



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

LUCAS PIMENTEL GOMES DE ARRUDA

**VIOLÊNCIA E FATORES SOCIOECONÔMICOS: UMA ANÁLISE
ECONOMÉTRICA ESPACIAL DOS BAIRROS DE FORTALEZA**

FORTALEZA

2025

LUCAS PIMENTEL GOMES DE ARRUDA

**VIOLÊNCIA E FATORES SOCIOECONÔMICOS: UMA ANÁLISE ECONOMÉTRICA
ESPACIAL DOS BAIRROS DE FORTALEZA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia Profissional, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia. Área de concentração: Economia do setor público.

Orientador: Prof. Dr. Fabrício Carneiro Linhares

FORTALEZA

2025

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)

A818v Arruda, Lucas Pimentel Gomes de.

Violência e fatores socioeconômicos : uma análise econométrica espacial
dos bairros de Fortaleza / Lucas Pimentel Gomes de Arruda. – 2025.

58 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Mestrado Profissional em Economia do Setor Público, Fortaleza, 2025.

Orientação: Prof. Dr. Fabrício Carneiro Linhares.

1. Violência urbana. 2. Criminalidade. 3. Heterogeneidade intraurbana. 4. Econometria espacial.
5. Fortaleza. I. Título.

CDD 330

LUCAS PIMENTEL GOMES DE ARRUDA

**VIOLÊNCIA E FATORES SOCIOECONÔMICOS: UMA ANÁLISE ECONOMÉTRICA
ESPACIAL DOS BAIRROS DE FORTALEZA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia Profissional, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia. Área de concentração: Economia do setor público.

Aprovado em 29/08/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Fabricio Carneiro Linhares (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Leandro De Almeida Rocco (Examinador Interno)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Ricardo Brito Soares (Examinador Interno)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela força e pela saúde concedidas ao longo desta caminhada.

À minha família, que sempre me incentivaram com amor, paciência e apoio incondicional. Ao meu pai, Clodomir de Arruda Coelho (in memoriam), cuja memória permanece como inspiração de dedicação e resiliência.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Fabrício Carneiro Linhares, pela confiança, pela orientação dedicada e pelas valiosas contribuições que possibilitaram o amadurecimento deste trabalho. Aos professores e colegas do Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal do Ceará, pelos debates e pelo aprendizado compartilhado.

Aos familiares e amigos que, de diferentes formas, compreenderam minhas ausências, ofereceram palavras de incentivo e dividiram momentos de descontração necessários ao equilíbrio desta jornada.

A todos os servidores públicos e pesquisadores que, com seu trabalho, contribuem diariamente para a produção de conhecimento e para o aprimoramento das políticas públicas em nosso país.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização desta dissertação.

RESUMO

Este trabalho investiga a relação entre criminalidade e fatores socioeconômicos nos 114 bairros de Fortaleza entre 2010 e 2015, considerando furtos, roubos e homicídios. Define como objetivo central analisar de que modo pobreza, desigualdade de renda, renda per capita, densidade populacional e postos de trabalho influenciam os padrões criminais em escala intraurbana. Aplica técnicas de econometria espacial, com ênfase no modelo de defasagem espacial (SAR), e incorpora heterogeneidade por meio de regimes espaciais definidos via algoritmo REDCAP, que segmenta o território em três clusters contíguos de perfis socioeconômicos distintos. Mostra que os efeitos explicativos não são homogêneos no espaço: a pobreza apresenta impacto robusto e crescente sobre homicídios em áreas de alta vulnerabilidade; a desigualdade eleva roubos em contextos de privação extrema e produz efeitos contraintuitivos sobre homicídios; a renda per capita reduz roubos em bairros pobres e os aumenta em áreas de classe média-baixa; a densidade populacional reduz crimes patrimoniais em configurações específicas; e os postos de trabalho formais, embora desejáveis, podem intensificar roubos em territórios carentes quando o aumento do fluxo urbano não é acompanhado por proteção proporcional. Esses achados confirmam a pertinência da hipótese de heterogeneidade intraurbana e evidenciam limitações de modelos globais com coeficientes constantes. Conclui que políticas públicas de prevenção e segurança devem ser territorialmente orientadas, ajustadas às particularidades de cada cluster, combinando inclusão social, urbanização, policiamento comunitário e fortalecimento da coesão local, de modo a responder de forma eficaz à geografia desigual da violência urbana.

Palavras-chave: Violência urbana. Criminalidade. Heterogeneidade intraurbana. Econometria espacial. Fortaleza.

ABSTRACT

This study investigates the relationship between crime and socioeconomic factors across 114 neighborhoods in Fortaleza from 2010 to 2015, considering thefts, robberies, and homicides. It sets as its main objective to examine how poverty, income inequality, per capita income, population density, and formal employment shape intra-urban crime patterns. It applies spatial econometric techniques, emphasizing the Spatial Autoregressive Model (SAR), and incorporates heterogeneity through spatial regimes defined via the REDCAP algorithm, which segments the city into three contiguous clusters with distinct socioeconomic profiles. The results show that explanatory effects are not spatially homogeneous: poverty exerts a robust and increasing impact on homicides in highly vulnerable areas; inequality raises robberies in contexts of extreme deprivation and produces counterintuitive effects on homicides; per capita income reduces robberies in poor neighborhoods but increases them in lower-middle-class areas; population density reduces property crimes under specific configurations; and formal employment, while desirable, can intensify robberies in deprived territories when rising urban flows are not matched by proportional protection. These findings confirm the relevance of intra-urban heterogeneity and reveal the limitations of global models with constant coefficients. The study concludes that prevention and security policies must be territorially oriented and tailored to each cluster's specificities, combining social inclusion, urban development, community policing, and strengthened local cohesion to address the unequal geography of urban violence effectively.

Keywords: Urban violence. Crime. Intra-urban heterogeneity. Spatial econometrics. Fortaleza.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Comparaçao entre regionalizações espaciais com 2, 3 e 4 clusters	22
Figura 2 – Resultado utilizado na estimação (3 clusters/grupos)	22
Figura 3 – Impacto da pobreza sobre furtos no curto prazo.....	24
Figura 4 – Impacto da pobreza sobre furtos no médio prazo.....	24
Figura 5 – Impacto da pobreza sobre roubos no curto prazo.....	25
Figura 6 – Impacto da pobreza sobre roubos no médio prazo.....	25
Figura 7 – Impacto da pobreza sobre homicídios no curto prazo.....	26
Figura 8 – Impacto da pobreza sobre homicídios no médio prazo.....	27
Figura 9 – Impacto da desigualdade de renda (Gini) sobre furtos no curto prazo.....	28
Figura 10 – Impacto da desigualdade de renda (Gini) sobre furtos no médio prazo.....	28
Figura 11 – Impacto da desigualdade de renda (Gini) sobre roubos no curto prazo.....	29
Figura 12 – Impacto da desigualdade de renda (Gini) sobre roubos no médio prazo.....	30
Figura 13 – Impacto da desigualdade de renda (Gini) sobre homicídios no curto prazo.....	31
Figura 14 – Impacto da desigualdade de renda (Gini) sobre homicídios no médio prazo.....	31
Figura 15 – Impacto da renda per capita sobre furtos no curto prazo.....	33
Figura 16 – Impacto da renda per capita sobre furtos no médio prazo.....	33
Figura 17 – Impacto da renda per capita sobre roubos no curto prazo.....	34
Figura 18 – Impacto da renda per capita sobre roubos no médio prazo.....	35
Figura 19 – Impacto da renda per capita sobre homicídios no curto prazo.....	36
Figura 20 – Impacto da renda per capita sobre homicídios no médio prazo.....	36
Figura 21 – Impacto da densidade populacional sobre furtos no curto prazo.....	38
Figura 22 – Impacto da densidade populacional sobre furtos no médio prazo.....	38
Figura 23 – Impacto da densidade populacional sobre roubos no curto prazo.....	39
Figura 24 – Impacto da densidade populacional sobre roubos no médio prazo.....	39
Figura 25 – Impacto da densidade populacional sobre homicídios no curto prazo.....	40
Figura 26 – Impacto da densidade populacional sobre homicídios no médio prazo.....	41
Figura 27 – Impacto de postos de trabalho sobre furtos no curto prazo.....	42
Figura 28 – Impacto de postos de trabalho sobre furtos no médio prazo.....	43
Figura 29 – Impacto de postos de trabalho sobre roubos no curto prazo.....	44
Figura 30 – Impacto de postos de trabalho sobre roubos no médio prazo.....	44
Figura 31 – Impacto de postos de trabalho sobre homicídios no curto prazo.....	45
Figura 32 – Impacto de postos de trabalho sobre homicídios no médio prazo.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados do teste de razão de verossimilhança (LR Test).....	23
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIS	Áreas Integradas de Segurança
EMPs	Postos de trabalho formais (Empregos)
GDP	Produto Interno Bruto (Gross Domestic Product)
GWR	Geographically Weighted Regression
HDI	Índice de Desenvolvimento Humano (Human Development Index)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
LR Test	Teste de Razão de Verossimilhança (Likelihood Ratio Test)
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
REDCAP	Regionalization with Dynamically Constrained Agglomerative Clustering and Partitioning
SAR	Spatial Autoregressive Model
UPPs	Unidades de Polícia Pacificadora

LISTA DE SÍMBOLOS

- y Vetor de taxas de criminalidade (furtos, roubos, homicídios)
- X Matriz de variáveis explicativas (pobreza, renda, desigualdade, densidade, empregos)
- β Vetor de coeficientes estimados
- W Matriz de pesos espaciais
- ρ Coeficiente de defasagem espacial (spillover)
- ε Termo de erro aleatório
- λ_m Autovalores da matriz de pesos espaciais
- $A(\rho)$ Transformação matricial $I_N - \rho W$
- $\sigma^2 \varepsilon$ Variância dos resíduos

SUMÁRIO

2 REVISÃO DA LITERATURA	13
3 BASE DE DADOS	16
4 METODOLOGIA.....	17
5.RESULTADOS E INTERPRETAÇÃO À LUZ DAS.....	24
TEORIAS CRIMINOLÓGICAS	
5.1 Resultados do Modelo Espacial Tradicional (Global) e Regionalização Espacial com REDCAP	21
5.2 Modelo Espacial Heterogêneo: Efeitos por Variável	23
6. CONCLUSÃO.....	49
APÊNDICE - RESULTADOS	54
Model Espacial Tradicional.....	54
Model Espacial Heterogêno.....	55

1 INTRODUÇÃO

A relação entre criminalidade, violência e condições socioeconômicas é um tema central nas ciências sociais aplicadas. Estudos clássicos e contemporâneos indicam que regiões marcadas por pobreza, desigualdade de renda, baixa escolaridade e estruturas urbanas precárias tendem a apresentar maiores níveis de criminalidade. Teorias como a da desorganização social (Shaw & McKay, 1942), das atividades rotineiras (Cohen & Felson, 1979) e da eficácia coletiva (Sampson et al., 1997) sustentam que fatores contextuais, como a fragilidade dos vínculos sociais e a ausência de controle informal, contribuem decisivamente para a incidência de crimes em áreas urbanas vulneráveis.

Evidências empíricas internacionais e nacionais confirmam essas associações, embora com intensidades variadas conforme o contexto analisado. No entanto, parte da literatura ainda enfrenta dois desafios metodológicos: a suposição de homogeneidade espacial dos efeitos (a ideia de que as relações entre as variáveis são constantes no espaço) e a negligência da autocorrelação espacial (a influência entre bairros vizinhos). Esses problemas podem gerar vieses substantivos nas inferências sobre os determinantes da criminalidade urbana.

Diante desse panorama, este estudo investiga a associação entre diferentes formas de violência (furtos, roubos e homicídios) e indicadores socioeconômicos e demográficos no contexto intraurbano de Fortaleza. A cidade configura-se como um relevante laboratório empírico, pois figura entre as capitais brasileiras com as maiores taxas de homicídio (IPEA, 2019), ao mesmo tempo em que exibe elevada desigualdade social e forte fragmentação territorial. Ao adotar uma granularidade espacial refinada no nível de bairros, a pesquisa explora a variação espacial nas relações entre criminalidade e seus condicionantes.

Para superar os desafios metodológicos, a dissertação adota uma abordagem quantitativa com base em técnicas de econometria espacial. A estrutura empírica inclui a estimação de modelos SAR (Spatial Autoregressive Model), que captam a dependência espacial entre bairros adjacentes, e um modelo com regimes espaciais, que permite coeficientes diferenciados conforme agrupamentos regionais. Esses grupos foram definidos por meio do algoritmo RED-CAP (Regionalization with Dynamically Constrained Agglomerative Clustering and Partitioning), que forma clusters contíguos com características socioeconômicas semelhantes.

A escolha deste tema preenche duas lacunas principais na literatura: a escassez de estudos empíricos que considerem explicitamente a heterogeneidade intraurbana na relação entre fatores socioeconômicos e criminalidade, e a ausência de aplicações sistemáticas de modelos

de regimes espaciais em cidades brasileiras. Ao se basear em dados agregados no nível de bairros e aplicar métodos de segmentação espacial combinados com a estimativa econométrica, este estudo contribui de forma inédita para a compreensão dos determinantes locais da violência.

Além da contribuição teórica e metodológica, o estudo tem a finalidade de gerar subsídios importantes para políticas públicas mais eficazes no combate à violência urbana. Estrelatégias territoriais específicas, orientadas pelos padrões revelados na análise, podem aumentar a eficácia de intervenções em segurança pública e planejamento urbano.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A literatura criminológica apresenta diferentes teorias para explicar a ocorrência e distribuição espacial da criminalidade, muitas das quais se relacionam diretamente com fatores socioeconômicos e estruturais do ambiente urbano. A ênfase nas condições locais reflete uma mudança do foco individual para o foco comunitário e ambiental.

A teoria da desorganização social, desenvolvida por Shaw e McKay (1942), argumenta que bairros marcados por pobreza, mobilidade residencial elevada e heterogeneidade populacional possuem baixo nível de coesão social, o que reduz sua capacidade de controle informal do comportamento. Sampson, Raudenbush e Earls (1997) ampliam essa perspectiva ao introduzir o conceito de eficácia coletiva, definido como a combinação entre laços sociais e a disposição da comunidade para agir em prol do bem comum. Ambos os modelos destacam que o ambiente urbano molda o comportamento criminal, independentemente das características individuais.

Em complemento, a teoria das atividades rotineiras (Cohen & Felson, 1979) propõe que o crime ocorre na interseção entre um infrator motivado, um alvo adequado e a ausência de um guardião eficaz. Essa teoria é central para entender como a organização espacial das rotinas urbanas, o uso dos espaços públicos e o fluxo de pessoas contribuem para a incidência criminal. Outra perspectiva relevante é a hipótese da privação relativa, originalmente associada à teoria da anomia de Merton (1938) e posteriormente aprofundada na teoria geral da tensão de Agnew (1992). Essa abordagem parte da ideia de que indivíduos não avaliam sua condição apenas em termos absolutos, mas em comparação com outros grupos sociais em seu entorno. Quanto maior a percepção de desvantagem relativa, maior o potencial de frustração, insatisfação e tensão social, fatores que podem estimular comportamentos desviantes ou criminosos.

Além dessas interpretações, outras abordagens também oferecem contribuições relevantes. A teoria da escolha racional (Ehrlich, 1973) assume que o agente delinquente pondera custos e benefícios antes de cometer um crime. Já a teoria das janelas quebradas (Wilson & Kelling, 1982) sugere que sinais de desordem urbana, como vandalismo e abandono, incentivavam o cometimento de delitos mais graves. Assim, observa-se que diferentes perspectivas, ainda que distintas em sua ênfase, convergem ao destacar a influência do ambiente social e urbano na dinâmica criminal.

Diversos estudos internacionais validam as relações entre condições socioeconômicas e criminalidade. Fajnzylber, Lederman e Loayza (2002) demonstram que a desigualdade de

renda está positivamente associada à criminalidade violenta na América Latina. Lochner e Moretti (2004) mostram que maiores níveis de escolaridade reduzem a propensão ao crime nos Estados Unidos.

No Brasil, vários trabalhos confirmam a relação entre criminalidade e fatores socioeconômicos. Cerqueira et al. (2019) e Waiselfisz (2016) destacam que jovens negros, pobres e residentes em áreas periféricas concentram as maiores taxas de vitimização. Gama e Scorza-fave (2014) analisam a relação entre criminalidade no entorno das escolas e a proficiência escolar de alunos do ensino fundamental em São Paulo, evidenciando que a escolaridade pode atuar como fator protetivo, reduzindo a probabilidade de envolvimento com atividades criminosas. De Mello e Schneider (2010) analisam o impacto da criminalidade sobre os preços dos imóveis, evidenciando seus efeitos sociais e econômicos.

Apesar dessas contribuições, poucos estudos nacionais incorporam formalmente os conceitos de heterogeneidade espacial ou aplicam modelos com regimes diferenciados. A maioria das análises ainda assume que os efeitos explicativos são constantes ao longo do território urbano, o que limita a compreensão das dinâmicas locais da violência.

Nesse cenário, Fortaleza tem sido objeto de pesquisas que relacionam vulnerabilidade social e criminalidade letal. Oliveira et al. (2020) identificaram que os homicídios se concentram em bairros periféricos com baixos índices de desenvolvimento humano. Outros estudos apontam que a fragmentação urbana e a segregação residencial agravam a exposição à violência, especialmente em territórios marcados pela ausência do Estado. Ainda assim, há escassez de estudos que apliquem formalmente modelos econométricos espaciais com segmentação intraurbana em Fortaleza, o que reforça a pertinência da abordagem adotada neste trabalho.

Paralelamente a esses debates substantivos, a literatura metodológica também avançou. Brunsdon, Fotheringham e Charlton (1996) propuseram a Regressão Ponderada Geograficamente (GWR), que permite estimar relações espaciais não estacionárias. Nakaya et al. (2005) e Wheeler (2011) aplicaram essa abordagem para revelar que os determinantes da criminalidade variam conforme o local, apontando para a necessidade de modelos mais flexíveis. Mais recentemente, estudos como os de Weisburd et al. (2012) evidenciaram a concentração de crimes em microterritórios específicos, chamados "hot spots", destacando a relevância da escala espacial na análise da violência urbana.

A incorporação de métodos quantitativos espaciais tem ampliado de forma significativa a capacidade analítica da criminologia empírica. Anselin (1988, 2010) introduziu conceitos fundamentais sobre autocorrelação espacial, defendendo o uso de modelos como o SAR (Spatial Autoregressive Model) para captar efeitos de dependência entre unidades geográficas

vizinhas — os chamados efeitos de vizinhança. Esses modelos reconhecem que os fenômenos urbanos não estão distribuídos aleatoriamente no espaço e que as condições de um bairro podem afetar diretamente seus vizinhos.

Avanços recentes permitiram ir além da autocorrelação, incorporando também a heterogeneidade espacial, ou seja, a possibilidade de que os efeitos das variáveis explicativas não sejam constantes no território. Modelos com regimes espaciais, como os desenvolvidos por Arraiz, Drukker e Kelejian (2010), Aquaro et al. (2020) e Piras & Sarrias (2023), permitem estimar coeficientes diferenciados para diferentes agrupamentos regionais. Essa abordagem capta estruturas latentes de associação entre variáveis, revelando padrões locais que modelos globais não conseguem detectar. Nesse contexto, técnicas de regionalização como o algoritmo REDCAP (Guo, 2008) se tornaram ferramentas valiosas para segmentar territórios contíguos com base em critérios socioeconômicos.

A literatura internacional tem reforçado que a criminalidade urbana não é apenas influenciada por fatores socioeconômicos médios, mas também por padrões espaciais irregulares, presença ou ausência de Estado, e níveis variados de coesão social (Sampson, 2012; Weisburd et al., 2012). Esse quadro resulta em heterogeneidade intraurbana, em que bairros vizinhos podem responder de maneira muito distinta aos mesmos estímulos sociais ou econômicos. No Brasil, embora haja crescente reconhecimento das desigualdades territoriais na criminalidade urbana — como apontam estudos de Oliveira et al. (2020) e Cerqueira et al. (2019) —, ainda são raras as pesquisas que aplicam modelos econométricos espaciais com segmentação formal, capazes de captar a heterogeneidade intraurbana de forma sistemática.

Dessa forma ao adotar um modelo SAR com regimes espaciais definidos por meio do algoritmo REDCAP, esta dissertação avança metodologicamente ao identificar estruturas territoriais endógenas que modulam a relação entre fatores socioeconômicos e criminalidade. Essa proposta reforça a importância de tratar a violência como um fenômeno espacialmente desigual, e contribui de forma original para o campo da criminologia urbana no Brasil, ao combinar teoria criminológica clássica com métodos espaciais contemporâneos.

3 BASE DE DADOS

A base de dados utilizada neste estudo contempla informações agregadas para os 114 bairros de Fortaleza, abrangendo o período de 2010 a 2015. As variáveis estão organizadas a partir de uma unidade espacial detalhada (bairros), permitindo uma análise quantitativa com enfoque espacial.

As variáveis dependentes representam taxas de criminalidade por bairro, classificadas em três categorias: furtos (yf), roubos (yr) e homicídios (yh). Para cada tipo de crime foram consideradas duas especificações distintas, que refletem a variação no tempo: (i) yf1, yr1, yh1: variação em no curto prazo (2011-2012); (ii) yf2, yr2, yh2: variação no médio prazo (2011-2015).

As variáveis explicativas selecionadas com base na literatura e na disponibilidade de dados foram: proporção de famílias com renda domiciliar abaixo da linha da pobreza, desigualdade de renda (índice de Gini), renda per capita do bairro, densidade populacional e número de postos de trabalho formais.

As fontes de dados utilizadas para compor as variáveis socioeconômicas e criminais são de uso sigiloso e foram disponibilizadas exclusivamente para a presente pesquisa sob a supervisão do orientador.

Foi realizada uma análise exploratória da distribuição espacial dos indicadores de criminalidade e das variáveis explicativas. Essa etapa foi essencial para embasar a aplicação dos modelos espaciais e justificar a escolha por metodologias que consideram a heterogeneidade entre regiões urbanas adjacentes.

4 METODOLOGIA

Esta pesquisa adota uma abordagem quantitativa fundamentada em técnicas de econometria espacial, com o objetivo de investigar os fatores socioeconômicos associados à criminalidade nos 114 bairros de Fortaleza no período de 2010 a 2015. O principal diferencial metodológico consiste na incorporação explícita da heterogeneidade espacial, partindo do reconhecimento de que os bairros da capital cearense apresentam realidades sociais distintas. Dessa forma, rejeita-se a hipótese de homogeneidade espacial dos coeficientes explicativos, usualmente assumida nos modelos tradicionais.

A análise foi conduzida em etapas sequenciais, permitindo captar (i) a dependência espacial das taxas de crime e (ii) a variação dos efeitos explicativos entre grupos de bairros a priori semelhantes.

O ponto de partida é o modelo de defasagem espacial (SAR - Spatial Autoregressive Model), amplamente utilizado na literatura criminológica por sua capacidade de incorporar efeitos de difusão geográfica (Anselin, 1988; Baller et al., 2001). Para cada indicador de violência, o modelo básico é representado por:

$$\Delta y = \rho W \Delta y + X\beta + \varepsilon \quad (1)$$

em que:

- Δy é o vetor ($N \times 1$) com as variações proporcionais nas taxas de furtos, roubos ou homicídios;
- X inclui as variáveis explicativas (renda, pobreza, desigualdade, densidade populacional, empregos) e a taxa inicial do respectivo crime (ano-base 2010);
- β é o vetor de coeficientes das variáveis explicativas;
- W é a matriz de pesos espaciais, que expressa a influência dos bairros vizinhos;
- ρ representa a intensidade do efeito espacial entre bairros (spillover);
- ε é o termo de erro aleatório.

A estrutura temporal considera duas janelas: curto prazo (2011–2012) e médio prazo (2011–2015). O uso das covariáveis de 2010 tem como objetivo mitigar problemas de endogeneidade, alinhando-se à estratégia de modelos de convergência em crescimento econômico (Barro & Sala-i-Martin, 1995).

A matriz W é construída com base nas coordenadas dos centroides dos bairros. Para cada área i , são identificados os quatro bairros mais próximos com base na menor distância euclidiana:

$$N_i = \{j : d_{ij} \text{ é um dos 4 menores valores}\}, i \neq j, \quad (2)$$

onde d_{ij} é a distância entre os bairros i e j .

Define-se em seguida a matriz binária de adjacência B , onde cada um de seus elementos é:

$$B_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{se } j \in N_i, \\ 0, & \text{caso contrário.} \end{cases} \quad (3)$$

A padronização linha-a-linha de B produz

$$W_{ij} = \begin{cases} \frac{B_{ij}}{\sum_{j=1}^N B_{ij}}, & \text{se } B_{ij} > 0, \\ 0, & \text{se } B_{ij} = 0. \end{cases} \quad (4)$$

Como cada N_i contém, em regra, quatro membros, tem-se

$$W_{ij} = \begin{cases} \frac{1}{4}, & \text{se } j \in N_i, \\ 0, & \text{se } j \notin N_i. \end{cases} \quad (5)$$

Esse procedimento garante que W seja row-stochastic, condição que facilita a interpretação de ρ e o cálculo dos impactos espaciais (LeSage & Pace 2009).

A estimativa segue o esquema de máxima verossimilhança clássico de Cliff & Ord (1981). Definindo-se $A(\rho) = I - N\rho W$ e $\varepsilon = A(\rho)\Delta y - X\beta$, a log-verossimilhança é

$$L(\rho, \beta, \sigma_\varepsilon^2) = [-N/2 \log(2\pi\sigma_\varepsilon^2)] - 1/(2\sigma_\varepsilon^2) \varepsilon' \varepsilon + \log(\det(A(\rho))), \quad (6)$$

em que:

$\det(A(\rho)) = \prod_m m(1 - \rho\lambda_m)$ funciona como jacobiano de transformação de Ord. A maximização analítica em β e σ_ε^2 conduz a uma função concentrada dependente apenas de ρ , cuja otimização numérica é realizada após o pré-cálculo dos autovalores λ_m . Sob regularidade, os estimadores $(\hat{\rho}, \hat{\beta})$ são consistentes e assintoticamente normais (LeSage & Pace 2009).

Uma das hipóteses implícitas ao modelo apresentado na equação (1) é a constância espacial dos parâmetros de autocorrelação (ρ) e dos coeficientes que relacionam criminalidade e fatores socioeconômicos (β). Todavia, fatores não observados podem gerar instabilidades espaciais, resultando na variação dos coeficientes entre diferentes unidades territoriais. Esse fenômeno, denominado heterogeneidade espacial, caracteriza-se por alterações nas relações entre distintas unidades geográficas devido a “instabilidades espaciais”, conforme destacado por Anselin (2010).

Em termos práticos, modelos de spatial regimes permitem que os parâmetros mudem conforme grupos de observações, denominados regimes. Estimar um parâmetro ρ_i e um vetor β_i para cada um dos N bairros exigiria $N+NK$ parâmetros, solução inviável para seções

transversais de pequena dimensão. Essa abordagem é possível, por exemplo, somente em países com T>>NT, conforme descrito em Aquaro et al. (2020).

Como compromisso entre flexibilidade e parcimônia, este estudo emprega a extensão de regimes espaciais do modelo (1), permitindo que os parâmetros variem entre três clusters de bairros. A escolha de $\kappa = 3$ preserva graus de liberdade adequados e mantém interpretações substantivas. O modelo empírico resultante pode ser escrito em forma blocada por

$$\begin{bmatrix} \Delta y_1 \\ \Delta y_2 \\ \Delta y_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} W_1 & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & W_2 & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & W_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta y_1 & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \Delta y_2 & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \Delta y_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \rho_1 \\ \rho_2 \\ \rho_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_1 & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & X_2 & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & X_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \end{bmatrix}, \quad (7)$$

ou, de modo compacto,

$$\Delta y = W \Delta y \rho + X \beta + \varepsilon, \quad (8)$$

em que Δy_c , X_c , W_c , ρ_c , e β_c são, respectivamente, o vetor dependente, a matriz de covariáveis, a matriz de pesos espaciais e os parâmetros restritos ao cluster c ($c=1,2,3$). Como os regimes são definidos exogenamente, a estimativa por máxima verossimilhança preserva a estrutura descrita acima, apenas ajustando a matriz de variâncias para permitir heterogeneidade em ε . Procedimentos detalhados podem ser consultados em Arraiz, Drukker e Kelejian (2010), Bivand e Piras (2015) e Piras e Sarrias (2023).

A identificação desses regimes não é trivial. Anselin e Amaral (2024) salientam que, embora a estimação de regressões com coeficientes espaciais heterogêneos seja bem estabelecida, a determinação dos regimes permanece assunto aberto. Três abordagens predominam: regimes exógenos (delimitados por fronteiras administrativas), regimes derivados por procedimentos data-driven (por exemplo, agrupamentos espaciais) e modelos que determinam simultaneamente coeficientes e regimes.

A primeira alternativa não se mostra adequada aqui, pois dividir Fortaleza nas dez áreas policiais oficiais (AIS) resultaria em grupos com poucos bairros e perda de poder estatístico; a terceira exigiria volumosa informação georreferenciada além do escopo deste trabalho. Opta-se, portanto, pela segunda via: definir três clusters contíguos por meio do algoritmo REDCAP, assegurando coerência espacial e homogeneidade interna em termos do Índice de Desenvolvimento Humano (HDI).

O método REDCAP (Regionalization with Dynamically Constrained Agglomerative Clustering and Partitioning; Guo 2008) executa fusões hierárquicas sucessivas, unindo, a cada iteração, os dois agregados adjacentes mais semelhantes desde que o novo grupo preserve

contiguidade. Utilizamos o critério de ligação média aplicado ao vetor padronizado $z_i = HDI_i - \overline{HDI}/\sigma_{HDI}$. O sistema de vizinhança poligonal forma um grafo não direcionado

$$\mathbf{g} = (\Omega, \Theta), \Omega = \{\mathbf{1}, \mathbf{2}, \dots, N\}, \Theta = \{(i, j) : i \neq j\}, \quad (9)$$

onde $i \neq j$ indica compartilhamento de fronteira.

Dados κ clusters, procura-se a partição $\{c_1, \dots, c_\kappa\}$ que minimize o critério de ligação média (REDCAP-Average),

$$\Pi(c_p, c_q) = \frac{1}{|c_p||c_q|} \sum_{i \in c_p} \sum_{j \in c_q} \|z_i - z_j\|^2, \quad (10)$$

garantindo conexidade dentro de cada c_r . O algoritmo devolve um vetor de rótulos que classifica os bairros em três grupos contíguos e internamente homogêneos quanto ao HDI.

Finalmente, avalia-se a significância da modelagem com regimes por meio de um teste de razão de verossimilhança do tipo Chow espacial, que compara o log-verossímil do modelo heterogêneo (equação 7) com o do modelo homogêneo (equação 1). Rejeitar a hipótese nula de igualdade de coeficientes indica que a segmentação espacial produz ganhos explicativos substantivos para o estudo da criminalidade em Fortaleza.

5. RESULTADOS E INTERPRETAÇÃO À LUZ DAS TEORIAS CRIMINOLÓGICAS

5.1 Resultados do Modelo Espacial Tradicional (Global) e Regionalização Espacial com REDCAP

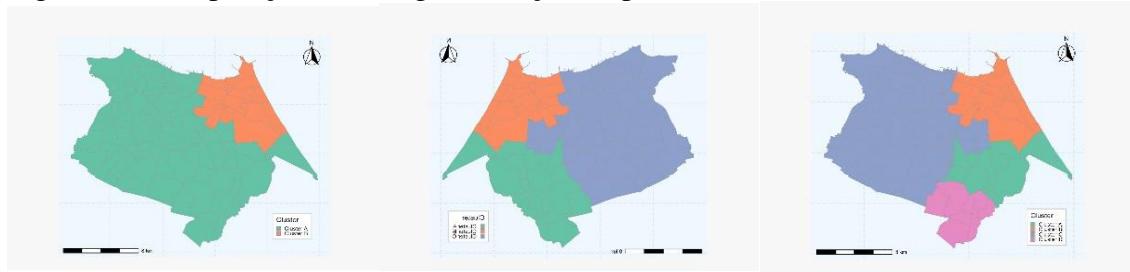
A primeira etapa empírica consistiu na estimação de modelos espaciais tradicionais (Spatial Lag Model), aplicados aos 114 bairros de Fortaleza. As regressões foram realizadas separadamente para furtos (yf), roubos (yr) e homicídios (yh), com duas especificações temporais para cada tipo de crime (variação no curto e no médio prazo). Os modelos incluíram as seguintes variáveis explicativas: proporção de famílias pobres (Poor), índice de Gini (Gini), renda per capita (Inc), densidade populacional (Dens) e postos de trabalho (EMP).

Os resultados globais indicaram que a variável pobreza tem efeito negativo e estatisticamente significativo sobre furtos e efeito positivo e estatisticamente significativo sobre homicídios, enquanto a densidade populacional está negativamente associada a roubos. No entanto, as magnitudes dos coeficientes são limitadas, e os sinais de algumas variáveis se mostraram inconsistentes entre os modelos.

Esse achado dialogam com diferentes teorias criminológicas. A teoria da escolha racional ajuda a interpretar a relação entre pobreza e crimes patrimoniais, sugerindo que o aumento da pobreza pode reduzir a atratividade dos furtos em contextos onde os custos superam os benefícios percebidos. Já a teoria das atividades rotineiras sustenta que a presença de "guardiões" e a organização dos espaços urbanos influenciam a ocorrência de crimes, o que contribui para explicar o efeito negativo da densidade populacional sobre roubos. A aparente ineeficácia do modelo tradicional em capturar a heterogeneidade espacial reforça a necessidade de uma abordagem metodológica mais flexível e adaptada à realidade intraurbana.

Para captar essa heterogeneidade, foi utilizado o algoritmo REDCAP (*Regionalization with Dynamically Constrained Agglomerative Clustering and Partitioning*), que assegura simultaneamente homogeneidade interna e contiguidade espacial entre as áreas agrupadas. O atributo de similaridade adotado foi o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), permitindo a formação de clusters que reúnem bairros contíguos e com perfis relativamente próximos de desenvolvimento humano. A Figura 1 apresenta os mapas com essas divisões.

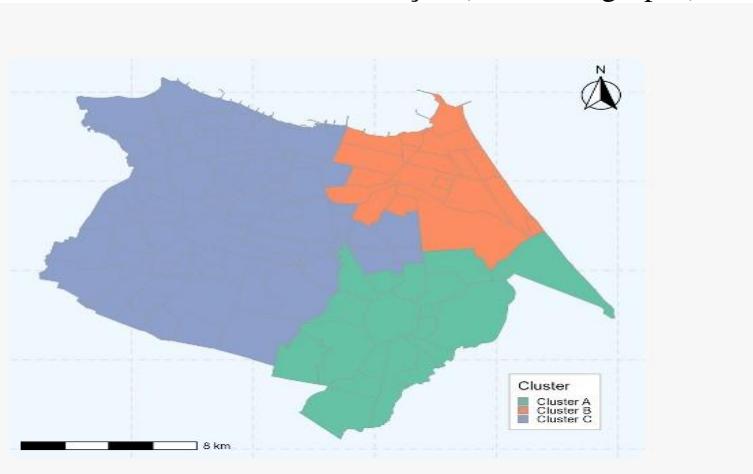
Figura 1 – Comparação entre regionalizações espaciais com 2, 3 e 4 clusters



Fonte: elaborado pelo autor.

A divisão em três grupos ($K=3$) foi adotada por apresentar o melhor equilíbrio entre coerência espacial e diferenciação interna, conforme ilustrado na Figura 2, que mostra o resultado utilizado na estimativa.

Figura 2 – Resultado utilizado na estimativa (3 clusters/grupos)



Fonte: elaborado pelo autor.

É importante destacar que os grupos não foram definidos a partir da renda média ou de qualquer variável isolada, mas sim por um processo de agrupamento multivariado baseado no IDH. Ainda assim, ao observar a localização territorial e os níveis médios de IDH, é possível caracterizar de forma geral cada cluster:

- **Grupo 1 (região oeste):** reúne bairros com menor IDH relativo, marcados por maior vulnerabilidade socioeconômica e carências estruturais.
- **Grupo 2 (região norte/nordeste):** concentra bairros centrais e litorâneos, com maior IDH, melhor infraestrutura urbana e maior presença de serviços privados e institucionais de proteção.

- **Grupo 3 (região sul/sudeste):** formado por bairros de nível intermediário de IDH, com condições mistas — situados entre a vulnerabilidade acentuada do Grupo 1 e as melhores condições do Grupo 2.

Essa caracterização fornece um pano de fundo interpretativo que ajuda a compreender por que os efeitos das variáveis explicativas se manifestam de forma diferenciada entre os clusters. Assim, a regionalização espacial constitui não apenas um recurso metodológico, mas também um instrumento para reconhecer a diversidade territorial de Fortaleza e situar a análise dos resultados em um contexto urbano concreto.

A validade estatística do modelo com segmentação espacial foi avaliada por meio do Teste de Razão de Verossimilhança (LR Test). Os resultados (tabela abaixo) confirmaram que o modelo heterogêneo apresenta desempenho estatisticamente superior ao modelo tradicional em todas as seis especificações (yf1, yf2, yr1, yr2, yh1, yh2), com valores de p inferiores a 0,05.

Tabela 1 – Resultado do Teste de Razão de Verossimilhança (LR Test)

Modelo	LR Statistic	df	P_value
yf1	22.697	12	0.03
yf2	23.128	12	0.0270
yr1	46.612	12	0.0
yr2	42.037	12	0.0
yh1	24.413	12	0.018
yh2	28.363	12	0.005

Fonte: elaborada pelo autor.

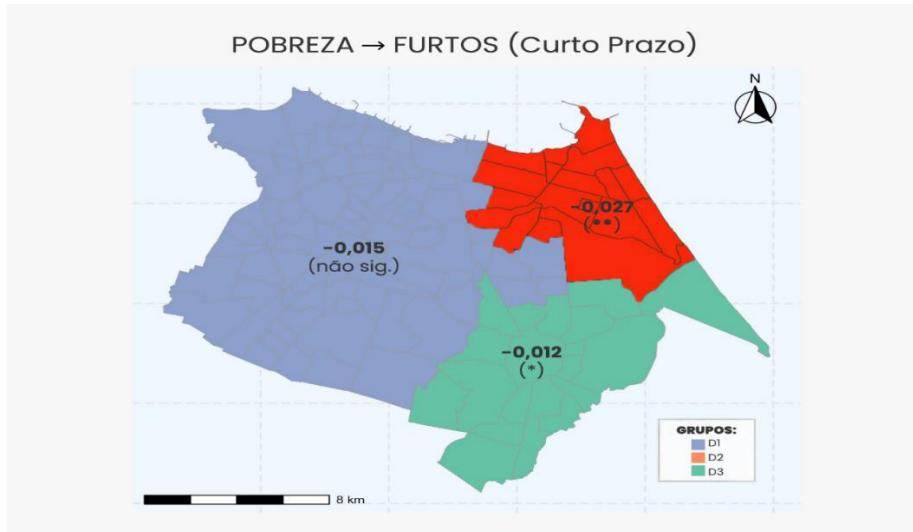
Esses achados fortalecem a suposição teórica de que a criminalidade urbana não é homogênea no espaço. O uso de modelos que incorporam heterogeneidade espacial permite captar padrões complexos que seriam ocultados em uma abordagem global. Além disso, esses resultados são coerentes com os princípios da criminologia do lugar (Weisburd et al., 2012), ao reconhecer que a concentração, persistência e variabilidade dos fatores explicativos ocorrem de forma desigual no território urbano.

5.2 Modelo Espacial Heterogêneo: Efeitos por Variável

A análise detalhada dos efeitos das variáveis explicativas começou pela pobreza, que apresentou impactos distintos sobre os crimes, dependendo do tipo de delito, do grupo de

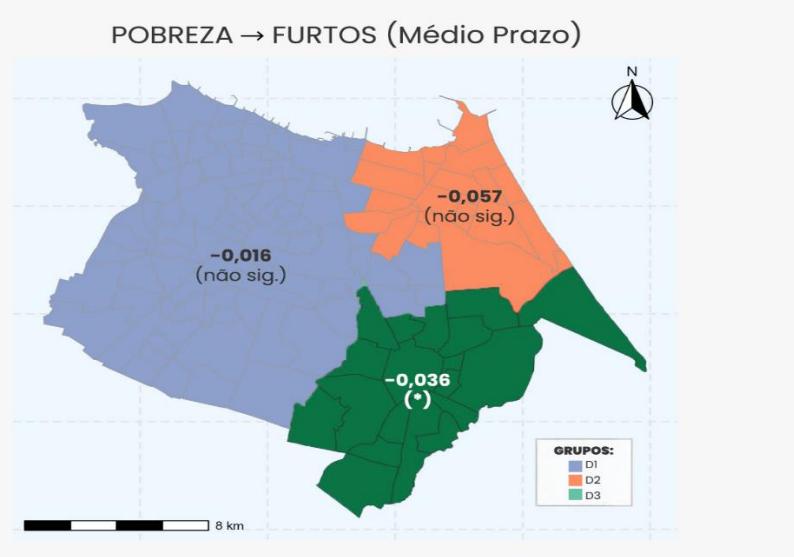
bairros e do intervalo temporal considerado (curto ou médio prazo). Os resultados revelam heterogeneidade espacial e temporal dos impactos, alinhando-se ao perfil socioeconômico de cada grupo:

Figura 3 – Resultado impacto da pobreza sobre furtos no curto prazo



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 4 – Resultado impacto da pobreza sobre furtos no médio prazo



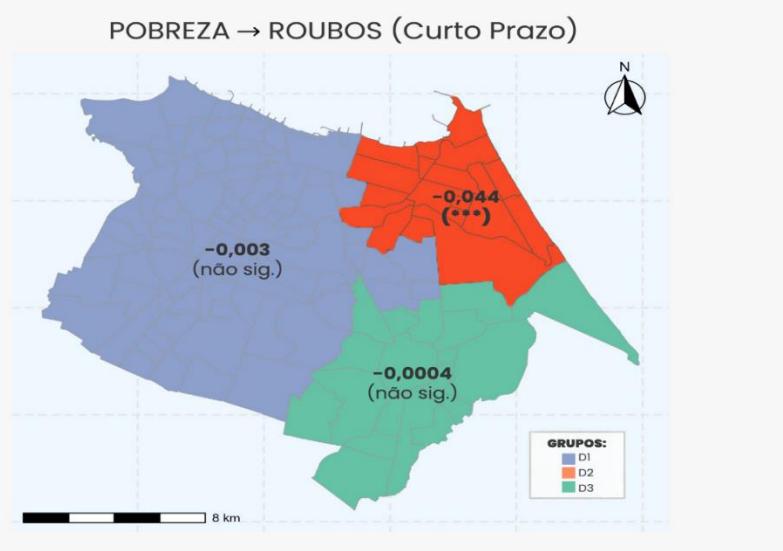
Fonte: elaborado pelo autor.

Nos furtos, observou-se que no Grupo 1 (região oeste), os coeficientes foram negativos e não significativos tanto no curto prazo (2011–2012) quanto no médio prazo (2011–2015), sugerindo que os níveis de pobreza nesses bairros não alteram substancialmente as taxas de furtos, possivelmente devido à já limitada atratividade patrimonial e à escassez de oportunidades de subtração, em consonância com a teoria da escolha racional.

No Grupo 2 (região norte/nordeste), a pobreza apresentou efeito negativo e significativo no curto prazo, que se intensificou no médio prazo, embora sem significância estatística, indicando que medidas defensivas iniciais e reorganização das rotinas podem ter efeito temporário, mas tornam-se incertas ao longo do tempo.

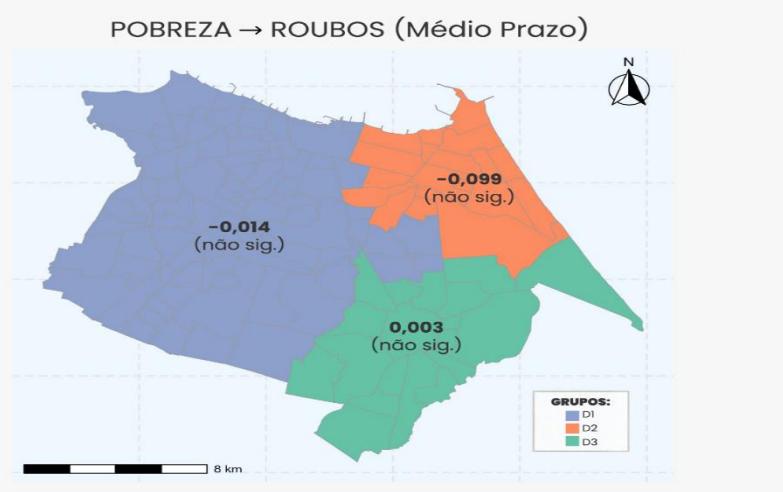
No Grupo 3 (região sul/sudeste), os coeficientes foram negativos e marginalmente significativos, sugerindo uma associação persistente, porém moderada, entre níveis de pobreza e queda dos furtos. O padrão pode refletir a perda gradual de atratividade patrimonial à medida que os bairros apresentam maior vulnerabilidade socioeconômica, mas os níveis de significância exigem cautela interpretativa

Figura 5 – Resultado impacto da pobreza sobre roubos no curto prazo



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 6 – Resultado impacto da pobreza sobre roubos no médio prazo



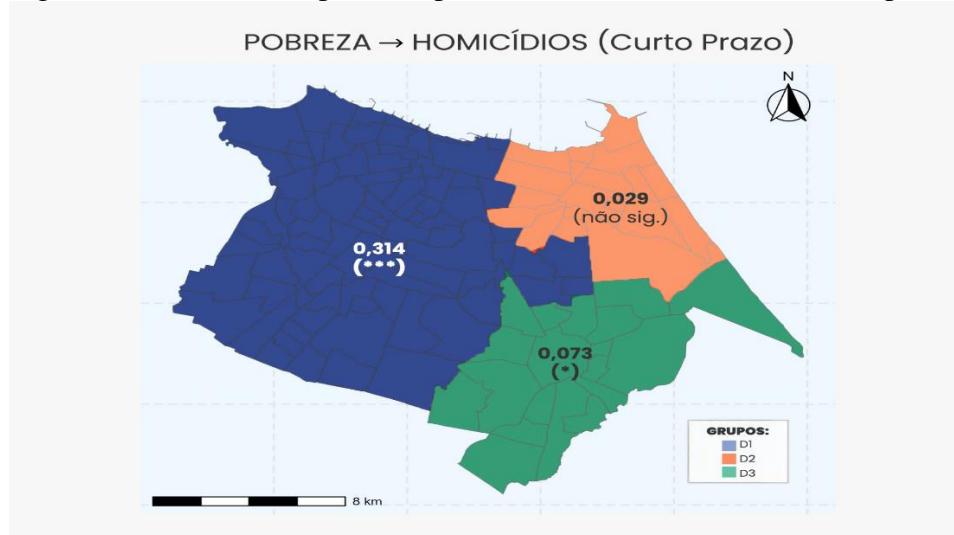
Fonte: elaborado pelo autor.

Quanto aos roubos, padrões semelhantes foram observados: no Grupo 1 (região oeste), os coeficientes foram negativos e não significativos em ambos os períodos de tempo, sugerindo que os níveis de pobreza nesses bairros não apresentam associação estatisticamente robusta com as taxas de roubos. Assim como nos furtos, esse padrão pode refletir a baixa atratividade econômica desses territórios para crimes patrimoniais, onde a escassez de alvos de valor reduz as oportunidades para esse tipo de delito – em linha com a teoria da escolha racional.

O Grupo 2 (região norte/nordeste) apresentou efeito negativo e significativo no curto prazo (2011–2012). No período acumulado até 2015, o coeficiente se manteve negativo, porém perdeu significância estatística. Esse comportamento indica que a associação entre níveis de pobreza e roubos em D2 foi mais clara e intensa logo após 2010, mas tornou-se incerta no médio prazo, possivelmente em razão de ajustes da dinâmica criminal e reorganização espacial dos delitos ao longo do tempo.

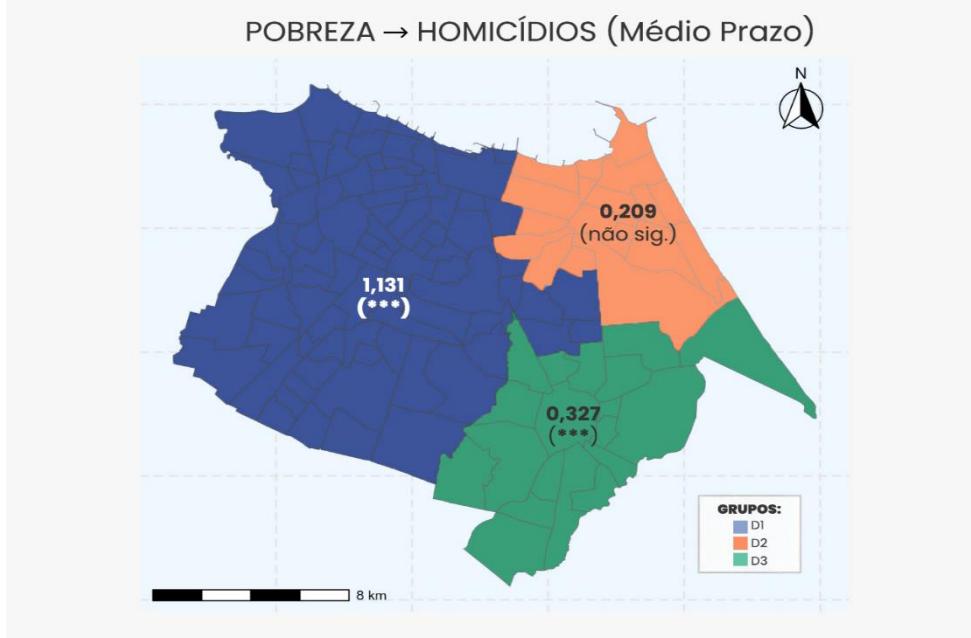
O Grupo 3 (região sul/sudeste) apresentou coeficiente negativo e estatisticamente não significativo no curto prazo (2011–2012), sugerindo uma associação inicial entre níveis de pobreza e queda dos roubos nesses bairros. No entanto, no médio prazo (2011–2015), o sinal se tornou positivo, também sem significância estatística, indicando que essa relação inicial não se sustentou ao longo do tempo e pode até ter se revertido parcialmente. Essa inversão sugere que, após um efeito imediato de retração, a dinâmica criminal pode ter se redistribuído e passado a atingir também as áreas do Grupo 3 (região sul/sudeste) no horizonte de 5 anos, exigindo cautela interpretativa.

Figura 7 – Resultado impacto da pobreza sobre homicídios no curto prazo



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 8 – Resultado impacto da pobreza sobre homicídios no médio prazo



Fonte: elaborado pelo autor.

Para os homicídios, a pobreza teve impacto positivo e altamente significativo no Grupo 1 em ambos os períodos, com coeficiente crescendo de 0,314* para 1,131*, sugerindo escalada da violência letal em contextos de vulnerabilidade socioeconômica, em linha com a teoria da desorganização social e a hipótese de desordem acumulada proposta pela teoria das janelas quebradas.

No Grupo 2 (região norte/nordeste), os coeficientes foram positivos, porém estatisticamente não significativos em ambos os períodos. Isso reforça a ideia de que a violência letal não é sensível aos níveis de pobreza em na área central da cidade, possivelmente em razão da maior segregação residencial, presença de segurança privada e menor exposição a contextos de vulnerabilidade social.

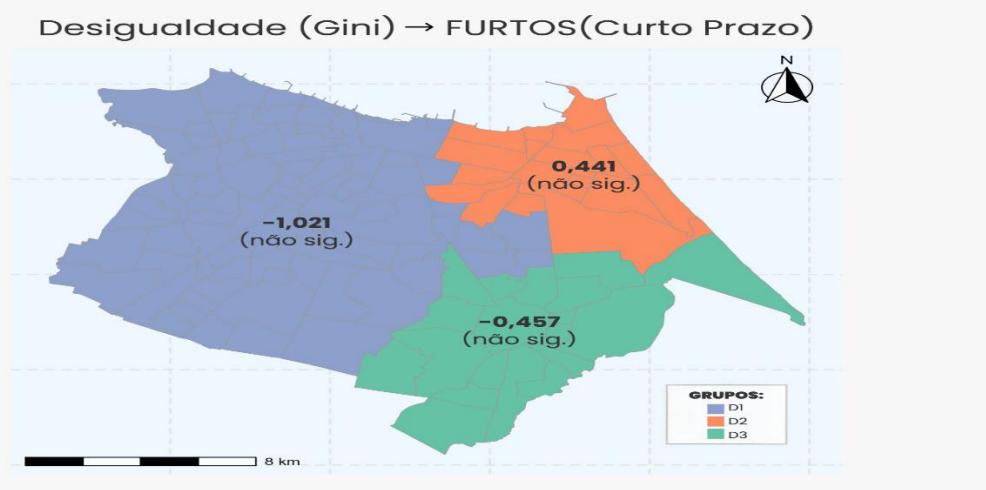
O Grupo 3 (região sul/sudeste) apresentou padrão semelhante ao de D1, porém menos intenso: os homicídios tiveram coeficiente positivo e marginalmente significativo no curto prazo (0.073*), tornando-se estatisticamente significativo no médio prazo (0.327***). Esse comportamento sugere um agravamento progressivo da violência letal em contextos de Grupo 3 (região sul/sudeste) à medida que se inserem em condições de maior vulnerabilidade, reforçando a leitura de uma dinâmica cumulativa ao longo de cinco anos.

Os resultados confirmam que a pobreza exerce papel decisivo sobre a violência letal em Fortaleza, especialmente nos bairros do Grupo 1 (região oeste), onde o impacto foi positivo e robusto sobre homicídios. Esse padrão é coerente com a teoria da desorganização social (Shaw

& McKay, 1942; Sampson, 2012) e com achados recentes em contextos brasileiros (Oliveira et al., 2020). Já nos grupos com maior desenvolvimento humano, os efeitos foram negativos ou incertos sobre crimes patrimoniais, o que dialoga com a teoria da escolha racional (Ehrlich, 1973), segundo a qual a prática criminal depende da avaliação custo–benefício e da atratividade de alvos. Assim, a literatura sustenta que a pobreza não afeta todos os crimes da mesma forma e que seus impactos variam territorialmente, em linha com a heterogeneidade espacial observada nesta dissertação.

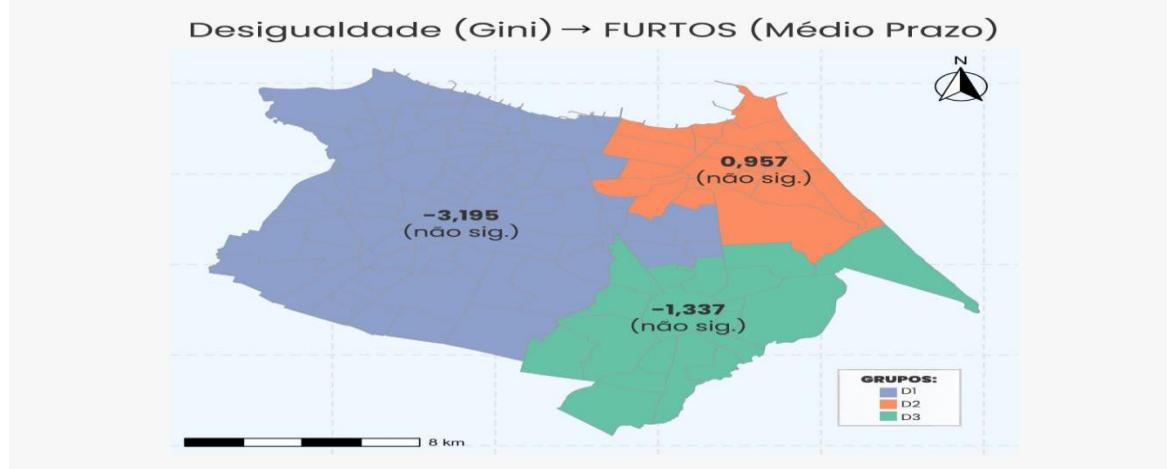
A desigualdade de renda, medida pelo índice de Gini, apresentou efeitos variáveis nos diferentes tipos de crime, dependendo do grupo de bairros e do intervalo de tempo. Embora alguns resultados estejam alinhados à teoria da desorganização social, outros desafiam interpretações clássicas e sugerem a presença de mecanismos locais específicos.

Figura 9 – Resultado impacto da desigualdade de renda (Gini) sobre furtos no curto prazo



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 10 – Resultado impacto da desigualdade de renda (Gini) sobre furtos no médio prazo



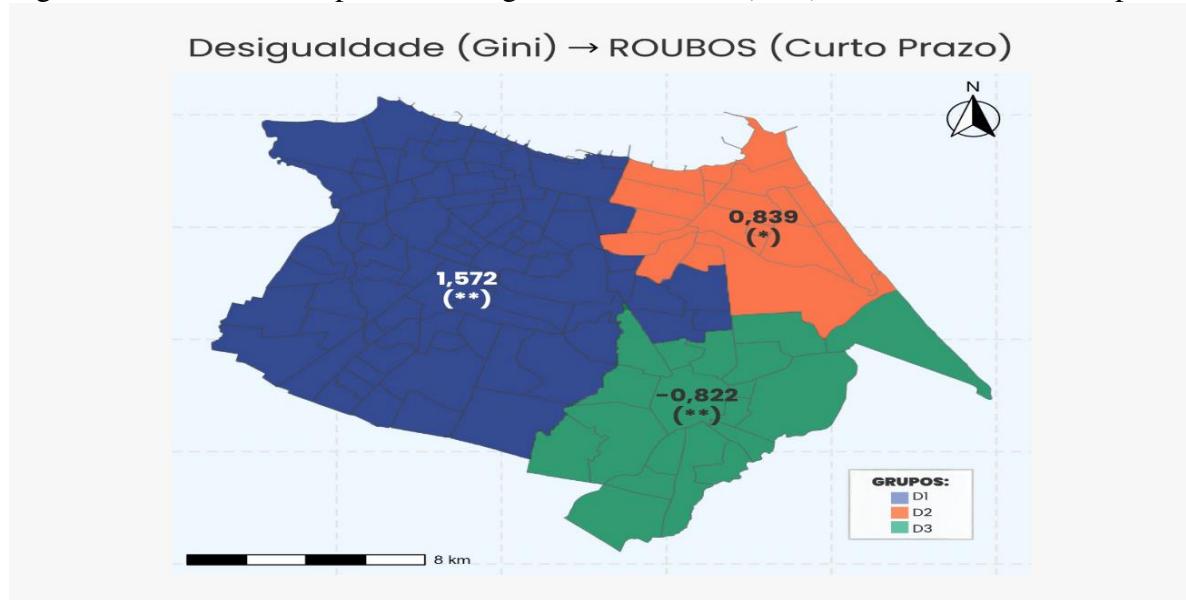
Fonte: elaborado pelo autor.

Nos furtos, em relação ao Grupo 1 (região oeste), os coeficientes da desigualdade de renda sobre furtos foram negativos em ambos os períodos de tempo, porém sem significância estatística. Isso indica ausência de associação robusta entre desigualdade e furtos nos bairros mais vulneráveis, sugerindo que as diferenças internas de renda nesses territórios não são o principal fator condicionante desse tipo de crime no curto (2011–2012) ou médio prazo (2011–2015).

No Grupo 2 (região norte/nordeste), os coeficientes foram positivos em curto e médio prazo, também sem significância estatística. Esse padrão reforça que, mesmo em áreas de maior renda, as diferenças internas de renda não têm relação consistente com as taxas de furtos, indicando que outros elementos — como oportunidade de acesso a bens e rotinas urbanas — são mais determinantes.

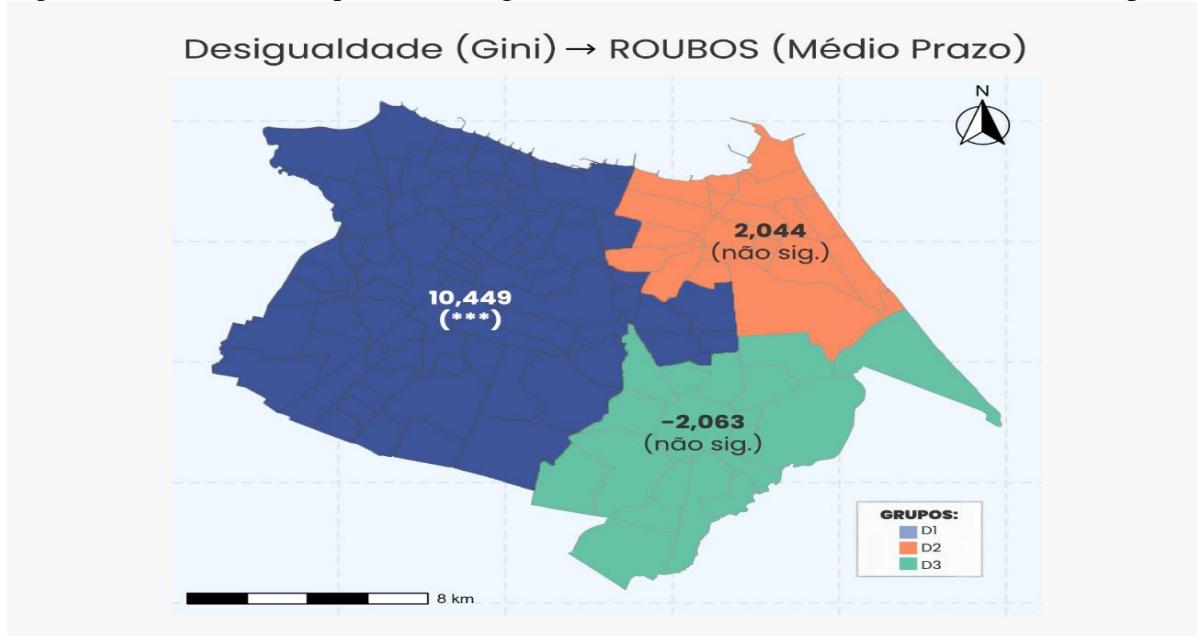
Em relação ao Grupo 3 (região sul/sudeste), os coeficientes se mantiveram negativos nos dois períodos, sem significância estatística. Isso sugere que, assim como no grupo 1, a desigualdade de renda não apresenta relação robusta com furtos nesses bairros, reforçando a ideia de que o fator distributivo tem peso reduzido para explicar esse delito, tanto no curto quanto no médio prazo.

Figura 11 – Resultado impacto da desigualdade de renda (Gini) sobre roubos no curto prazo



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 12 – Resultado impacto da desigualdade de renda (Gini) sobre roubos no médio prazo



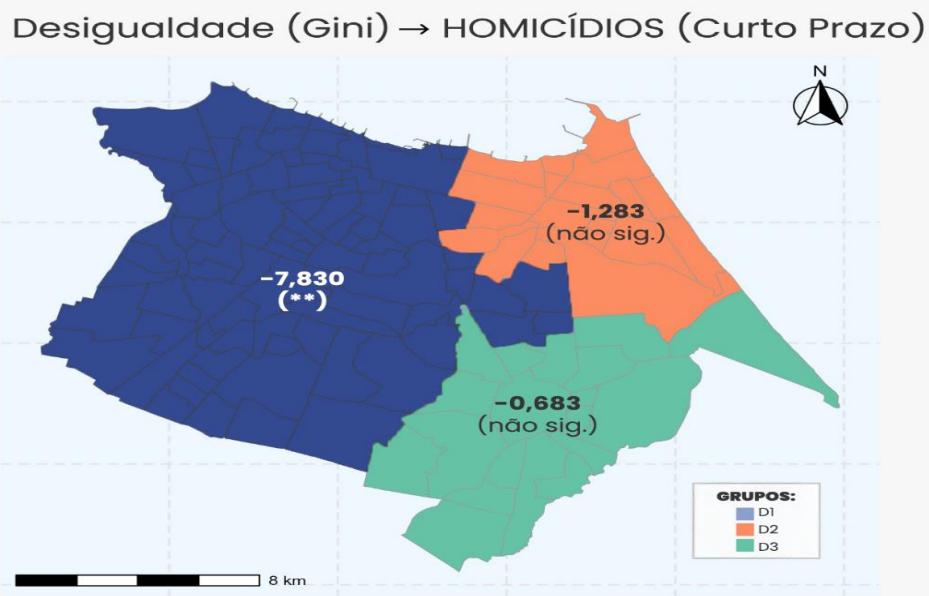
Fonte: elaborado pelo autor.

Para roubos, no Grupo 1, a desigualdade teve efeito positivo e estatisticamente significativo no curto prazo ($Yr1 = 1.572^{**}$) e ainda mais forte no médio prazo ($Yr2 = 10.449^{*}**$). A ampliação expressiva da magnitude ao longo do tempo, somada à alta significância, reforça a hipótese de que em contextos de pobreza e desigualdade extrema (comum nessa região) crescem tensões sociais e frustração relativa, favorecendo o aumento de roubos. O padrão é compatível com a teoria da desorganização social e com interpretações baseadas em privação relativa.

No Grupo 2 houve efeito positivo e marginalmente significativo no curto prazo ($Yr1 = 0.839$, $p < 0.10$), que perde significância no médio prazo, mesmo com aumento do coeficiente para 2.044. Esse comportamento sugere um possível impacto inicial da desigualdade interna em área central da cidade — talvez pela maior visibilidade de disparidades —, seguido de maior incerteza estatística no horizonte de cinco anos, possivelmente pela reorganização espacial do crime ou pela ação de barreiras institucionais.

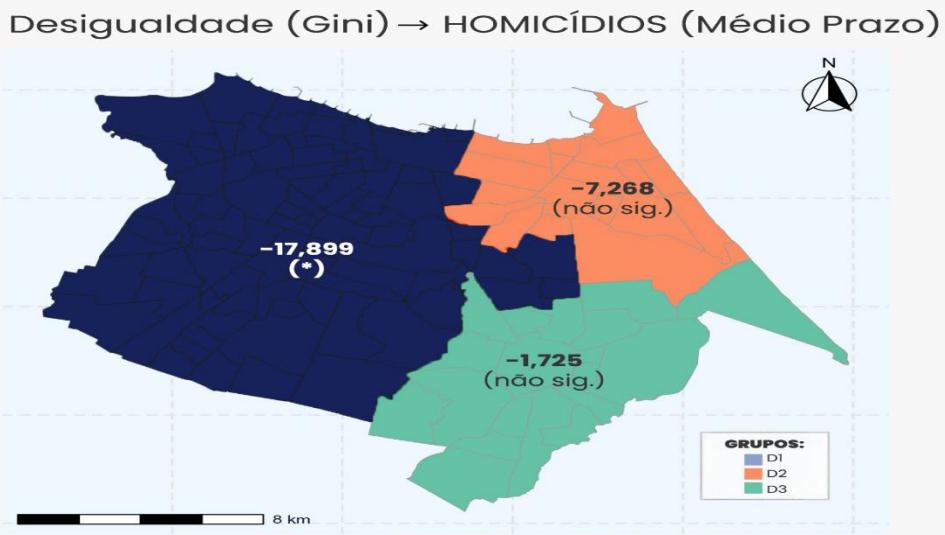
O Grupo 3 apresentou efeito negativo e significativo no curto prazo ($Yr1 = -0.822$, $p < 0.05$) e coeficiente ainda mais negativo no médio prazo (-2.063), embora sem significância estatística. Esse padrão, à primeira vista contraintuitivo, pode indicar que níveis moderados de desigualdade nesses bairros coexistem com redes sociais de contenção, práticas informais de proteção comunitária ou normas de reciprocidade, que reduzem a motivação ou oportunidade para roubos.

Figura 13 – Resultado impacto da desigualdade de renda (Gini) sobre homicídios no curto prazo



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 14 – Resultado impacto da desigualdade de renda (Gini) sobre homicídios no médio prazo



Fonte: elaborado pelo autor.

Nos homicídios, os coeficientes no Grupo 1 foram negativos e significativos, com magnitude intensa (-7,830** no curto prazo e -17,899* no médio prazo). Esse padrão indica que, em contextos de alta pobreza, maiores níveis de desigualdade interna estão associados a menor incidência de homicídios, o que pode refletir dinâmicas sociais específicas. Uma possível interpretação é que, quando a desigualdade dentro desses bairros diminui (a renda é mais

homogênea em patamares baixos), o crime letal tende a aumentar — o que tornaria a desigualdade, nesse contexto, um marcador indireto de heterogeneidade socioeconômica que contribui para frear a escalada da violência letal. Esse comportamento dialoga com hipóteses de redes sociais de contenção e com o papel de heterogeneidade interna na regulação de conflitos.

No Grupo 2, coeficientes também negativos, mas estatisticamente não significativos em ambos os períodos (-1.283 no curto e -7.268 no médio prazo). A ausência de significância reforça que, nessa área da cidade, a desigualdade interna não explica de forma consistente a variação das taxas de homicídio, possivelmente porque esses crimes são mais ligados a dinâmicas externas a esses territórios (fluxo criminal de fora, conflitos específicos) do que a tensões distributivas locais.

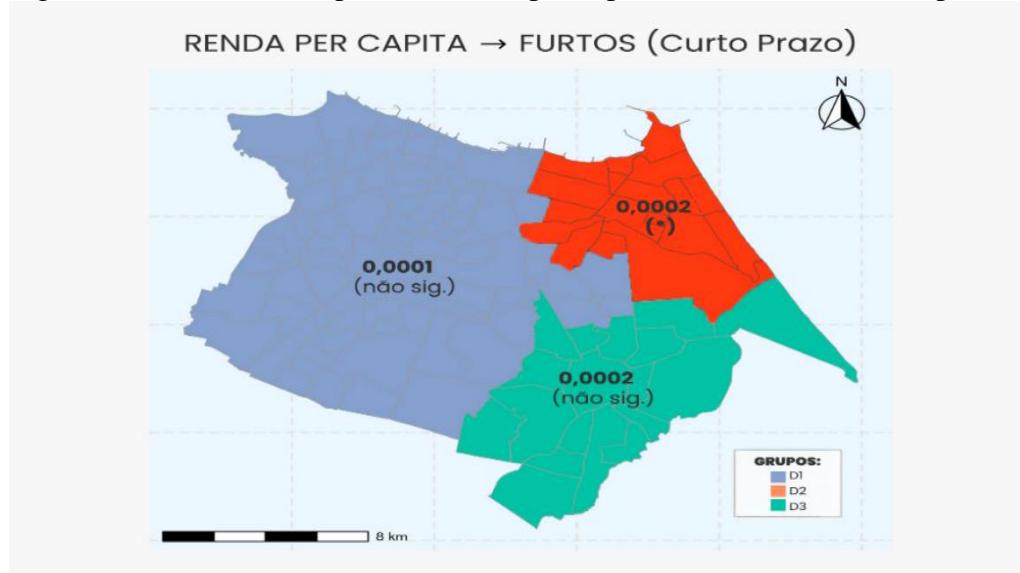
No Grupo 3, coeficientes negativos, mas sem significância estatística nos dois períodos (-0.683 e -1.725). O padrão sugere que a desigualdade também não tem efeito robusto sobre homicídios nessas áreas, o que pode indicar que outros fatores — como vulnerabilidade estrutural, presença de grupos criminais ou desorganização social — são mais relevantes que a distribuição de renda interna.

A desigualdade mostrou-se associada ao aumento de roubos em contextos de vulnerabilidade extrema, resultado que reforça a hipótese de privação relativa (Merton, 1938; Agnew, 1992). Esse padrão também foi identificado em estudos empíricos para a América Latina (Fajnzylber et al., 2002) e para o Brasil (Santos & Kassouf, 2007). Por outro lado, em determinados grupos, os coeficientes foram negativos ou estatisticamente frágeis, sugerindo que, em alguns contextos, desigualdade interna pode coexistir com mecanismos de contenção social, reduzindo incentivos ao crime. Portanto, os resultados confirmam que a desigualdade tem efeitos condicionados pelo território, reforçando a importância da heterogeneidade interurbana.

Quanto a variável renda per capita, apresentou efeitos diversos sobre os crimes, dependendo do grupo de bairros e do tipo de delito. A interpretação requer cuidado, pois os coeficientes foram, em geral, pequenos em magnitude, e a significância estatística variou.

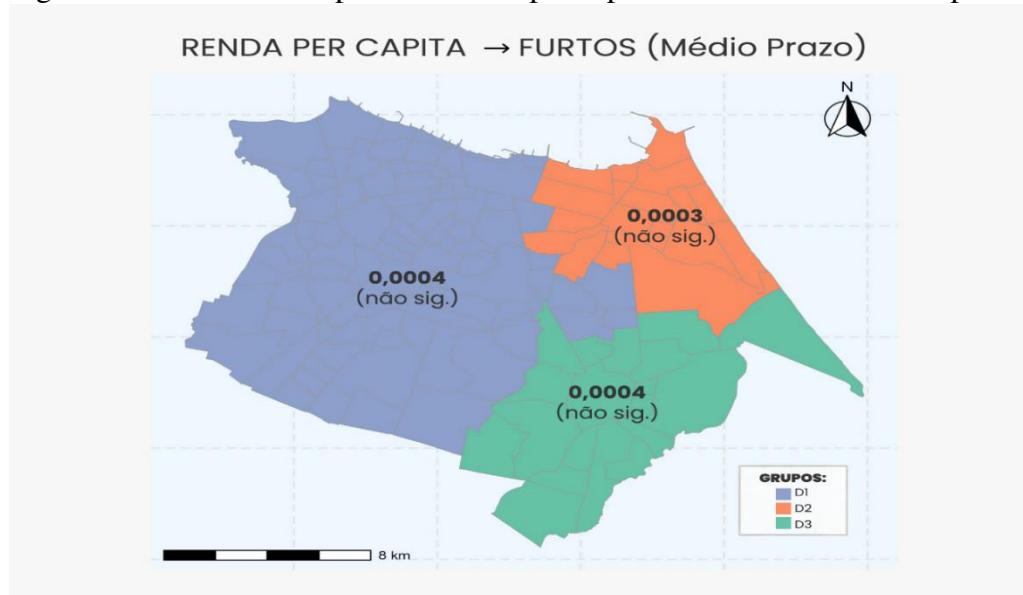
A teoria da escolha racional é especialmente útil para interpretar os resultados, pois considera que indivíduos avaliam custos e benefícios ao decidir delinquir.

Figura 15 – Resultado impacto da renda per capita sobre furtos no curto prazo



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 16 – Resultado impacto da renda per capita sobre furtos no médio prazo



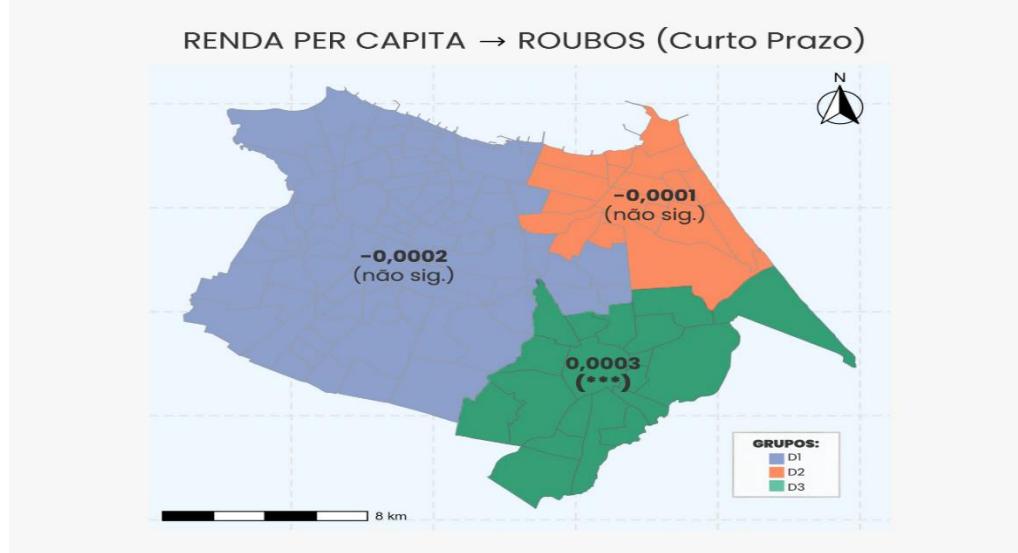
Fonte: elaborado pelo autor.

Nos Furtos, os coeficientes no Grupo 1 foram positivos e não significativos nos dois períodos de tempo, sugerindo que os níveis de renda nesses bairros não têm associação clara com a variação dos furtos, tanto no curto (2011–2012) quanto no médio prazo (2011–2015). Uma possível explicação é que, mesmo com variações de renda, o consumo visível permanece baixo e os mecanismos de proteção patrimonial continuam frágeis, limitando o impacto direto da renda sobre esse tipo de crime.

Em se tratando do Grupo 2 os efeitos da renda sobre furtos foram positivos e marginalmente significativos no curto prazo (coeficiente de 0.0002, $p < 0.10$), perdendo significância no médio prazo. O padrão sugere que variações mesmo leves de renda nesses bairros podem estar associadas a aumentos pontuais nos furtos, possivelmente por ampliação do consumo visível ou maior exposição de bens em momentos de expansão econômica. No entanto, como o efeito não se sustenta no tempo, é provável que outros mecanismos de contenção e ajuste se imponham no médio prazo, neutralizando a relação inicial.

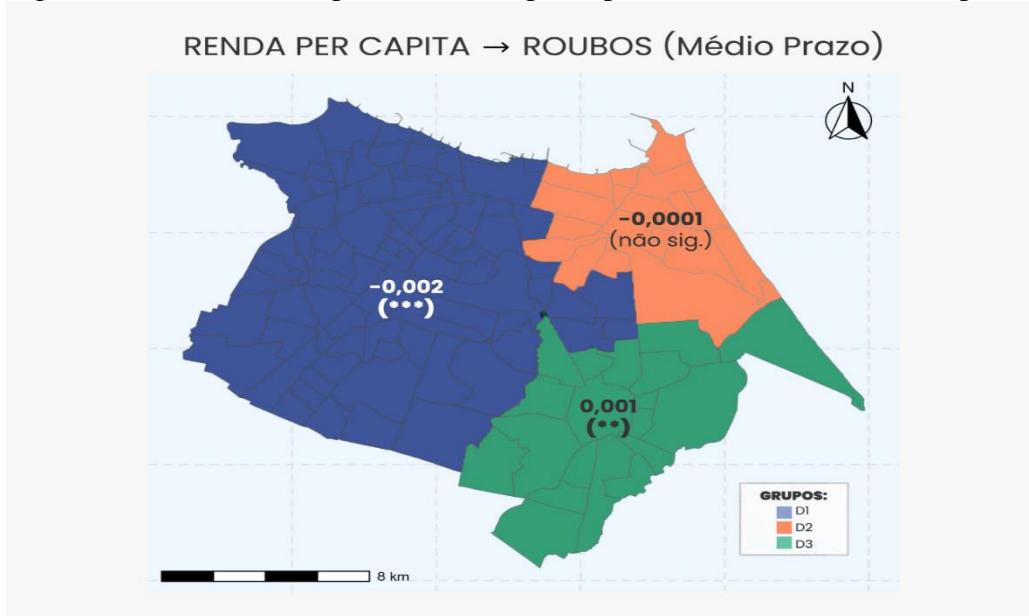
Já no Grupo 3, os coeficientes também foram positivos e não significativos em ambos os períodos. Isso indica que, isoladamente, os níveis de renda nesses bairros não alteram de forma consistente o padrão de furtos, sendo necessário considerar outras variáveis, como densidade populacional, circulação urbana e visibilidade do consumo, para entender a dinâmica desse tipo de crime.

Figura 17 – Resultado impacto da renda per capita sobre roubos no curto prazo



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 18 – Resultado impacto da renda per capita sobre roubos no médio prazo



Fonte: elaborado pelo autor.

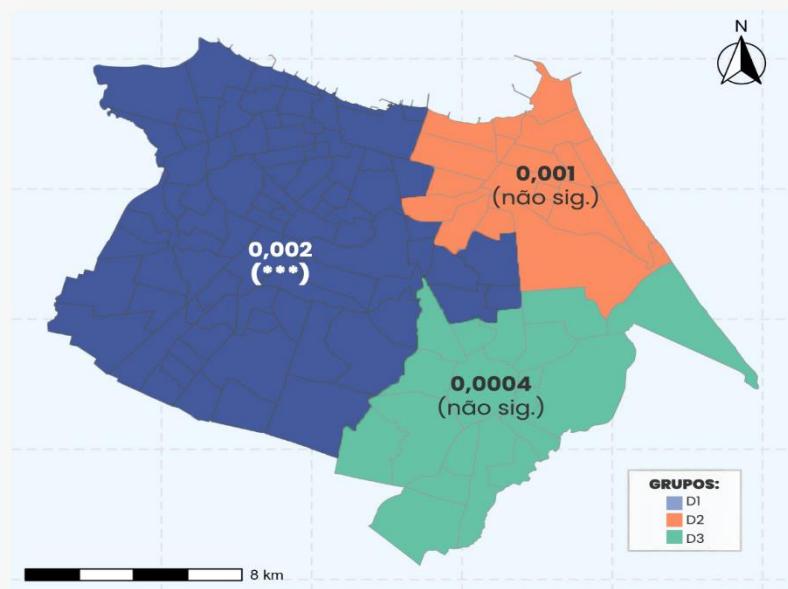
Quanto aos roubos, no Grupo 1 (região oeste), o coeficiente da renda foi negativo e estatisticamente significativo no médio prazo (2011–2015), com valor de -0.002 ($p < 0.01$). Esse resultado sugere que, à medida que os níveis de renda se elevam nesses territórios, a incidência de roubos tende a diminuir. Uma possível explicação é que a melhora nas condições materiais pode reduzir conflitos econômicos diretos, diminuir tensões sociais e ampliar redes de proteção local, como vigilância informal e maior presença do Estado.

No Grupo 2 (região norte/nordeste) os efeitos foram pequenos e estatisticamente não significativos em ambos os períodos de tempo, indicando estabilidade e baixo impacto da renda sobre roubos nesses bairros. Esse padrão pode refletir um contexto já consolidado de proteção urbana, com barreiras físicas, segurança privada e alto grau de segregação residencial, que tornam a renda per capita um fator pouco relevante para variação desse tipo de crime.

Já no Grupo 3 (região sul/sudeste) os efeitos foram positivos e estatisticamente significativos em ambos os períodos: 0.0003 ($p < 0.01$) no curto prazo e 0.001 ($p < 0.05$) no médio prazo. Isso indica que níveis mais elevados de renda estão associados ao aumento de roubos nesses bairros, possivelmente por conta da maior circulação de bens, exposição patrimonial e ausência de proteção proporcional ao crescimento econômico local. O padrão sugere uma situação paradoxal: à medida que esses territórios avançam em consumo, a vulnerabilidade ao crime patrimonial pode aumentar, especialmente onde não há contrapartida em infraestrutura urbana, policiamento ou organização comunitária.

Figura 19 – Resultado impacto da renda per capita sobre homicídios no curto prazo

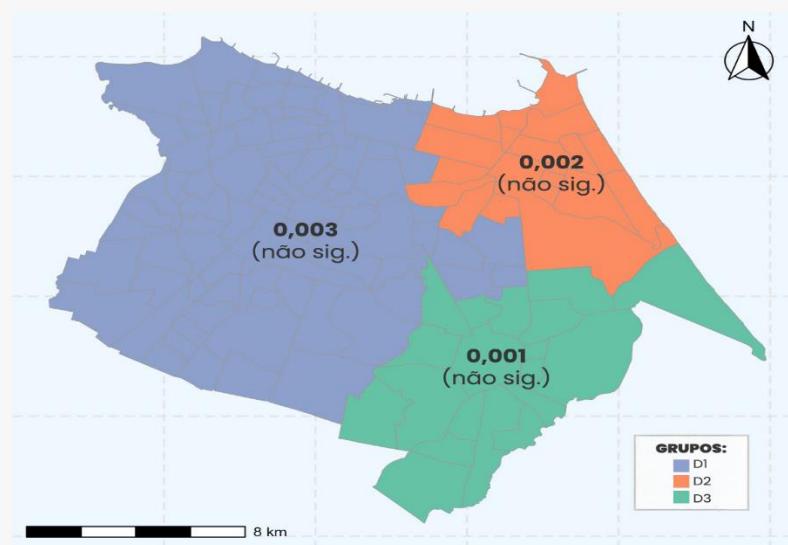
RENDA PER CAPITA → HOMICÍDIOS (Curto Prazo)



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 20 – Resultado impacto da renda per capita sobre homicídios no médio prazo

RENDA PER CAPITA → HOMICÍDIOS (Médio Prazo)



Fonte: elaborado pelo autor.

No caso dos homicídios, no Grupo 1, a renda apresentou coeficiente positivo e altamente significativo no curto prazo (2011–2012), com valor de 0.002 ($p < 0.01$), e perdeu significância no médio prazo (2011–2015). Esse padrão indica que níveis mais altos de renda per capita, num contexto de pobreza estrutural, podem estar inicialmente associados a conflitos

localizados. Isso pode ocorrer porque o aumento da renda não é generalizado nem estrutural, mas sim distribuído de forma desigual e pontual — acirrando tensões entre grupos, criando disputas por recursos, visibilidade, influência ou status local. O desaparecimento do efeito no médio prazo pode refletir mecanismos de acomodação social, adaptação institucional, ou mesmo repressão informal de conflitos.

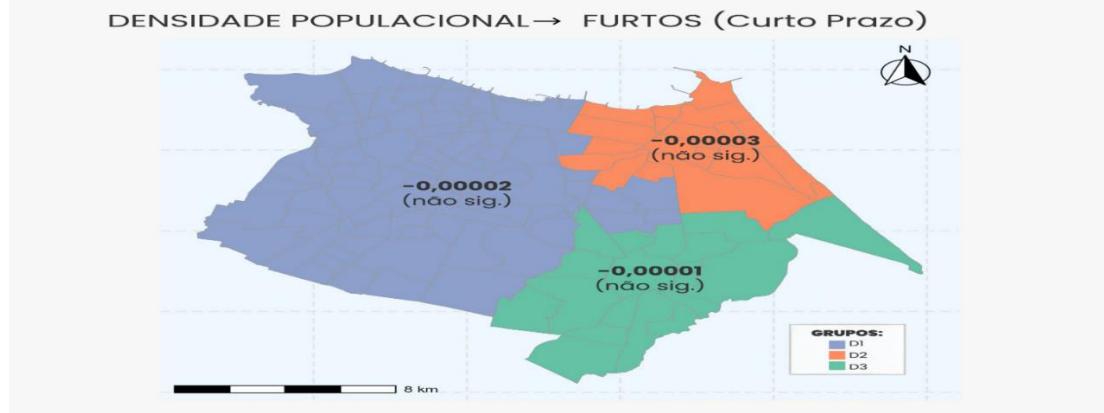
No Grupo 2, os coeficientes foram positivos e não significativos nos dois períodos. Isso reforça a ideia de que, nesses territórios, a renda não é um fator relevante para explicar a dinâmica dos homicídios, dado que os níveis de renda já são estruturalmente altos, e a violência letal é rara, pontual e frequentemente ligada a dinâmicas externas ao território (ex: conflitos interpessoais isolados, violência importada).

Já no Grupo 3, os coeficientes também foram positivos e não significativos. Isso sugere que a renda, isoladamente, não altera de forma robusta as taxas de homicídio nesses bairros. A ausência de efeito pode estar relacionada à presença de outros fatores mais determinantes, como desorganização social, redes criminais, disputas locais ou informalidade institucional.

A renda apresentou efeitos divergentes: em áreas vulneráveis, maior renda esteve associada à redução de roubos, em consonância com a teoria da escolha racional (Ehrlich, 1973), segundo a qual melhores condições econômicas reduzem incentivos à criminalidade. Entretanto, em bairros intermediários (Grupo 3 – região sul/sudeste), aumentos na renda estiveram positivamente relacionados a roubos, sugerindo que a expansão do consumo pode elevar a exposição patrimonial em ambientes sem proteção proporcional. Resultados semelhantes foram discutidos por Lochner & Moretti (2004), que destacam a importância do capital humano e da renda na redução do crime, mas reconhecem que o efeito é dependente do contexto local.

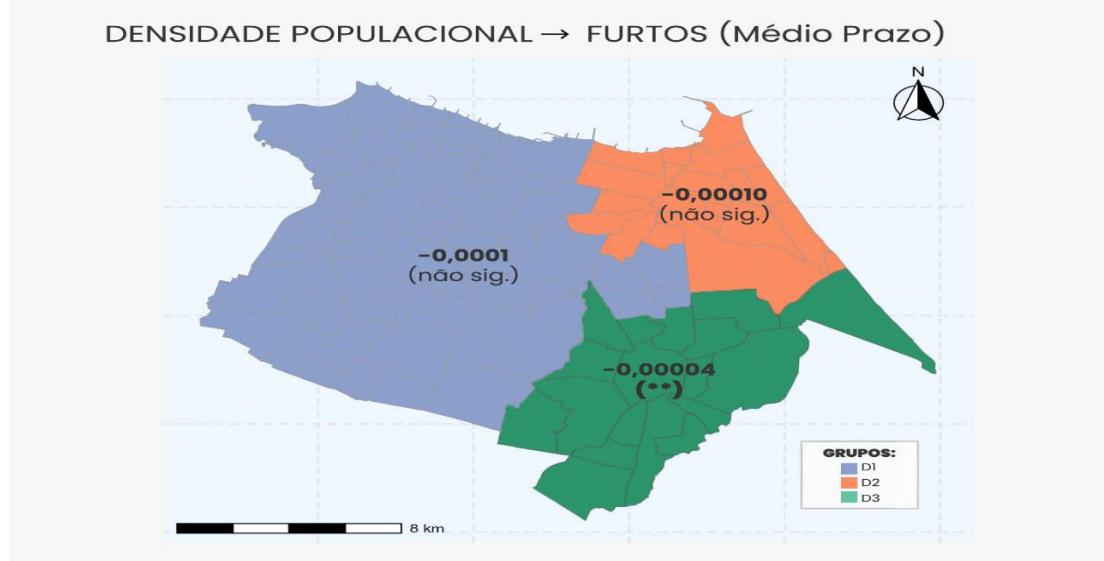
A densidade populacional apresentou efeitos estatisticamente significativos principalmente sobre os crimes patrimoniais, com destaque para os roubos em bairros do grupo 1 e 2. A teoria das atividades rotineiras fornece base interpretativa importante, ao sugerir que o aumento da presença de pessoas nos espaços urbanos pode inibir certos crimes, especialmente os que requerem contato direto entre autor e vítima.

Figura 21 – Resultado impacto da densidade populacional sobre furtos no curto prazo



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 22 – Resultado impacto da densidade populacional sobre furtos no médio prazo



Fonte: elaborado pelo autor.

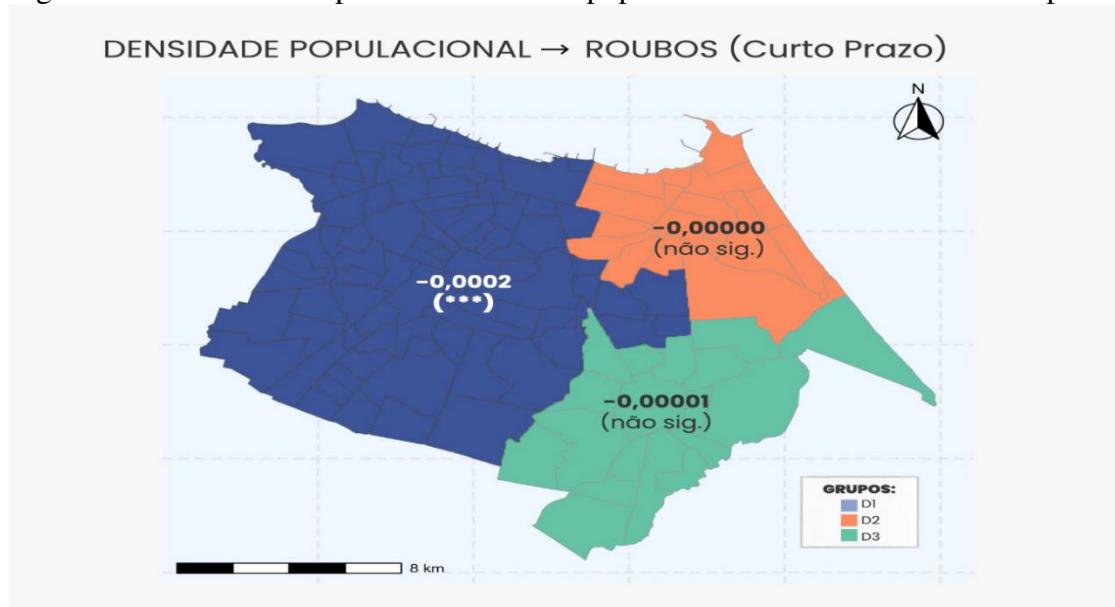
Nos furtos, Grupo 1, os coeficientes da densidade foram negativos e não significativos em ambos os períodos de tempo. Isso indica que a concentração populacional não exerce influência estatisticamente robusta sobre os furtos nesses bairros, possivelmente porque a infraestrutura urbana não favorece vigilância informal efetiva. Nesses territórios, altas densidades podem coexistir com desorganização espacial, baixa iluminação pública e falta de visibilidade entre vizinhos, o que inibe a função de “guardião informal” prevista na Teoria das Atividades Rotineiras.

O Grupo 2 também apresentou coeficientes negativos e não significativos no curto e no médio prazo. Aqui, a explicação pode ser distinta: mesmo com baixa densidade, os espaços são fortemente segregados, com barreiras físicas e pouca circulação urbana espontânea (ex:

condomínios fechados, ruas com segurança privada), o que reduz o efeito da densidade sobre a vigilância urbana e neutraliza sua função protetiva esperada.

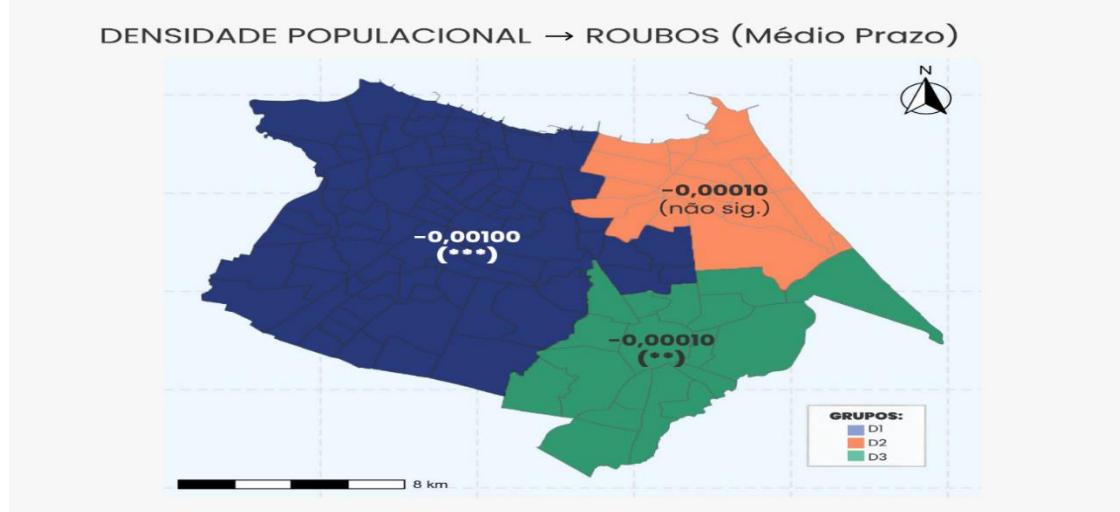
E o Grupo 3 apresentou coeficiente negativo e estatisticamente significativo no médio prazo ($yf2 = -0.00004$, $p < 0.05$). Esse resultado indica que, nessas áreas, a maior densidade populacional está associada à redução dos furtos no longo prazo, possivelmente porque favorece a presença constante de pessoas nas ruas, dificulta a ação discreta dos infratores e ativa mecanismos de vigilância comunitária espontânea. Trata-se de um caso em que a concentração urbana fortalece a prevenção informal, como prevê a Teoria das Atividades Rotineiras.

Figura 23 – Resultado impacto da densidade populacional sobre roubos no curto prazo



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 24 – Resultado impacto da densidade populacional sobre roubos no médio prazo



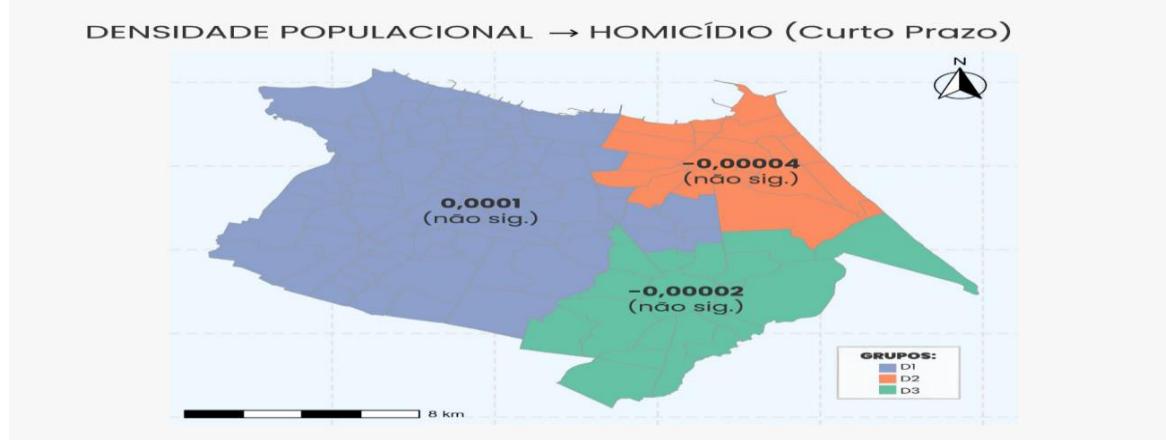
Fonte: elaborado pelo autor.

Em se tratando dos roubos, no Grupo 1 (região oeste), a densidade populacional apresentou efeitos negativos e altamente significativos em ambos os períodos ($yr1 = -0.0002^{***}$; $yr2 = -0.001^{***}$). Esse resultado indica que, nesses bairros, o adensamento atua de forma consistente como fator de contenção da criminalidade patrimonial violenta. A maior circulação de pessoas, a constante presença de vizinhos e comerciantes, e a exposição pública dos espaços dificultam a ação de ofensores, aumentando o risco de serem flagrados ou interrompidos. Esses elementos se alinham diretamente à Teoria das Atividades Rotineiras, segundo a qual a presença de “guardiões informais” — como transeuntes e moradores atentos — reduz a probabilidade de ocorrência de crimes que exigem contato direto com a vítima.

No Grupo 2 (região norte/nordeste), os coeficientes também foram negativos, mas sem significância estatística. Esse padrão é coerente com a natureza do ambiente urbano de D2, caracterizado por condomínios fechados, ruas com pouco uso público e controle de acesso. Nesses contextos, a densidade não cumpre a mesma função de vigilância espontânea, pois há pouca circulação aleatória e alta segmentação espacial, o que reduz o papel da densidade como variável relevante na explicação dos roubos.

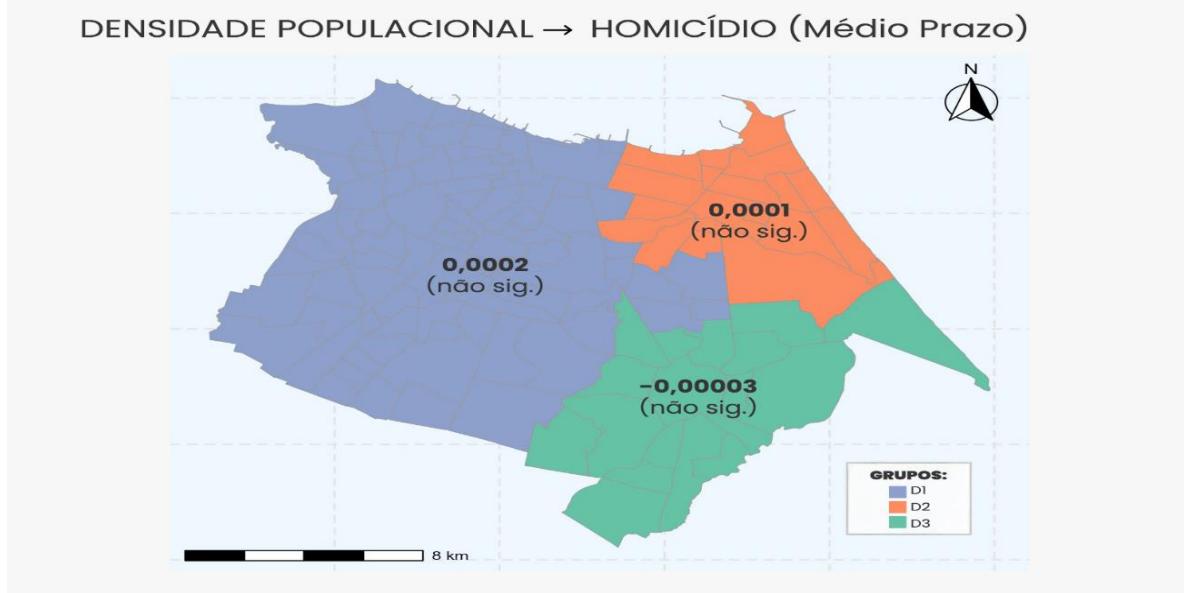
Já no Grupo 3 (região sul/sudeste), o efeito foi negativo e estatisticamente significativo apenas no médio prazo ($yr2 = -0.0001$, $p < 0.05$). Isso sugere que, com o tempo, a aglomeração nesses bairros pode gerar efeitos positivos na contenção dos roubos, seja por maior presença comunitária, ativação de redes de vizinhança, ou reorganização do uso dos espaços públicos. Como esses bairros possuem estrutura urbana mais aberta e menos controlada que os de D2, a densidade tende a favorecer a proteção informal e a visibilidade coletiva, que atuam como barreiras práticas ao crime violento contra o patrimônio.

Figura 25 – Resultado impacto da densidade populacional sobre homicídios no curto prazo



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 26 – Resultado impacto da densidade populacional sobre homicídios no médio prazo



Fonte: elaborado pelo autor.

Nos homicídios, no Grupo 1 (região oeste), a densidade populacional apresentou coeficientes pequenos e estatisticamente não significativos nos dois períodos de tempo. Isso indica que, mesmo em contextos de alta vulnerabilidade e aglomeração urbana, a concentração de pessoas não altera de forma consistente a dinâmica da violência letal. Os homicídios, nesses territórios, tendem a estar mais relacionados a disputas locais, conflitos interpessoais, controle territorial ou dinâmica de facções, fatores que não dependem diretamente da circulação pública ou da vigilância informal.

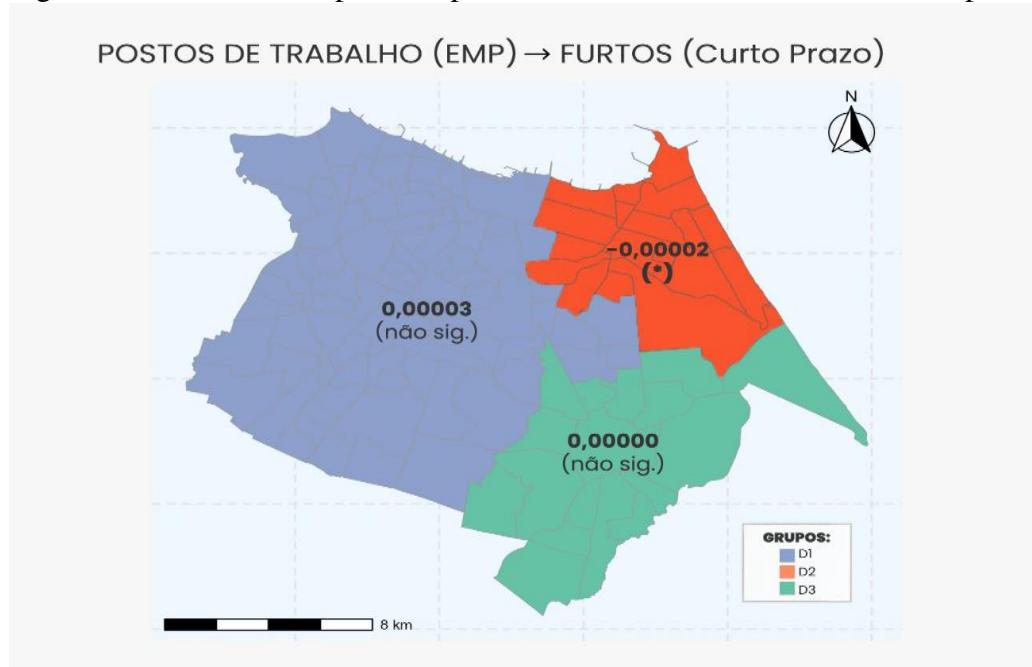
O Grupo 2 (região norte/nordeste) também registrou efeitos pequenos e não significativos, o que reforça que, nesses territórios, a densidade não exerce influência direta sobre os homicídios. Isso é coerente com o fato de que os eventos de violência letal são raros nesses bairros e, quando ocorrem, costumam estar associados a conflitos específicos, episódios isolados ou dinâmicas externas ao bairro em si, como violência importada ou crimes de motivação interpessoal.

E o Grupo 3 (região sul/sudeste) seguiu o mesmo padrão, com coeficientes pequenos e estatisticamente não significativos. Isso indica que, mesmo onde há maior circulação e menor proteção institucional, a densidade populacional não se configura como fator explicativo relevante para homicídios. Nesses contextos, a violência letal está provavelmente mais relacionada a processos de desorganização comunitária, conflitos familiares, disputas criminais ou ausência de regulação institucional, como evidenciado na literatura (Sampson, 2012; Weisburd, 2012).

A densidade populacional reduziu crimes patrimoniais em alguns grupos, em especial sobre os roubos, confirmando a lógica da teoria das atividades rotineiras (Cohen & Felson, 1979), segundo a qual maior circulação de pessoas aumenta a vigilância informal e reduz a probabilidade de delitos de contato direto. Achados semelhantes foram relatados por Weisburd et al. (2012) ao investigar “hot spots” urbanos, destacando que a presença constante de moradores e transeuntes pode inibir ofensores. No entanto, para homicídios, os efeitos da densidade foram fracos ou inexistentes, indicando que a violência letal obedece a dinâmicas mais estruturais (facções, disputas locais), pouco dependentes da circulação cotidiana.

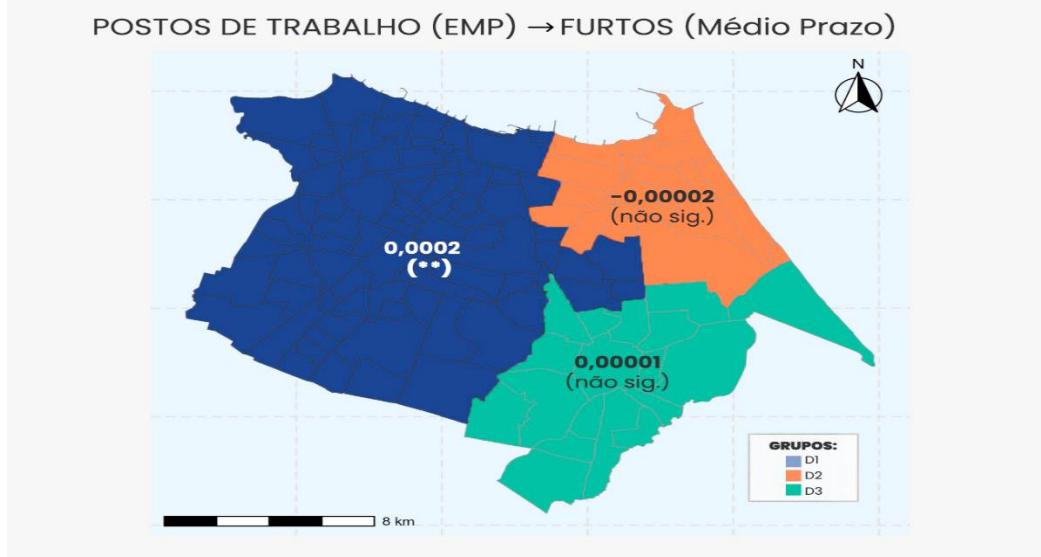
A variável postos de trabalho formais (EMP), utilizada como proxy de dinamismo econômico local, apresentou efeitos diferenciados sobre os crimes, com destaque para os delitos patrimoniais em bairros vulneráveis. A teoria das atividades rotineiras ajuda a explicar parte desses resultados, ao sugerir que maior atividade econômica pode alterar o fluxo urbano e, com ele, as oportunidades para o crime.

Figura 27 – Resultado impacto de postos de trabalho sobre furtos no curto prazo



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 28 – Resultado impacto de postos de trabalho sobre furtos no médio prazo



Fonte: elaborado pelo autor.

Sobre os furtos, no Grupo 1, o coeficiente foi positivo e estatisticamente significativo apenas no médio prazo ($yf2 = 0.0002$, $p < 0.05$). Isso sugere que, com o tempo, a expansão dos empregos formais nesses territórios aumenta a circulação de pessoas e a movimentação urbana, o que pode criar novas oportunidades para furtos, sobretudo em áreas com pouca estrutura de vigilância informal ou institucional. O padrão está alinhado à teoria das atividades rotineiras, segundo a qual maior fluxo urbano expande a exposição de bens e a convergência entre alvos e ofensores.

Já o Grupo 2 apresentou um efeito negativo e marginalmente significativo no curto prazo ($yf1 = -0.00002$, $p < 0.10$), o qual perdeu significância no médio prazo. Esse resultado sugere um possível efeito protetivo temporário da formalidade econômica, refletindo um ambiente de trabalho estável, com controle social e policiamento já presentes — mas que se estabiliza ao longo do tempo sem ganhos adicionais de proteção.

No Grupo 3, os coeficientes foram positivos, mas não significativos nos dois períodos. Isso indica que, nesses bairros, a criação de empregos formais não altera de forma confiável os furtos, possivelmente por coexistirem efeitos contraditórios: aumento de circulação urbana, mas também crescimento da vigilância informal, o que pode neutralizar impactos líquidos.

Figura 29 – Resultado impacto de postos de trabalho sobre roubos no curto prazo

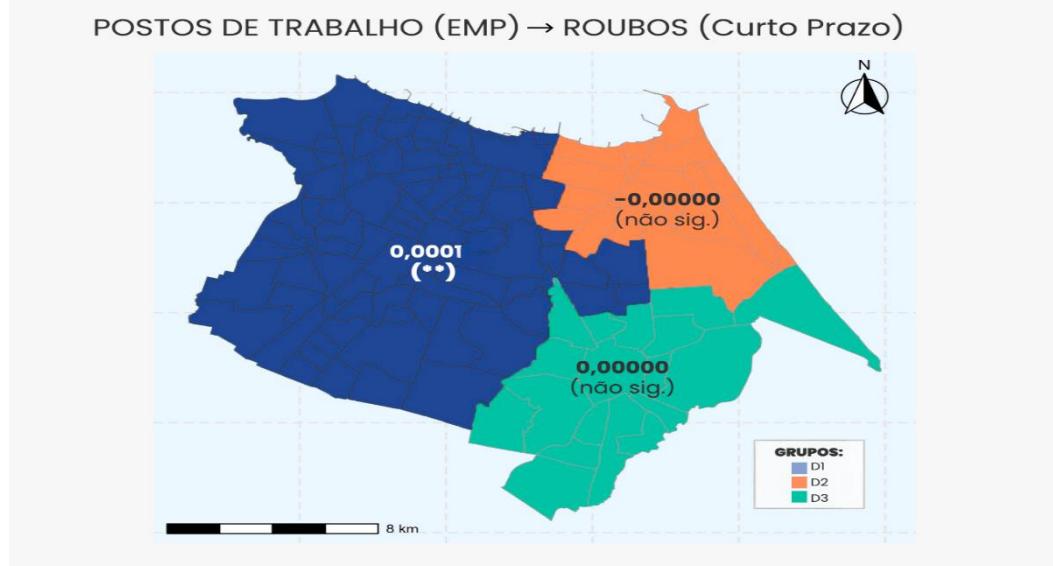
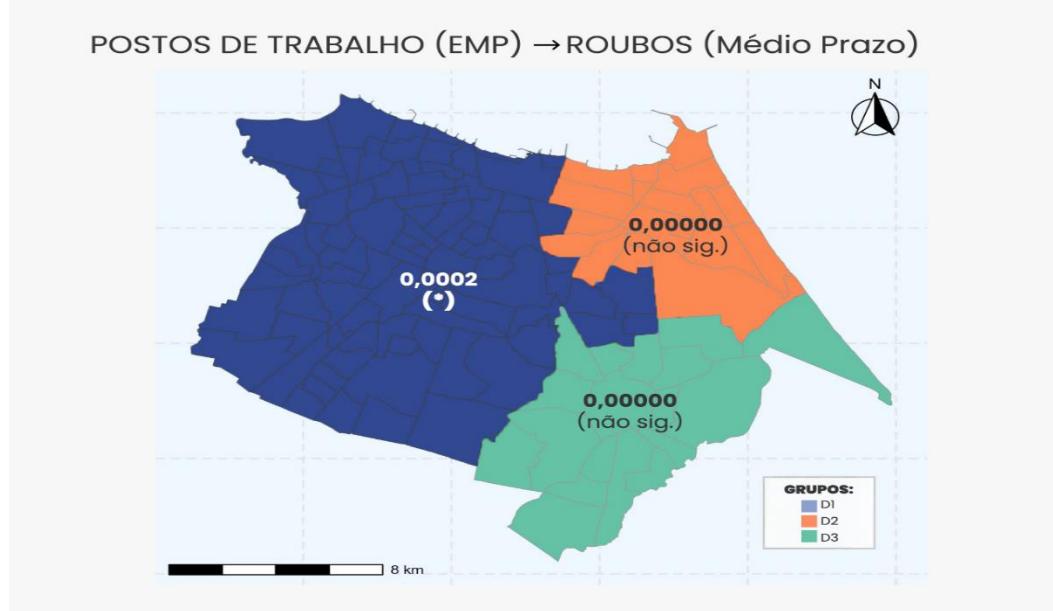


Figura 30 – Resultado impacto de postos de trabalho sobre roubos no médio prazo



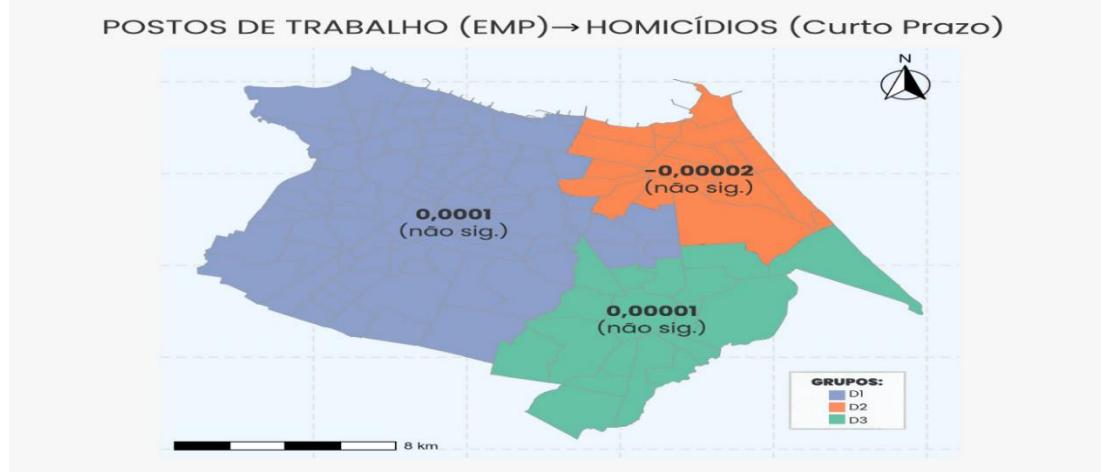
Sobre os roubos, o Grupo 1 (região oeste) apresentou efeitos positivos e estatisticamente significativos tanto no curto ($yr1 = 0.0001$) quanto no médio prazo ($yr2 = 0.0002$). Isso indica que, em possíveis contextos de pobreza estrutural, a criação de empregos formais — apesar de desejável — pode involuntariamente intensificar os roubos, ao gerar maior fluxo urbano, circulação de alvos e exposição de bens, sem a devida compensação em infraestrutura protetiva. O resultado reforça o alerta da teoria das atividades rotineiras, que

destaca que ambientes com maior atividade urbana, mas sem vigilância adequada, podem se tornar propícios ao crime de contato direto.

No Grupo 2 (região norte/nordeste) os efeitos foram pequenos e não significativos em ambos os períodos. Isso sugere que as condições pré-existentes desses bairros — como segurança privada, ordenamento urbano e barreiras de acesso — neutralizam qualquer efeito potencial da dinâmica econômica local sobre os roubos.

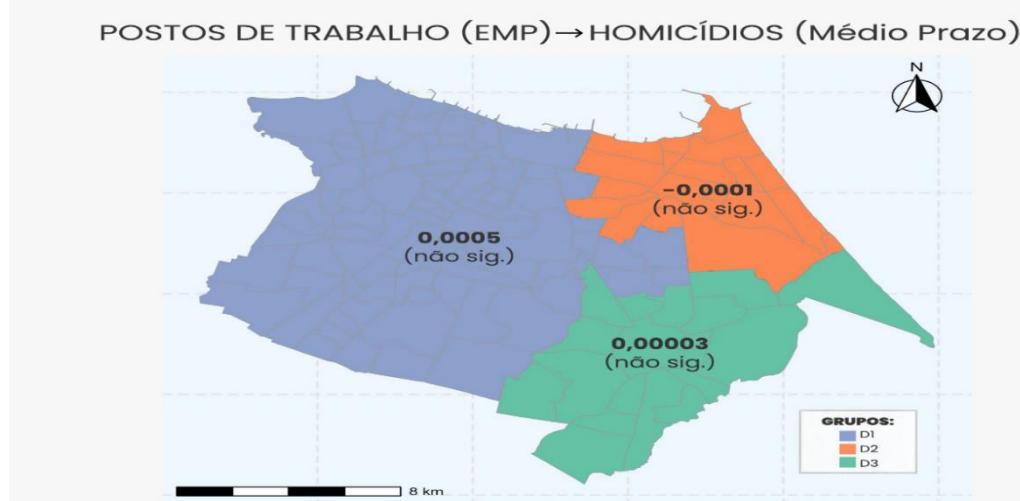
O Grupo 3 (região sul/sudeste) também registrou efeitos não significativos. A ausência de padrão indica que, nesses bairros, o vínculo entre emprego formal e roubos não é sistemático, e pode ser mediado por múltiplos fatores como circulação desigual, controle comunitário ou policiamento variável.

Figura 31 – Resultado impacto de postos de trabalho sobre homicídios no curto prazo



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 32 – Resultado impacto de postos de trabalho sobre homicídios no médio prazo



Fonte: elaborado pelo autor.

Em respeito aos homicídios, em todos os grupos, os coeficientes foram pequenos e não significativos, com variações de sinal (positivo ou levemente negativo). Esse padrão indica que a criação de empregos formais não exerce influência direta sobre a violência letal, que tende a estar associada a fatores mais estruturais e complexos, como conflitos interpessoais, disputas armadas entre grupos criminais, desorganização institucional ou ausência de coesão social.

O aumento de empregos formais teve efeitos ambíguos: em alguns grupos, elevou a incidência de roubos, reforçando a hipótese da teoria das atividades rotineiras (Cohen & Felson, 1979), segundo a qual maior fluxo urbano e circulação de potenciais alvos podem gerar novas oportunidades para o crime em ambientes sem vigilância suficiente. Em outros contextos, o efeito foi neutro ou não significativo, sugerindo que os impactos do mercado de trabalho dependem de fatores complementares, como coesão comunitária, presença institucional e infraestrutura de segurança. Assim, os resultados reforçam a necessidade de interpretar o emprego não apenas como fator de proteção, mas também como elemento que pode alterar a dinâmica das rotinas urbanas e influenciar a criminalidade de maneira indireta.

A segmentação espacial evidenciou que os efeitos das variáveis socioeconômicas sobre os crimes variam significativamente entre os grupos de bairros, reforçando a necessidade de estratégias públicas territorialmente orientadas, ajustadas às dinâmicas locais.

No Grupo 1, correspondente à região oeste e composto por bairros de menor IDH relativo, com maiores desafios de infraestrutura urbana e vulnerabilidade social, a pobreza foi fortemente associada ao aumento dos homicídios, apresentando coeficientes elevados e altamente significativos ($Y_{h1} = 0,314^{***}$; $Y_{h2} = 1,131^{***}$). A literatura indica que a privação econômica profunda contribui para a eclosão de conflitos violentos em contextos de baixa institucionalidade (Sampson, 2012). Políticas de transferência de renda, como o Bolsa Família, e ações de inclusão produtiva local podem reduzir tensões sociais ao restabelecer horizontes econômicos, como observado no Pacto pela Vida (Cerqueira et al., 2014). Além disso, territórios marcados por infraestrutura precária e ocupações informais tendem a sofrer com a ausência de controle estatal, favorecendo a consolidação de conflitos armados e estruturas paralelas de poder. Estudos sobre urbanismo social mostraram que a urbanização combinada com regularização fundiária e acesso a serviços contribui para a redução da violência letal ao restabelecer vínculos entre o Estado e a população local (Cerdá et al., 2012). Nesse contexto, o policiamento comunitário permanente se apresenta como ferramenta essencial, uma vez que o modelo empírico não encontrou efeito significativo da presença de empregos sobre homicídios em D1, indicando que a redução da violência letal depende mais de controle territorial e confiança institucional do que de dinamismo econômico. Experiências internacionais e nacionais, como as UPPs

em seus primeiros anos (Cano, 2012) e programas de segurança cidadã na Colômbia e no México (Muggah, 2015), evidenciam a eficácia do policiamento baseado em proximidade e legitimidade. A criação de espaços públicos de convivência e proteção, como parques e praças ativas, iluminadas e supervisionadas, atua tanto na prevenção situacional quanto na reconstrução comunitária, estimulando mecanismos de eficácia coletiva que contêm informalmente a violência (Cozens et al., 2005; Sampson et al., 1997).

No Grupo 2, correspondente à região norte/nordeste, caracterizado por bairros centrais e litorâneos de maior IDH, a pobreza apresentou associação negativa com furtos e roubos no curto prazo, indicando respostas defensivas imediatas da população, como redução do consumo visível e reorganização da rotina urbana, conforme a teoria das atividades rotineiras. Tais achados justificam a implementação de medidas de prevenção situacional, incluindo câmeras, iluminação, barreiras físicas e controle de acessos, práticas reconhecidas por reduzir oportunidades de crime (Brantingham & Brantingham, 1995). O efeito da desigualdade nesses bairros foi ambíguo e estatisticamente instável, porém sua magnitude cresceu no médio prazo, sugerindo a necessidade de observatórios locais para monitoramento de indicadores sociais e segurança preventiva, conforme recomenda a ONU-Habitat (2011) e práticas implementadas em centros urbanos europeus, como Barcelona. Adicionalmente, campanhas de integração e redes de apoio são importantes em contextos de alta renda, onde a coesão social tende a ser frágil e mediada por espaços privados. Tais iniciativas incentivam vigilância natural, reconhecimento comunitário e mobilização solidária, fortalecendo mecanismos informais de regulação e eficácia coletiva em bairros com baixo capital social relacional (Sampson et al., 1997). Complementarmente, políticas de incentivo à coesão social comunitária, como apoio a organizações locais, grupos de bairro e eventos coletivos, contribuem para reduzir a anomia urbana no médio prazo (Sampson, 2012; Morenoff et al., 2001).

O Grupo 3, correspondente à região sul/sudeste, composto por bairros intermediários em IDH e com características mistas, apresentou efeitos mistos da renda sobre os crimes, com aumento de furtos e roubos à medida que a renda crescia ($Yr1 = 0,0003^{**}$; $Yr2 = 0,001^*$), indicando crescimento sem proteção. Isso evidencia a necessidade de fomento econômico associado à proteção institucional, por meio do estímulo ao empreendedorismo local com formalização, supervisão e integração comunitária, conforme experiências de bancos comunitários e incubadoras populares urbanas (Singer, 2009). A vulnerabilidade da juventude em contextos de instabilidade econômica e alta informalidade torna essencial a criação de centros de convivência com atividades culturais, esportivas e orientação profissional, reduzindo exposição ao

crime, como observado no programa Fica Vivo, em Minas Gerais (Souza, 2017). A desigualdade de renda teve efeito negativo sobre roubos em D3, sugerindo a existência de mecanismos locais de resolução de conflitos, que podem ser fortalecidos por políticas de mediação e diálogo territorial, como demonstram os Centros de Pacificação de Bogotá (Muggah, 2015). Por fim, a melhoria das condições habitacionais atua sobre múltiplas frentes: reduz vulnerabilidade social, melhora a vigilância natural e fortalece a autoestima coletiva. Intervenções estruturais bem planejadas, combinando habitação, mobilidade e acesso a equipamentos públicos, são fundamentais para conter a instabilidade criminal, seguindo experiências realizadas no PAC-Urbanismo Integrado.

Em síntese, essas estratégias evidenciam que políticas de prevenção devem ser adaptadas às características de cada região, uma vez que os fatores relacionados ao crime diferem significativamente entre os contextos urbanos.

6. CONCLUSÃO

Este trabalho investigou a relação entre criminalidade e fatores socioeconômicos nos bairros de Fortaleza, demonstrando que, mesmo dentro de uma única cidade, os efeitos das variáveis explicativas não são homogêneos, variando conforme o território e o tempo considerado. Essa constatação evidencia a presença de heterogeneidade espacial intraurbana, um dos achados centrais da dissertação.

A comparação entre os modelos revelou que a abordagem regionalizada, com regimes espaciais via REDCAP, é mais adequada para analisar a criminalidade em contextos urbanos fragmentados e desiguais. A heterogeneidade manifesta-se tanto nos níveis de violência quanto na sensibilidade das variáveis socioeconômicas, reforçando a inadequação de modelos que assumem efeitos homogêneos no espaço urbano.

Os resultados mostraram que: a pobreza esteve fortemente associada ao aumento de homicídios em determinados grupos, corroborando a teoria da desorganização social (Shaw & McKay, 1942; Sampson, 2012; Oliveira et al., 2020); a desigualdade de renda elevou roubos em contextos de privação extrema, consistente com a hipótese de privação relativa (Merton, 1938; Agnew, 1992; Fajnzylber et al., 2002; Santos & Kassouf, 2007); a densidade populacional reduziu crimes patrimoniais em alguns bairros, alinhando-se à teoria das atividades rotineiras (Cohen & Felson, 1979; Weisburd et al., 2012); e a renda per capita apresentou efeitos divergentes entre áreas, indicando que incentivos ao crime são avaliados de forma contextual, como propõe a teoria da escolha racional (Ehrlich, 1973). O impacto dos empregos formais também se mostrou ambíguo, sugerindo que a influência do mercado de trabalho sobre a criminalidade depende de fatores institucionais e comunitários complementares.

Os efeitos das variáveis variaram conforme o período analisado: no curto prazo (2011–2012), captaram-se mudanças rápidas nas taxas de criminalidade, associadas a dinâmicas de rotina, mobilidade e defesa situacional; no médio prazo (2011–2015), os efeitos acumulados refletem processos mais lentos, como defasagens estruturais, desorganização prolongada e fragilização institucional. Essas diferenças reforçam a importância de análises longitudinais com múltiplas janelas temporais.

Do ponto de vista metodológico, a integração do modelo SAR com regimes espaciais via REDCAP constituiu contribuição original para a criminologia urbana no Brasil, permitindo estimar parâmetros diferenciados para clusters endogenamente definidos e capturar estruturas latentes que condicionam padrões criminais intraurbanos.

Apesar do aprofundamento alcançado, algumas limitações devem ser reconhecidas: o estudo utilizou bairros como unidades espaciais agregadas, não capturando variações internas significativas; a análise é associativa e não estabelece causalidade plena; e algumas variáveis relevantes, como indicadores detalhados de presença policial e nível educacional por bairro, não foram incluídas. Evidências de “hot spots” e spillovers espaciais sugerem que a violência se concentra em microterritórios específicos, às vezes invisíveis na escala agregada (Weisburd et al., 2012; Groff et al., 2010; Cano, 2006; Silva, 2018; Braga et al., 2014), indicando que futuras pesquisas poderiam avançar em granularidade.

Assim, pesquisas futuras devem: aprofundar a análise em microterritórios, inserir variáveis institucionais adicionais, avaliar outras categorias criminais, testar metodologias alternativas como GWR ou SARAR, e aplicar o modelo a outras capitais para análises comparativas.

Em síntese, esta dissertação demonstrou que a heterogeneidade espacial é central para compreender a criminalidade urbana e que políticas públicas devem ser adaptadas às especificidades territoriais, permitindo diagnósticos mais precisos e intervenções eficazes, alinhadas à geografia das desigualdades.

REFERÊNCIAS

AGNEW, Robert. **Foundation for a General Strain Theory of Crime and Delinquency**. Criminology, v. 30, n. 1, p. 47–88, 1992. Disponível em:

<https://www.ojp.gov/ncjrs/virtual-library/abstracts/foundation-general-strain-theory-crime-and-delinquency>. Acesso em: 21 maio 2025.

ANSELIN, Luc. **Spatial Econometrics: Methods and Models**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1988.

AQUARO, Michele; BAILEY, Natalia; PESARAN, M. Hashem. **Estimation and Inference for Spatial Models with Heterogeneous Coefficients: An Application to U.S. House Prices**. Journal of Applied Econometrics, v. 36, n. 1, p. 18–44, 2021. Disponível em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jae.2792>. Acesso em: 03 maio 2025.

ARRAIZ, Isaac; DRUKKER, David M.; KELEJIAN, Harry H.; PRUCHA, Ingmar R. **A Spatial Cliff-Ord-type Model with Heteroskedastic Innovations: Small and Large Sample Results**. Journal of Regional Science, v. 50, n. 2, p. 592–614, maio 2010. Disponível em:

<https://econweb.umd.edu/~prucha/Papers/JRS50%282010%29.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2025.

BRAGA, Anthony A.; PAPACHRISTOS, Andrew V.; HUREAU, David M. **The Effects of Hot Spots Policing on Crime: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis**. Justice Quarterly, v. 31, n. 4, p. 633–663, 2014. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07418825.2012.673632>. Acesso em: 23 jul. 2025.

BRUNSDON, Chris; FOTHERINGHAM, Stewart; CHARLTON, Martin. **Geographically Weighted Regression: A Method for Exploring Spatial Nonstationarity**. Geographical Analysis, v. 28, n. 4, p. 281–298, 1996. Disponível em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1538-4632.1996.tb00936.x>. Acesso em: 23 maio 2025.

CANO, Ignacio. **Favela: Controle Territorial por Milícias e Conflitos Urbanos**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2006.

CERQUEIRA, Daniel et al. **Avaliação do Pacto pela Vida: Uma Análise dos Impactos sobre os Homicídios em Pernambuco**. Brasília: Ipea, 2014. Disponível em:

https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/140616_relatorio_pacto_pela_vida.pdf. Acesso em: 03 julho 2025.

COHEN, Lawrence E.; FELSON, Marcus. **Social Change and Crime Rate Trends: A Routine Activity Approach**. American Sociological Review, v. 44, n. 4, p. 588–608, 1979. Disponível em:

<https://www.ojp.gov/ncjrs/virtual-library/abstracts/social-change-and-crime-rate-trends-routine-activity-approach>. Acesso em: 01 junho 2025.

COZENS, Paul; SAVILLE, Guy; HILLIER, David. **Crime Prevention through Environmental Design (CPTED): A Review and Modern Bibliography**. Journal of Environmental Psychology, v. 27, p. 345–354, 2005. Disponível em:

https://espace.curtin.edu.au/bitstream/handle/20.500.11937/19408/131503_CPTED-REVIEW-2005-prepublication.pdf. Acesso em: 03 julho 2025.

DE MELLO, João; SCHNEIDER, Ivan. **Violence and Property Prices in Brazil**. Journal of Urban Economics, v. 68, n. 1, p. 1–15, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S009411900900080X>. Acesso em: 02 julho 2025.

FAJNZYLBER, Pablo; LEDERMAN, Daniel; LOAYZA, Norman. **What Causes Violent Crime?** European Economic Review, v. 46, n. 7, p. 1323–1357, 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/222570032_What_Causes_Violent_Crime. Acesso em: 03 julho 2025.

GAMA, Victor Azambuja; SCORZAFAVE, Luiz Guilherme. Os efeitos da criminalidade sobre a proficiência escolar no ensino fundamental no município de São Paulo. Pesquisa e Planejamento Econômico, Brasília, v. 43, n. 3, p. 447–477, dez. 2013. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstreams/d4af1723-36d0-4a17-9ede-b56c52e4ff1e/download>. Acesso em: 23 jul. 2025.

GROFF, Elizabeth R.; WEISBURD, David; YANG, Sue-Ming. **Is It Important to Examine Crime Trends at a Local "Micro" Level?** Journal of Quantitative Criminology, v. 26, n. 1, p. 7–32, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/226933917_Is_It_Important_to_Examine_Crime_Trends_at_a_Local'_Micro'_Level_A_Longitudinal_Analysis_of_Street_to_Street_Variability_in_Crime_Trajectories. Acesso em: 03 maio 2025.

LOCHNER, Lance; MORETTI, Enrico. **The Effect of Education on Crime:** Evidence from Prison Inmates, Arrests, and Self Reports. American Economic Review, v. 94, n. 1, p. 155–189, 2004. Disponível em: <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/000282804322970751>. Acesso em: 13 jun. 2025

MERTON, Robert K. **Social Structure and Anomie**. American Sociological Review, v. 3, n. 5, p. 672–682, 1938. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2084686>. Acesso em: 15 jun. 2025.

NAKAYA, Tomoki; BRUNSDON, Chris; HARRIS, Paul. **The Two-Dimensional Spatial Analysis:** Significance of GWR Based Approaches. Journal of Geographical Systems, v. 7, n. 2, p. 111–133, 2005. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10109-005-0174-0>. Acesso em: 23 jul. 2025.

OLIVEIRA, José Wellington de; ARAÚJO, Thiago de Castro; GOMES, J. M. **Vulnerabilidade social e homicídios em Fortaleza:** Uma análise espacial. Revista Brasileira de Segurança Pública, v. 14, n. 2, p. 72–95, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbsp/a/4WdzxmcMx9gLKjkLTn89C3w/?lang=pt>. Acesso em: 23 jul. 2025.

PIRAS, Gianfranco; SARRIAS, Mauricio. **Maximum likelihood estimation of spatial autoregressive models with regimes in R:** The hspm package. Journal of Statistical Software, v. 104, n. 1, p. 1-27, 2023. Disponível em:

<https://www.jstatsoft.org/article/view/v107i08>. Acesso em: 15 jun. 2025.

SAMPSON, Robert J. **Great American City**: Chicago and the Enduring Neighborhood Effect. Chicago: University of Chicago Press, 2012. Disponível em:
<https://press.uchicago.edu/ucp/books/book/chicago/G/bo5514383.html>. Acesso em: 23 jul. 2025.

SAMPSON, Robert J.; RAUDENBUSH, Stephen W.; EARLS, Felton. **Neighborhoods and Violent Crime**: A Multilevel Study of Collective Efficacy. *Science*, v. 277, n. 5328, p. 918–924, 1997. Disponível em:
<https://www.science.org/doi/10.1126/science.277.5328.918>. Acesso em: 23 jul. 2025.

SHAW, Clifford R.; MCKAY, Henry D. **Juvenile Delinquency and Urban Areas**: A Study of Rates of Delinquents in Relation to Differential Characteristics of Local Communities in American Cities. Chicago: University of Chicago Press, 1942. Disponível em:
<https://archive.org/details/dli.ernet.544328>. Acesso em: 13 maio 2025.

SILVA, Alexsandro da Conceição Ribeiro. **Geografia da Violência em Salvador: Escalas de Segregação e Vulnerabilidade Territorial**. 2018. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/civitas/a/4WdzxmcMx9gLKjkLTn89C3w/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 03 maio 2025.

WAISELFISZ, J. J. **Mapa da Violência 2016**: Homicídios de Jovens no Brasil. Brasília: Flacso, 2016. Disponível em: http://www.mapadaviolencia.org.br/pdf2016/MapaViolencia2016_Jovens.pdf. Acesso em: 23 maio 2025.

WEISBURD, David; GROFF, Elizabeth R.; YANG, Sue-Ming. **The Criminology of Place**: Street Segments and Our Understanding of the Crime Problem. New York: Oxford University Press, 2012. Disponível em:
<https://academic.oup.com/book/3406>. Acesso em: 03 maio 2025.

LOVELACE, Robin; NOWOSAD, Jakub; MUENCHOW, Jannes. **Geocomputation with R**. Boca Raton: Chapman and Hall/CRC, 2019.

WILSON, James Q.; KELLING, George L. **Broken Windows**: The Police and Neighborhood Safety. *The Atlantic Monthly*, v. 249, n. 3, p. 29–38, 1982. Disponível em:
<https://www.theatlantic.com/magazine/archive/1982/03/broken-windows/304465/>. Acesso em: 03 abril 2025.

APÊNDICE - RESULTADOS

Model Espacial Tradicional

Spatial Growth Regression

	yf1 (1)	yf2 (2)	yr1 (3)	yr2 (4)	yh1 (5)	yh2 (6)
<hr/>						
yf0	-0.001 (0.001)	0.001 (0.004)				
yr0			-0.001 (0.002)	-0.005 (0.007)		
yh0					-0.059*** (0.015)	-0.207*** (0.047)
Dens	-0.00000 (0.00001)	-0.00002 (0.00002)	-0.00002** -0.0001*** (0.00001)	-0.0001 (0.00003)	-0.00001 (0.00003)	-0.00003 (0.0001)
Inc	0.0001* (0.0001)	0.0002 (0.0002)	0.0001 (0.0001)	0.0001 (0.0003)	0.0003 (0.0003)	0.001 (0.001)
EMP	-0.00000 (0.00000)	-0.00000 (0.00001)	0.00000 (0.00000)	0.00000 (0.00002)	0.00000 (0.00002)	0.00003 (0.0001)
Poor	-0.013** (0.005)	-0.031** (0.015)	-0.010 (0.006)	-0.034 (0.024)	0.117*** (0.031)	0.502*** (0.096)
Gini	0.084 (0.195)	0.161 (0.553)	0.168 (0.221)	0.516 (0.886)	-2.974*** (1.053)	-11.211*** (3.298)

Constant	0.754***	3.725***	0.688***	4.943***	2.700***	9.607***
	(0.143)	(0.526)	(0.156)	(0.764)	(0.646)	(2.094)

Rho	-0.02	-0.129	0.293	0.084	-0.099	-0.11
Observations	114	114	114	114	114	114
Log Likelihood	-37.693	-156.627	-52.350	-209.993	-229.682	-359.845
sigma2	0.113	0.911	0.144	2.327	3.286	32.228
Akaike Inf. Crit.	93.386	331.254	122.700	437.987	477.365	737.690
Wald Test (df = 1)	0.022	0.874	6.744***	0.444	0.517	0.667
LR Test (df = 1)	0.023	0.944	5.590**	0.325	0.479	0.613

Note:

*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

Model Espacial Heterogêno

Spatial Growth Regression

	Dependent variable:					
	yf1 (1)	yf2 (2)	yr1 (3)	yr2 (4)	yh1 (5)	yh2 (6)
yf0:D1	0.0003 (0.004)	-0.004 (0.011)				
yf0:D2	-0.002 (0.008)	-0.010 (0.021)				
yf0:D3	-0.002 (0.002)	-0.003 (0.004)				
yr0:D1			-0.003 (0.003)	-0.009 (0.012)		

yr0:D2		0.012	-0.002			
		(0.010)	(0.039)			
yr0:D3		-0.002	-0.008			
		(0.002)	(0.007)			
yh0:D1				-0.069**	-0.315***	
				(0.030)	(0.093)	
yh0:D2				-0.014	-0.078	
				(0.044)	(0.136)	
yh0:D3				-0.057***	-0.165***	
				(0.019)	(0.058)	
D1:Dens	-0.00002	-0.0001	-0.0002*** -0.001***	0.0001	0.0002	
	(0.00003)	(0.0001)	(0.00003)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0005)
D2:Dens	-0.00003	-0.0001	-0.00000	-0.0001	-0.00004	0.0001
	(0.00002)	(0.0001)	(0.00002)	(0.0001)	(0.0001)	(0.0003)
D3:Dens	-0.00001	-0.00004**	-0.00001	-0.0001**	0.00002	0.00003
	(0.00001)	(0.00002)	(0.00001)	(0.00003)	(0.00004)	(0.0001)
D1:Inc	0.0001	0.0004	-0.0002	-0.002*** 0.002***	0.003	
	(0.0002)	(0.0005)	(0.0002)	(0.001)	(0.001)	(0.003)
D2:Inc	0.0002*	0.0003	-0.0001	-0.0001	0.001	0.002
	(0.0001)	(0.0003)	(0.0001)	(0.0004)	(0.001)	(0.002)
D3:Inc	0.0002	0.0004	0.0003*** 0.001**	0.0004	0.001	
	(0.0001)	(0.0003)	(0.0001)	(0.0004)	(0.001)	(0.002)

D1:EMP	0.00003	0.0002**	0.0001**	-0.0002*	0.0001	0.0005
	(0.00002)	(0.0001)	(0.00003)	(0.0001)	(0.0002)	(0.0005)
D2:EMP	-0.00002*	-0.00002	-0.00000	0.00000	-0.00002	-0.0001
	(0.00001)	(0.00003)	(0.00001)	(0.00004)	(0.00004)	(0.0001)
D3:EMP	0.00000	0.00001	0.00000	0.00000	0.00001	0.00003
	(0.00000)	(0.00001)	(0.00000)	(0.00001)	(0.00002)	(0.0001)
D1:Poor	-0.015	-0.016	-0.003	-0.014	0.314***	1.131***
	(0.010)	(0.027)	(0.010)	(0.041)	(0.053)	(0.165)
D2:Poor	-0.027**	-0.057	-0.044***	-0.099	0.029	0.209
	(0.013)	(0.037)	(0.015)	(0.062)	(0.082)	(0.252)
D3:Poor	-0.012*	-0.036*	-0.0004	0.003	0.073*	0.327***
	(0.007)	(0.021)	(0.008)	(0.031)	(0.041)	(0.126)
D1:Gini	-1.021	-3.195	1.572**	10.449***	-7.830**	-17.899*
	(0.723)	(2.041)	(0.700)	(2.845)	(3.441)	(10.613)
D2:Gini	0.441	0.957	0.839*	2.044	-1.283	-7.268
	(0.402)	(1.135)	(0.438)	(1.786)	(2.219)	(6.848)
D3:Gini	-0.457	-1.337	-0.822**	-2.063	-0.683	-1.725
	(0.394)	(1.112)	(0.406)	(1.648)	(1.981)	(6.101)
Constant	1.193***	5.129***	0.875***	4.415***	1.778*	5.609*
	(0.221)	(0.696)	(0.227)	(0.984)	(0.937)	(2.966)
<hr/>						
Rho	-0.02	-0.129	0.293	0.084	-0.099	-0.11
Observations	114	114	114	114	114	114

Log Likelihood	-26.345	-145.063	-29.044	-188.975	-217.476	-345.663
sigma2	0.092	0.736	0.097	1.607	2.642	25.123
Akaike Inf. Crit.	94.689	332.126	100.088	419.950	476.951	733.327
Wald Test (df = 1)	2.238	4.251**	3.113*	1.069	1.626	0.751
LR Test (df = 1)	2.123	3.871**	2.501	0.790	1.501	0.686

Note:

*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01