se observa que as correlações negativas possuem maior grau de influência espacial e número de vizinhos comparado as correlações positivas, indicando considerável grau de concentração espacial das taxas de furto e roubo. No Mapa 11, se tem uma melhor visualização das conexões de vizinhança advindo das correlações espaciais. A Região Centro-Oeste de Fortaleza detém as maiores conexões de vizinhança, indicando ser uma região com considerável dependência espacial do crime, mesmo após eliminar fatores comuns.

Mapa 11 – Conexões de Vizinhança (Correlação) – W_3



Fonte: Elaborado pelos autores.

5.4. Estimativas do Modelo Espaço-Temporal

Tabela 1: Estimativas QML do Modelo Espaço-Temporal – Taxas de Furto e Roubo.

Taxa de Furto	λ_1	ψ_0^+	ψ_0^-	ψ_1^+	ψ_1^-	σ_ζ
	Calculado sobre coeficientes de parâmetros diferentes de zero					
Mediana	0.1466	0.0762	-0.3206	0.0494	0.0109	20.0807
Média	0.1765	0.1138	-0.3628	0.0512	-0.0626	25.4161
	(0.0137)	(0.0679)	(0.0658)	(0.0372)	(0.0568)	(1.6743)
% significancia (a nível 5%)	42.1%	45.8%	61.1%	0.0%	22.2%	-
Nº coef. Diferente de zero.	114	24	36	24	36	114
Taxa de Roubo						
Mediana	0.2124	0.2232	-0.1889	0.0598	0.0273	28.7505
Media	0.2198	0.2093	-0.2878	0.1538	-0.0351	32.9126
	(0.0127)	(0.0473)	(0.0562)	(0.0687)	(0.0596)	(2.3152)
% significancia (a nível 5%)	61.4%	46.8%	53.7%	14.9%	18.5%	-
Nº coef. Diferente de zero	114	47	54	47	54	114

Fonte: Elaborado pelos autores.

* (): erro padrão

* %: proporção de bairros com parâmetros estatisticamente significantes ao nível de 5%.

A Tabela 1¹⁰ mostra a média e a mediana dos coeficientes: $\hat{\lambda}_{i1}$, $\hat{\psi}_{i0}^+$, $\hat{\psi}_{i0}^-$, $\hat{\psi}_{i1}^+$, $\hat{\psi}_{i1}^-$ e $\hat{\sigma}_{\zeta i}$,

10. Nos anexos 11 e 12 são apresentados tabelas e mapas das estimativas do modelo espaço-temporal para todas as AIS de Fortaleza.

com os erros padrão entre parênteses e a proporção de bairros com parâmetros estatisticamente significantes ao nível de 5%. Para a taxa de furto, apenas as estimativas médias λ_1 e ψ_0^- são significantes. O efeito de fatores comuns de 0.17 (0.01), é significativo em 42,1% dos bairros. O efeito contemporâneo negativo, $\hat{\psi}_0^- = -0.36$ (0.06), é significativo em 61,1% dos bairros. Isso indica que os crimes de furto são espacialmente concentrados. Para a taxa de roubo, as estimativas médias λ_1 , ψ_0^+ , ψ_0^- e ψ_1^+ , são significantes. A magnitude de fatores comuns, $\hat{\lambda}_1$, é de 0.22 (0.01), sendo maior do que o observado para a taxa de furto, indicando forte influência de fatores comuns nas taxas de roubo. Em média, efeitos espaciais contemporâneos negativos, $\hat{\psi}_0^- = -0.28$ (0.05), têm magnitude maior do que os efeitos espaciais positivos, $\hat{\psi}_0^+ = 0.20$ (0.04), o que significa haver o predomínio da concentração do crime de roubo. O efeito espacial defasado positivo, $\hat{\psi}_1^+ = 0.15$ (0.06), apresenta magnitude significativa, indicando um considerável grau de persistência espacial de roubo na região.

Nos Mapas 12 a 23 abaixo são apresentados uma análise espacial para Fortaleza e o ranqueamento dos cinco bairros com as maiores persistências de fatores comuns (efeito temporal). Nos mapas 12 e 13 são apresentados os efeitos temporais nas taxas de furto e roubo por AIS de Fortaleza. Pode-se observar para a taxa de furto, que a persistência de fatores comuns está concentrada com maior magnitude nas AIS 2, 4, 5, 6 e 9, localizados na região Centro-Oeste, exibindo um forte *spillover* (transbordamento) da AIS 6 para as áreas vizinhas. Existe também uma interligação de *clusters* partindo das AIS 4 e 5 em direção as AIS da região Leste. Para a taxa de roubo, o efeito de fatores é mais distribuído entre as regiões de Fortaleza, porém é intensificado também na região Oeste, observando um *spillover* maior da AIS 6 nas áreas vizinhas. Em comparação com a taxa de furto, o cluster entre as AIS 6, 5 e 4 alcançam a região nobre da cidade, como a AIS 1. No geral, essa intensificação de roubos por toda a cidade, indica ser a prática de crime mais cometida, estando a presença de fatores comuns concentrada em toda a região Norte, onde estão localizados o centro da cidade e os bairros com as maiores rendas.

Os Mapas 14 e 15 apresentam o efeito espacial contemporâneo positivo das taxas de furto e roubo, respectivamente. Para a taxa de furto, se observa um *spillover* na região Oeste da cidade, entre as AIS 4,6 e 8 e outro na AIS 2, enquanto na região Leste há um *spillover* de magnitude fraca na AIS 7. Pela leitura espacial, os bairros da AIS 6 apresentam forte grau de transbordamento do crime de furto nos bairros vizinhos localizados nas AIS 2,4,5 e 8. Nos bairros Mondubim, Maraponga da AIS 9, Dendê da AIS 5 e Pedras, Ancuri e Paupina da AIS 3 é observado um efeito reverso, indicando que esses bairros concentram pra si os crimes de furto. Para taxa de roubo, diferente do observado para furto, há presença de forte *spillover* na

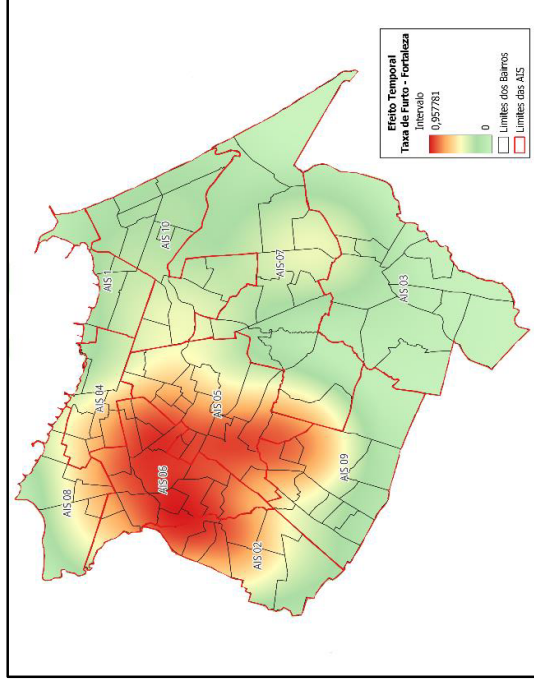
região Leste (área nobre de Fortaleza). Este transbordamento se dá nos bairros localizados na AIS 1 e acabam influenciando os bairros vizinhos das AIS 4, 7 e 10. O *spillover* presente na região Oeste tem seu foco de transbordamento nos bairros localizados na AIS 5 e 6, e se estende influenciando as AIS 2, 4 e 9. O interessante é que o transbordamento se dá em uma ligação da região Norte para os bairros mais a Sul da cidade. Existe uma forte separação destes clusters em bairros nobres e da periferia.

Os Mapas 16 e 17 apresentam o efeito espacial contemporâneo negativo das taxas de furto e roubo. Para a série de furto se observa três fortes *clusters* de concentração do crime. O primeiro na região Centro-Norte, o segundo na região Sul e o terceiro é formado por bairros da AIS 9. Há também a presença de um cluster com intensidade menor entre os bairros das AIS 3 e 7. Vale destacar que o grande *cluster* na região Sul faz fronteira com municípios que são polos industriais no Estado, como a cidade de Maracanaú. Enquanto o *cluster* na região Norte compreende a área do Centro (polo comercial). Para taxa de roubo, a distribuição dos clusters é diferente. Se observa também três fortes *clusters*: o primeiro na região Centro-Leste da cidade que engloba os bairros das AIS 1 e 10, o segundo na região Oeste e o terceiro localizado na AIS 9. Se verifica que os *clusters* de concentração de roubo estão localizados em regiões heterogêneas da cidade, como nas Regiões Oeste (periferia) e Leste (região nobre).

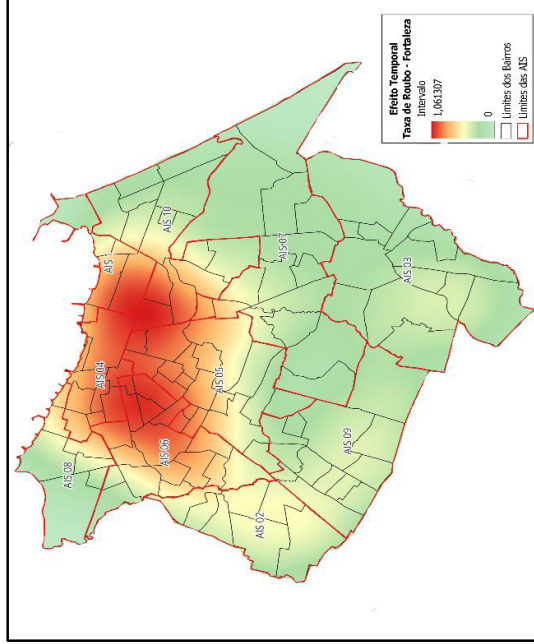
Nos Mapas 18, 19, 20 e 21 são apresentadas as defasagens dos pesos espaciais positivos e negativos para furto e roubo. A taxa de furto apresenta um forte transbordamento nos bairros da AIS 7 para as regiões vizinhas. Enquanto bairros das AIS 4, 6 e 8 apresentam efeito reverso, indicando persistência espacial do crime de furto nestas regiões. Para a taxa de roubo, se observa um forte *spillover* na AIS 7 e outro de menor magnitude na AIS 6 que transborda na AIS 5. Nas AIS 1,8 e 10 é exibido efeito reverso, indicando persistência espacial do crime de roubo nestas regiões. As defasagens negativas para furto e roubo não são significantes.

Nos Mapas 22 e 23 são apresentados os cinco bairros com as maiores persistências de fatores comuns nas taxas de furto e roubo, respectivamente. Para furto, o bairro com a maior persistência é o Dendê que se localiza na AIS 5, seguido pelos bairros Quintino Cunha na AIS 8, José de Alencar na AIS 7 e Conjunto Ceará I e II na AIS 2. A maioria desses bairros se concentram na região Oeste de Fortaleza, apesar de existir um polo de persistência em bairros da AIS 3, 7 e 10, localizados nas regiões Sul e Leste. Para taxa de roubo se observa que a região Leste (área nobre), tem três dos cinco bairros com maiores persistências de fatores. O bairro Praia de Iracema localizado na AIS 1 lidera o ranking, seguidos pelos bairros Planalto Ayrton Senna na AIS 9, Aldeota na AIS 1, Carlito Pamplona na AIS 4 e Aerolândia na AIS 7.

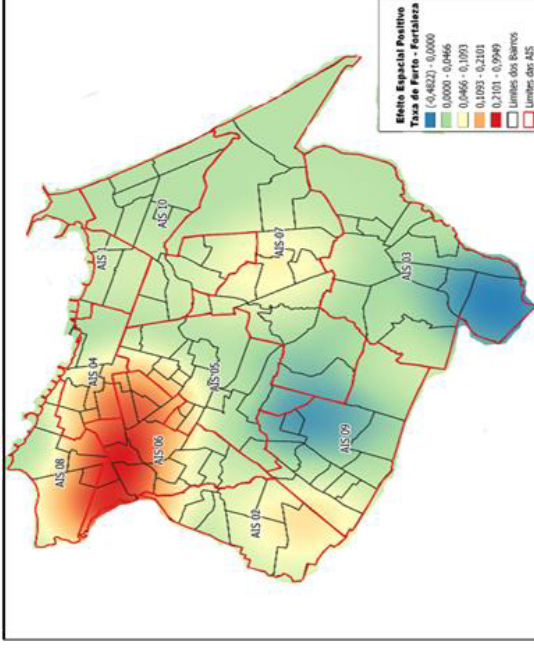
Mapa 12: Efeito Temporal (Fatores Comuns) – Taxa de Furto – Fortaleza



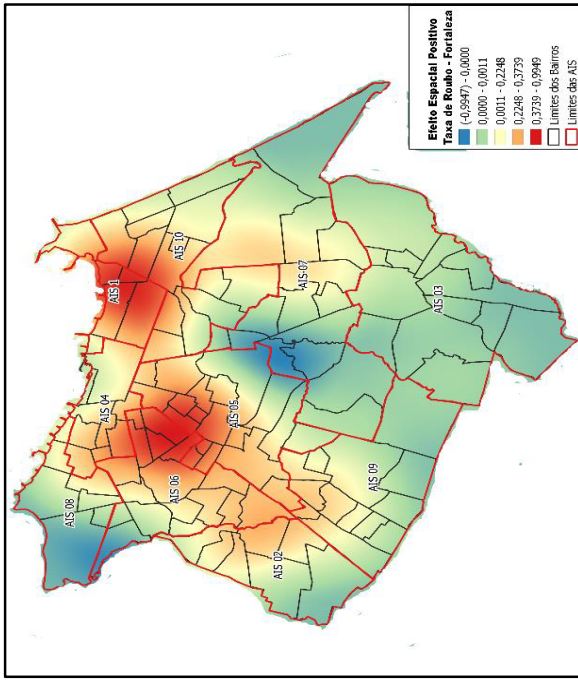
Mapa 13: Efeito Temporal (Fatores Comuns) – Taxa de Roubo – Fortaleza



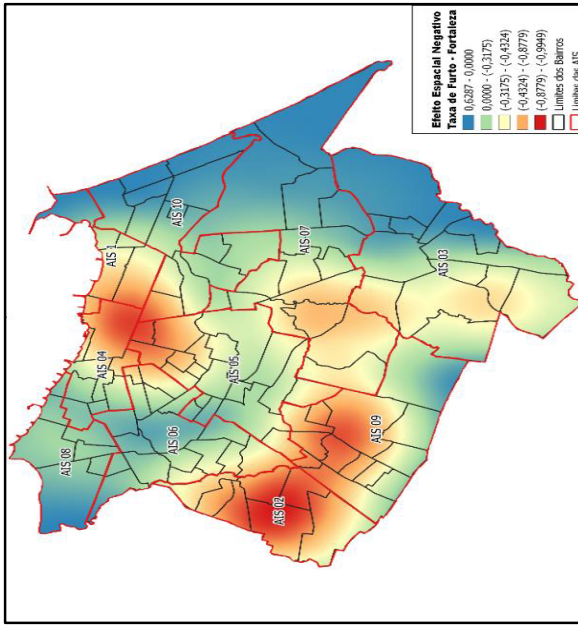
Mapa 14: Efeito Espacial Contemporâneo Positivo – Taxa de Furto – Fortaleza



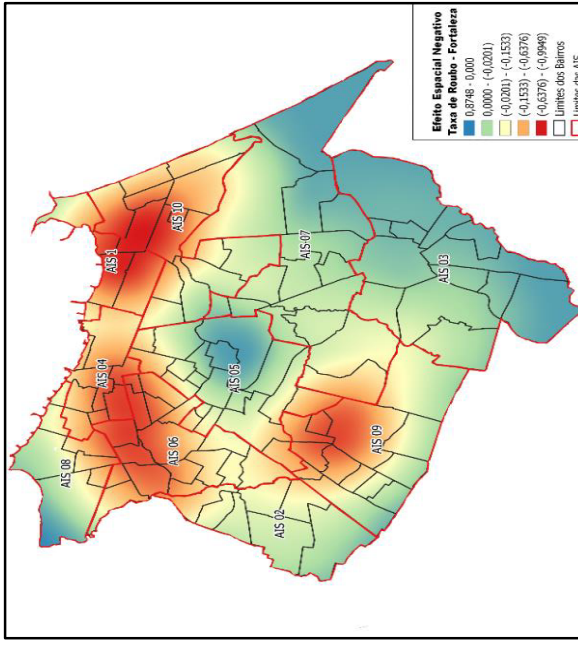
Mapa 15: Efeito Espacial Contemporâneo Positivo – Taxa de Roubo – Fortaleza



Mapa 16: Efeito Espacial Contemporâneo Negativo – Taxa de Furto – Fortaleza

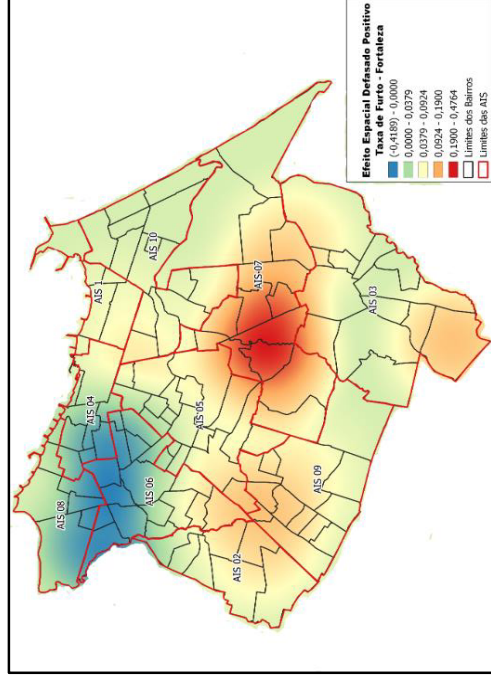


Mapa 17: Efeito Espacial Contemporâneo Negativo – Taxa de Roubo – Fortaleza

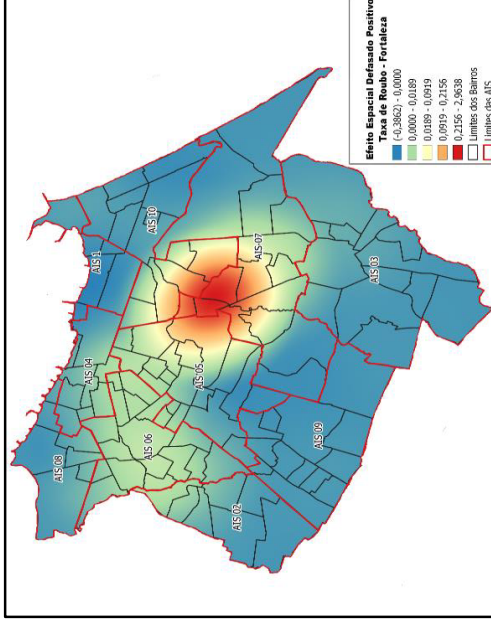


Fonte: elaborado pelos autores.

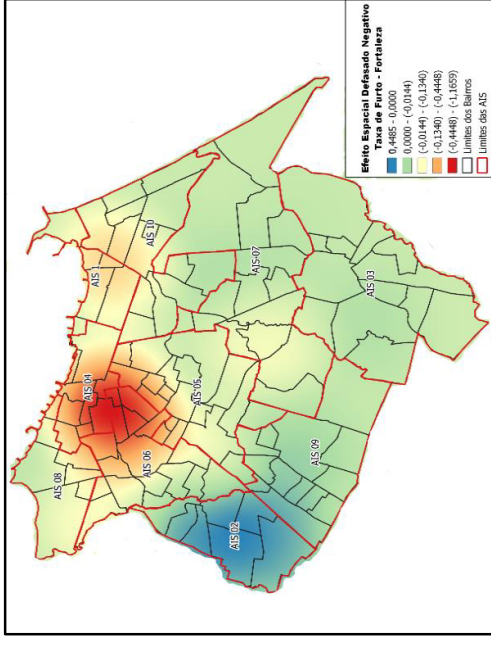
Mapa 18: Efeito Espacial Defasado Positivo – Taxa de Furto – Fortaleza



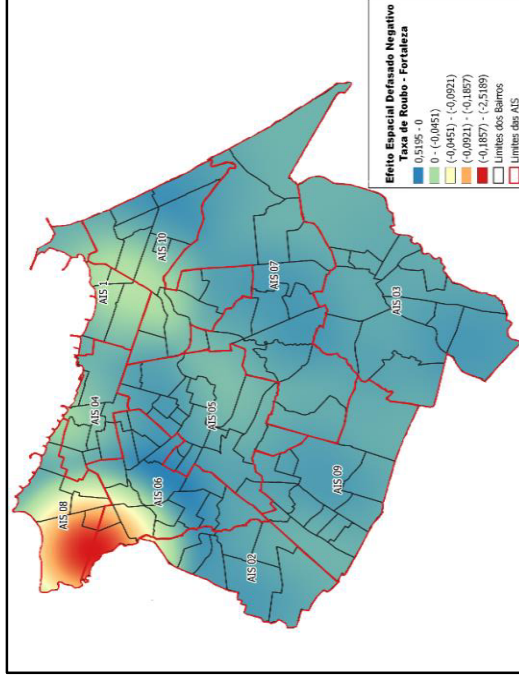
Mapa 19: Efeito Espacial Defasado Positivo – Taxa de Roubo – Fortaleza



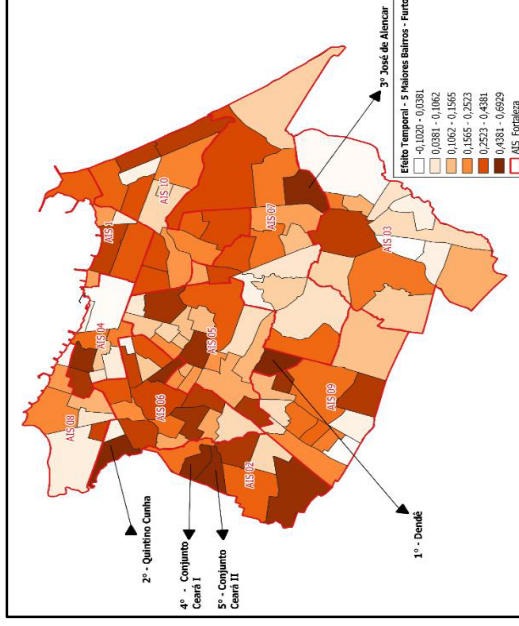
Mapa 20: Efeito Espacial Defasado Negativo – Taxa de Furto – Fortaleza



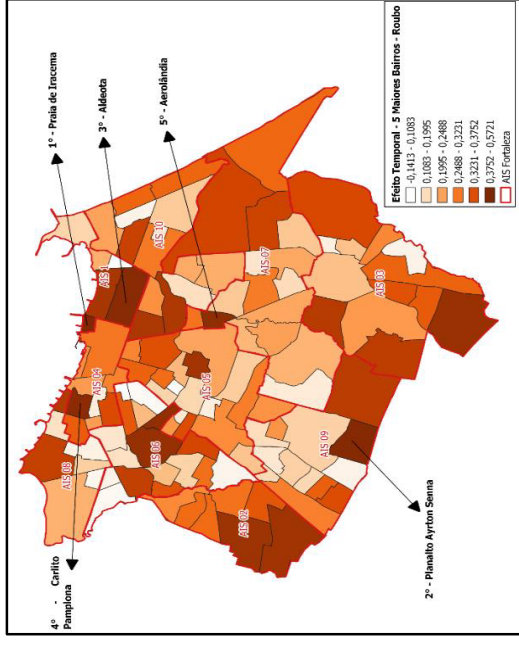
Mapa 21: Efeito Espacial Defasado Negativo – Taxa de Roubo – Fortaleza



Mapa 22: Os Cinco Bairros com as Maiores Persistências do Crime de Furto



Mapa 23: Os Cinco Bairros com as Maiores Persistências do Crime de Roubo



Fonte: elaborado pelos autores.

6. Conclusões

Utilizando-se das taxas de furtos e roubos na cidade de Fortaleza, este trabalho procurou distinguir entre forte e fraca dependência transversal, através de um modelo que acomoda o efeito de fatores comuns e a associação entre unidades espaciais. Com este objetivo, foi realizado a execução de uma estimativa em dois estágios, sendo no primeiro estágio realizado o teste CD de dependência transversal, para verificar a existência de dependência seccional fraca. Como a hipótese nula de dependência transversal fraca foi rejeitada, o segundo estágio foi modelar implicitamente a forte dependência transversal por meio de uma análise de fator, o método de componentes principais (PCA). Os resíduos do modelo, referidos como observações desfatoradas, foram usados para estimar possíveis conexões entre pares de unidades de secção transversal.

Os resultados das matrizes de pesos espaciais, indicam um significativo efeito da correlação espacial e a distância (W_1 , W_2 e W_3), colaborando com a interpretação de que existe a contaminação da criminalidade de uma região nas regiões vizinhas. Quando se analisa a influência espacial nas matrizes de pesos é observado que o efeito está concentrado entre os bairros das AIS 1,4, 5, 6 e 10. Sendo verificado que quando se multiplica o raio de distância das matrizes (W_2 e W_3), o número de conexões de vizinhança aumentam, alguns bairros passam de 2 para 18 conexões, como por exemplo o bairro Centro.

Além disso, se observa que o efeito vizinhança para furto e roubo é heterogêneo entre as AIS. Para a taxa de furto, a matriz W_1 apresenta uma maior influência espacial entre os bairros das AIS 6 e 7, enquanto para a taxa de roubo esse *cluster* espacial aumenta para os bairros das AIS 1, 2, 7 e 8. Quando se considera as matrizes W_2 e W_3 , se verifica o aumento da dependência entre estes bairros. As correlações negativas possuem maior grau de influência espacial e número de vizinhos comparado as correlações positivas, indicando considerável grau de concentração espacial das taxas de furto e roubo. A Região Oeste de Fortaleza detém as maiores conexões de vizinhança, mesmo após separar a influência de fatores comuns.

Em geral, as estimativas do modelo espaço-temporal sugerem que existe uma considerável estrutura temporal e de dependência nas mudanças nas taxas de furto e roubo dos bairros de Fortaleza no período analisado. Os resultados deixam evidente que as taxas de furto e roubo na região Centro-Oeste da cidade sofre forte atuação de fatores comuns, essa influência pode decorrer de choques econômicos, como em momentos de crescimento e recessão, como de políticas de segurança de Estado que visam combater esses tipos de crime. Como se constata

pelo forte transbordamento de efeitos temporais nas AIS 4, 5, 6 para taxa de furto e nas AIS 1, 4, 5, 6 e 7 para taxa de roubo. Como essas regiões concentram os principais polos comerciais, financeiros e industriais de Fortaleza, então estão mais vulneráveis ao movimento das atividades econômicas, como também possuem uma especial atenção do Estado nas políticas de segurança.

Analisando os efeitos espaciais, se observa que os crimes de furtos estão correlacionadas espacialmente em ocorrer com maior frequência em regiões economicamente atraentes do ponto de vista da teoria das janelas quebradas, enquanto para o crime de roubo esta hipótese não se mantém, observando a presença de significativos *clusters* na região nobre da cidade, com forte intensificação entre os bairros Praia de Iracema, Aldeota e Meireles. Vale destacar que os dois últimos bairros citados possuem forte influência comercial e financeira na cidade, o que pode explicar esta atração de práticas criminosas. Em síntese se observa que o crime de roubo tem avançado com frequência por todas as regiões da cidade, independentemente do status socioeconômico dos bairros.

Uma hipótese dos crimes de furto se concentrarem na região Oeste da cidade, é o fato de que a região periférica é o lugar onde existe maior escassez de policiamento e a predominância de moradias em “vilas”, o que facilita a prática de ações de subtração de bens por bandidos sem que o proprietário do bem flagre o ato. O que é uma ação mais custosa de se realizar na região Leste de Fortaleza, devido a maior presença ostensiva da polícia e a predominância de prédios residenciais com segurança privada. Apesar do benefício esperado maior da ação criminosa em regiões nobres (Viapiana, 2006).

Os resultados para as correlações espaciais encontrados neste trabalho convergem com as evidências observadas por Carvalho, Medeiros e Oliveira (2016), Oliveira e Simonassi (2019) e Dantas e Favarin (2021), no qual observam uma concentração de crimes na região Oeste de Fortaleza. Essa região apresenta os piores níveis de renda, empregos formais¹¹, IDH e uma maior escassez de delegacias. Além disso, se constata transbordamentos dos índices de furto e roubo nas regiões mais próximas do centro da cidade (AIS 4), as chamadas “zonas de transição” evidenciado por Park e Burgess (1925). O significativo efeito espacial defasado positivo indica que existe persistência espacial do crime nestas áreas ao longo do tempo.

Uma diferença em relação aos resultados dos trabalhos realizado para Fortaleza que usam taxa de CVLI, é que os transbordamentos espaciais de homicídios se concentram na AIS

11. Os bairros de Fortaleza com os maiores números de domicílios que possuem jovens Nem-Nem (jovem que não frequenta instituições educacionais e estão fora do mercado formal de trabalho), estão localizados na região Oeste, (Soares e Ciríaco, 2021).

2, enquanto que os transbordamentos de furto e roubo vistos para este trabalho se concentram nas AIS 1, 4, 5, 6 e 8 após retirar a influência de fatores comuns. Isso reforça o pressuposto de que espacialmente há uma heterogeneidade da prática de violência pelas regiões da cidade, em que determinadas regiões se tornam atraentes para um tipo de crime em específico, indo ao encontro da teoria dos padrões criminais (Brantingham e Brantingham, 2010). Nesse sentido, é necessário que o estado compreenda as regiões que predominam as ações de furto e em que áreas se tem uma maior frequência da prática de roubo.

Sendo assim, ao preencher uma lacuna na literatura da dependência espacial da criminalidade, este trabalho busca também contribuir com políticas públicas que almejam alcançar as melhores decisões de gerenciamento da segurança pública, seja na atuação ostensiva de distribuição do staff de policiais pela cidade, no conhecimento policial da região que estão atuando e em programas administrativos (planos de incentivos por geração de resultados, capacitação aos policiais) na intenção de promover maiores resultados em termos de melhora dos indicadores criminais nas regiões mais críticas.

Referências

- ACKERMAN, William V. The spread of crime to smaller Ohio cities and the spatial distribution of crime in Lima, Ohio. **Criminal Justice Studies**, v. 10, n. 3, p. 265-289, 1998.
- ALMEIDA, Eduardo; **Econometria Espacial Aplicada** – Campinas, SP: editora Alínea, 2012.
- ALMEIDA, E. S; HADDAD, E. A; HEWINGS, G.J.S. **The spatial patterns of crime in Minas Gerais: an exploratory analysis**. *Economia Aplicada*, São Paulo, vol.9, nº1, 2005.
- ANDRESEN, M. A. (2011). Estimating the probability of local crime clusters: Testing the impact of immediate spatial neighbors. **Journal of Criminal Justice**, 39(5), 394-404.
- ANSELIN, L. (1988). **Spatial Econometrics: Methods and Models**. Boston: Kluwer Academic
- ANSELIN, A. COHEN, J., COOK, D., GORR, W & TITA, G. (2000). Spatial Analyses of Crime. **Criminal Justice**, 4(2), 213-262.
- ANSELIN, Luc; GRIFFITHS, Elizabeth; TITA, George. Crime mapping and hot spot analysis. In: **Environmental criminology and crime analysis**. Willan, 2013. p. 119-138.
- AQUARO, M., BAILEY, N. and PESARAN, M. H. (2014). **Quasi-Maximum Likelihood Estimation of Spatial Models with Heterogenous Coefficients**. Under preparation.
- BAI, J. and NG, S. (2002). Determining the Number of Factors in Approximate Factor Models. **Econometrica**, 70, 191-221.

BAILEY, N., KAPETANIOS, G. and PESARAN, H. M. (2014). **Exponent of Cross-Sectional Dependence: Estimation and Inference**. Jan 2012, revised Apr 2014. Cambridge Working Paper 1206.

BARREIRA, César; RUSSO, Mauricio Bastos. O Ronda do Quarteirão—relatos de uma experiência. **Revista Brasileira de Segurança Pública**, v. 6, n. 2, 2012.

BECKER, G. **Crime and Punishment: An Economic Approach**. Journal of Political Economy. Vol. 76, n. 2, mar/1968.

BRANTINGHAM, P J and BRANTINGHAM, P L (1980). **Crime occupation, and economic specialization. In Crime: a Spatial Perspective**. (eds.) D E George-Abeyie, K D Harries, Columbia University Press, New York.

BULLOCK, Karen; FARRELL, Graham; TILLEY, Nick (2002): **Funding and implementing crime reduction initiatives**. Loughborough University. Online resource. <https://hdl.handle.net/2134/788>

BUVINIC, M., MORRISON, A., & SHIFTER, M. (1999). **La violencia en América Latina y el Caribe: Un marco de referencia para la acción**.

CAPLAN, Joel M.; KENNEDY, Leslie W. **Risk terrain modeling: Crime prediction and risk reduction**. Univ of California Press, 2016.

CHAMBERLAIN, A. W., & HIPPI, J. R. (2015). It's all relative: Concentrated Disadvantage Within and Across Neighborhoods and Communities, and the Consequences for Neighborhood Crime. **Journal of Criminal Justice**, 43(6), 431-443.

CIRIACO, Juliane da Silva. Ensaio sobre educação e mercado de trabalho do jovem. 2022.

CLARKE, Alan H.; LEWIS, Margaret J. Fear of crime among the elderly: An exploratory study. **The british journal of criminology**, v. 22, n. 1, p. 49-62, 1982.

CLIFF, Andrew; ORD, Keith. Testing for spatial autocorrelation among regression residuals. **Geographical analysis**, v. 4, n. 3, p. 267-284, 1972.

COHEN, L.E. and FELSON, M. (1979). Social change and crime rate trends: A routine activity approach. **American Sociological Review**, 44, 588-608.

COHEN, Jacqueline; TITA, George. Diffusion in homicide: Exploring a general method for detecting spatial diffusion processes. **Journal of quantitative criminology**, v. 15, n. 4, p. 451-493, 1999.

COZENS, P., HILLIER, D. & PRESCOTT, G. Defensible Space. (2002) Community Safety, the British City and the 'Active Citizen': Penetrating the Criminal Mind. **Crime Prev Community Saf** 4, 7–21.

DANTAS, Régis F. and FAVARIN, Serena. "Concentration of Urban Violence in Fortaleza and Strategies for Crime Prevention." **Criminal Justice Review**. 46 (2021): 466 - 483.

de OLIVEIRA, Denise Xavier Araújo; SIMONASSI, Andrei Gomes. **O Raio da Criminalidade: Delimitação e Alcance de Clusters Espaciais na Cidade de Fortaleza**. Economia do Ceará em Debate, 2019. Fortaleza, CE: IPECE.

ECK, J. E., & WEISBURD, D. (1995). Crime Places in Crime Theory. *Crime and Prevention Studies*, 4(1), 1-33.

EHRlich, Isaac. Participation in illegitimate activities: A theoretical and empirical investigation. *Journal of political Economy*, v. 81, n. 3, p. 521-565, 1973.

FAJNZYLBER, Pablo; LEDERMAN, Daniel; LOAYZA, Norman. **Determinants of crime rates in Latin America and the world: an empirical assessment.** World Bank Publications, 1998.

GOLDBERG, M.; KIM, K.W.; ARIANO, M. **How Firms Cope with Crime and Violence.** The World Bank, Washington DC, 2014.

GOMES, Rodrigo Carneiro. **Prevenir o crime organizado: inteligência policial, democracia e difusão do conhecimento.** Segurança Pública & Cidadania, v. 2, n. 2, p. 107-137, 2009.

GROGGER, Jeffrey. Certainty vs. severity of punishment. **Economic inquiry**, v. 29, n. 2, p. 297-309, 1991.

HEINEKE, John M. **Economic models of criminal behavior: An overview.** North-Holland Publishing Company, 1978.

HIRSCHFIELD, A., & BOWERS, K. J. (1997). The Effect of Social Cohesion on Levels of Recorded Crime in Disadvantaged Areas. **Urban Studies**, 34, 1275-1295.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA.** Rio de Janeiro: IBGE; 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios.** Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

IPEA & FBSP. **Atlas da Violência 2019.** Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/atlasviolencia/arquivos/downloads/6537-atlas2019.pdf>. Acesso em dezembro de 2021.

_____. **Local Indicators of Spatial Association – LISA.** Geographical Analysis, v. 27, n. 2, p. 93-115, 1995.

MEDEIROS, C. N.; CARVALHO, J. R.; e OLIVEIRA, V. H. **Violência, Desenvolvimento e Demografia: Uma Análise Espacial para a Cidade de Fortaleza em Anos Recentes.** Economia do Ceará em Debate, 2015. Fortaleza, CE: IPECE, v. 1; p. 8-41; 2015.

MELO, Silas Nogueira, MATIAS, Lindon Fonseca, ANDRESEN, Martin A. (2015). Crime Concentrations and Similarities in Spatial Crime Patterns in a Brazilian Context. **Applied Geography**, Volume 62, Pages 314-324, ISSN 0143-6228.

MIETHE, Terance D.; STAFFORD, Mark C.; LONG, J. Scott. Social differentiation in criminal victimization: A test of routine activities/lifestyle theories. **American sociological review**, p. 184-194, 1987.

MORAN, P. **The Interpretation of Statistical Maps,** Journal of the Royal Statistical Society, Series B (Methodological), Vol. 10, No. 2, 1948, pp. 243-251.

OLIVEIRA, Cristiano Aguiar de. **Análise espacial da criminalidade no Rio Grande do Sul.** 2008.

OLIVEIRA JUNIOR, W. **Desordem Social de Homicídios: Uma Abordagem Ecológica dos Hot Spots da Região Nordeste e Noroeste da Capital.** Dissertação (Mestrado em Ciências Policiais de Segurança e Ordem Pública) – Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais. São Paulo: CAES, 2008.

PARK, R.E.; BURGESS E.W. **Introduction to the Science of Sociology.** Chicago: University of Chicago, 1921.

PESARAN, M. H. (2004). **General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels.** Working Paper Series No. 1229. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=572504>.

PESARAN, M. H. (2014). **Testing Weak Cross-Sectional Dependence in Large Panels**. Forthcoming in *Econometric Reviews*.

QUICK, Matthew; LI Guangquan; BRUNTON-SMITH, Ian. (2018). Crime-general and crime-specific spatial patterns: A multivariate spatial analysis of four crime types at the small-area scale. **Journal of Criminal Justice**, Volume 58, Pages 22-32, ISSN 0047-2352.

ROLNIK, Raquel. **Exclusão territorial e violência**. São Paulo em perspectiva, v. 13, p. 100-111, 1999.

RONCEK, Dennis W.; MAIER, Pamela A. Bars, blocks, and crimes revisited: Linking the theory of routine activities to the empiricism of “hot spots”. **Criminology**, v. 29, n. 4, p. 725-753, 1991.

SSPDS/CE – Secretaria da Segurança Pública e Defesa Social do Ceará. **Estatísticas de Crimes violentos contra o Patrimônio (CVP) e Furtos**. Superintendência de Pesquisa e Estratégia de Segurança Pública do Ceará (SUPESP/CE); Gerência de Estatística e Geoprocessamento (GEESP), Fortaleza, CE, fevereiro; 2022.

STONE, R. (1947). **On the Interdependence of Blocks of Transactions**. *Journal of the Royal Statistical Society (Supplement)*, 9, 1, n.45.

SHAW, C R and MCKAY, H D (1942) **Juvenile Delinquency and Urban Areas**. University of Chicago Press, Chicago.

TEIXEIRA, Evandro Camargos. **Dois ensaios acerca da relação entre criminalidade e educação**. 2011. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

VIAPIANA, L. Tadeu. **Economia do Crime: uma explicação para a formação do criminoso**. AGE, Porto Alegre, 2006.

WANG, Fujun; WALL, Melanie M. Generalized common spatial factor model. **Biostatistics**, v. 4, n. 4, p. 569-582, 2003.

WARNER, Barbara D.; PIERCE, Glenn L. Reexamining social disorganization theory using calls to the police as a measure of crime. **Criminology**, v. 31, n. 4, p. 493-517, 1993.

WEISBURD, D., AMRAM, S. (2014). The Law of Concentrations of Crime at Place: The Case of Tel Aviv-Jaffa. **Police Practice and Research**, 15, 101-114.

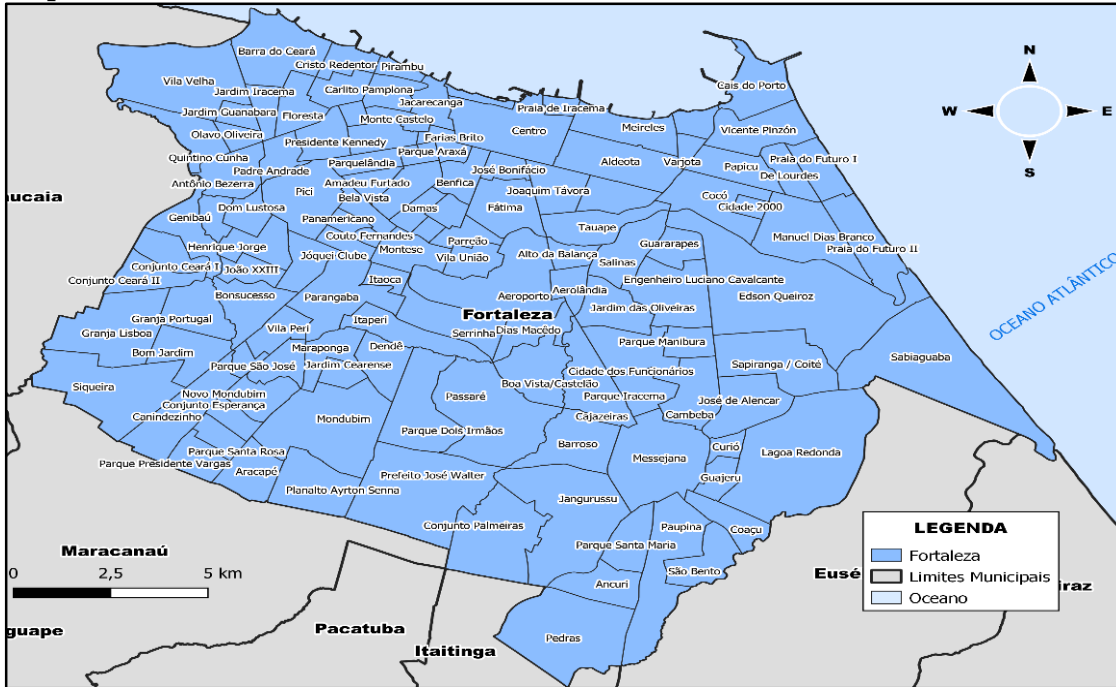
WILSON, J. and KELLING, G. (1982) **The police and neighborhood safety: Broken windows**. *The Atlantic Monthly*, 127, 29-38.

WHEELER, J. Citizenship, **Violence and Authority in Rio’s Favelas**. *Accord Series*, n. 25, p. 95-99, 2014.

ANEXOS

ANEXO 1 – Divisão Territorial dos Bairros de Fortaleza

Mapa: Divisão Territorial dos Bairros de Fortaleza

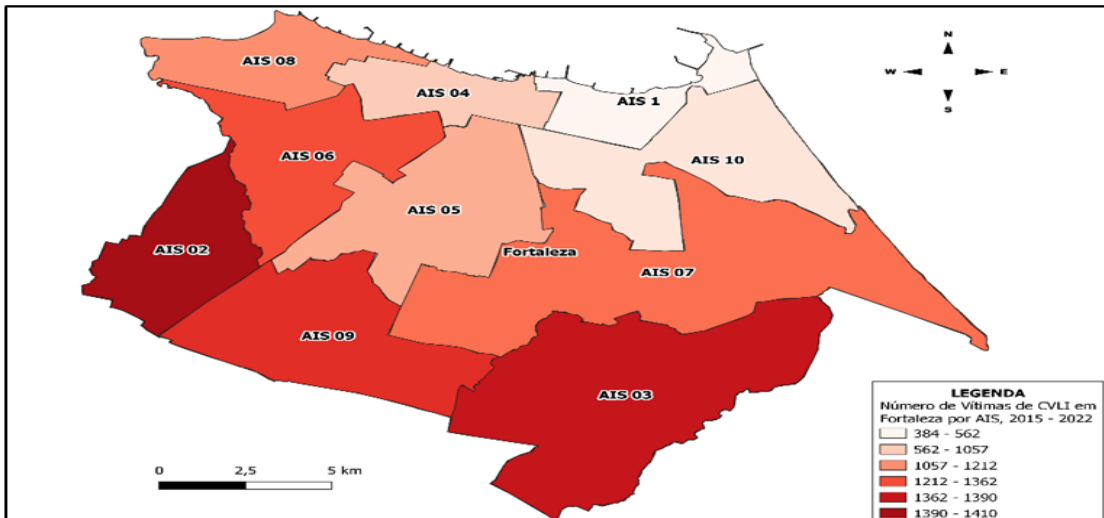


Fonte: Prefeitura Municipal de Fortaleza, elaborado pelos autores.

ANEXO 2 - Panorama dos Crimes de CVLI, Furto e Roubo em Fortaleza por AIS, entre 2015 a 2022.

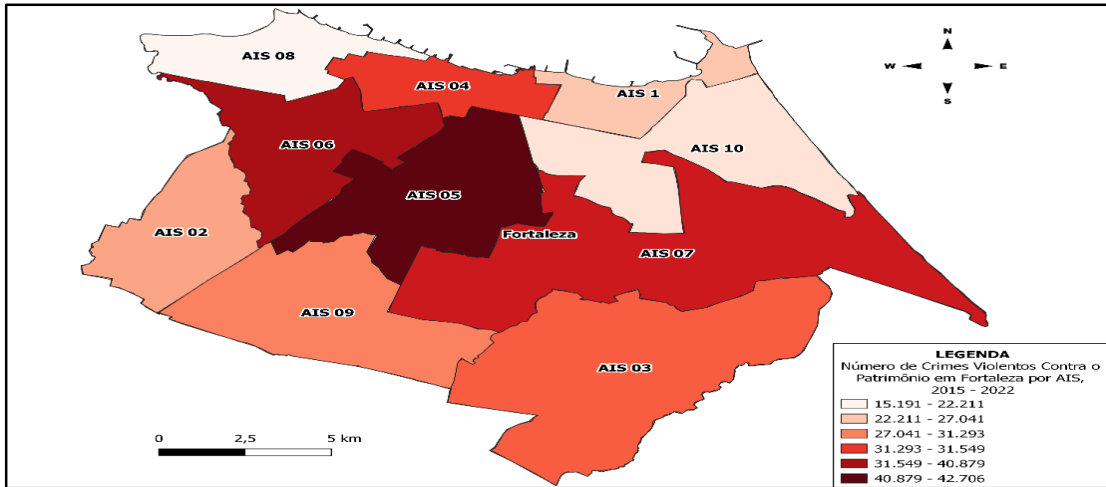
No acumulado dos últimos oito anos (2015-2022), Fortaleza tem registrado mais de 9 mil Crimes Violentos Letais e Intencionais (CVLI), com mais de 65% desses registros concentrados na região Oeste. Foram também registradas mais de 215 mil notificações de furtos e de 285 mil Crimes Violentos Contra o Patrimônio (CVP).

Mapa 6: Número de Vítimas de Crimes Violentos Letais Intencionais em Fortaleza por AIS, 2015-2022.



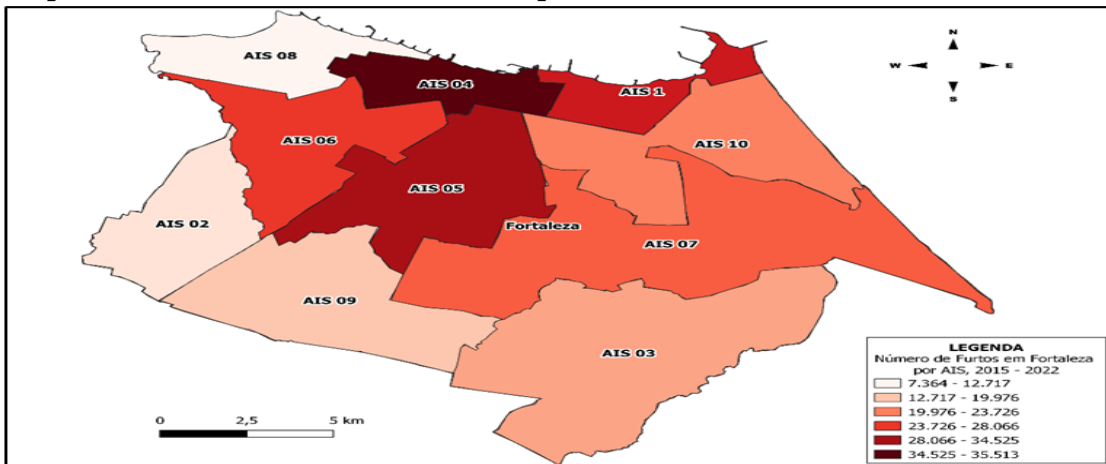
Fonte: SSPDS/CE, elaborado pelos autores.

Mapa 7: Número de Crimes Violentos Contra o Patrimônio em Fortaleza por AIS, 2015-2022.



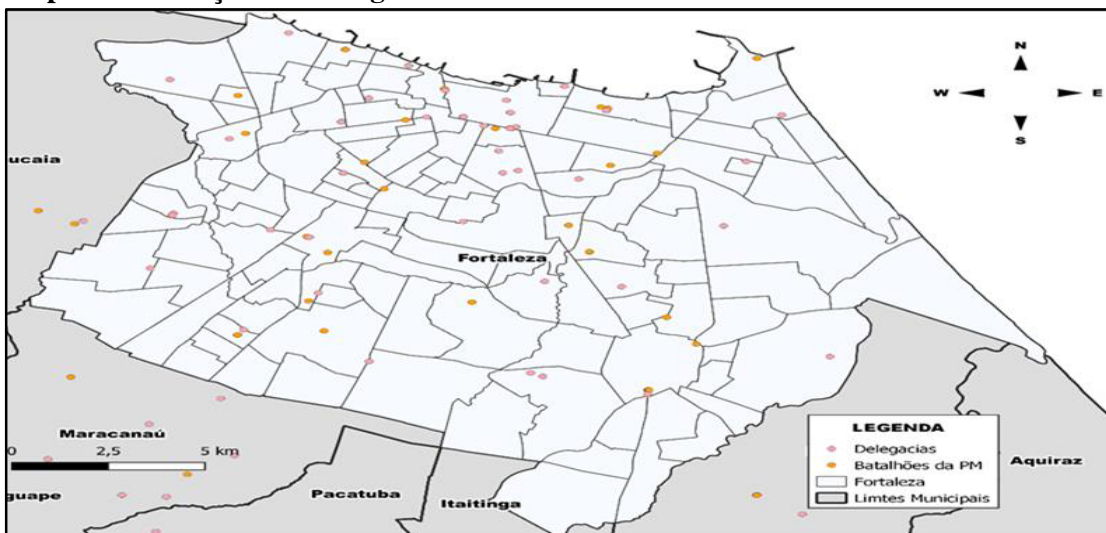
Fonte: SSPDS/CE, elaborado pelos autores.

Mapa 8: Número de Furtos em Fortaleza por AIS, 2015-2022.



ANEXO 3 – Estrutura Militar - Distribuição das Delegacias e dos Batalhões da Polícia em Fortaleza

Mapa: Distribuição das Delegacias e dos Batalhões da Polícia Militar em Fortaleza



Fonte: Secretaria de Segurança Pública e Defesa Social do Estado do Ceará (SSPDS-CE), elaborado pelos autores.

É observado uma concentração na região norte da cidade, especialmente no bairro Centro e em suas adjacências por ser uma região onde concentram delegacias especializadas. A periferia é a região onde possui menor concentração de delegacias, bairros como, por exemplo, Pedras, estão distantes dos distritos policiais. As bases comunitárias da polícia militar visam reduzir estes déficits.

ANEXO 4 - Identificação dos bairros nas Figuras das Matrizes de Distância

Tabela: ID dos Bairros nas Matrizes de Pesos Espaciais

Ordem	AIS	Bairro	Ordem	AIS	Bairro
1	1	Aldeota	58	6	Bonsucesso
2	1	Cais do Porto	59	6	Dom Lustosa
3	1	Meireles	60	6	Henrique Jorge
4	1	Mucuripe	61	6	João XXIII
5	1	Praia de Iracema	62	6	Jóquei Clube
6	1	Varjota	63	6	Padre Andrade
7	1	Vicente Pinzon	64	6	Parque Araxá
8	2	Bom Jardim	65	6	Parquelândia
9	2	Conjunto Ceará	66	6	Pici
10	2	Genibaú	67	6	Presidente Kennedy
11	2	Granja Lisboa	68	6	Quintino Cunha
12	2	Granja Portugal	69	6	Rodolfo Teófilo
13	2	Siqueira	70	7	Aerolândia
14	3	Ancuri	71	7	Alagadiço Novo (José de Alencar)
15	3	Barroso	72	7	Alto da Balança
16	3	Coaçu	73	7	Boa Vista (Castelão)\Mata Galinha)
17	3	Conjunto Palmeiras	74	7	Cajazeiras
18	3	Curió	75	7	Cambeba
19	3	Guajerú	76	7	Cidade dos Funcionários
20	3	Jangurussu	77	7	Dias Macedo
21	3	Lagoa Redonda	78	7	Edson Queiroz
22	3	Messejana	79	7	Jardim das Oliveiras
23	3	Parque Santa Maria	80	7	Lagoa Sapiranga (Coité)
24	3	Paupina	81	7	Parque Dois Irmãos
25	3	Pedras	82	7	Parque Iracema
26	4	Álvaro Weyne	83	7	Parque Manibura
27	4	Carlito Pamplona	84	7	Passaré
28	4	Centro	85	7	Sabiaguaba
29	4	Farias Brito	86	8	Barra do Ceará
30	4	Jacarecanga	87	8	Cristo Redentor
31	4	Monte Castelo	88	8	Floresta
32	4	Moura Brasil	89	8	Jardim Guanabara
33	4	São Gerardo	90	8	Jardim Iracema
34	4	Vila Ellery	91	8	Pirambu
35	5	Aeroporto	92	8	Vila Velha
36	5	Benfica	93	9	Canindezinho

37	5	Bom Futuro	94	9	Conjunto Esperança
38	5	Couto Fernandes	95	9	Jardim Cearense
39	5	Damas	96	9	Maraponga
40	5	Demócrito Rocha	97	9	Mondubim
41	5	Dendê	98	9	Parque Presidente Vargas
42	5	Fátima	99	9	Parque Santa Rosa
43	5	Itaoca	100	9	Parque São José
44	5	Itaperi	101	9	Planalto Ayrton Senna
45	5	Jardim América	102	9	Prefeito José Walter
46	5	José Bonifácio	103	9	Vila Manuel Sátiro
47	5	Montese	104	10	Cidade 2000
48	5	Panamericano	105	10	Cocó
49	5	Parangaba	106	10	Dionísio Torres
50	5	Parreão	107	10	Engenheiro Luciano Cavalcante
51	5	Serrinha	108	10	Guararapes (Patriolino Ribeiro)
52	5	Vila Peri	109	10	Joaquim Távora
53	5	Vila União	110	10	Manuel Dias Branco
54	6	Amadeu Furtado	111	10	Papicu
55	6	Antônio Bezerra	112	10	Praia do Futuro
56	6	Autran Nunes	113	10	Salinas
57	6	Bela Vista	114	10	São João do Tauape

ANEXO 5 - Teste Múltiplo desenvolvido em Bailey, Pesaran e Smith (2014)

Testa-se os dados estatisticamente significantes das correlações de pares das observações desfatoradas, ij , estimando consistentemente a taxa de verdadeiro positivo e a taxa de falso positivo de zeros usando a matriz subjacente, W .

Bailey, Pesaran e Smith estabelece que os zeros de $W = (w_{ij})$ são estimados de forma consistente por:

$$\widehat{W}_{ij} = I \left(|\hat{\rho}_{ij}| > \frac{C_p(N)}{\sqrt{T}} \right) \quad (1)$$

Onde $C_p(N) = \Phi^{-1} \left(1 - \frac{p}{N(N-1)} \right)$, p é o tamanho geral pré-especificado do teste (definido como 5%) e $\Phi^{-1}(\cdot)$ é o inverso da distribuição cumulativa normal padrão. Mais especificamente, considere a taxa de verdadeiros positivos (TPR) e a taxa de falsos positivos (FPR) de uns / zeros na matriz W , conforme definido respectivamente por:

$$TPR = \frac{\sum_{i \neq j} \sum I(\widehat{w}_{ij} \neq 0, e \rho_{ij} \neq 0)}{\sum_{i \neq j} \sum I(\rho_{ij} \neq 0)} \quad (2)$$

$$FPR = \frac{\sum_{i \neq j} \sum I(\widehat{w}_{ij} \neq 0, e \rho_{ij} = 0)}{\sum_{i \neq j} \sum I(\rho_{ij} = 0)} \quad (3)$$

Bailey, Pesaran e Smith mostram que, sob certas condições de regularidade plausíveis, o $TPR \rightarrow 1$ e $FPR \rightarrow 0$ com N e $T \rightarrow 1$ com probabilidade um, desde que

$$\rho_{min} = \min_{i,j}(\rho_{i,j}) > C_p(N)/\sqrt{T} \quad (4)$$

Um problema que pode surgir com a abordagem do teste múltiplo é quando se tem uma série de possíveis testes dependentes e o objetivo é controlar o tamanho do teste geral. Nesse sentido, é necessário impor a suposição de que exista uma família de hipóteses nulas, $H_{01}, H_{02}, \dots, H_{0n}$ junto com as respectivas estatísticas de teste correspondentes, $Z_{1T}, Z_{2T}, \dots, Z_{nT}$, com regras de rejeição separadas fornecidas por:

$$P_r(|Z_{iT}| > CV_{iT}|H_{0i}) \leq p_{iT}, \quad (5)$$

onde CV_{iT} é algum valor crítico do teste adequadamente escolhido, e p_{iT} é o p valor observado para H_{0i} . Considere agora a taxa de erro familiar (FWER)¹⁴ definida por:

$$FWER_T = P_r[U_{i=1}^n(|Z_{iT}| > CV_{iT}|H_{0i})] \quad (6)$$

e é suposto que se deseje controlar $FWER_T$ abaixo de um valor pré-determinado, p . Um procedimento de redução é proposto por Holm (1979), que não impõe quaisquer restrições adicionais sobre o grau em que os testes subjacentes dependem uns dos outros.

Se abstraindo do T subscrito e ordenando os valores-p dos testes, de modo que: $p_{(1)} \leq p_{(2)} \leq \dots \leq p_{(n)}$ estão associados às hipóteses nulas, $H_{01}, H_{02}, \dots, H_{0n}$, respectivamente, o procedimento de Holm rejeita H_{01} se $p_{(1)} \leq p/n$, rejeita H_{01} e H_{02} se $p_{(2)} \leq p/(n-1)$, rejeita H_{01}, H_{02} e H_{03} se $p_{(3)} \leq p/(n-2)$, e assim por diante. Tem-se assim uma solução para o problema de dependência dos testes.

ANEXO 6 – Método do Expoente de Dependência Transversal

O expoente da dependência transversal, α , é definido em termos das cargas fatoriais em escala, δ_i presente nos resíduos do modelo espaço-temporal. Nesse caso, o grau de dependência transversal devido ao i -ésimo fator pode ser medida por $\alpha_i = \frac{\ln(M_i)}{\ln(N)}$, e o grau geral de dependência transversal por $\alpha = \max_l(\alpha_l)$. O expoente α dá o número máximo de unidades xit, $M = \max_l(M_l)$, que são correlacionados em pares. Suponha que apenas os primeiros M_l elementos de δ_{il} sobre i são diferentes de zero, e observe que

$$\begin{aligned} \bar{\delta}_{lN} &= N^{-1} \left(\sum_{i=1}^{M_l} \delta_{il} + \sum_{i=M_l+1}^N \delta_{il} \right) \\ &= \left(\frac{M_l}{N} \right) \left(M_l^{-1} \sum_{i=1}^{M_l} \delta_{il} \right) = N^{\alpha_l-1} \mu_l \end{aligned}$$

Onde $\mu_l = M_l^{-1} \sum_{i=1}^{M_l} \delta_{il} \neq 0$, e $\alpha = \max_l(\alpha_l)$.

ANEXO 7 - Análise de contingência das matrizes de pesos espaciais baseadas na distância com as matrizes de pesos espaciais baseadas em correlações

A análise da associação das estimativas baseadas em correlação, \widehat{W}_{pc}^+ e \widehat{W}_{pc}^- com a matriz de ponderação baseada em distância, (W_1, W_2 e W_3), pode ser realizada através de uma tabela de contingência triangular superior para analisar quais dessas matrizes, melhor se adequa a análise de contingência:

$$\begin{pmatrix} n_{11} & n_{10} \\ n_{01} & n_{00} \end{pmatrix} \quad (1)$$

Onde:

n_{11} : representa o número de vezes que \widehat{W}^+ (ou \widehat{W}^-) exibe a entrada 1 quando W_d é exibido 1.

n_{00} : representa o número de vezes que \widehat{W}^+ (ou \widehat{W}^-) exibe a entrada 0 quando W_d é exibido 0.

n_{01} : representa o número de vezes que \widehat{W}^+ (ou \widehat{W}^-) exibe a entrada 0 quando W_d é exibido 1.

n_{10} : representa o número de vezes que \widehat{W}^+ (ou \widehat{W}^-) exibe a entrada 1 quando W_d é exibido 0.

Então, $n_{11} + n_{00} + n_{01} + n_{10} = \frac{N(N-1)}{2} = 2$, e a estatística qui-quadrada de Pearson (1900)¹⁶, há um nível de significância de 5%, a ser comparado com um valor crítico de 3,84 é:

$$x^2 = \frac{1}{2}N(N-1) \left[\sum_{i,j=0}^1 \frac{n_{ij}^2}{(n_i+n_j)} - 1 \right] \quad (2)$$

Abaixo também, se tem as tabelas de contingência de i): \widehat{W}_{pc}^+ e \widehat{W}_{pc}^- versus W_1 , ii): \widehat{W}_{pc}^+ e \widehat{W}_{pc}^- versus W_2 , iii) \widehat{W}_{pc}^+ e \widehat{W}_{pc}^- versus W_3 e o teste qui-quadrado de Pearson. As tabelas de contingência e os testes qui-quadrados evidenciam que a taxa de furto tem maior associação espacial de \widehat{W}_{pc}^- (\widehat{W}_{pc}^- tem mais elementos em comum com W_1, W_2 e W_3 do que \widehat{W}_{pc}^+ , e as estatísticas do teste qui-quadrado são altamente significativas para \widehat{W}_{pc}^-), indicando concentração espacial do furto, enquanto para a taxa de roubo existe uma associação fracamente maior de \widehat{W}_{pc}^+ (os elementos de \widehat{W}_{pc}^+ estão mais associados com os pesos espaciais de W_2 do que \widehat{W}_{pc}^- , e as estatísticas do teste qui-quadrado são altamente significativos para \widehat{W}_{pc}^+ e \widehat{W}_{pc}^-), indicando transbordamento do roubo. Esse cenário é intensificado quando se analisa as matrizes W_3 para taxa de furto e W_2 para taxa de roubo.

Tabela 1: Tabela de Contingência para \widehat{W}_{pc}^+ e \widehat{W}_{pc}^- versus W_1, W_2 e W_3 – Furto e Roubo

		Taxa de Furto											
		W_1				W_2				W_3			
\widehat{W}_{pc}^+		1	0	Σ_{rows}		1	0	Σ_{rows}		1	0	Σ_{rows}	
		1	1	25	26	1	2	24	26	1	3	23	26
		0	117	6298	6415	0	275	6140	6415	0	508	5907	6415

	Σ_{cols}	118	6323	6441	Σ_{cols}	277	6164	6441	Σ_{cols}	511	5930	6441
\widehat{W}_{pc}^-		1	0	Σ_{rows}		1	0	Σ_{rows}		1	0	Σ_{rows}
	1	5	42	47	1	11	36	47	1	16	31	47
	0	113	6281	6394	0	266	6128	6394	0	495	5899	6394
	Σ_{cols}	118	6323	6441	Σ_{cols}	277	6164	6441	Σ_{cols}	511	5930	6441
Taxa de Roubo												
W_1				W_2				W_3				
\widehat{W}_{pc}^+		1	0	Σ_{rows}		1	0	Σ_{rows}		1	0	Σ_{rows}
	1	6	70	76	1	15	61	76	1	18	58	76
	0	112	6253	6365	0	262	6103	6365	0	493	5872	6365
	Σ_{cols}	118	6323	6441	Σ_{cols}	277	6164	6441	Σ_{cols}	511	5930	6441
\widehat{W}_{pc}^-		1	0	Σ_{rows}		1	0	Σ_{rows}		1	0	Σ_{rows}
	1	6	62	68	1	12	56	68	1	18	50	68
	0	112	6261	6373	0	265	6108	6373	0	493	5880	6373
	Σ_{cols}	118	6323	6441	Σ_{cols}	277	6164	6441	Σ_{cols}	511	5930	6441

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 2: Teste qui-quadrado de Pearson

Taxa de Furto			
	W_1	W_2	W_3
\widehat{W}_{pc}^+	0.58886	0.72969	0.46446
\widehat{W}_{pc}^-	20.4157	41.9833	44.1865
Taxa de Roubo			
\widehat{W}_{pc}^+	15.7183	44.5264	26.1214
\widehat{W}_{pc}^-	18.6794	29.7452	32.3318

Fonte: Elaborado pelos Autores.

ANEXO 8 – Estimador de Máxima Verossimilhança dos Parâmetros do Modelo Espaço-Temporal

A inferência sobre os coeficientes individuais do modelo espaço-temporal são realizadas usando derivadas cruzadas secundárias da função de máxima verossimilhança, com relação a $\theta = (\theta'_1, \theta'_2, \dots, \theta'_N)'$, onde $\theta_i = (\psi_{i0}^+, \psi_{i0}^-, \psi_{i1}^+, \psi_{i1}^-, \lambda_{i1}, \sigma_{u_i}^2)'$.

A partir da matriz de variância-covariância de $\hat{\theta}_{ML}$ se obtêm os estimadores de máxima verossimilhança dos parâmetros do modelo:

$$\hat{\Sigma}_{\theta_{ML}} = \left[-\frac{1}{T} \frac{\partial^2 \ell(\hat{\theta}_{ML})}{\partial \hat{\theta}_{ML} \partial \hat{\theta}'_{ML}} \right]^{-1}$$

Para a estimativa de quase máxima verossimilhança (QML) dos parâmetros, é imposto que $\zeta_{it} \sim \text{IIDN}(0; \sigma_{\zeta_i}^2)$, para $i = 1; 2; \dots; N$.

ANEXO 9 - Metodologia da Desfatoração de Observações por Médias Transversais e Seus Resultados

Considere irt como a taxa de variação dos furtos e roubos nos i° bairros localizados nas AIS $r = 1; 2; \dots; R$, no tempo t , e considere o seguinte modelo hierárquico:

$$\pi_{irt} = a_{ir} + \beta_{ir} \bar{\pi}_{rt} + \gamma_{ir} \bar{\pi}_t + \xi_{irt} \quad (1)$$

$$i = 1, 2, \dots, N_r; r = 1, 2, \dots, R; t = 2, 3, \dots, T,$$

Onde, $\bar{\pi}_{rt} = N_r^{-1} \sum_{i=1}^{N_r} \pi_{irt}$, e $\bar{\pi}_t = N^{-1} \sum_{r=1}^R \sum_{i=1}^{N_r} \pi_{irt}$, com $N = \sum_{r=1}^R N_r$. Reescrevendo o modelo hierárquico em uma forma geral:

$$\pi_t = a + BQ_N \pi_t + \Gamma P_N \pi_t + \xi_t \quad (2)$$

Onde π_t é um vetor $N \times 1$ de mudanças de taxas de furtos e roubos divididas por bairros, dada por

$$\pi_t = (\pi_{11t}, \pi_{21t}, \dots, \pi_{N_1t}; \pi_{12t}, \pi_{22t}, \dots, \pi_{N_2t}; \dots; \pi_{1Rt}, \pi_{2Rt}, \dots, \pi_{N_Rt})'$$

Da mesma forma para a , tem-se:

$$a = (a_{11}, a_{21}, \dots, a_{N_1}; a_{12}, a_{22}, \dots, a_{N_2}; \dots; a_{1R}, a_{2R}, \dots, a_{N_R})'$$

B e Γ são matrizes diagonais $N \times N$ com elementos ordenados, respectivamente, por:

$$\beta_{11}, \beta_{21}, \dots, \beta_{N_1}; \beta_{12}, \beta_{22}, \dots, \beta_{N_2}; \dots; \beta_{1R}, \beta_{2R}, \dots, \beta_{N_R},$$

$$\text{e } \gamma_{11}, \gamma_{21}, \dots, \gamma_{N_1}; \gamma_{12}, \gamma_{22}, \dots, \gamma_{N_2}; \dots; \gamma_{1R}, \gamma_{2R}, \dots, \gamma_{N_R},$$

Q_N e P_N são matrizes de projeção $N \times N$ tal que $Q_N \pi_t$ representa a média global e $P_N \pi_t$ a média de característica regional. Mais especificamente, seja τ_{N_r} um vetor $N_r \times 1$ de uns, e τ_N um vetor $N \times 1$ de uns, então:

$$P_N = \tau_N (\tau'_N, \tau_N)^{-1} \tau'_N, \quad (3)$$

$$\text{e } Q_N = \begin{pmatrix} P_{N_1} & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & P_{N_2} & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & P_{N_{R-1}} & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & P_{N_R} \end{pmatrix} \quad (4)$$

onde $P_{N_r} = \tau_{N_r} (\tau'_{N_r}, \tau_{N_r})^{-1} \tau'_{N_r}$. Supõe-se que R é fixo, e para cada r , N_r/N tende a uma constante diferente de zero com $N \rightarrow \infty$. $P_{N_r} \pi_t$, para $r = 1; 2; \dots; R$ e $P_N \pi_t$, podem ser vistos

como fatores globais e regionais que são consistentemente estimados por médias simples.

As variações nas taxas de furto e roubo são então dadas pelos resíduos:

$$\xi_t = \pi_t - \hat{a} - \hat{B}Q_N\pi_t - \hat{\Gamma}P_N\pi_t, \quad t = 2, \dots, T \quad (5)$$

Para verificar se a desfatoração foi bem-sucedida, é crucial aplicar o teste CD para os resíduos, $\hat{\xi}_t$.

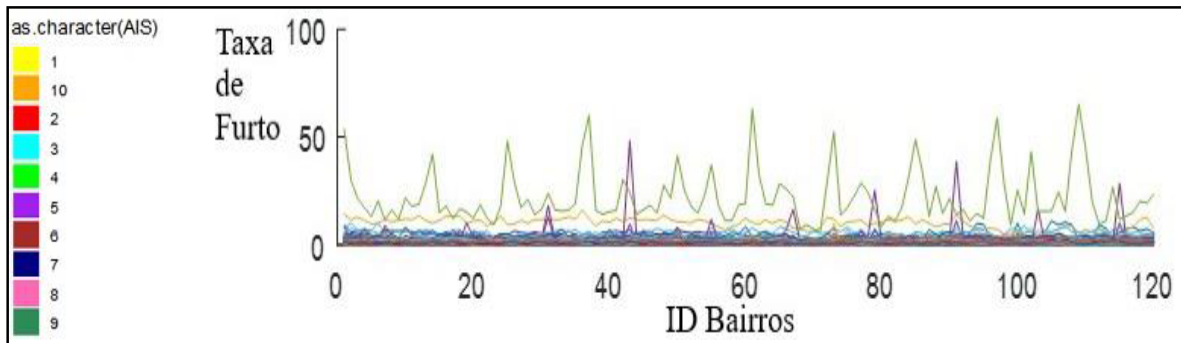
Aplicando a metodologia de médias transversais é realizado o teste CD para os resíduos, $\hat{\xi}_t$. A estatística de CD resultante é muito reduzida comparado ao caso sem desfatoração, [diminuindo de 140.75 para -3.41 na taxa de furto e de 243.78 para -4.98 na taxa de roubo], dando uma estimativa muito pequena para as correlações médias de pares, [$\hat{\rho}_{\xi} = -0.003$ para taxa de furto e $\hat{\rho}_{\xi} = -0.005$ para taxa de roubo]. Além disso, a estimativa do expoente da dependência transversal, que era de $\hat{\alpha}_{\pi} = 0.935$ (0.02) para taxa de furto e de $\hat{\alpha}_{\pi} = 0.967$ (0.02) para taxa de roubo é reduzido, respectivamente para $\hat{\alpha}_{\pi} = 0.664$ (0.02) e 0.791 (0.02); observe que, neste caso, se está perto do valor limítrofe de 1/2, representando uma dependência transversal fraca.

ANEXO 10

Furto: T=120 (2010-2019), 25 UNISEG'S;

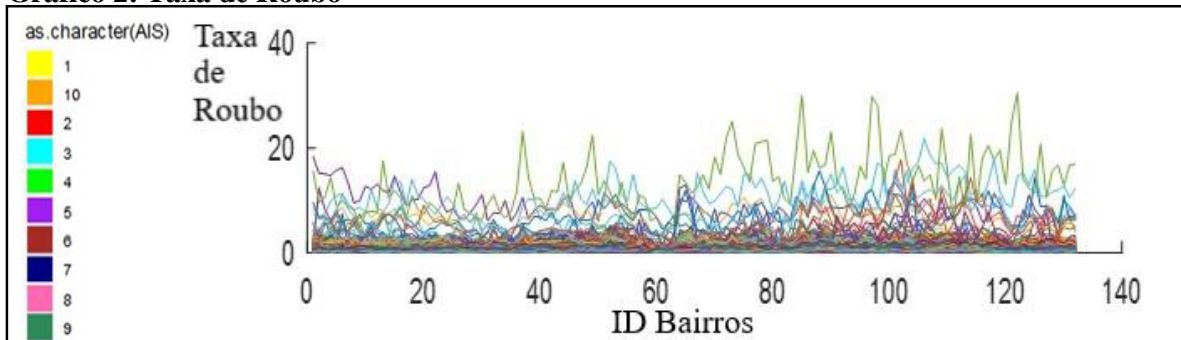
Roubo: T=132 (2009-2019), 25 UNISEG'S;

Gráfico 1: Taxa de Furto



Fonte: Secretaria de Segurança Pública e Defesa Social do Estado do Ceará (SSPDS-CE), elaborado pelos autores.

Gráfico 2: Taxa de Roubo



Fonte: Secretaria de Segurança Pública e Defesa Social do Estado do Ceará (SSPDS-CE), elaborado pelos autores.

Nos dados da taxa de furto por 100 mil habitantes, as UNISEG'S da AIS 4 registraram as maiores variações de ocorrências mensais, com alguns picos acima de 50 ocorrências,

enquanto as demais UNISEG'S se concentraram entre taxas de 0 a 10 furtos. No caso das taxas de roubo por 100 mil habitantes, apesar das UNISEG'S da AIS 4 apresentarem as maiores variações com pico em torno de 30 notificações, se tem uma maior variabilidade dos casos.

ANEXO 11 - Análise das Estimativas do Modelo Espaço-Temporal por AIS

Nas tabelas 11 e 12 é apresentado as estimativas das médias e medianas dos parâmetros do modelo por AIS. Com os erros padrão entre parênteses e a proporção de bairros com parâmetros estatisticamente significantes ao nível de 5%.

Começando a análise pela taxa de furto, para as AIS 1, 5, 6, 7, 8, 9 e 10 apenas a estimativa média de λ_1 é estatisticamente significativa ao nível de 5%. Entre essas AIS a 1 e 5 apresentam o maior efeito temporal médio, $\hat{\lambda}_1$, sendo respectivamente de 0.20 (0.02) estatisticamente significativa em 57,1% dos bairros da AIS 1, e de 0.20 (0.03) estatisticamente significativa em 31,6% dos bairros da AIS 5.

Quando se analisa as estimativas dos efeitos espaciais por AIS, é observado que as AIS 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 e 10 apresentam efeito contemporâneo maior de conexão negativa. Sugere-se, que essas AIS sejam compostas por bairros com altas taxas de furto/roubo que se associam com vizinhos que apresentam taxas bem menores, por isso a predominância de efeitos negativos. Nesse caso há um efeito de concentração do crime. Por exemplo, foi visto na análise da base de dados que na AIS 4 o bairro Centro apresenta uma alta taxa de furto e roubo comparada aos seus vizinhos pelas características inerentes destacadas que este bairro possa sinalizar.

Em contrapartida a AIS 5 apresenta um maior efeito contemporâneo de conexão positiva, indicando que há um agrupamento predominante de bairros com magnitudes idênticas, bairros com altas (baixas) taxas de furto e roubo acompanhadas por vizinhos com altas (baixas) taxas. Indicando um efeito de transbordamento do crime. Conforme visto na análise da base de dados, vale destacar que a AIS 5 e suas vizinhas AIS 4 e 6, apresentam as maiores taxas de furto e roubo, segundo a SSPDS-CE, sugerindo que estas áreas possuem clusters com fortes conexões positivas. A presença de dois grandes campos universitário nessa AIS (Benfica e Itaperi) pode estar influenciando na presença de um forte efeito positivo. Segundo dados da SSPDS-CE, em 2016, o campus universitário do Itaperi registrou sozinho 70 ocorrências de furto/roubo. Por fim, a AIS 1 apresenta predominância distinta dos efeitos das conexões espaciais para taxas de furto (conexão positiva) e roubo (conexão negativa).

Para a AIS 4, apenas as estimativas médias de λ_1 e ψ_1^- são estatisticamente significantes ao nível de 5%. O tamanho do efeito temporal médio, $\hat{\lambda}_1$, é de 0.14 (0.04) sendo estatisticamente significativa em 33,3% dos bairros. A magnitude do efeito médio defasado negativo é de - 0.07 (0.01) e tem significância de 33,3%.

Para as AIS 2 e 3, apenas as estimativas médias de λ_1 e ψ_0^- são estatisticamente significantes ao nível de 5%. O tamanho do efeito temporal médio, $\hat{\lambda}_1$, é respectivamente de 0.28 (0.07) e 0.06 (0.03) sendo estatisticamente significativo respectivamente em 66,7% e 16,7% dos bairros. O efeito espacial contemporâneo de conexão negativa, [respectivamente de -0.36 (0.16) e -0.53 (0.22)], é estatisticamente significativo respectivamente em 100% e 33,3% dos bairros, sugerindo a predominância de efeitos espaciais de conexões negativas.

Analisando as taxas de roubo, para a AIS 1, apenas as estimativas médias de λ_1 , ψ_0^+ , ψ_0^- e ψ_1^+ são estatisticamente significantes ao nível de 5%. O tamanho do efeito temporal médio, $\hat{\lambda}_1$, é de 0.23 (0.05), sendo estatisticamente significativo em 71,4% dos bairros. A magnitude e a significância do efeito contemporâneo negativo, -0.27 (0.12), é maior do que o efeito contemporâneo positivo, 0.18 (0.07). O efeito defasado de conexão positiva, 0.09 (0.04), é menor que o efeito contemporâneo de conexão positiva.

Para as AIS 2 e 9 apenas as estimativas médias, λ_1 e ψ_0^+ , são estatisticamente significantes ao nível de 5%. O efeito temporal médio, $\hat{\lambda}_1$, é respectivamente de 0.29 (0.04) e 0.21 (0.04), sendo estatisticamente significativo em 83,3% e 63,6%, dos bairros. A magnitude do efeito médio contemporâneo positivo, [respectivamente de 0.04 (0.01) e 0.14 (0.07)], é significativo em 66,7% e 25% dos bairros.

Para a AIS 3 apenas as estimativas médias de λ_1 , ψ_0^- e ψ_1^+ são estatisticamente significantes ao nível de 5%. O tamanho do efeito temporal médio, $\hat{\lambda}_1$, é de 0.25 (0.03), sendo estatisticamente significativo respectivamente em 66,7% dos bairros. A magnitude (em valor absoluto) do efeito espacial contemporâneo negativo, -0.35 (0.12), é maior do que o efeito espacial defasado positivo, 0.08 (0.03). Apesar disso, o efeito defasado positivo apresenta significância maior, 33,3%.

Na AIS 4, apenas a estimativa média de λ_1 , é estatisticamente significativa ao nível de 5%. O tamanho do efeito temporal médio, $\hat{\lambda}_1$, é de 0.25 (0.03), sendo estatisticamente significativo em 77,8% dos bairros.

Para as AIS 5 e 10 apenas as estimativas médias de λ_1 , ψ_0^+ e ψ_0^- são estatisticamente significantes ao nível de 5%. O tamanho do efeito temporal médio, $\hat{\lambda}_1$, é respectivamente de 0.18 (0.03) e 0.24 (0.03) sendo estatisticamente significativo em 52,6% e 43% dos bairros. Na AIS 5 a magnitude do efeito médio contemporâneo positivo, 0.17 (0.06), é maior do que o efeito contemporâneo negativo, -0.07 (0.02). Enquanto na AIS 10 a magnitude e a significância do efeito contemporâneo de conexão negativa, -0.28 (0.14), é maior do que o efeito contemporâneo positivo, 0.12 (0.03).

Para as AIS 6,7 e 8, apenas as estimativas médias, λ_1 e ψ_0^- são estatisticamente significantes ao nível de 5%. O tamanho do efeito temporal médio, $\hat{\lambda}_1$, é respectivamente de 0.18 (0.04), 0.21 (0.02) e 0.13 (0.05), sendo estatisticamente significativo respectivamente em 44%, 68,8% e 43% dos bairros. O efeito espacial contemporâneo de conexão negativa, [respectivamente de -0.22 (0.08), -0.22 (0.08) e -0.58(0.27)], é estatisticamente significativo

respectivamente em 83,3%, 66,7% e 33,3% dos bairros, sugerindo a predominância de efeitos espaciais de conexões negativas.

Tabela 1: Estimativas QML do modelo Espaço Temporal por AIS – Taxa de Furto

	Computed over non-zero parameter coefficients					
	λ_1	ψ_0^+	ψ_0^-	ψ_1^+	ψ_1^-	σ_ζ
AIS 1						
Median	0.2053	0.0623	-0.1524	0.0479	-0.1187	27.1100
Mean Group Estimates	0.1749 (0.0357)	0.0623 (0.1002)	-0.3065 (0.2452)	0.0479 (0.0497)	-0.2097 (0.2410)	25.7172 (6.7540)
% significant (at 5% level)	57.1%	50.0%	25.0%	0.0%	0.0%	-
Number of non-zero coef.	7	2	4	2	4	7
AIS 2						
Median	0.2693	0.2102	-0.5140	0.0251	0.2673	11.4882
Mean Group Estimates	0.2976 (0.0712)	0.1783 (0.0562)	-0.4721 (0.1559)	0.0667 (0.0622)	0.2296 (0.0822)	11.5566 (1.4715)
% significant (at 5% level)	66.7%	33.3%	100.0%	0.0%	40.0%	-
Number of non-zero coef.	6	3	5	3	5	6
AIS 3						
Median	0.0821	-0.1506	-0.9433	-0.0015	0.0821	15.0494
Mean Group Estimates	0.0857 (0.0319)	-0.1486 (0.1932)	-0.9433 (0.517)	0.1000 (0.1069)	0.0821 (0.1238)	21.0219 (6.1089)
% significant (at 5% level)	25.0%	66.7%	50.0%	0.0%	50.0%	-
Number of non-zero coef.	12	3	2	3	2	12
AIS 4						
Median	0.0981	NaN	-0.3736	NaN	-0.3485	33.8299
Mean Group Estimates	0.1443 (0.0594)	NaN (NaN)	-0.3167 (0.1215)	NaN (NaN)	-0.3529 (0.1674)	31.3137 (6.0324)
% significant (at 5% level)	33.3%	NaN%	33.3%	NaN%	0.0%	-
Number of non-zero coef.	9	0	3	0	3	9
AIS 5						
Median	0.1125	0.0197	-0.2732	0.0556	0.0505	27.9102
Mean Group Estimates	0.1872 (0.0379)	-0.0104 (0.0438)	-0.3463 (0.1703)	0.0429 (0.0229)	0.0048 (0.0456)	25.5907 (1.9714)
% significant (at 5% level)	26.3%	25.0%	60.0%	0.0%	0.0%	-
Number of non-zero coef.	19	4	5	4	5	19
AIS 6						
Median	0.2407	0.5671	0.0052	-0.1848	-0.5348	19.4486
Mean Group Estimates	0.2476 (0.0424)	0.5593 (0.2516)	0.0694 (0.2070)	-0.1625 (0.1376)	-0.5135 (0.2777)	22.1046 (3.1314)
% significant (at 5% level)	62.5%	50.0%	25.0%	0.0%	100.0%	-
Number of non-zero coef.	16	4	4	4	4	16
AIS 7						
Median	0.1293	0.0832	-0.2596	0.1901	-0.0046	28.4278
Mean Group Estimates	0.1653 (0.0323)	0.0697 (0.0875)	-0.3441 (0.1477)	0.1914 (0.0833)	-0.0359 (0.0855)	36.1100 (7.2473)
% significant (at 5% level)	43.8%	20.0%	66.7%	0.0%	16.7%	-
Number of non-zero coef.	16	5	6	5	6	16
AIS 8						
Median	0.1088	NaN	-0.2179	NaN	0.0503	12.8126

Mean Group Estimates	0.1024 (0.0387)	NaN (NaN)	-0.2179 (0.2145)	NaN (NaN)	0.0503 (0.0207)	19.5838 (7.3542)
% significant (at 5% level)	14.3%	NaN%	50.0%	NaN%	0.0%	-
Number of non-zero coef.	7	0	2	0	2	7
AIS 9						
Median Mean Group Estimates	0.1565 (0.0429)	-0.1255 (0.1874)	-0.6594 (0.2185)	0.0633 (0.0281)	0.0946 (0.1056)	17.2379 (2.9534)
% significant (at 5% level)	45.5%	100.0%	100.0%	0.0%	0.0%	-
Number of non-zero coef.	11	3	2	3	2	11
AIS 10						
Median Mean Group Estimates	0.2138 (0.0239)	NaN (NaN)	-0.3139 (0.2799)	NaN (NaN)	0.1327 (0.0566)	31.0303 (3.7449)
% significant (at 5% level)	54.5%	NaN%	100.0%	NaN%	0.0%	-
Number of non-zero coef.	11	0	3	0	3	11

Fonte: Elaborado pelos Autores.

Tabela 2: Estimativas QML do modelo Espaço Temporal por AIS – Taxa de Roubo

	Computed over non-zero parameter coefficients					
	λ_1	ψ_0^+	ψ_0^-	ψ_1^+	ψ_1^-	σ_ζ
AIS 1						
Median Mean Group Estimates	0.1995 (0.0915)	0.4287 (0.0829)	-0.3929 (0.1628)	0.0189 (0.0534)	-0.0589 (0.2253)	26.2209 (4.8192)
% significant (at 5% level)	71.4%	85.7%	33.3%	0.0%	16.7%	-
Number of non-zero coef.	7	7	6	7	6	7
AIS 2						
Median Mean Group Estimates	0.2845 (0.0341)	0.2380 (0.0148)	-0.0663 (0.0909)	0.0758 (0.0205)	-0.0077 (0.0732)	18.7186 (2.5953)
% significant (at 5% level)	100.0%	100.0%	40.0%	0.0%	40.0%	-
Number of non-zero coef.	6	2	5	2	5	6
AIS 3						
Median Mean Group Estimates	0.2869 (0.0325)	0.1379 (0.0691)	-0.1335 (0.0804)	0.1097 (0.0360)	0.0794 (0.0479)	17.4480 (12.7385)
% significant (at 5% level)	66.7%	50.0%	50.0%	50.0%	25.0%	-
Number of non-zero coef.	12	4	4	4	4	12
AIS 4						
Median Mean Group Estimates	0.2275 (0.0379)	NaN (NaN)	-0.3615 (0.2922)	NaN (NaN)	-0.0851 (0.1149)	37.8780 (5.9001)
% significant (at 5% level)	77.8%	NaN%	100.0%	NaN%	0.0%	-
Number of non-zero coef.	9	0	5	0	5	9
AIS 5						
Median Mean Group Estimates	0.2072 (0.0246)	0.3814 (0.2240)	-0.0881 (0.4970)	0.2157 (0.1735)	-0.0451 (0.0887)	31.8698 (2.3993)
% significant (at 5% level)	63.2%	33.3%	33.3%	33.3%	0.0%	-
Number of non-zero coef.	19	3	3	3	3	19
AIS 6						

Median	0.1654	0.0654	-0.1473	0.1303	0.0574	27.6103
Mean Group Estimates	0.1804 (0.0442)	0.1372 (0.1006)	-0.3690 (0.1338)	0.1423 (0.0762)	-0.1529 (0.2675)	30.5527 (3.4760)
% significant (at 5% level)	43.8%	25.0%	50.0%	8.3%	20.0%	-
Number of non-zero coef.	16	12	10	12	10	16
AIS 7						
Median	0.1924	0.1283	-0.2014	0.0504	0.0118	32.0066
Mean Group Estimates	0.2104 (0.0257)	0.0600 (0.1685)	-0.2618 (0.0870)	0.5273 (0.3661)	0.0217 (0.0704)	42.1068 (8.4066)
% significant (at 5% level)	68.8%	37.5%	57.1%	37.5%	14.3%	-
Number of non-zero coef.	16	8	7	8	7	16
AIS 8						
Median	0.1291	0.1913	-0.0585	0.0493	-0.0129	21.4687
Mean Group Estimates	0.1630 (0.0574)	0.1913 (0.1991)	-0.0248 (0.2984)	0.0493 (0.0665)	-0.2785 (0.3748)	38.6097 (18.1460)
% significant (at 5% level)	28.6%	50.0%	33.3%	0.0%	33.3%	-
Number of non-zero coef.	7	2	3	2	3	7
AIS 9						
Median	0.2103	0.2582	-0.3404	0.0271	0.0200	26.0451
Mean Group Estimates	0.2250 (0.0420)	0.4118 (0.1587)	-0.4159 (0.2168)	0.0193 (0.0321)	0.0312 (0.0669)	25.6852 (4.3385)
% significant (at 5% level)	54.5%	66.7%	60.0%	0.0%	0.0%	-
Number of non-zero coef.	11	3	5	3	5	11
AIS 10						
Median	0.2126	0.1160	-0.2728	0.0653	0.0794	39.0829
Mean Group Estimates	0.2306 (0.0316)	0.1819 (0.0840)	-0.3788 (0.1258)	0.0612 (0.0549)	0.0863 (0.0230)	42.1563 (6.3725)
% significant (at 5% level)	54.5%	33.3%	66.7%	0.0%	33.3%	-
Number of non-zero coef.	11	6	6	6	6	11

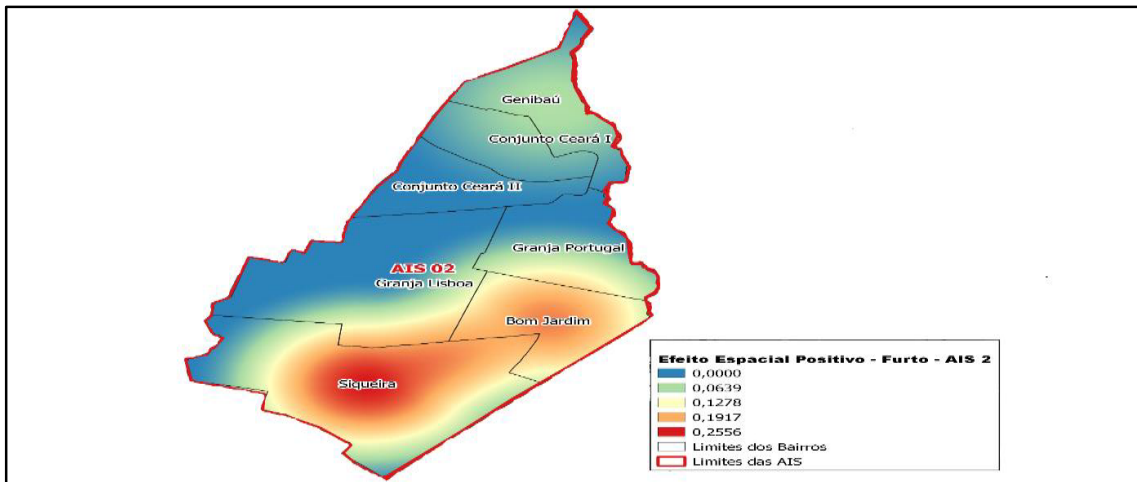
Fonte: Elaborado pelos Autores.

ANEXO 12 - Análise Espacial por AIS

Nesta subseção é feita a análise dos efeitos espaciais positivos e negativos por AIS, para se observar o comportamento espacial do crime dentro de cada área, a fim de compreender quais bairros tem maior influência espacial sobre os demais em cada região. A seguir são apresentados os principais resultados encontrados.

Para a taxa de furto, se observa que as AIS 2 e AIS 6 exibem mais de um spillover, no mapa 1 pode se verificar que na AIS 2 o maior transbordamento ocorre no bairro Siqueira influenciando os bairros Granja Lisboa, Bom Jardim e Granja Portugal. Há a existência de um clusters de menor magnitude que transborda do bairro Genibaú para os bairros Conjunto Ceará I e II.

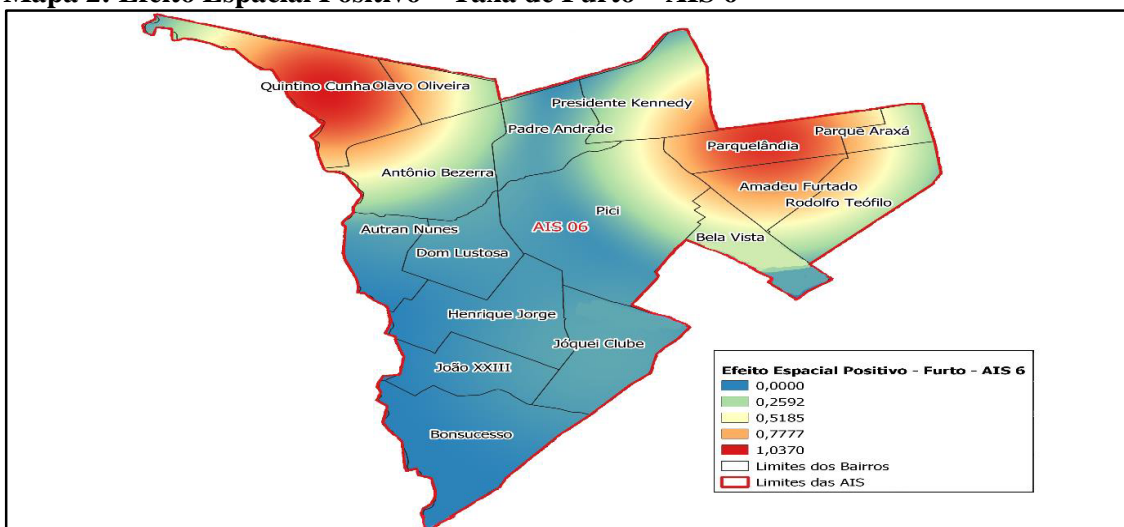
Mapa 1: Efeito Espacial Positivo – Taxa de Furto – AIS 2



Fonte: elaborado pelos autores.

No mapa 2, é possível examinar que a AIS 6 possui dois fortes clusters de transbordamento, no lado leste dessa AIS há um transbordamento do bairro Parquelândia nos bairros Parque Araxá, Amadeu Furtado, Rodolfo Teófilo, Bela Vista, Pici, Presidente Kennedy e Padre Andrade. No lado Oeste, ocorre um transbordamento do bairro Quintino Cunha nos bairros Olavo Oliveira, Padre Andrade, Antônio Bezerra e Autran Nunes. Os bairros Jóquei Clube, Henrique Jorge e João XXIII apresentam um cluster de fraca magnitude. Nos demais bairros dessa AIS não se verifica efeito espacial positivo.

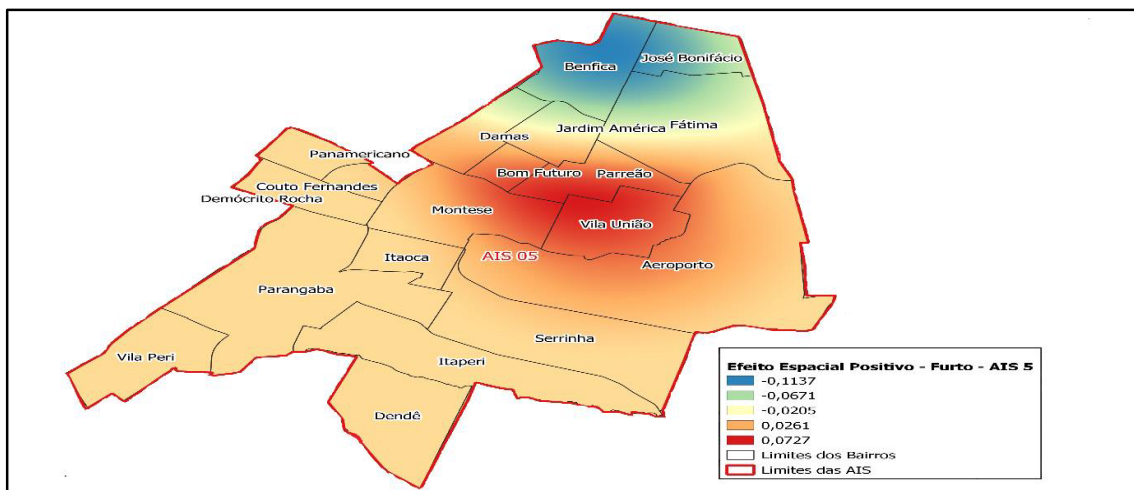
Mapa 2: Efeito Espacial Positivo – Taxa de Furto – AIS 6



Fonte: elaborado pelos autores.

Nas AIS 5, 7 e 9, se verifica a presença de um extenso cluster de transbordamento do crime de furto. Nos mapas 3, 4 e 5 se observa o comportamento espacial em cada área respectivamente. Na AIS 5, os bairros Vila União, Bom Futuro e Parreão formam um cluster espacial que transborda espacialmente nos bairros Aeroporto, Damas, Jardim América, Fátima, Serrinha, Itaoca, Parangaba, Itaperi, Serrinha, Dendê, Vila Peri, Democrito Rocha, Couto Fernandes e Panamericano, enquanto os bairros Benfica e José Bonifácio tem efeito reverso.

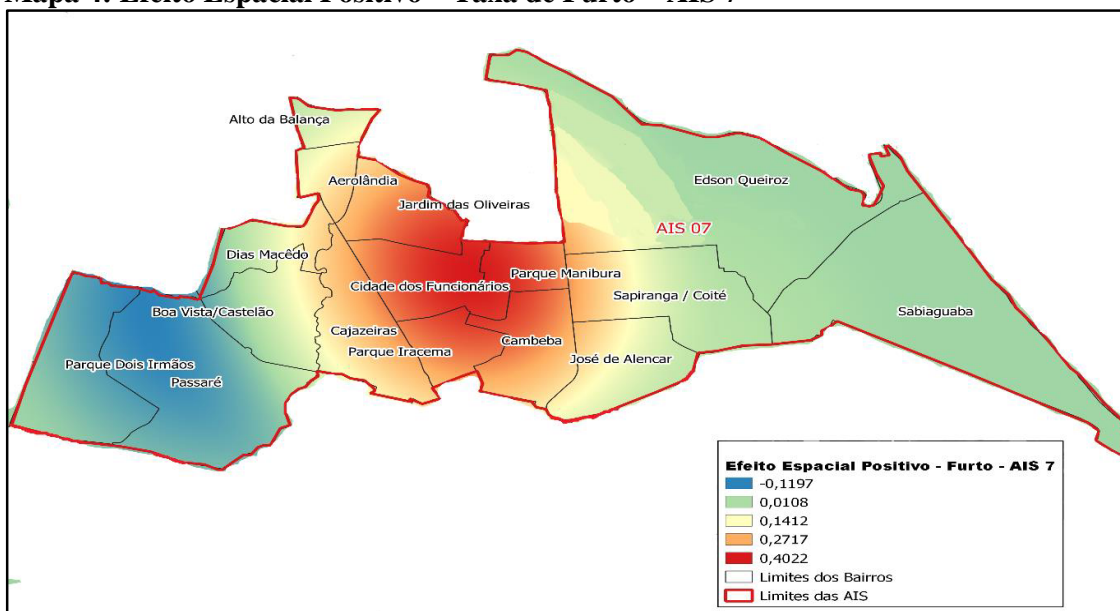
Mapa 3: Efeito Espacial Positivo – Taxa de Furto – AIS 5



Fonte: elaborado pelos autores.

Na AIS 7, o transbordamento ocorre no centro desta região, precisamente no bairro Cidade dos Funcionários influenciando sobre os bairros: Parque Manibura, Jardim das Oliveiras, Cajazeiras, Parque Iracema, Cambeba, Aerolândia, José de Alencar, Sapiranga, Dias Macêdo, Alto da Balança e Castelão. Os bairros Parque Dois Irmãos e Passaré apresentam efeito reverso, indicando que estes bairros “concentram pra si” os crimes de furto.

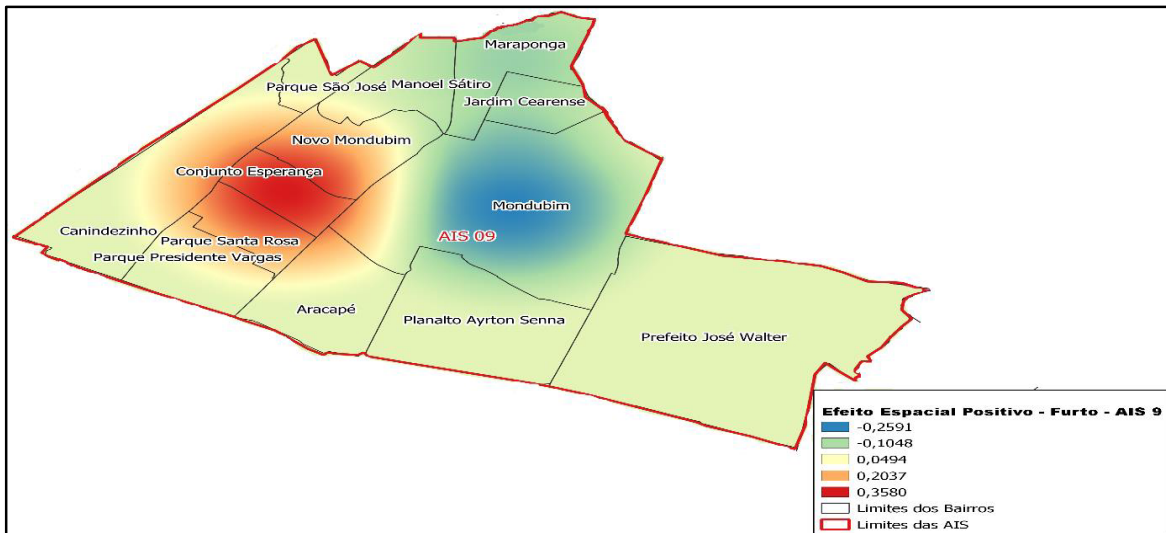
Mapa 4: Efeito Espacial Positivo – Taxa de Furto – AIS 7



Fonte: elaborado pelos autores.

Na AIS 9, a extensão do transbordamento ocorre na região Oeste e influi para o lado Leste da área, precisamente no bairro Conjunto Esperança que acaba influenciando os bairros Novo Mondubim, Parque Santa Rosa, Canindezinho, Parque Presidente Vargas, Aracapé, Planalto Ayrton Senna, Parque São José, Manoel Sátiro e Prefeito José Walter. Também se observa um efeito reverso de concentração do crime no bairro Mondubim que influi sobre os bairros Jardim Cearense e Maraponga.

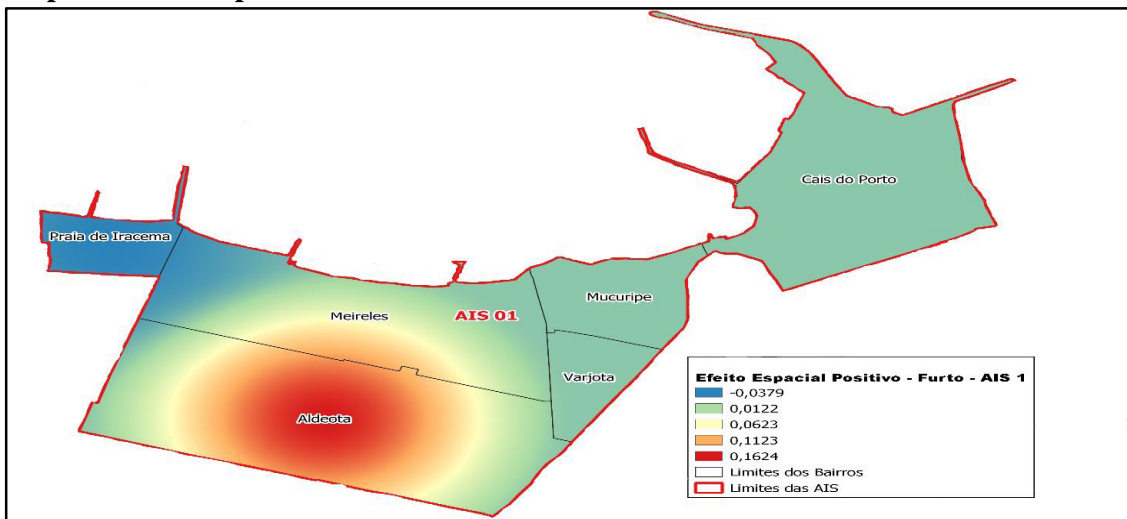
Mapa 5: Efeito Espacial Positivo – Taxa de Furto – AIS 9



Fonte: elaborado pelos autores.

Nas AIS 1 e AIS 3, o transbordamento do crime de furto tem menor magnitude. No mapa 6 é observado que para AIS 1, o transbordamento ocorre no bairro Aldeota e sua influência ocorre apenas no bairro Meireles que também apresenta efeito reverso, nos demais bairros o efeito espacial positivo é fraco.

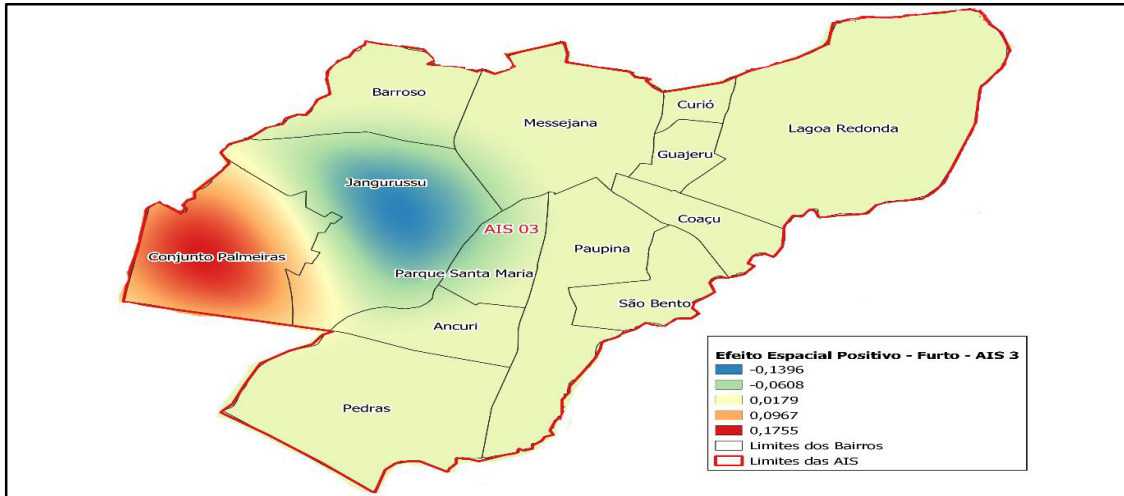
Mapa 6: Efeito Espacial Positivo – Taxa de Furto – AIS 1



Fonte: elaborado pelos autores.

Na AIS 3, o transbordamento do crime de furto no bairro Conjunto Palmeiras sofre um choque perante o efeito reverso do bairro vizinho, o Jangurussu, que concentra espacialmente para si o crime, influenciando nos bairros Parque Santa Maria, Messejana, Ancuri e Barroso.

Mapa 7: Efeito Espacial Positivo – Taxa de Furto – AIS 3



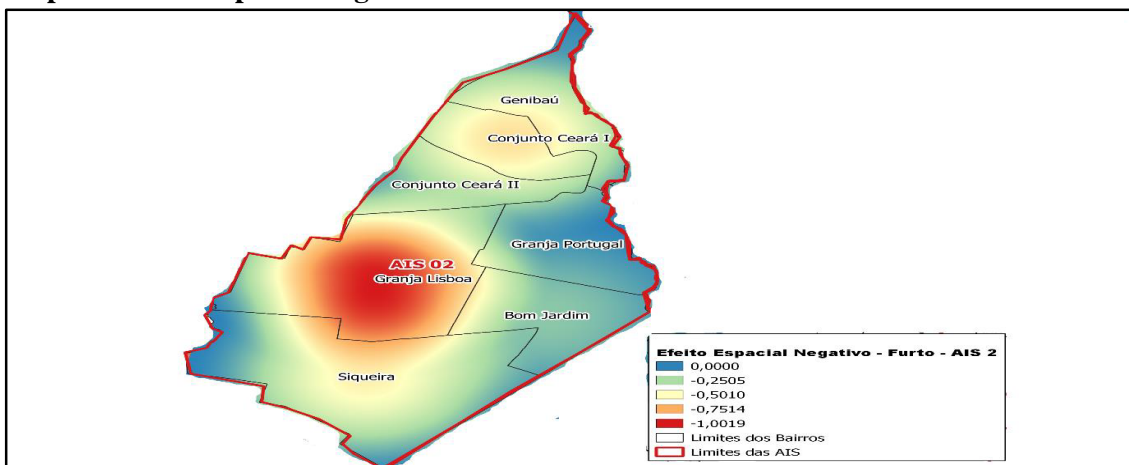
Fonte: elaborado pelos autores.

Quanto aos efeitos de concentração, as AIS 2 e 4 exibem mais de um cluster de furto indicando que estas regiões agrupam espacialmente o crime para si. Nos mapas 8 e 9 se observa estes efeitos para as respectivas áreas.

Na AIS 2, se verifica a existência de um forte cluster que incide no bairro Granja Lisboa e influencia os bairros Siqueira, Bom Jardim e Granja Portugal, indicando que estes bairros conjuntamente concentraram altas taxas de furto. O outro cluster presente nesta área é composta pelos bairros Conjunto Ceará I e II e Genibaú, tendo este agrupamento uma intensidade menor.

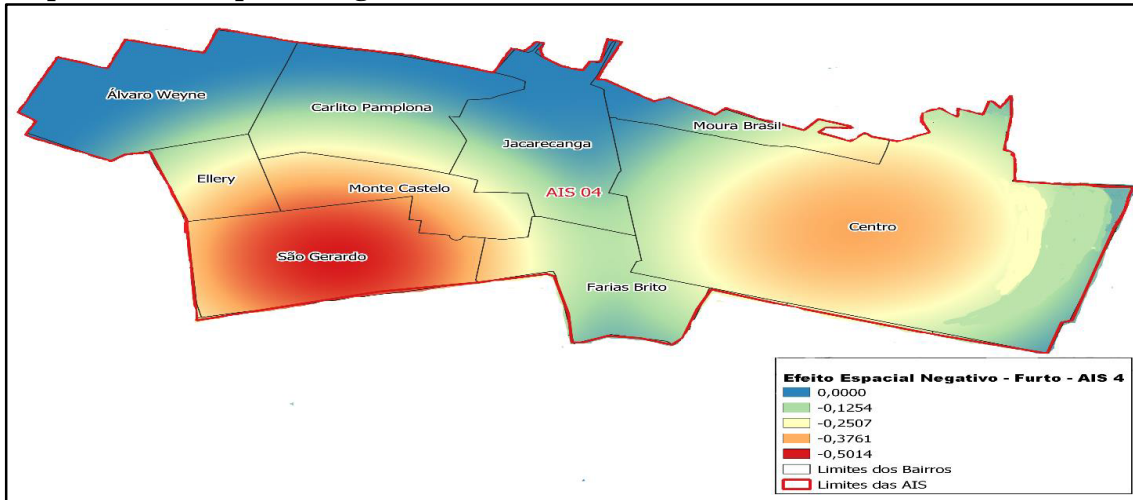
Na AIS 4, o cluster com maior magnitude incide sobre o bairro São Gerardo que influencia seus vizinhos os bairros Ellery, Monte Castelo, Carlito Pamplona, Farias Brito e Jacarecanga. O segundo cluster incide em todo o bairro do Centro e influencia os bairros Moura Brasil, Farias Brito e Jacarecanga.

Mapa 8: Efeito Espacial Negativo – Taxa de Furto – AIS 2



Fonte: elaborado pelos autores.

Mapa 9: Efeito Espacial Negativo – Taxa de Furto – AIS 4

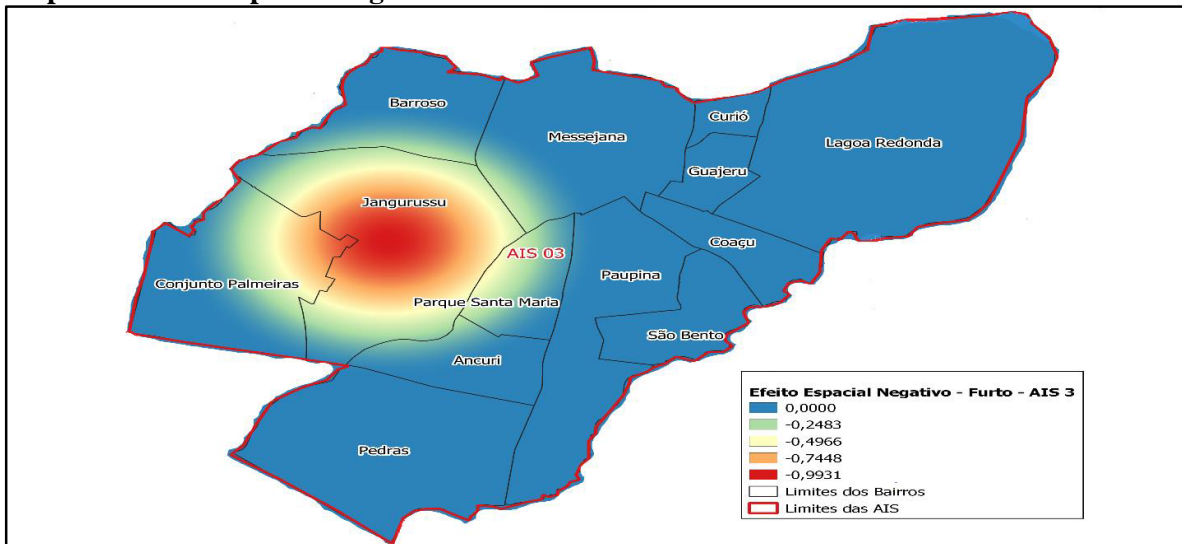


Fonte: elaborado pelos autores.

Enquanto as AIS 2 e 4 concentram o crime de furto em uma extensão grande de seus territórios, nas AIS 1, 3 e 5, o efeito espacial de agrupamento é pequeno entre bairros, por exemplo, se verifica no mapa 32, que na AIS 3 o bairro Jangurussu concentra praticamente todo o crime de furto para si, influenciando em menor extensão os bairros Conjunto Palmeiras, Parque Santa Maria, Messejana e Barroso. Nos demais bairros se predomina o efeito reverso.

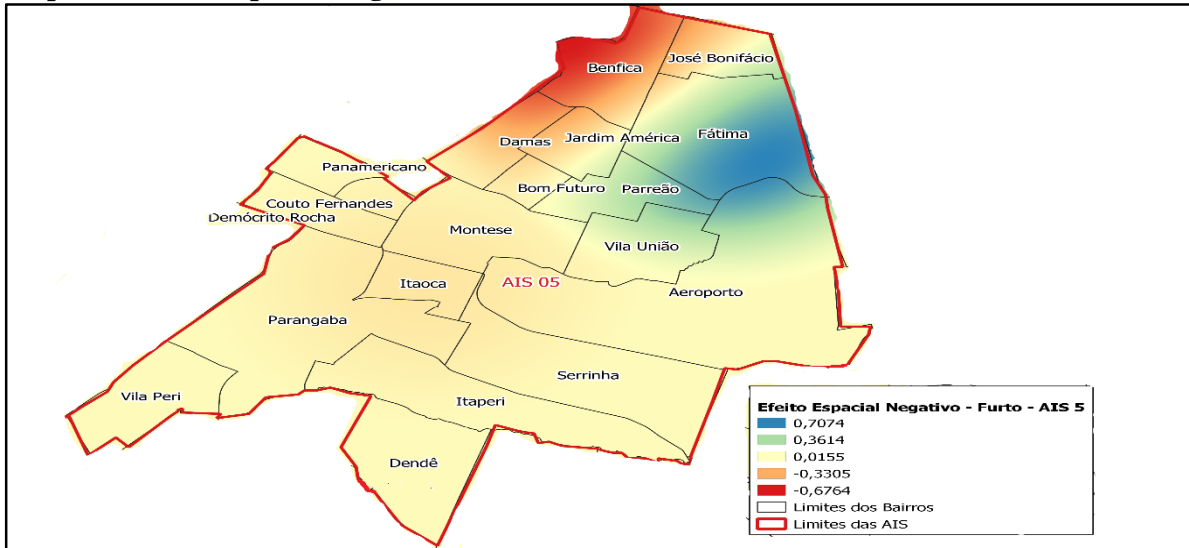
Cenário parecido é observado na AIS 5, onde o bairro Benfica concentra para si a maior magnitude do efeito espacial negativo, influenciando em uma magnitude fraca os bairros José Bonifácio, Damas e Jardim América. Os demais bairros também apresentam efeito reverso do crime de furto, sendo observado que o bairro de Fátima apresenta forte transbordamento.

Mapa 10: Efeito Espacial Negativo – Taxa de Furto – AIS 3



Fonte: elaborado pelos autores.

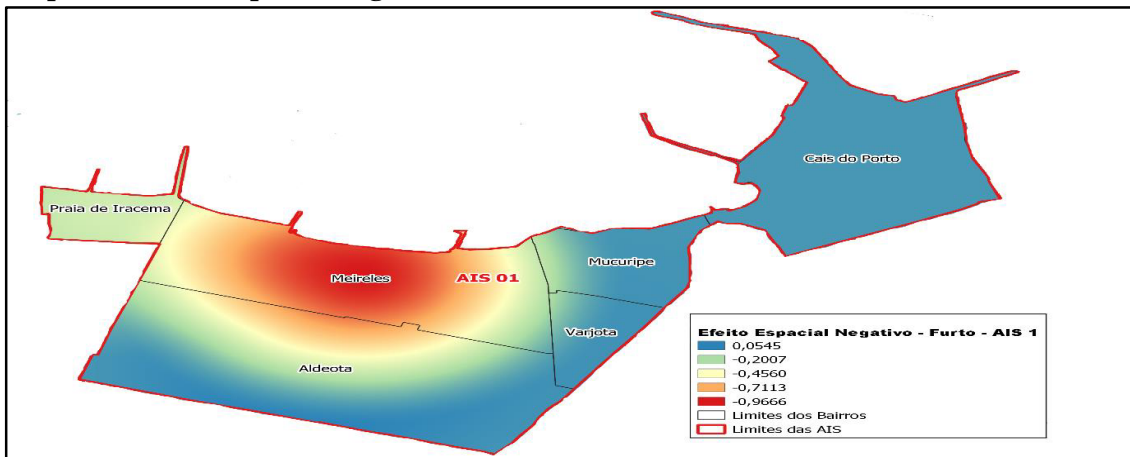
Mapa 11: Efeito Espacial Negativo – Taxa de Furto – AIS 5



Fonte: elaborado pelos autores.

Na AIS 1, o efeito espacial de concentração do crime de furto incide sobre o bairro Meireles e influencia os bairros Aldeota, Praia de Iracema, Mucuripe e Varjota. Sendo esta influência mais intensa na Praia de Iracema, enquanto para os demais bairros a fraca influência do efeito de concentração é contrastado por um efeito reverso que predomina.

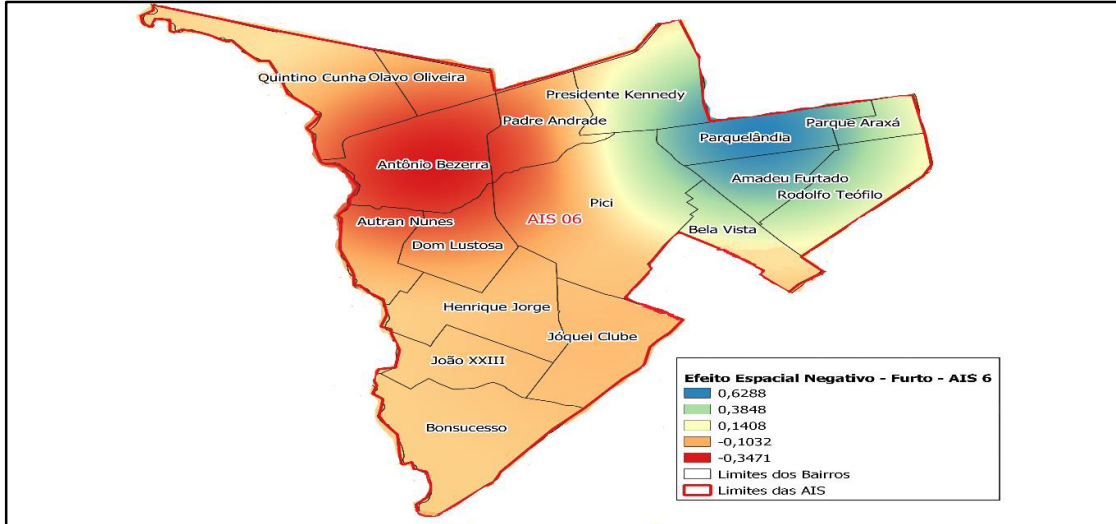
Mapa 12: Efeito Espacial Negativo – Taxa de Furto – AIS 1



Fonte: elaborado pelos autores.

Nas AIS 6, 7, 8, 9 e 10 se observa clusters com alto poder de influência nessas áreas, indicando que estas regiões apresentam bairros com altas taxas de concentração do crime de furto. No caso da AIS 6, se verifica que a incidência se dá sobre o bairro Antônio Bezerra e influência sobre todos os bairros localizados na região Oeste desta área, como Autran Nunes, Quintino Cunha, Olavo Oliveira, Pici, Padre Andrade, Dom Lustosa, Henrique Jorge, João XXIII, Jóquei Clube e Bonsucesso. Na região leste desta área se observa um efeito reverso entre os bairros Parquelândia, Parque Araxá, Amadeu Furtado e Rodolfo Teófilo.

Mapa 13: Efeito Espacial Negativo – Taxa de Furto – AIS 6

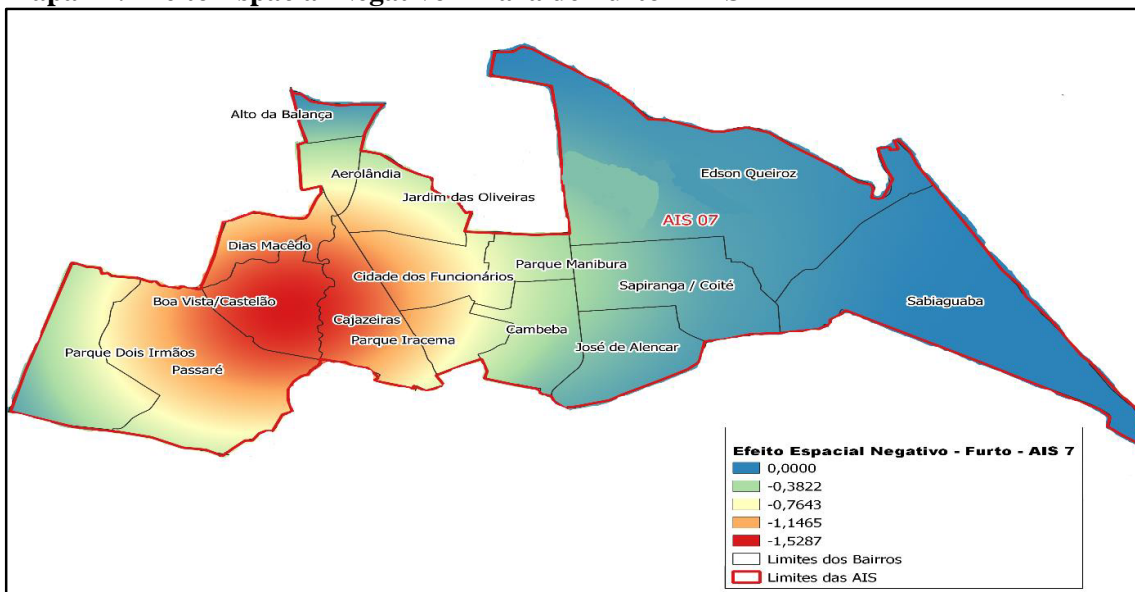


Fonte: elaborado pelos autores.

O mesmo cenário de concentração do crime na região Oeste é visto para as AIS 7 e 10. Na AIS 7, o efeito incide sobre os bairros Castelão e influencia seus vizinhos, Passaré, Dias Macêdo, Parque Dois Irmãos, Cidade dos Funcionários, Cajazeiras, Parque Iracema, Jardim das Oliveiras, Aerolândia e Parque Manibura. Enquanto na região Leste que compreende bairros como Edson Queiroz e Sabiaguaba existe efeito espacial reverso.

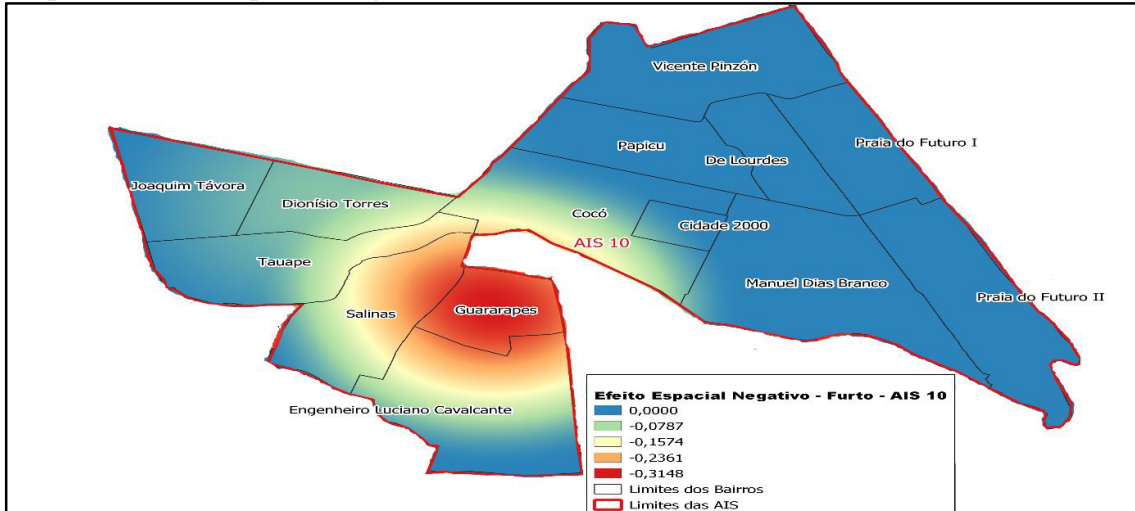
Na AIS 10, o cluster incide sobre o bairro Guararapes e se estende pelos bairros Salinas, Tauape, Dionisio Torres, Cocó e Engenheiro Luciano Cavalcante. Enquanto que nos bairros da região Leste desta área se predomina o efeito reverso.

Mapa 14: Efeito Espacial Negativo – Taxa de Furto – AIS 7



Fonte: elaborado pelos autores.

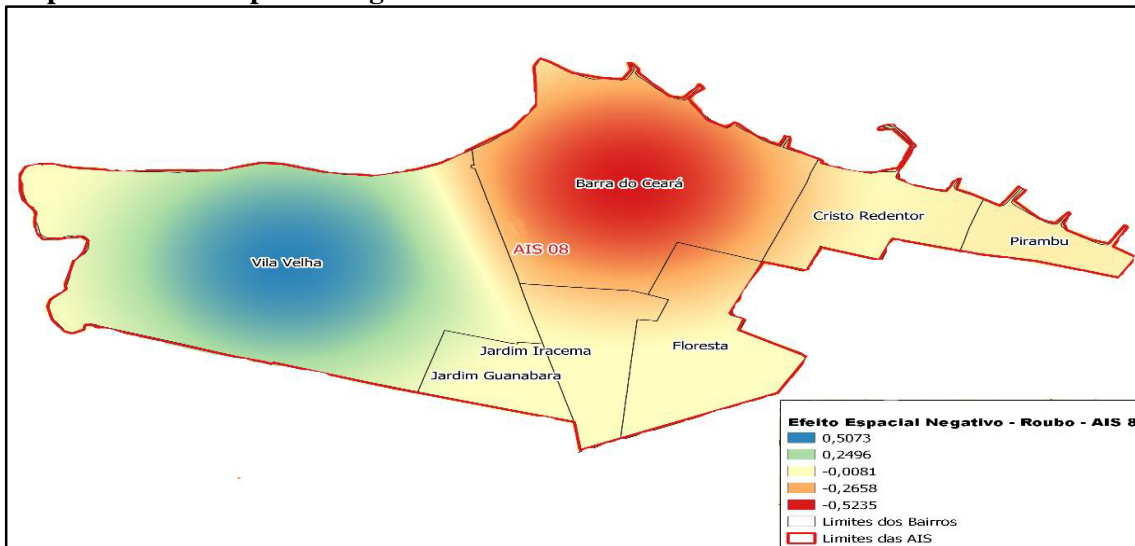
Mapa 15: Efeito Espacial Negativo – Taxa de Furto – AIS 10



Fonte: elaborado pelos autores.

Diferente das demais AIS, na AIS 8, o grande cluster do crime de furto se localiza na região Leste, com incidência sobre o bairro Barra do Ceará que influencia os bairros Cristo Redentor, Floresta, Jardim Iracema, Jardim Guanabara e Pirambu, enquanto o bairro Vila Velha localizado na região Oeste desta área apresenta efeito reverso.

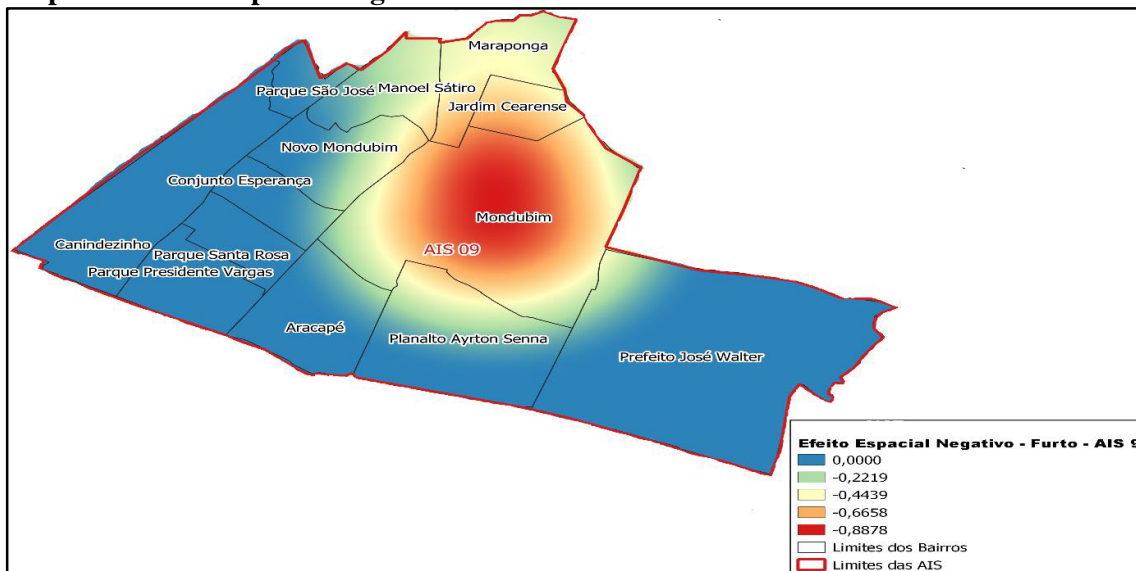
Mapa 16: Efeito Espacial Negativo – Taxa de Furto – AIS 8



Fonte: elaborado pelos autores.

Na AIS 9, o grande cluster se concentra no centro desta área, precisamente no bairro Mondubim e influencia os bairros Jardim Cearense, Manoel Sátiro, Maraponga, Novo Mondubim e Planalto Ayrton Senna. Enquanto nos demais bairros se observa efeito reverso.

Mapa 17: Efeito Espacial Negativo – Taxa de Furto – AIS 9



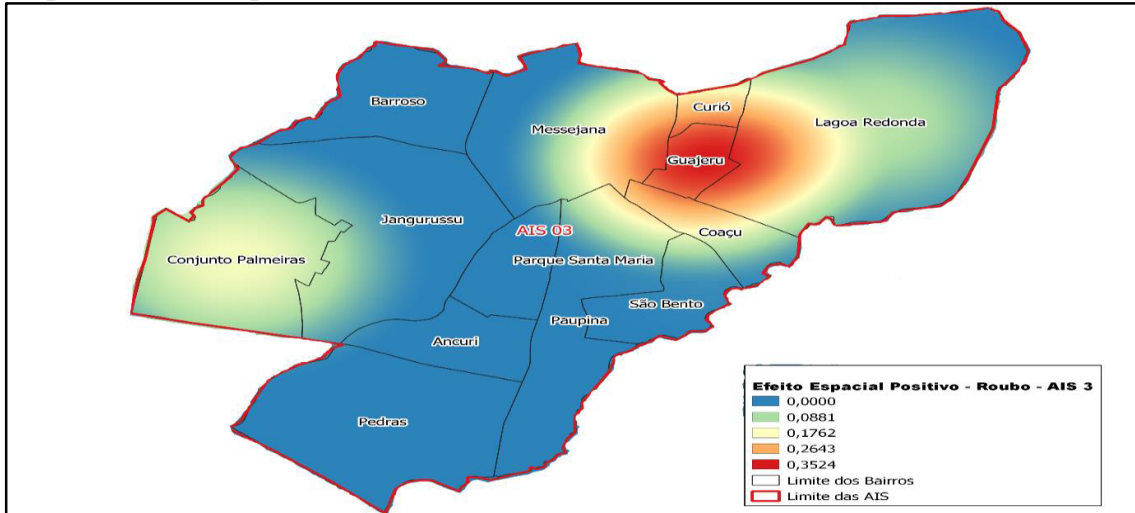
Fonte: elaborado pelos autores.

Quanto a taxa de roubo, se verifica que nas AIS 3, 6 e 10, existem mais de um spillover que influenciam diversos bairros que compreendem estas áreas. Na AIS 3, o spillover de maior magnitude incide sobre o bairro Guajeru e transborda sobre os bairros Messejana, Curió, Lagoa Redonda, Coaçu, São Bento e Parque Santa Maria. O segundo spillover de menor magnitude incide sobre toda a extensão do bairro Conjunto Palmeiras e transborda sobre o bairro vizinho, o Jangurussu. Nos demais bairros não se verifica efeito de transbordamento do crime de roubo.

Na AIS 6, o maior efeito de transbordamento incide no bairro Presidente Kennedy e influencia os bairros Padre Andrade, Pici, Parquelândia, Parque Araxá, Amadeu Furtado, Rodolfo Teófilo e Bela Vista. O segundo spillover de magnitude menor compreende sua incidência no bairro João XXIII e transborda pelos bairros Henrique Jorge, Bonsucesso e Jóquei Clube. Nos demais bairros se observa um efeito reverso, indicando concentração do roubo, com destaque para os bairros Antônio Bezerra e Quintino Cunha que possuem as maiores magnitudes.

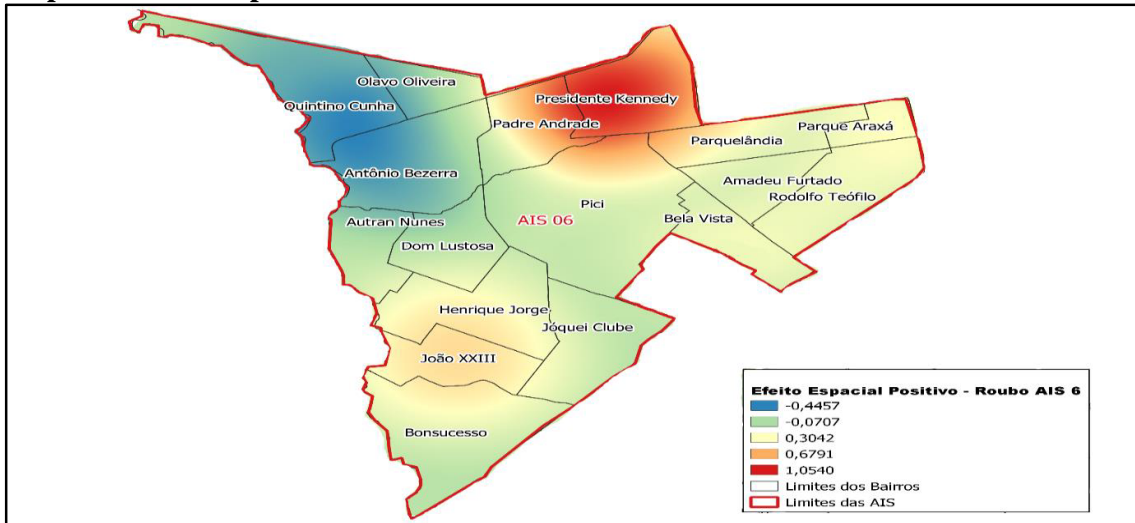
Na AIS 10, o spillover com maior magnitude esta na região Leste desta área, incidindo no bairro Manuel Dias Branco e transbordando pelos bairros Praia do Futuro I e II, De Lourdes, Cidade 2000 e Cocó. O spillover de menor magnitude fica na região Oeste, incidindo sobre os bairros Engenheiro Luciano Cavalcante e Guararapes, e transbordando pelos bairros Salinas, Tauape, Dionísio Torres e Joaquim Távora. Os demais bairros não apresentam efeito transbordamento para roubo.

Mapa 18: Efeito Espacial Positivo – Taxa de Roubo – AIS 3



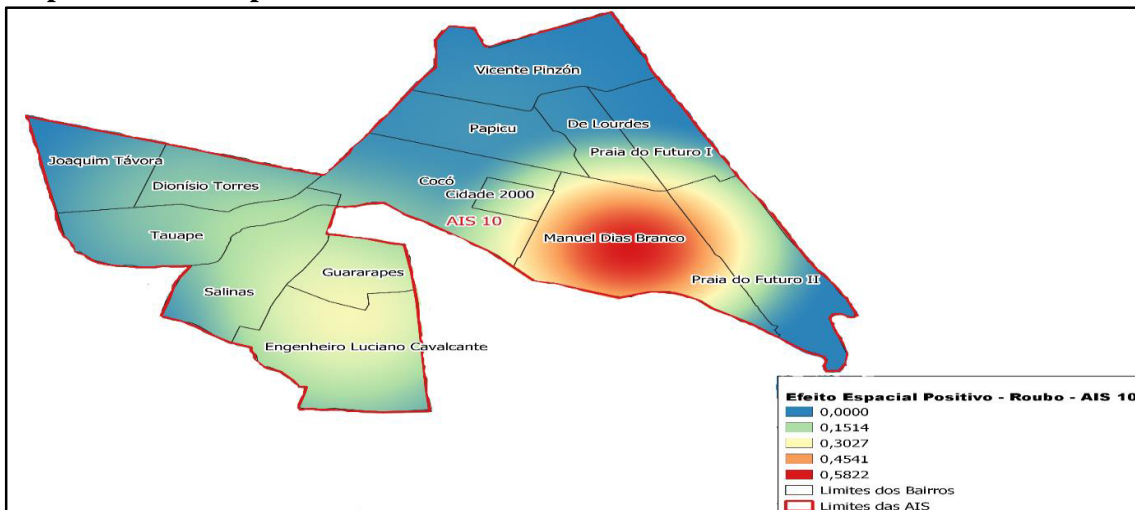
Fonte: elaborado pelos autores.

Mapa 19: Efeito Espacial Positivo – Taxa de Roubo – AIS 6



Fonte: elaborado pelos autores.

Mapa 20: Efeito Espacial Positivo – Taxa de Roubo – AIS 10



Fonte: elaborado pelos autores.

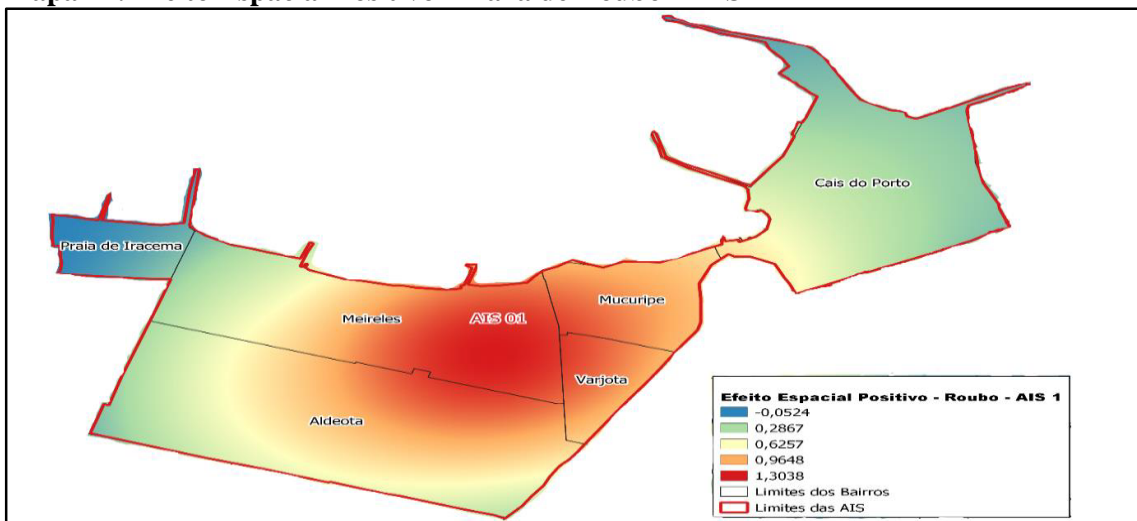
Nas AIS 1, 5, 7 e 9, o efeito de transbordamento espacial é de alta influência sobre grande parte dos bairros dessas áreas, indicando que nestas áreas o grau de interação do crime entre vizinhos é muito grande. Na AIS 1, o spillover incide mutuamente entre os bairros Meireles, Aldeota, Varjota e Mucuripe e transborda pelo bairro Cais do Porto. Enquanto o bairro Praia de Iracema apresenta efeito reverso, indicando concentração para si dos crimes de roubo.

Na AIS 5, o spillover incide sobre o bairro Montese e transborda em larga extensão nos bairros Bom Futuro, Parreão, Damas, Jardim América, Couto Fernandes, Demócrito Rocha, Itaoca, Vila União, Aeroporto e chega a influenciar bairros no extremo Norte desta área como Fátima, Benfica e José Bonifácio. Os bairros localizados no extremo sul desta região não apresentam efeito de transbordamento.

O spillover presente na AIS 7 é dentre os apresentados o de maior extensão de influência, apesar que em termos de magnitude ser menor. A incidência acontece no bairro Parque Manibura e transborda nos dois extremos desta área, influenciando ao Leste o bairro Sabiaguaba e no Oeste o Parque Dois Irmãos. Dentre os bairros mais influenciados estão, Sapiranga, Parque Iracema, Cambeba e Cidade dos Funcionários. Os bairros Aerolândia, Alto da Balança, Dias Macêdo e Jardim das Oliveiras apresentam efeito reverso.

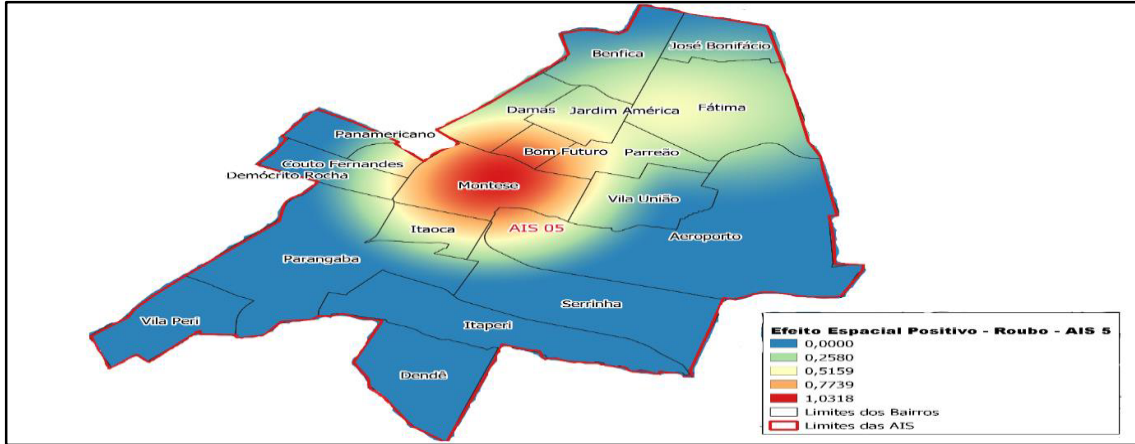
Da mesma forma a AIS 9 apresenta um extenso spillover que influencia diversos bairros desta área. A incidência ocorre entre os bairros Parque São José, Manoel Sátiro e Novo Mondubim, e transborda por bairros como: Jardim Cearense, Maraponga, Mondubim, Conjunto Esperança e Parque Santa Rosa. Nos bairros localizados no extremo Leste não se observa efeito de transbordamento, como por exemplo, no bairro José Walter.

Mapa 21: Efeito Espacial Positivo – Taxa de Roubo – AIS 1



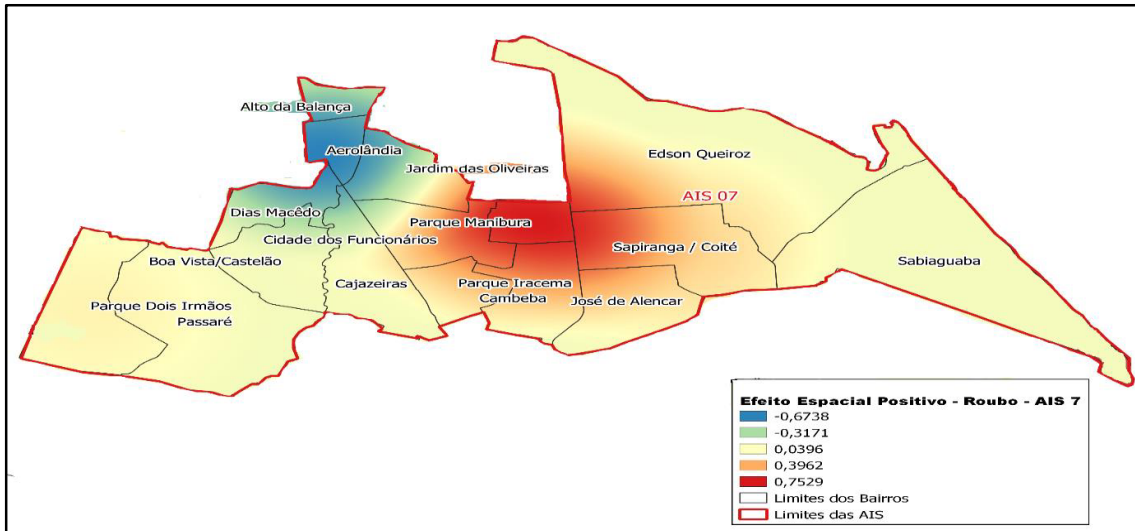
Fonte: elaborado pelos autores.

Mapa 22: Efeito Espacial Positivo – Taxa de Roubo – AIS 5



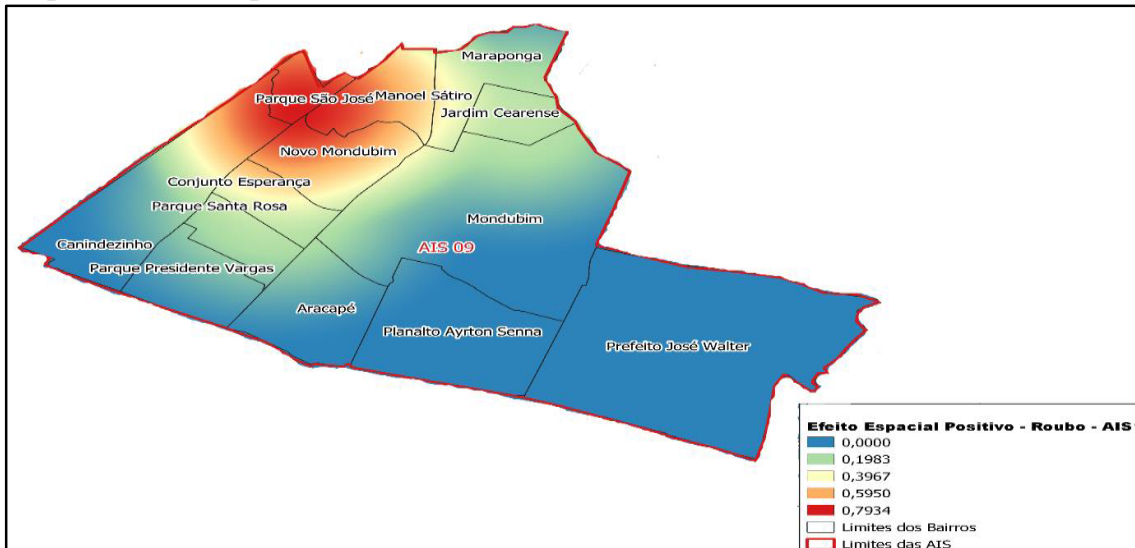
Fonte: elaborado pelos autores.

Mapa 23: Efeito Espacial Positivo – Taxa de Roubo – AIS 7



Fonte: elaborado pelos autores.

Mapa 24: Efeito Espacial Positivo – Taxa de Roubo – AIS 9

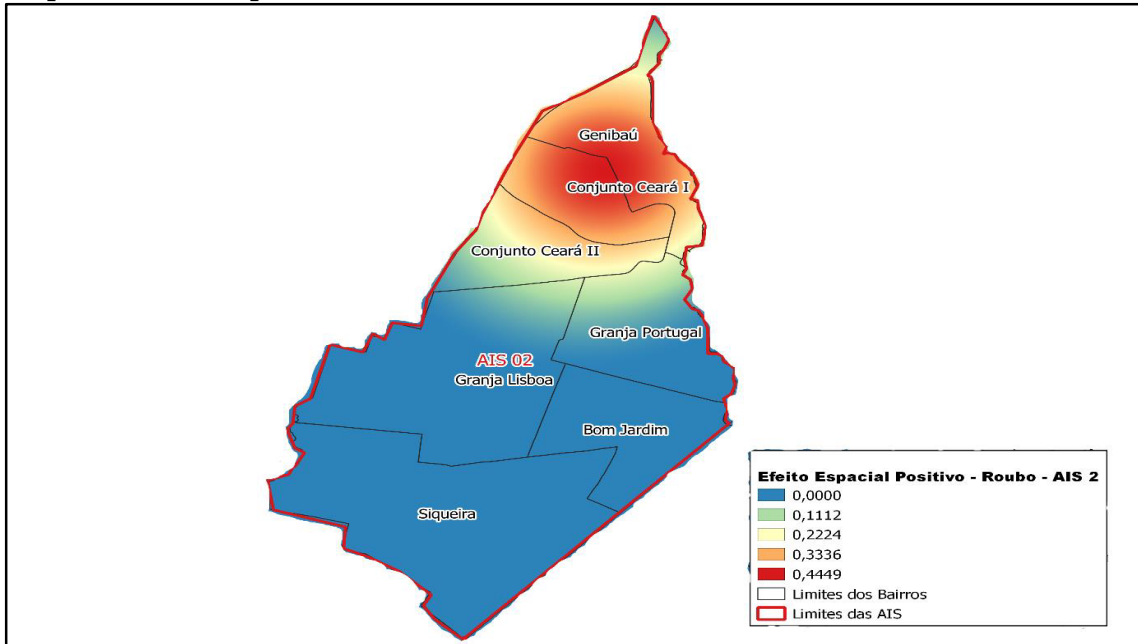


Fonte: elaborado pelos autores.

Nas AIS 2 e 8, a extensão do spillover é menor. Para o primeiro, a incidência se dá na região Norte, entre os bairros Conjunto Ceará I e Genibaú, e que transborda para os bairros

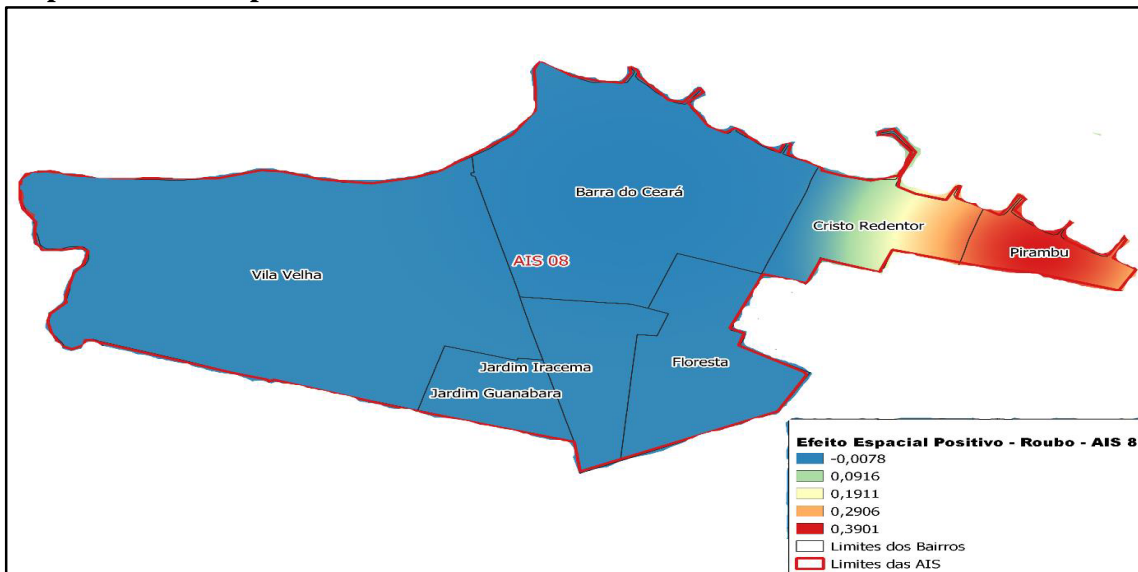
Conjunto Ceará II e Granja Portugal. Enquanto para os bairros da região Sul não se verifica efeito de transbordamento, como se pode observar no mapa 47. Para a AIS 8, o spillover incide sobre o bairro Pirambu e transborda apenas no bairro Cristo Redentor. Para os demais bairros se verifica um efeito reverso de baixa magnitude.

Mapa 25: Efeito Espacial Positivo – Taxa de Roubo – AIS 2



Fonte: elaborado pelos autores.

Mapa 26: Efeito Espacial Positivo – Taxa de Roubo – AIS 8



Fonte: elaborado pelos autores.

Com relação aos efeitos espaciais negativos, as AIS 2, 3, 4, 6, 7, 9 e 10 apresentam mais de um cluster, se observa que estas áreas possuem bairros com as maiores concentrações de crime de roubo em Fortaleza. Na AIS 2, o cluster de maior magnitude incide sobre o bairro Granja Lisboa e influencia os bairros Siqueira, Bom Jardim, Granja Portugal e Conjunto Ceará

II. O segundo cluster de magnitude bastante inferior incide entre os bairros Genibaú e Conjunto Ceará I. Se verifica que em todos os bairros dessa área existe grau de concentração de roubo.

Na AIS 3, o cluster de maior intensidade incide entre os bairros Conjunto Palmeiras e Jangurussu, influenciando os bairros Parque Santa Maria, Messejana e Barroso. O cluster de menor magnitude incide sobre o bairro Coaçu e influencia os bairros Guajeru, Paupina, Lagoa Redonda e São Bento. Nos demais bairros não se verifica efeito espacial negativo.

Dentre todas as áreas a AIS 4 é a que possui clusters com maior intensidade. O primeiro cluster com maior magnitude compreende todo o bairro Centro e influencia o bairro Farias Brito. O segundo cluster que apresenta maior extensão incide sobre os bairros Monte Castelo, Carlito Pamplona e Jacarecanga e influenciam os bairros São Gerardo, Ellery e Álvaro Weyne. Enquanto o bairro Moura Brasil apresenta efeito reverso, indicando que este bairro transborda o crime de roubo para os seus vizinhos.

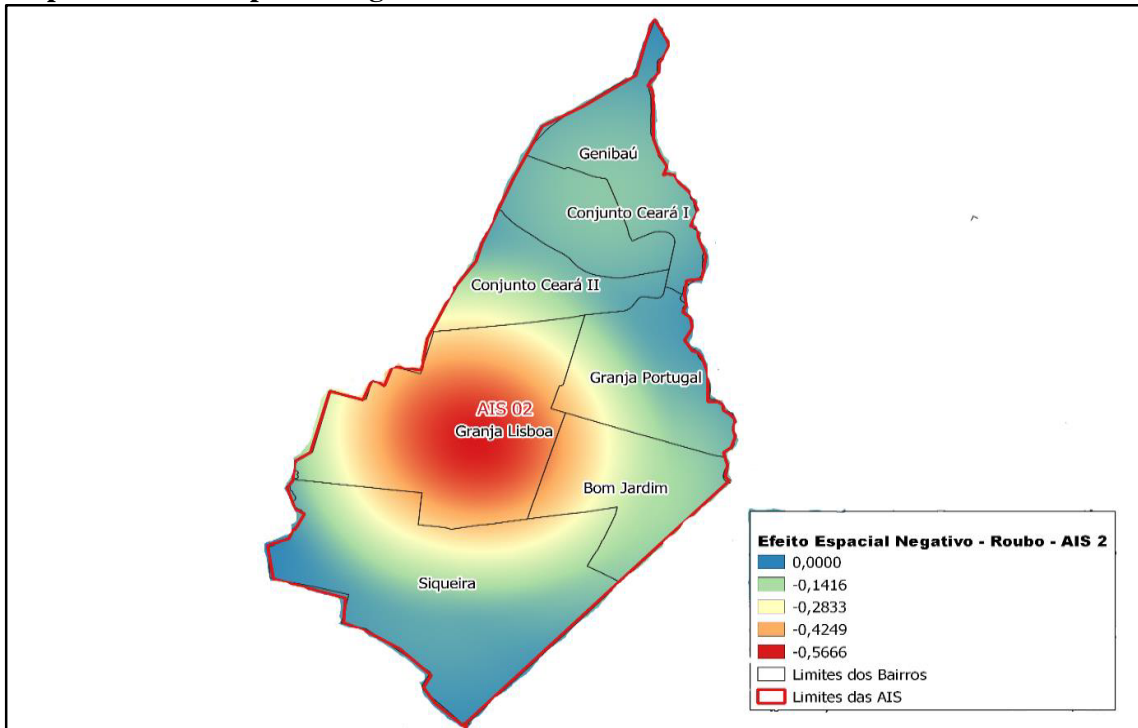
Na AIS 6, o cluster de maior magnitude incide sobre os bairros Quintino Cunha, Olavo Oliveira e Antônio Bezerra e influencia os bairros Padre Andrade, Autran Nunes, Dom Lustosa, Pici, Henrique Jorge, João XXIII e Jóquei Clube. O segundo cluster de menor magnitude incide entre os bairros Parquelândia, Amadeu Furtado e Parque Araxá, e influencia os bairros Rodolfo Teófilo, Bela Vista, Presidente Kennedy e Pici.

Na AIS 7, os clusters se concentram na região Oeste desta área, o cluster de maior magnitude incide sobre os bairros Parque Dois Irmãos, Passaré e Castelão. O segundo cluster incide sobre os bairros Cidade dos Funcionários e Parque Manibura e influencia os bairros Jardim das Oliveiras, Parque Iracema, Cambeba, Cajazeiras, Aerolândia e Alto da Balança. O terceiro cluster de menor intensidade, incide sobre o bairro José de Alencar e influencia os bairros Sapiranga e Cambeba.

Na AIS 9, os clusters se concentram em direção da região Leste desta área. O cluster de maior magnitude incide sobre os bairros Jardim Cearense, Maraponga e Mondubim e influencia os bairros Manoel Sátiro, Novo Mondubim e Planalto Ayrton Senna. O segundo cluster de menor magnitude incide totalmente sobre o bairro José Walter.

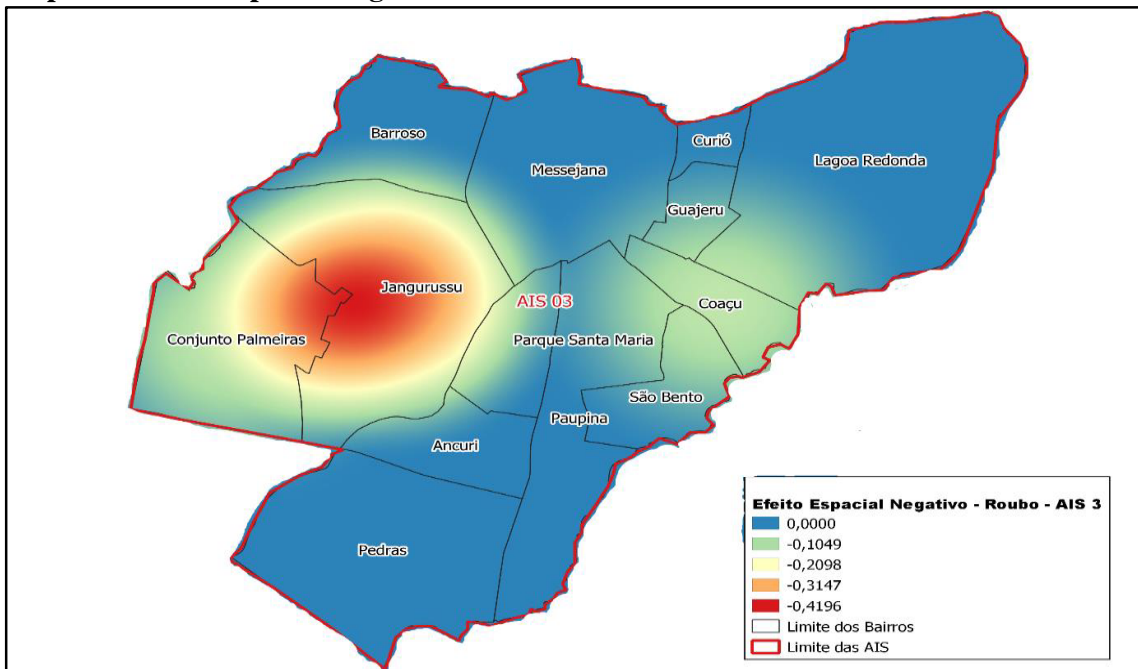
Na AIS 10, os clusters estão distribuídos nos dois lados desta área. O cluster de maior magnitude se concentra no lado Leste, incidindo sobre os bairros Manoel Dias Branco e Praia do Futuro II e acaba influenciando os bairros Praia do Futuro I, De Lourdes, Cidade 2000, Papicu, Cocó e Vicente Pizón. O cluster de menor magnitude se encontra na região Oeste, incidindo nos bairros Dionisio Torres, Tauape, Guararapes Joaquim Távora, Engenheiro Luciano Cavalcante e Salinas.

Mapa 27: Efeito Espacial Negativo – Taxa de Roubo – AIS 2



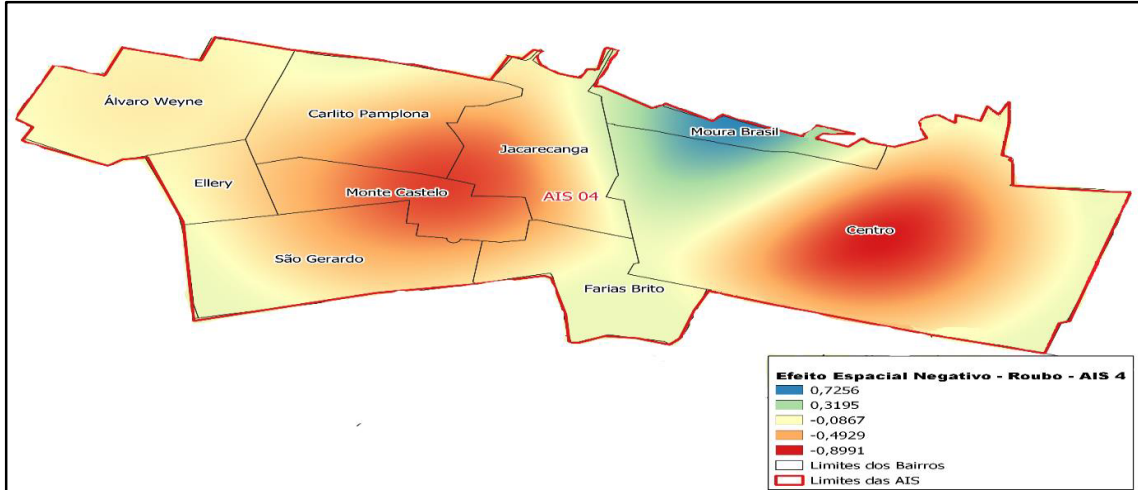
Fonte: elaborado pelos autores.

Mapa 28: Efeito Espacial Negativo – Taxa de Roubo – AIS 3



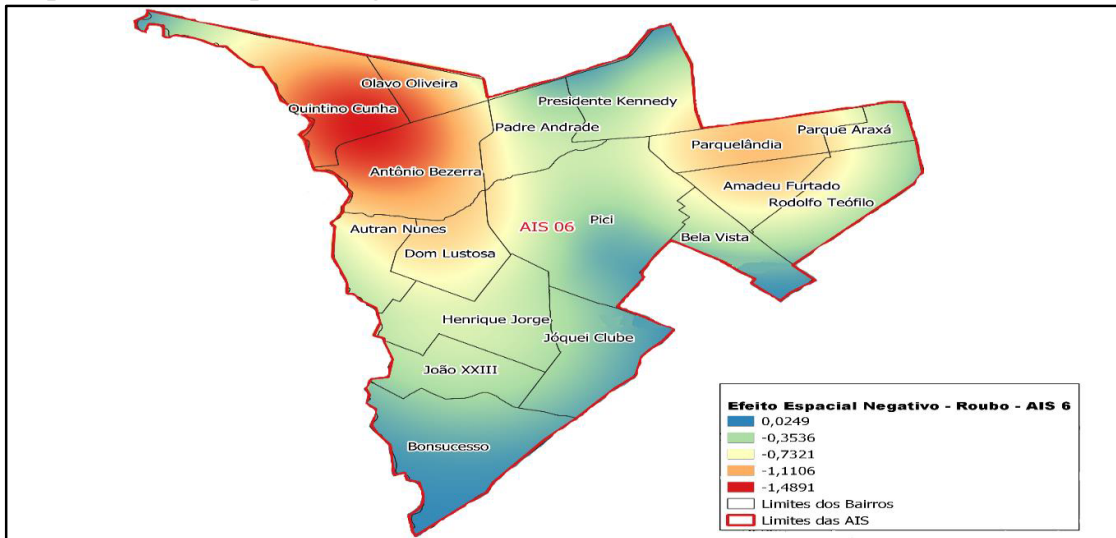
Fonte: elaborado pelos autores.

Mapa 29: Efeito Espacial Negativo – Taxa de Roubo – AIS 4



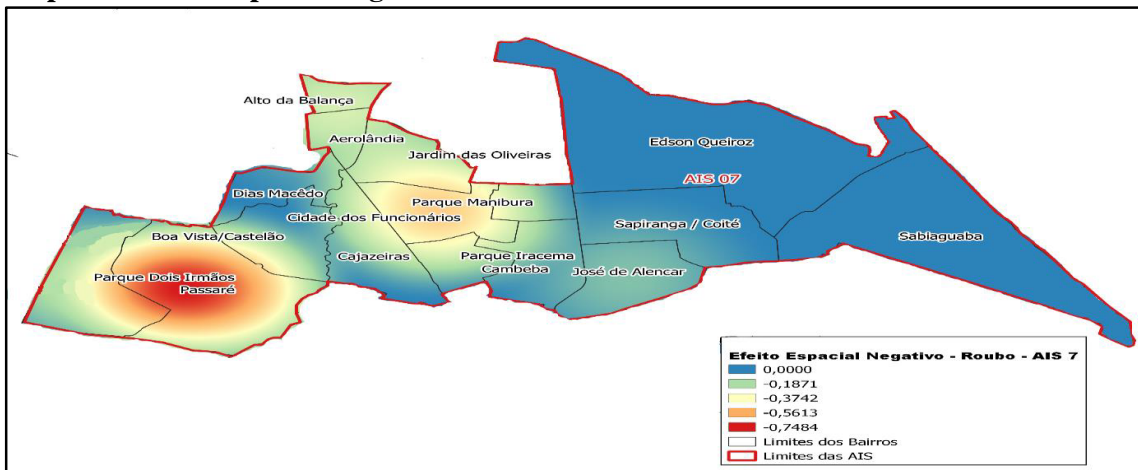
Fonte: elaborado pelos autores.

Mapa 30: Efeito Espacial Negativo – Taxa de Roubo – AIS 6



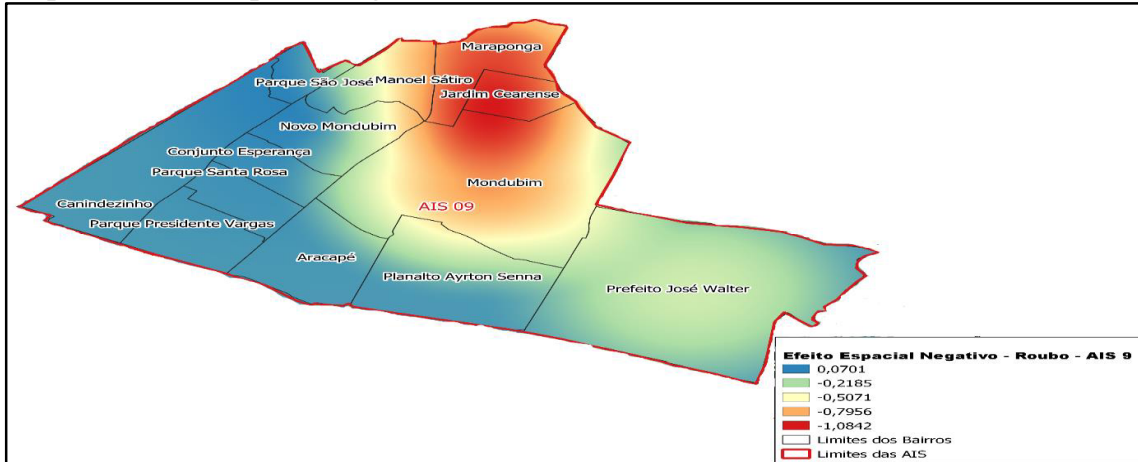
Fonte: elaborado pelos autores.

Mapa 31: Efeito Espacial Negativo – Taxa de Roubo – AIS 7



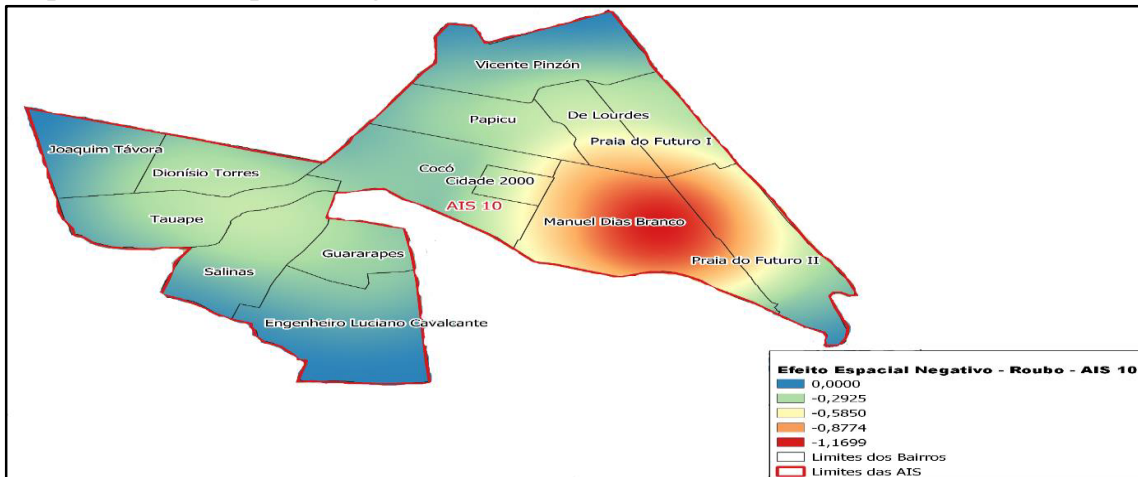
Fonte: elaborado pelos autores.

Mapa 32: Efeito Espacial Negativo – Taxa de Roubo – AIS 9



Fonte: elaborado pelos autores.

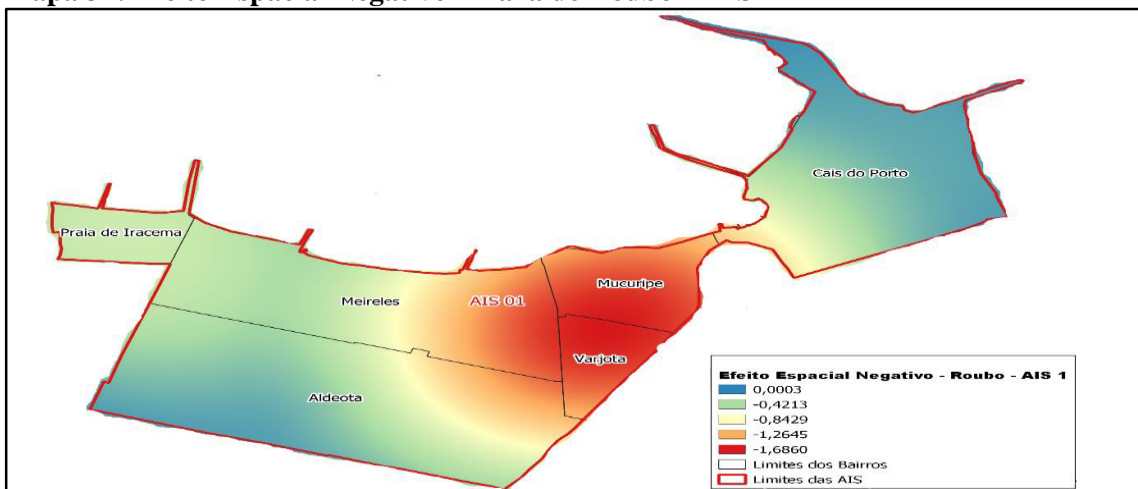
Mapa 33: Efeito Espacial Negativo – Taxa de Roubo – AIS 10



Fonte: elaborado pelos autores.

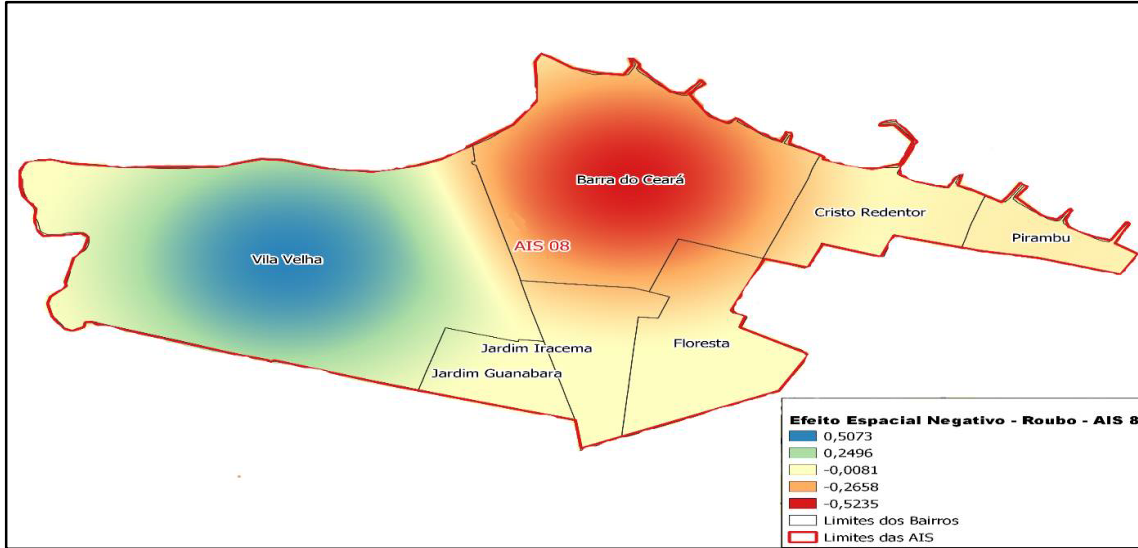
Nas AIS 1 e 8 os clusters assumem grande extensão ao longo destas áreas. Na AIS 1, o cluster incide nos bairros Mucuripe e Varjota e influenciam todos os demais bairros desta área. Na AIS 8, o cluster incide sobre o bairro Barra do Ceará e influencia todos os bairros localizados na região Leste desta área. Enquanto o bairro Vila Velha apresenta efeito reverso, indicando transbordamento do crime.

Mapa 34: Efeito Espacial Negativo – Taxa de Roubo – AIS 1



Fonte: elaborado pelos autores.

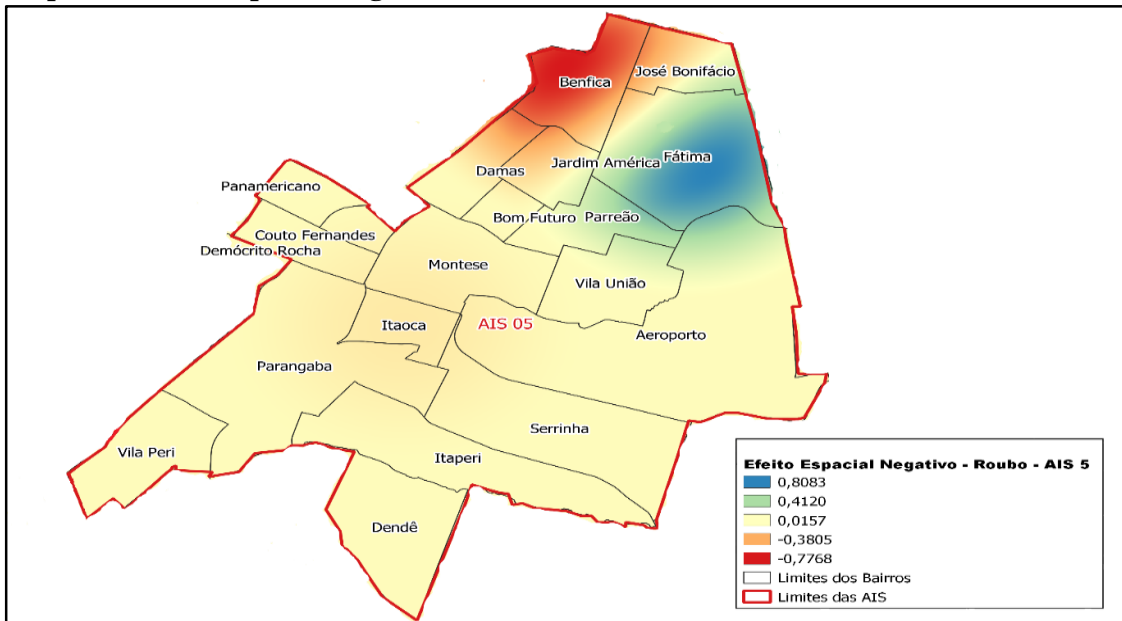
Mapa 35: Efeito Espacial Negativo – Taxa de Roubo – AIS 8



Fonte: elaborado pelos autores.

A AIS 5 apresenta um cluster de pequena extensão, incidindo apenas no bairro Benfica e influenciando os bairros José Bonifácio, Damas e Jardim América. Os demais bairros apresentam efeito reverso, indicando transbordamento, com destaque para o bairro de Fátima que possui o maior nível de transbordamento.

Mapa 36: Efeito Espacial Negativo – Taxa de Roubo – AIS 5



Fonte: elaborado pelos autores.