



ESPACIALIDADE DA VIOLÊNCIA NO TERRITÓRIO URBANO

Régis Façanha Dantas  

Professor da Academia de Segurança Pública - AESP e Coordenador do
Programa de Prevenção à Violência - PReVio do Governo do Estado do
Ceará

Contato: regis.dantas@uol.com.br

Como citar: FAÇANHA, R. D. Espacialidade da violência
no território urbano. *Revista Formação (Online)*, v. 29, n.
54, p. 51-81, 2022.

Recebido: 20/12/2020

Aceito: 09/01/2022

Data de publicação: 18/03/2022

Resumo

Este trabalho relaciona a violência, o espaço territorial e suas vulnerabilidades locais através de um índice que revele essa relação espaço-temporal, buscando padrões espaciais. São referenciadas teorias da violência relacionadas com o espaço e vulnerabilidades. A metodologia usada foi a criação do Índice de Violência Espacial-IVE através da análise multivariada de componentes principais. Para averiguação das evidências, a análise exploratória de dados espaciais foi usada para descrever e visualizar padrões de associação (*clusters* espaciais) e sugerir relações no espaço entre as variáveis na cidade de Fortaleza, com dados de 2016 a 2018, período de maior violência. O resultado foi a verificação de evidências empíricas do IVE, demonstrando que os espaços dos setores agregados com seus níveis de violência se correlacionam espacialmente com áreas mais vulneráveis e com a desordem urbana. Com o IVE, é possível compatibilizar as políticas públicas com as características do espaço da violência, potencializando a eficiência das estratégias.

Palavras-chave: Violência Urbana, Análise Espacial, Vulnerabilidades Locais, Índice de Violência.

THE SPACIALITY OF VIOLENCE IN URBAN TERRITORY

Abstract

This work associates violence, territorial space and local vulnerabilities seeking spatial patterns through an index revealing this spatio-temporal relationship. The following are referred to theories of violence related to space and vulnerabilities. The methodology applied was the creation of the Index of Spatial Violence (IVE) by multivariate principal component analysis. To ascertain evidence, it was used spatial data analysis to describe and visualize patterns of association (spatial clustering) and suggest relations in space among the variables in the city of Fortaleza from 2016 to 2018 being the peak period of violence. The result was the checking for empirical evidence of the IVE providing the aggregated sectors' spaces with its levels of violence are spatially correlated with more vulnerable areas and urban disorder. Using the IVE, it is possible to make compatible public policies with the features of the area of violence boosting the effectiveness of strategic actions.

Keywords: Urban Violence, Spatial Analysis, Local Vulnerabilities, Violence Index.

ESPACIALIDAD DE LA VIOLENCIA EN EL TERRITORIO URBANO

Resumen

Este trabajo relaciona la violencia, el espacio territorial y sus vulnerabilidades locales a través de un índice que revela esta relación espacio-temporal, buscando patrones espaciales. Se hace referencia a teorías de violencia relacionadas con el espacio y las vulnerabilidades. La metodología utilizada fue la creación del Índice de Violencia Espacial-IVE mediante análisis multivariado de componentes principales. Para investigar las evidencias, se utilizó el análisis exploratorio de datos espaciales para describir y visualizar patrones de asociación (*clusters* espaciales) y sugerir relaciones en el espacio entre las variables en la ciudad de Fortaleza, con datos de 2016 a 2018, período de mayor violencia. El resultado fue la verificación de evidencia empírica del IVE, demostrando que los espacios de los sectores agregados con sus niveles de violencia se correlacionan espacialmente con áreas más vulnerables y con el desorden urbano. Con el IVE es posible compatibilizar las políticas públicas con las características del espacio de violencia, potenciando la eficiencia de las estrategias.

Palabras clave: Violencia urbana, Análisis espacial, Vulnerabilidades locales, Índice de violencia.

INTRODUÇÃO

Estudar os aspectos físicos do meio urbano, a desorganização social e a violência, passou a ser objeto de estudo dos pesquisadores. Diversos trabalhos analisaram a relação das cidades e suas implicações sociais, econômicas e políticas sobre a violência (GULLO, 1998; BEATO, 1999; BIROL, 2007; CÁRDIA; ADORNO; POLETO, 2003; SANTOS, 2016).

A Teoria da Ecologia Criminal faz alusão aos fenômenos sociais e sua relação com as desigualdades, que exercem um papel fundamental no surgimento e na manutenção dos comportamentos considerados delituosos. Dessa forma, estudos acabam por defender que os diferentes lugares da cidade possuem características determinantes da condição criminal dessas comunidades. Trabalhos pioneiros da Escola de Chicago, Shaw e McKay (1929), tentaram efetivamente estabelecer uma “ecologia da delinquência e do crime”.

Em outra vertente, ampliou-se a visão do binômio espaço-indivíduo para o binômio espaço-violência, percebendo a arquitetura urbana e seus itens presentes no espaço como geradores ou facilitadores da violência. Jacobs (1961), Newman (1972), Jeffery (1971) e Crowe (2000) são alguns autores relevantes dessa visão teórica. Os mesmos ligavam o espaço urbano como um estimulador ou inibidor de oportunidades para a prática criminal e, nesse sentido, apontam cenários ideais da arquitetura urbana que podem inibir o crime.

Sobre a espacialidade da violência espacial, Viana (2002, p. 29) afirma que “a violência urbana não é a violência que ocorre no espaço urbano e sim a violência derivada da organização do espaço urbano”. Assim, o espaço organizado pelo homem desempenha um papel na sociedade, condicionando-a, compartilhando do complexo processo de existência e reprodução social (CORRÊA, 2003). O espaço reproduz a totalidade social na medida em que essas transformações são determinadas por necessidades sociais, econômicas e políticas (SANTOS, 2008). “A evolução da formação social está condicionada pela organização do espaço, isto é, pelos dados que dependem diretamente da formação social atual, mas também das formações econômico-sociais permanentes” (SANTOS, 1977, p. 90).

Deste modo, a produção do espaço urbano que ocorre a partir de um modelo de desenvolvimento que promove a violência estrutural ao institucionaliza a miséria e a pobreza, e a violência cultural (simbólico e representativa para a legitimação das violências), tende a (re)produção de uma cidade violenta, na violência entendida como evento (violência direta), processo (violência estrutural) e permanência (violência cultural) (ARAÚJO; CHAGAS, 2020).

Em relação ao espaço, Weisburd (2015) defende a focalização dos estudos criminológicos nos pontos críticos microgeográficos. Para o autor, em sua defesa à Lei da Concentração do Crime, a criminologia do lugar nos leva a examinar áreas geográficas muito pequenas dentro das cidades, muitas vezes tão pequenas quanto endereços ou segmentos de rua (uma rua de cruzamento em cruzamento), por sua contribuição para o problema do crime.

Isso nos leva a examinar e entender por que o crime ocorre em locais específicos, em vez de focar nossos interesses na preocupação mais tradicional dos criminologistas com o motivo pelo qual tipos específicos de pessoas cometem crimes. A observação empírica na

criminologia do lugar mostra que o crime se concentra em unidades geográficas muito pequenas. (WEISBURD; GROFF; YANG, 2012)

Busca-se aqui relacionar a violência, o espaço territorial e suas vulnerabilidades locais através de um índice que revele essa relação espaço-temporal, buscando e/ou demonstrando padrões espaciais. Estudos têm evidenciado essa relação da violência e vulnerabilidades sociais no território (SÁ, 2019; MOREIRA; FOCHEZARRO, 2018).

Entenda-se violência como o definido pela Organização Mundial de Saúde, caracterizando-a pelo uso intencional da força física ou do poder, real ou em ameaça, contra si próprio, contra outra pessoa, ou contra um grupo ou uma comunidade, que resulte ou tenha a possibilidade de resultar em lesão, morte, dano psicológico, deficiência de desenvolvimento ou privação (KRUG et al., 2002).

Esse trabalho produz um índice multidimensional, englobando os crimes mais violentos, como homicídios e tráfico que têm essas características, assim como observá-los no espaço e no tempo, suas magnitudes e suas relações com as áreas urbanas e suas vulnerabilidades.

Para isso, foi criado o Índice de Violência Espacial-IVE através da análise multivariada de componentes principais. A cidade de Fortaleza foi usada para averiguação empírica, cidade com os problemas típicos dos centros urbanos do Brasil, com suas desigualdades, violência e vulnerabilidades sociais. O IVE tem como objetivo classificar os espaços pela violência, demonstrando concentrações desta no território urbano e confrontar esses espaços com as vulnerabilidades locais, como favelas e assentamentos precários.

A análise exploratória de dados espaciais foi usada para descrever e visualizar distribuições espaciais, descobrir padrões de associação (*clusters* espaciais) e sugerir relações e mensurações entre o espaço e o Índice da Violência Espacial. Com o índice IVE será possível direcionar políticas de prevenção e combate à violência e aumentar a efetividade das mesmas.

A análise espacial foi usada para mensurar propriedades e relacionamentos, levando em conta a localização espacial do fenômeno da violência de forma explícita. A ideia central é incorporar o espaço à análise que se deseja fazer, levando-se em consideração “a primeira lei da geografia” de Waldo Tobler: “todas as coisas são parecidas, mas coisas mais próximas se parecem mais que coisas mais distantes” (DIAS et al., 2002).

Nesse contexto, além dessa introdução, há a exposição na seção 2 das teorias que colaboram com o estudo da violência no espaço. A relação da violência e território será vista na seção 3. Na seção 4 são definidos os métodos e a metodologia. Na seção 5 os resultados são avaliados e na seção 6 as considerações finais.

REVISÃO DA LITERATURA

Relacionar as cidades, seus guetos, bairros pobres, favelas e áreas de delinquência com a violência perpassa necessariamente pela Escola de Chicago. Esses estudos foram traduzidos em um conjunto de teorias e conceitos inseridos no que se convencionou chamar de “Ecologia Criminal”, a qual prepondera estudos sobre os delitos praticados no território urbana.

Esses arcabouços teóricos buscam associar características estruturais das vizinhanças ao padrão criminal apresentado e são denominados estudos ecológicos. A concentração de pobreza, mobilidade residencial e segregação espacial são vistos como fatores correlacionados a concentração de crimes nesses locais, formatando a Teoria da Desorganização Social. Por “Desorganização social” entenda-se a ineficiência das estruturas comunitárias responsáveis pelo controle social (família, escolas, organizações comunitárias). Em síntese, é a perda de influência das regras sociais de condutas existentes sobre os membros do grupo. (SUTHERLAND, 1939; SHAW; MCKAY, 1929).

O plano de fundo da desorganização social é o ambiente desigual e, a agregação desse com comportamentos criminais e situacionais, ajudam a fornecer uma explicação em nível micro de por que o crime se concentra em alguns lugares. Isso está relacionado à organização social e eficácia coletiva em um bairro - onde os laços sociais dentro das comunidades são muito fracos para influenciar como as pessoas locais se comportam (SAMPSON; GROVES, 1989).

A partir das ideias iniciais da Teoria da Ecologia Criminal, vertentes teóricas foram estudadas pensando no ambiente com agente criminológico e as oportunidades resultantes. São teorias relacionadas ao controle do espaço pois se fundamentam no pressuposto de que qualquer pessoa é um criminoso em potencial, e o que define a atividade criminosa são as oportunidades favoráveis à prática do crime.

A Teoria das Atividades Rotineiras pressupõe que o crime só ocorre mediante a convergência no espaço e no tempo entre a vítima, agressor em potencial e ausência de segurança, seria a química de um crime. Nessas situações, a prática do crime é a construção de uma combinação de fatores que são influenciados pelas atividades rotineiras das pessoas que as colocam nesses ambientes (COHEN; FELSON, 1979). Na Teoria dos Padrões Criminais, dada a complexidade do evento, são incluídas características do ambiente à motivação pessoal do infrator, dada a distribuição espacial desigual das oportunidades de cometer crimes (BRANTINGHAN; BRANTINGHAN, 1981).

Wilson e Kelling (1982), que desenvolveram a Teoria das Janelas Quebradas, ressaltam a relação causal entre desordem e criminalidade, argumentam que uma simples janela quebrada é o sinal da falta de cuidado com o ambiente e/ou propriedade, que vai se deteriorando o espaço tanto físico como das relações sociais.

Ainda no campo dos espaços, a Teoria da Prevenção Situacional do Crime, desenvolvida por Clarke(1982), baseia-se na ideia de que o crime pode ser prevenido através da redução das oportunidades presentes no espaço que o favorece e do aumento dos riscos para o criminoso. Assim, foca na modificação dos espaços para diminuir as oportunidade e aumentar os riscos para o criminoso.

Considerando a Teoria da Desorganização Social, Plassa & Parré(2019) analisaram a relação entre fatores socioeconômicos e as taxas de homicídio e, com uso da análise fatorial e Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), constataram que a criminalidade tem uma concentração espacial.

Analisando os homicídios no território do Estado do Paraná, Bondezan et al. (2018) evidenciam que a distribuição da violência não ocorre de forma aleatória no espaço geográfico, que os casos de assassinato se encontram concentrados na Região Metropolitana de Curitiba, e que existe transbordamento da violência entre as economias paranaenses.

Os transbordamentos da violência no espaço foram observados também por Ramão e Wadi (2010), os autores verificaram que os homicídios variaram de uma unidade administrativa para outra e a relação existente entre esse fenômeno e desigualdades socioeconômicas no Município de Cascavel/Paraná. Uchôa e Menezes (2012) veem na pobreza, na desigualdade de renda e na extrema pobreza, os fatores responsáveis pela insegurança e instabilidade social.

Zaluar (2002) fortalece a ideia das vulnerabilidades e desigualdades como fatores condicionantes da violência ao observar que as favelas, por não disporem de um aparato de segurança pública capaz de proteger a população, acabam constituindo-se como cenário de intensa violência, vitimando pobres e submetendo a população local aos ditames do tráfico de drogas.

Menezes et al. (2013) indicaram que a desigualdade, o nível de renda e o desemprego são os fatores mais relevantes para explicar a violência (taxa de homicídios), que é cometida em número mais elevado pelos jovens.

Ainda sobre território e crimes, Batella e Diniz (2010) apontam que as condicionantes da violência se ressignificam espacialmente tendo caráter diferenciado de acordo com o lugar ao qual está inserida; mostram a importância da distribuição dos crimes nos espaços urbanos, uma vez que a violência carrega forte componente espacial.

Para construir o Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (IVSA), um indicador composto, Guimarães et al. (2014) usaram indicadores sociodemográficos dos municípios fluminenses. Estes foram classificados utilizando-se da análise de componentes principais. Os autores lembram que o IVSA não representa o percentual de vulneráveis, este índice serve apenas para fazer hierarquia.

Um dos objetivos da construção de índices sociais através da Análise de Componentes Principais (ACP) é a redução de variáveis explicativas do fenômeno ou a redução da dimensionalidade do problema. Deste modo, Oliveira et al. (2018) analisaram dados de crimes e acidentes de trânsito em municípios do Estado de Mato Grosso com uso da análise de componentes principais. Os autores conseguiram reduzir as oito variáveis estudadas compostas por diferentes tipos de crimes para dois fatores e a abordagem espacial identificou regiões críticas em cada fator. Na mesma linha, Lotufo Neto et al. (2019) conseguiram reduzir as 16 (dezesesseis) variáveis estudadas compostas por diferentes tipos de crimes para apenas 3 (três) fatores.

VIOLÊNCIA, TERRITÓRIOS E SUAS VULNERABILIDADES LOCAIS

Um conjunto substancial de pesquisas examinou uma ampla variedade de determinantes estruturais para explicar os fatores que influenciam os altos níveis de violência na América Latina. Dentre os condicionantes estão a desigualdade social, desemprego, pobreza, instabilidade residencial, absenteísmo escolar e fatores culturais também estão correlacionados com altas taxas de homicídio (CHAINEDY; MUGGAH, 2020).

Ainda, estudos diversos têm confirmado o padrão espacial da violência (SÁ, 2019; MOREIRA; FOCHEZARRO, 2018; PLASSA; PARRÉ, 2019). Em Fortaleza, a distribuição da criminalidade violenta ratifica a concentração (Figura 3.C), apresentando uma conexão forte com as condições socioeconômicas. Nos espaços da cidade onde a população está sujeita a maior vulnerabilidade social é onde se concentram números mais expressivos de homicídios.

Para Rolnik (1999), a vulnerabilidade resulta de fragilidades e o grau de vulnerabilidade de um indivíduo, grupo, ou área, o transformará em grupo de risco ou área de risco. As favelas e assentamentos precários representam bem esses espaços desiguais, vulneráveis.

Vulnerabilidade, segundo Tominaga (2009), corresponde a um conjunto de processos e condições resultantes de fatores físicos, biológicos, sociais, econômicos e políticos que aumentam a suscetibilidade ao impacto de um perigo com vistas à redução do bem-estar.

Conforme Porto (2007), o conceito de vulnerabilidade está referido a grupos sociais específicos que se encontram em um determinado território, expostos a um dado fenômeno e fragilizados quanto a sua capacidade de compreender e enfrentar esses riscos, tornando assim à vulnerabilidade um conceito-chave para a análise integrada e contextualizada dos riscos.

Os lugares também podem ser entendidos como vulneráveis ou expostos a riscos. A importância da espacialidade (localizações e situações) também tem sido discutida, especialmente nos espaços urbanos e em questões ambientais, situações em que é mais evidente a dimensão espacial da existência social (MARANDORLA; HOGAN, 2009).

Para Hewitt (1997), o ambiente externo à unidade residencial (bairro, por exemplo) é tão importante quanto a própria casa na vida urbana. A formação do território vivido está em consonância com este sentido de ambiente externo, onde formas e fontes de vulnerabilidades têm presença geográfica.

Nesses espaços vulneráveis, a desordem e a degradação urbana podem levar à violência conforme a teoria das janelas quebradas por Wilson e Kelling (1982). Para os autores, há relação causal entre desordem e criminalidade. Argumentam que uma simples janela quebrada é o sinal da falta de cuidado com o ambiente e/ou propriedade, que vai se deteriorando o espaço tanto físico como das relações sociais

Misse (2010) destaca que tradicionais mercados ilegais de trabalho, a exemplo da prostituição popular, do pequeno contrabando, da compra e venda de objetos roubados e mesmo do jogo do bicho, foram sendo paulatinamente digeridos pelo varejo de drogas ilícitas, onde o tráfico de drogas tornou-se mais atraente para as populações que alcançou.

Nesse espaço ecológico há interação entre jovens e adolescentes com o crime, com o comércio ilegal, com a violência doméstica, com a desesperança, desamparo estatal, degradação ambiental e com a desordem que passa a ser vista como ordem. Neste contexto, pode-se classificar os microterritórios em graus de evolução da violência, desde um ambiente onde os crimes ou violência se restringem a pequenos delitos e desordem, a outros espaços que evoluíram para áreas de tráfico e de milícia.

Observa-se a violência urbana com maior intensidade nos extremos, nas periferias das cidades, nas quais a ausência do poder público é mais forte e o crime consegue se instalar mais facilmente nessa ambiência vulnerável. É o que se convencionou chamar de “o crime tem endereço”.

Esses ambientes revelam áreas em que a infraestrutura urbana de equipamentos e serviços é precária ou insuficiente, com baixa oferta de postos de trabalho, grande contingente de jovens sem o mínimo de esperança de realização dos desejos compatíveis com a faixa etária.

Esse conjunto de fatores somados a bebidas, armas, drogas e a sensação (ou certeza) de impunidade, abrem janelas, e muitas vezes, são portas abertas para a violência.

Conforme Silva (2004), o que se percebe é a existência de ambientes onde impera uma forma de sociabilidade violenta que perpassa o cotidiano das pessoas. Nesses locais a violência urbana absorve simbolicamente uma prática da vida cotidiana, na qual há o uso da força como princípio organizador das relações sociais, suspendendo o monopólio da violência pelo Estado e desconcentrando seu uso legitimado.

Braga et al. (2008, p. 16) ressalta que a territorialidade do crime, nestes termos, “é a expressão espacial das práticas dos grupos criminosos. A sua forma, contudo, varia de grupo a grupo, bem como os mecanismos utilizados no processo de territorialização, ou, em outros termos, de apropriação e domínio do espaço”.

METODOLOGIA E MÉTODOS

Descrição das Variáveis e Agregação das Áreas de Análise

Descrição das Variáveis

Para compor as variáveis utilizadas nas dimensões socioeconômicas, buscou-se no censo demográfico de 2010 as variáveis *proxy* (relacionadas com as variáveis não observadas) que possam capturar as dimensões espaciais com características de vulnerabilidade social. As variáveis selecionadas para representar características estruturais e socioeconômicas que afetariam as taxas de crime estão apresentadas no Quadro 1. Essas variáveis não serão usadas para compor o Índice de Violência Espacial, mas, dado que as mesmas são representativas de áreas vulneráveis, serão usadas para avaliar a performance do IVE.

Algumas das variáveis da dimensão violência foram utilizadas para compor a construção do índice e outras para avaliar a performance do IVE e estão nos Quadros 2 e 3. Tais variáveis são oriundas da Secretaria de Segurança Pública e Defesa Social do Estado do Ceará (SSPDS-CE), onde Fortaleza, a capital do Estado, serviu como base para a análise das evidências.

Ainda sobre as variáveis utilizadas, locais com maior densidade apresentam uma maior propensão do indivíduo passar mais tempo fora de casa, principalmente em casas sem estruturas. A permanência de jovens ociosos nas ruas por longos períodos pode levar à conflitos nesses espaços. A variável número de residentes homens tenta capturar esses problemas possíveis, uma vez que mais de 90%, em média, dos homicídios e presos são do sexo masculino.

Além disso, são os jovens do sexo masculino os maiores envolvidos nos crimes de maneira geral, mas principalmente nos homicídios, tanto como autor quanto como vítimas, por isso, utiliza-se a população de jovens (de 15 a 19 anos) como indicativo da exposição à violência urbana.

Quadro 1 - Descrição das Variáveis Socioeconômicas

Símbolo	Descrição
Jovens	Pessoas de 15 a 19 anos
Homens	Homens Residentes em domicílios particulares e domicílios coletivos
ResponsNalf	Pessoas Responsáveis alfabetizadas
IdRenda	Índice de Desigualdade de Renda
Densidade	Densidade – Habitantes por Hectare

Fonte: Dados Socioeconômicos IBGE - censo 2010. Elaboração do autor.

Quadro 2 - Descrição das Variáveis de Violência Agregadas por Ano

Símbolo	Descrição
CVLI (16+17)	Crime Violento Letal e Intencional - soma de 2016 + 2017
Drg (16+17)	Consumo de Drogas - soma 2016 + 2017
Pert (16+17)	Perturbação ao Sossego Alheio - soma 2016 + 2017
Traf (16+17)	Tráfico de Drogas - soma 2016 + 2017

Fonte: Secretaria da Segurança Pública do Estado do Ceará. Elaboração do autor.

Quadro 3 - Variáveis Utilizadas na Construção do IVE

Símbolo	Descrição
Tráfico 16	Tráfico de Drogas de 2016
Tráfico 17	Tráfico de Drogas de 2017
Tráfico 18	Tráfico de Drogas de 2018
CVLI 16	Crime Violento Letal e Intencional de 2016
CVLI 17	Crime Violento Letal e Intencional de 2017
CVLI 18	Crime Violento Letal e Intencional de 2018
PresoDom18	Endereço original dos presos de Fortaleza - dados do ano de 2018

Fonte: Secretaria da Segurança Pública do Estado do Ceará. Elaboração do autor.

Tráfico é o ápice da deterioração do ambiente, do bem-estar social nos espaços urbanos. Consumo de Drogas (DRG) fortalece o tráfico nesses espaços tornando-os distribuidores através de bocas de fumo, de jovens dependentes da droga e/ou do tráfico. Tráfico refere-se as denúncias de atividades de tráfico de drogas confirmadas pelo policiamento *in loco*.

O CVLI (Crime Violento Letal e Intencional), em que homicídios representou 98,2% do CVLI para Fortaleza em 2018, segundo dados da Secretaria de Segurança do Estado do Ceará (www.sspds.ce.gov.br), é o indicador de crime mais extremo, contra a vida.

Foram incorporados à análise os endereços georreferenciados dos que estavam presos em Fortaleza em dezembro de 2018. Trata-se de estoque daqueles que estavam cumprindo pena até aquele momento. Essa variável PresoDom18 é um importante sinalizados dos *clusters* de ambiência restritiva presente no espaço urbano.

Para verificação da associação das variáveis como homicídios à fatores socioeconômicos nas vizinhanças, passa-se a observar as características dos lugares. Desta maneira, não há interesse nos homicídios e demais variáveis de forma individual, mas pela agregação por área. Para diminuir ainda mais a flutuação por setor e capturar melhor a relação desordem e vulnerabilidades locais e verificar a performance do IVE, somam-se os ocorridos nos anos de 2016 e 2017 (anos de maior violência no período) das variáveis que compõem a desordem (Drogas, Perturbação, Tráfico e CVLI).

Agregação das Áreas Territoriais de Análise

As áreas utilizadas nessa pesquisa, com contagens, índices e taxas agregadas, como associadas a censos e estatísticas de violência, referem-se originalmente a indivíduos localizados em pontos georreferenciados ou definidos no espaço. Estes dados são agregados em unidades de análise, usualmente delimitadas por polígonos fechados (setores censitários, bairros e municípios).

Para Dias et al. (2002), estas áreas usualmente possuem uma delimitação onde se supõe haver homogeneidade interna, ou seja, as áreas são compostas de agrupamentos aleatórios de indivíduos/moradias que tendem a ser semelhantes em relação a outras áreas. Evidentemente, esta premissa nem sempre é verdadeira e não há qualquer garantia de que a distribuição do evento seja homogênea dentro destas unidades.

No caso de áreas, deve-se ainda considerar que, em países com grandes contrastes sociais como o Brasil, é frequente que estejam agregados em uma mesma região de coleta grupos sociais distintos – favelas e áreas nobres – resultando em indicadores calculados que representam a média entre populações diferentes (DIAS et al., 2002).

Além disso, segundo Fotheringham et al. (2002), quando existe um mapeamento descontínuo na variação do fenômeno, representado pelos dados, é constante apenas dentro de

uma região. A variação é alterada quando se atinge a fronteira da região e passar para outra região e assim sucessivamente.

Devido aos efeitos de escala e de agregação de áreas, os coeficientes de correlação podem ser inteiramente diferentes no indivíduo e nas áreas. Este fenômeno, nas ciências sociais e na epidemiologia, é chamado de “falácia ecológica” que envolve a conclusão imprópria de relacionamentos a nível individual a partir de resultados agregados ao nível de unidade de área.

Neste ponto, a agregação aqui proposta de setores censitários, compatibiliza áreas violentas com áreas vulneráveis, não havendo inferências cruzadas entre o nível ecológico e o nível individual, no entanto, depreende-se que os riscos individuais aumentam em espaços mais violentos. Essa perspectiva possibilita não só a percepção por indivíduos de risco mas também uma visão antecipada do risco coletivo, deste modo, a análise pode mostrar quais espaços urbanos são mais suscetíveis à violência, onde as comunidades correm maiores riscos e onde são maiores as possibilidades de que ocorra crimes, onde vítimas e criminosos se encontram.

Ao incorporar no mesmo espaço agregado favelas, assentamentos precários e *clusters* de violência, procura-se torná-lo mais homogêneo em relação ao fenômeno estudado, diminuindo o “efeito beirada”, onde, por exemplo, eventos próximos aos limites de outras áreas vizinhas (exemplo de *cluster* de crimes em interseção nos extremos de duas áreas) ou mesmo assentamento precário adentrando outra área, provocaria mudanças nas estatísticas daquele espaço agregado.

A agregação de indivíduos em áreas tende a aumentar a correlação entre as variáveis e reduzir flutuações estatísticas. Uma possibilidade é trabalhar com os dados na escala espacial mais desagregada possível (menores) e utilizar técnicas de *clustering* ou de otimização combinatória para obter áreas mais agregadas, mas que preservem o fenômeno estudado da melhor forma possível (DIAS et al., 2002).

Usando os setores censitários de Fortaleza, com 3.043 áreas, percebeu-se que a maioria das variáveis socioeconômicas e indicadores de violência, calculada em pequenas áreas (setores censitários), sofria flutuações excessivas em decorrência do denominador pequeno ou pela ocorrência de eventos raros dentro da área. Por exemplo, para os 3.043 setores, 33% ou 1.109 setores não tiveram ocorrência de tráfico em 2016 e 2017. Já os homicídios, 43% ou 1.313 setores censitários tiveram zero ocorrência de 2016 a 2018. Esse aspecto torna o valor da variável menos confiável e, mesmo utilizando técnicas de suavização para contornar isso, não foi possível minimizar algumas flutuações excessivas para os fins desta pesquisa.

São problemas conhecidos como problema de unidade espacial modificável, denominado *Modifiable Areal Unit Problem* (MAUP) (ALMEIDA, 2012). Eles geralmente são

ocasionados por problemas de escala, a qual refere-se à sensibilidade dos resultados devido a diferentes níveis de escala, isto é, os resultados se modificam na medida em que o número de unidades espaciais (escala) se eleva num determinado agrupamento. Outro fator é o problema de zoneamento ou agregação, uma vez que resultados se modificam em função das várias alternativas de combinações, dada uma mesma escala.

Conforme Haining (2003), o efeito MAUP manifesta-se na situação em que os resultados da análise são sensíveis diante da forma que os dados espaciais são organizados, sobretudo com relação ao nível de escala espacial e com respeito ao arranjo (configuração) espacial em zonas (combinação de unidades espaciais contíguas). Para Openshaw e Taylor (1979), sobre o efeito de escala, para um mesmo conjunto de dados, diferentes resultados estatísticos podem ser obtidos quando os tamanhos das unidades espaciais mudam devido às agregações.

Quando ocorre a agregação em um nível maior, os valores extremos entre as unidades menores são suavizados e, portanto, os dados agregados são mais homogêneos. Assim, as correlações entre as variáveis tendem a ser maiores com maiores níveis de agregação espacial. Trata-se de verificar, para a pesquisa, qual nível de agregação é o mais compatível.

Segundo os autores Weisburd, Bernasco e Bruinsma (2009), o problema da unidade de análise se torna muito mais complexo quando introduzimos o ambiente e em particular quando estudamos as influências ambientais na ação humana (como atos criminosos).

Nas análises sobre violência letal, tomar a pessoa como unidade de análise permite traçar perfis individuais, destacando fatores de risco ou de proteção. Já o uso de unidades agregadas contabiliza o número de vítimas entre os residentes de determinados territórios, e relaciona o risco de vitimização letal com características desses territórios e de suas populações.

De fato, certos processos podem ser observados para algumas unidades, mas não para outras. Especificamente em relação a unidades de agregação territorial, há muitas evidências de que os resultados das relações entre variáveis mudam quando é modificada a unidade de agregação, altera-se a escala de observação ou fronteiras entre áreas (CÂMARA et al., 2004).

Sabe-se que estes problemas no MAUP são ocasionados pela delimitação arbitrária das unidades espaciais em relação ao fenômeno investigado. Para esta pesquisa, espera-se que estes problemas sejam controlados se a delimitação das áreas de análise levar de alguma forma em consideração as variáveis e suas relações no espaço, especificamente, que relacione as variáveis representativas da violência nos espaços vulneráveis. Com isso, criou-se a partir dos 3.043 setores censitários, uma entidade maior denominada Setores Agregados, formadas por agrupamentos de setores censitários contíguas, considerados os seguintes critérios:

- i) Delineadas para gerar áreas mais homogêneas das condições vulneráveis e criminais. Para esse critério usou-se a compatibilidade de áreas em que fosse possível observar *cluster* de violência e diminuir o “efeito beirada”. Os mapas de *kernel* foram usados nesse processo;
- ii) Área mínima aproximada de 0,4 a 0,6 km²: Esse critério é devido à dinâmica criminal cuja área de influência da violência tem em média 0,5 Km². Partindo-se de um raio de 400m do núcleo de cada um dos 841 assentamentos precários, criou-se, em média, uma área de 0,5 km² em cada assentamento. Verificou-se que essa área representa no todo 45% de Fortaleza, no entanto, 79% dos homicídios (CVLI) e 78% do tráfico de drogas estavam nessa área. Aumentando o raio a partir de 400m a concentração da violência diminuiu;
- iii) Setores agregados incluindo em seu interior as favelas e assentamentos precários. Para amenizar os problemas de MAULT, esse critério foi necessário para que numa mesma área agregada fosse possível ter em seu interior favelas e/ou assentamentos precários, evitando-se, como prioridade, que numa mesma área tivesse apenas parte dessas vulnerabilidades ou áreas ricas e vulneráveis ficassem na mesma área;
- iv) Limites físicos das áreas, respeitando barreiras físicas e administrativas (bairros). Para evitar que uma lagoa, avenida ou outras barreiras físicas separassem uma mesma área em partes, assim como para evitar que numa mesma área, tivessem participação de dois ou mais bairros.

A Figura 1.C mostra os assentamentos precários definidos pela Prefeitura de Fortaleza em 2016 sobre a densidade dos homicídios da capital do Ceará. Observa-se a congruência entre as áreas vulneráveis representadas pelos assentamentos precários e as áreas mais violentas (manchas criminais). Segundo Costa Lima et al. (2019), observa-se que 1.077.059 habitantes vivem em 856 assentamentos precários em Fortaleza, compreendendo 44% da população total da cidade.

Para se efetivar a agregação inicial, utilizou-se da ferramenta SKATER (*Spatial “K”luster Analysis Through Edge Removal*), presente no software geoespacial GEODA, como também da ferramenta de geoprocessamento “interseção” do *software Qgis*. Neste caso, a interseção foi entre os 3.043 setores censitários e os 841 assentamentos precários definidos pela Prefeitura de Fortaleza em 2016. Estas duas tarefas acima serviram de base para construção dos 497 setores agregados, observando concomitantemente os critérios já mencionados após essa primeira agregação. A Figura 1 mostra a diferença entre os 3.043 setores censitários do IBGE e os 497 setores agregados.

Figura 1 - Setores Censitários (IBGE) x Setores Agregados



Fonte: Elaboração do autor.

Observa-se na Tabela 1, cujas descrições das variáveis estão nos quadros 1, 2 e 3, que ocorreu uma menor dispersão relativa observado no coeficiente de variação (igual ao desvio padrão dividido pela média) dos dados com a agregação dos setores, principalmente nas variáveis de violência. Ao se agregar, os homicídios (CVLI) tiveram a média, por área, aumentada em 7 vezes e, ao mesmo tempo, a dispersão diminuiu em quase 34%. Já a média do Tráfego aumentou 6 vezes e a dispersão diminuiu 40%.

A Tabela 1 contém os resultados do coeficiente de correlação entre o crime extremo (CVLI) e as demais variáveis. Na primeira linha e duas últimas colunas tem o resultado da variável com ela mesma, por isso o coeficiente de correlação é 1. Quanto mais próximo de 1 ou -1, mais correlacionado e, quanto mais próximo de zero, menos correlacionado. Os resultados mostram que todas as variáveis, a partir da agregação em setores, tiveram seus coeficientes de correlação elevados e positivos, demonstrando que estas variáveis estão correlacionadas com a violência extrema. Esses resultados estatísticos com a agregação se traduzem numa melhor análise do espaço e suas relações com a violência, vulnerabilidades e das evidências buscadas nesta pesquisa no território urbano.

Tabela 1 - Estatísticas de Variáveis Setor Censitário e Setores Agregados

Variável	Média		Desvio Padrão		Coef. Variação		Coef. Correlação	
	IBGE	Setores	IBGE	Setores	IBGE	Setores	IBGE	Setores
CVLI(16+1)	0,9	5,4	1,4	5,2	1,5	1,0	1,0	1,0
Tráf(16+17)	4,3	26,0	10,2	37,5	2,4	1,4	0,1	0,4
Pert.(16+17)	46,9	284,0	44,8	235,7	1,0	0,8	0,2	0,5
Drg(16+17)	3,7	22,4	5,7	22,5	1,5	1,0	0,1	0,3
Homens	381	2.310	147	1.379	0,4	0,6	0,3	0,6
Jovens	36,4	220,3	17,7	143,7	0,5	0,6	0,3	0,6
PresoDom18	4,2	25,3	6,1	27,0	1,5	1,1	0,2	0,6
Densidade	188,4	98,3	355,4	64,7	1,9	0,7	-0,1	0,5
ResponsNalf	21,1	128,0	19,7	126,0	0,9	0,9	0,3	0,7
Id Renda	0,7	0,7	0,5	0,5	0,8	0,7	0,2	0,4

Fonte: Elaboração do autor.

Análise Multivariada de Componentes Principais

Pela multiplicidade das causas da violência e a complexidade de definição de áreas vulneráveis, optou-se pela construção do Índice de Violência Espacial, usando o método da Análise dos Componentes Principais (ACP), com o objetivo de mostrar o nível de violência de cada setor agregado. Foram usados dados do Quadro 3.

Segundo Castro (2000), esta técnica consiste em um método de redução de um conjunto de dados multivariados em componentes, denominados principais, minimizando a redundância existente entre as variáveis, através de transformações lineares da matriz, de tal modo que as novas variáveis geradas sejam não correlacionadas entre si, mas expressem sua variabilidade.

Conforme Regazzi (2001), procura-se redistribuir a variação nas variáveis (eixos originais) de forma a obter o conjunto ortogonal de eixos não correlacionados. A ideia central da análise baseia-se na redução do conjunto de dados a ser analisado, principalmente quando os dados são constituídos de um grande número de variáveis inter-relacionadas.

Mas formalmente, suponha q variáveis, x_1, x_2, \dots, x_q , com segundos momentos finitos e assumindo valores em intervalos. A primeira componente principal, digamos cp^1 é uma combinação linear das x 's obtidas de maneira que (i) o vetor de pesos subjacentes tenha norma euclidiana unitária e (ii) a variância de cp^1 seja a maior possível. Em outras palavras, pondo:

$$cp^1 = \sum_{j=1}^q \pi_j^1 \chi^j \quad (1)$$

Os pesos π 's acima são a solução do seguinte problema de otimização:

$$\text{MaxVar}\left(\sum_{j=1}^q \pi_j^1 \chi^j\right)$$

$$\text{s. a. } \|\pi_1^1, \dots, \pi_q^1\| = 1 \quad (3)$$

A segunda, terceira, ..., q-ésima componentes principais são ainda combinações lineares das variáveis originais com vetor de pesos de norma unitária. Seus pesos são obtidos de maneira a solucionar problema de otimização como o acima, porém com a imposição adicional de que, para a j-ésima componente, por exemplo, se tenha:

$$\text{Cov}(cp^i, cp^j) = 0, \forall i < j \quad (4)$$

Para verificar se as variáveis são compatíveis em relação a variabilidades comuns para se fazer a Análise de Componentes Principais (ACP), o Teste de KMO e Bartlett são usados. O teste Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) indica o grau de explicação dos dados a partir dos fatores encontrados na análise. Com uso do *software* estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) - IBM, foram feitos os testes e a análise dos componentes principais.

A ideia é criar o índice com todos os fatores relevantes, ponderando-os usando como pesos os respectivos autovalores. Após a estimação das cargas fatoriais e dos escores fatoriais se utilizando, será criado a média ponderada para cada setor agregado, chamada de Índice Bruto conforme equação 5.

$$IB = \frac{\sum_{i=1} w_i F_i}{\sum_{i=1} w_i} \quad (5)$$

Sendo:

IB = Índice Bruto

w_i = proporção da variância explicada por cada fator

F_i = escores fatoriais

Após a construção do índice, o mesmo é padronizado utilizando-se da equação abaixo, provocando média zero e desvio padrão igual a um. O objetivo é transformar o índice para ser autoexplicativo e ordinal. O índice estará no intervalo entre 0 e 1. Quanto mais próximo de 1 mais próximo do extremo da violência e quanto mais próximo de zero, mas próximo do extremo menor, menos violento.

$$\text{Índice} = \frac{X - IB_{Min}}{IB_{Max} - IB_{Min}} \quad (6)$$

Sendo:

X: o valor do índice bruto do setor agregado - IB;

IBmin: o valor do setor agregado de menor índice bruto e;

IBmax: o valor do setor agregado de maior índice bruto

Análise Exploratória de Dados Espaciais - AEDE

A análise exploratória de dados espaciais - AEDE é um conjunto de técnicas para descrever e visualizar distribuições espaciais, descobrir padrões de associação (*clusters* espaciais) e sugerir diferentes regimes espaciais ou outras formas de instabilidade espacial (não estacionariedade) e identificar observações atípicas (*outliers* espaciais) (ANSELIN, 1996). Para Almeida (2012), o objetivo primordial é deixar os dados espaciais falarem por si próprios.

Para fins desse estudo, a análise de dependência espacial consiste na realização de testes estatísticos confirmatórios, além de análise estatística ponderada espacialmente, a fim de verificar se os homicídios, tráfico e demais tipos de violência aqui estudados, em Fortaleza, possuem alguma relação com o local em que foram cometidos. Procura-se através dessa análise de dados espaciais, explorar as possíveis associações entre o Índice de Violência Espacial, o padrão da violência com as ocorrências dos crimes e contravenções nos respectivos espaços urbanos.

Uma das técnicas de Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) mais comumente usada é dada pelo índice I de Moran que verifica se a autocorrelação considerando o primeiro vizinho mais próximo é verdadeira, ou seja, verifica se a hipótese de que os dados espaciais são distribuídos aleatoriamente é verdadeira cuja estatística é pela seguinte fórmula:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \cdot \sum_{j=1}^n w_{ij} (z_i - \bar{z})(z_j - \bar{z})}{\sum_{i=1}^n (z_i - \bar{z})^2} \quad (7)$$

Onde n é o número de áreas, z_i o valor do atributo considerado na área i , \bar{z} é o valor médio do atributo na região de estudo e w_{ij} os elementos da matriz normalizada de proximidade espacial. Valores positivos (entre 0 e +1) de I indicam para correlação direta e negativos (entre 0 e -1) correlação inversa.

O I de Moran fornece três informações: a significância estatística informa sobre os dados estarem distribuídos aleatoriamente ou não; o sinal positivo da estatística I de Moran, desde que significativos, indica que os dados estão concentrados nas regiões, ou seja, valores similares. O

sinal negativo, por sua vez, indica a concentração nas regiões, mas com valores dissimilares. A magnitude da estatística mostra a força da autocorrelação espacial, quanto mais próximo de 1 ou -1 mais forte é a autocorrelação e quanto mais próximo de zero mais disperso estão os dados (ALMEIDA, 2012).

Como se está se calculando uma função de autocorrelação espacial, precisa-se utilizar a matriz de vizinhança, onde se considera vizinhos aqueles polígonos (municípios, setores censitários, dentre outros) que partilham de fronteira comum. Para Almeida (2012), essa matriz de ponderação espacial apoia-se no critério de conexão geográfica da matriz de pesos espaciais com a ideia de proximidade que, por sua vez, pode ser definida de acordo com a contiguidade e/ou distância geográfica segundo uma determinada métrica.

Para verificação de padrões específicos quando se lida com grande número de áreas, utiliza-se os índices locais como o Índice de Moran Local conforme expressão 8:

$$I_i = \frac{z_i \sum_{j=1}^n w_{ij} z_j}{\sum_{j=1}^n z_j^2} \quad (8)$$

Para a matriz, optou-se pela utilização do critério de contiguidade da vizinhança rainha. Após a definição da matriz de pesos, utiliza-se a coeficiente I de Moran para a construção de um diagrama de dispersão bivariado em que em cada eixo é plotado os valores da variável de interesse padronizada, um eixo para região i e outro para a região j.

Segundo Almeida (2012), o coeficiente I_i de Moran Local faz uma decomposição do indicador global de autocorrelação na contribuição local de cada observação em quatro categorias: alto-alto (AA), baixo-baixo (BB), alto-baixo (AB) e baixo-alto (BA), cada uma individualmente correspondendo a um quadrante no diagrama de dispersão de Moran. Assim, unidades espaciais localizadas no quadrante AA são aquelas que possuem alto valor da variável de interesse, que está localizada perto de outra com valor também elevado. O mesmo raciocínio serve para os demais grupos.

Na Análise Exploratória dos Dados Espaciais (AEDE) é possível obter um coeficiente de autocorrelação espacial global bivariado. Para Almeida (2012), o objetivo do I de Moran Global bivariado é descobrir se o valor de uma variável observada, em uma determinada área, possui relação com os valores da variável observada nas áreas vizinhas. Ou seja, o índice gerado é resultado da comparação entre duas variáveis.

Com relação a identificação de clusters espaciais locais, foi utilizado o método conhecido por LISA (*Local Indicators of Spatial Association*). Um Indicador Local de

Associação Espacial (LISA) necessita satisfazer a dois critérios: para cada observação, indicar clusters espaciais significantes de valores similares em torno da observação e a soma dos indicadores locais, para todas as regiões, deve ser proporcional ao indicador de autocorrelação espacial g foram realizadas usando os *softwares* estatísticos *GeoDa*, *Terraview* e *Qgis*, programas de computador gratuitos que têm apoiado as análises espaciais.

RESULTADOS E EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS

A Análise Espacial está precedida por um procedimento instrumental de mensuração do nível e da classificação dos setores através da criação do Índice de Violência Espacial (IVE). O objetivo deste procedimento é sistematizar os dados formando uma única variável que seja indicativa de classificação das áreas com desordem local e violência. Com isso, fornece informações organizadas sobre o contexto urbano no binômio vulnerabilidade x violência.

Índice de Violência Espacial – IVE

Para a construção do Índice de Violência Espacial-IVE, que leva consigo indicadores criminais do Quadro 3, de forte violência e espaciais, utilizou-se a Análise de Componentes Principais (ACP) na busca de fatores que explicassem e representassem o maior grau de explicação da variância total das variáveis utilizadas para o Município de Fortaleza.

Observa-se que na composição das variáveis, para compor o IVE, há sequencialmente os anos de 2016, 2017 e 2018 para o tráfico e para os homicídios (CVLI), objetiva capturar os efeitos da dinâmica da violência no tempo e no espaço.

As três (3) variáveis utilizadas (com sete informações temporais) na construção do índice, foram condensadas em 2 fatores, onde cada fator engloba as variáveis que apresentam um padrão semelhante. Verificou-se a adequação da amostra usada pelo teste KMO, apresentado na Tabela 2, que nesse conjunto de dados se mostrou satisfatório - valor de 0,825.

Tabela 2 - Teste de KMO e Bartlett

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adequação de amostragem.		,825
Teste de esfericidade de Bartlett	Aprox. Qui-quadrado	1264,815
	gl	21
	Sig.	0,000

Fonte: Resultado da Análise de Componentes Principais - SPSS

Conforme a Tabela 3, os dois fatores que condensam as variáveis originais explicam 67% da variância total dos dados. O método de rotação usado foi o Varimax com Normalização de Kaiser. O resultado foi obtido após a rotação convergida em 3 iterações.

Tabela 3 - Percentual Explicado por cada Fator e Variância Acumulada

Fator	% de Variância	% cumulativa
F1	50,19	50,19
F2	16,41	66,60

Fonte: Resultado da Análise de Componentes Principais - SPSS

O resultado da análise de componentes principais na construção do Índice de Violência Espacial -IVE conseguiu capturar e separar dois fatores relacionados com o tipo e grau de violência, favorecendo e caracterizando a construção desses espaços. São eles: Fator 1 sendo a Violência Extrema (CVLI e Preso Dom18) e o Fator 2 sendo Tráfico. Esses fatores foram perfeitamente separados no processo fatorial.

Para a construção do IVE, em virtude da importância dos dois fatores extraídos, os mesmos foram ponderados usando como pesos a variância contida nos respectivos fatores e suas variâncias da Tabela 3. Além disso, o mesmo foi padronizado utilizando-se da equação 6, o que transformou o índice no intervalo de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de 1 mais forte a violência e quanto mais próxima de zero, mais fraca. A tabela 4 apresenta os valores do Índice de Violência Espacial – IVE separados em dez grupos de setores agrupados de acordo com os decis.

Para verificação da performance do IVE em relação à violência nos espaços agregados, foram inseridas na Tabela 4 os dados por decil da soma, de 2016 a 2018, das ocorrências referentes ao CVLI e Tráfico como variáveis de controle, deste modo, amenizam-se as flutuações e *outliers* ocorridos no período.

Tabela 4 - Acumulado por Decil do IVE das Áreas x Variáveis de Controle

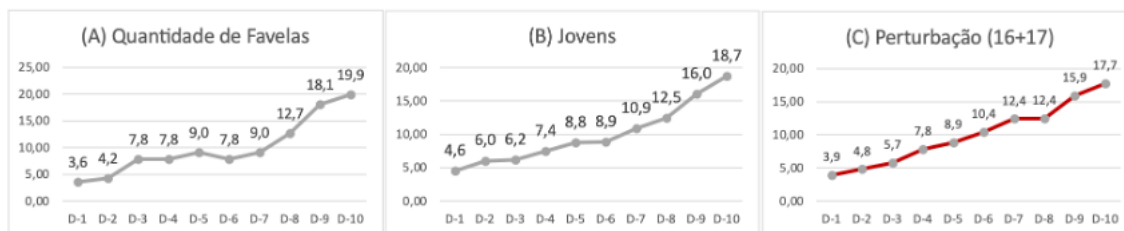
Decil	Favelas		Área Km2		Jovens		CVLI(16+17+18)		Traf(16+17+18)		Perturb(16+17)	
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)
1	6	4	29	9	4.997	5	10	0	687	3	5.566	4
2	7	4	30	9	6.617	6	71	2	1.228	6	6.760	5
3	13	8	31	10	6.757	6	128	3	1.153	5	8.076	6
4	13	8	32	10	8.140	7	188	5	1.316	6	10.980	8
5	15	9	39	12	9.609	9	290	7	2.110	9	12.500	9
6	13	8	33	10	9.737	9	336	8	1.863	8	14.717	10
7	15	9	28	9	11.922	11	468	11	3.416	15	17.510	12
8	21	13	24	8	13.639	12	601	15	2.638	12	17.559	12
9	30	18	34	11	17.556	16	841	20	3.407	15	22.461	16
10	33	20	39	12	20.510	19	1.208	29	4.467	20	25.038	18
Total	166	100	319	100	109.484	100	4.141	100	22.285	100	141.167	100

Fonte: Elaboração do autor.

Observa-se na Tabela 4, que os dois decis (D-9 e D-10) mais altos de violência pelo IVE detêm um volume maior das variáveis de violência. A soma acumulada desses decis engloba 23% da área de Fortaleza, no entanto, contém por 38% das favelas, 35% dos jovens e 34% da perturbação ao sossego alheio de 2016 e 2017. Além disso, 49% dos homicídios e 35% do tráfico dos três anos (2016 a 2018) somados estão nesses espaços. No último decil, D-10, a soma desses setores equivale a 12% do território de Fortaleza, detendo 29% de todos homicídios da cidade. Revela-se então que o IVE é representativo para qualificar as respectivas áreas violentas.

Observando-se as curvas que representam a participação percentual da variável por decil do IV das favelas, Jovens e Perturbação, no Gráfico 1, vê-se que há relação positiva e exponencial entre os níveis de violência no espaço e as respectivas variáveis. Nos gráficos há um aumento significativo a partir do quinto quadrante. No gráfico 1.A, no primeiro decil, que representa os dez por cento de setores agregados menos violentos classificados pelo IVE, há 3,6% das favelas. Já no último decil, D-10, 20% das favelas estão nesses 10% de setores agregados mais violentos. Neste mesmo D-10, encontram-se 18,7% dos jovens (1-B) e 17,7% da perturbação ao sossego alheio(1-C).

Gráfico 1 - Participação Percentual da Variável por Decil do IVE

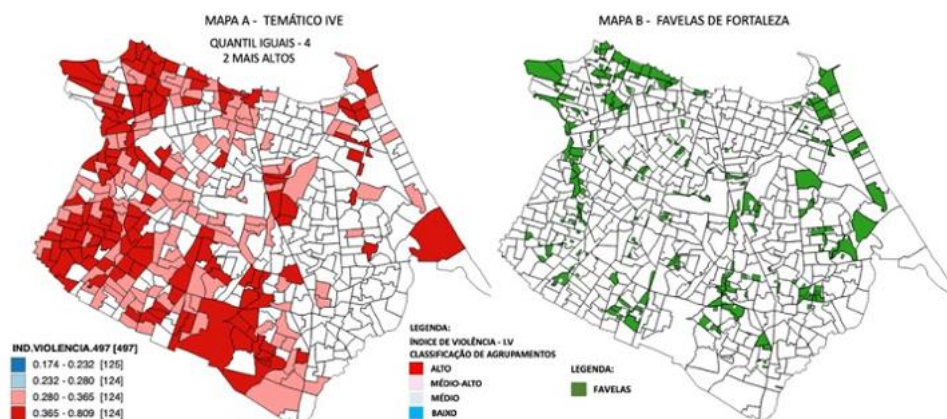


Fonte: Dados da Tabela 4. Elaboração do autor.

Os gráficos 1.A e 1.C, por exemplo, descrevem a relação entre o grau de desordem local, vulnerabilidades e a intensidade de violência mensurada pelo IVE. Observa-se que há relação positiva entre o nível perturbação ao sossego alheio e a violência, onde aumentos da concentração em áreas vulneráveis são acompanhados por aumentos na violência conforme pode ser visto pelos gráficos, confirmando a eficiência do IVE para capturar essas relações e classificar os setores agregados.

Fazendo um mapa temático separando os setores agregados em quatro (4) decis iguais com os respectivos Índice de Violência Espacial, chega-se à Figura 2. Pode-se observar que as áreas violentas (Figura 2.A) estão relacionadas com as mais vulneráveis da cidade (Figura 2.B), as favelas, o que é espelhado pelo índice IVE, que serve como sinalizador de classificação dos setores por nível de violência.

Figura 2 - Distribuição do IVE das Áreas mais Violentas x Favelas



Fonte: Elaboração do autor com uso do *software Qgis*

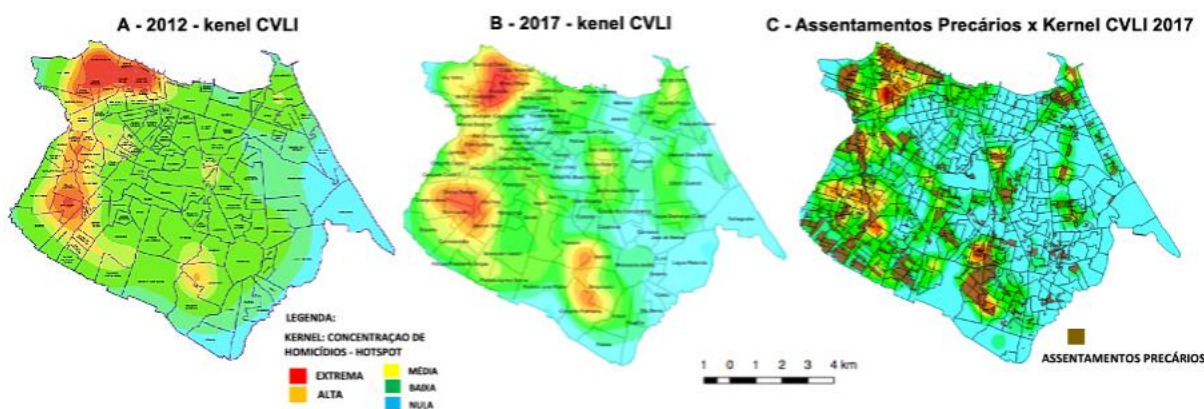
Evidência da Violência no Espaço

Uma forma de avaliar a existência de algum padrão de distribuição espacial é por intermédio da intensidade do processo – ou seja, do número de eventos observados por unidade

de área. Para tanto, utiliza-se o estimador de intensidade (*Kernel estimation*). Esta estimação é realizada por meio de função bidimensional aos eventos considerados, representando superfície cujo valor é proporcional à intensidade dos eventos por unidade de área.

Utilizou-se então, o estimador de *Kernel* para identificar padrões espaciais da violência extrema, representada aqui por homicídios (CVLI). A Figura 3 demonstra que, para os anos de 2016 e 2017, os homicídios permaneceram em uma determinada área, aumentando ou diminuindo a intensidade, mas permanecendo em torno da área. Observa-se a congruência das áreas de homicídios e vulnerabilidades pela Figura 3.C, onde o *Kernel* de Densidade de Homicídios 2017 sobre os 847 Assentamentos Precários de Fortaleza mostra a compatibilidade.

Figura 3 - *Kernel* de Densidade de Homicídios (CVLI) na Cidade de Fortaleza (2016 e 2017)



Fonte: Elaboração do autor com uso do *software Terraview e Qgis*.

Análise das Relações Espaciais

Busca-se verificar evidências de relações espaciais do índice de violência espacial, associações (*clusters* espaciais) e de dependência espacial através dos índices de Moran global e local, além de análise dos mapas.

Com o I de Moran Global bivariado, verificou-se se o valor do IVE, em uma determinada área, possui relação com os valores de outras variáveis nas áreas vizinhas. Observa-se na Tabela que todas variáveis e relações testadas se autocorrelacionaram positivamente no espaço com o Índice de Violência Espacial, atingindo a significância de 1% para todas.

Isto significa no caso das autocorrelações espaciais positivas, que setores agregados com nível alto do IVE estavam associados ou estão rodeados por áreas vizinhas com muitos Jovens, Homens, Responsáveis não alfabetizados, muita densidade populacional, desigualdade de renda

e com muita violência, seja por CVLI, tráfico, consumo de entorpecentes e perturbação ao sossego alheio.

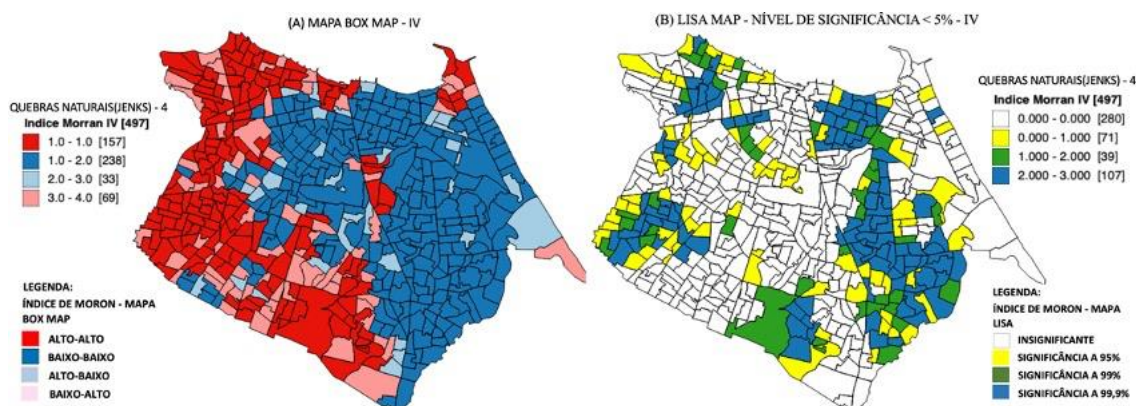
Tabela 5 - Coeficiente de I de Moran Global bivariado entre o Índices IVE e Variáveis

Variáveis x Índice de Violência-IV		i	p-valor	sig.
Jovens	Pessoas de 15 a 19 anos	0,268	0,001	< 1%
Homens	Homens residentes	0,249	0,001	< 1%
ResponsNalf	Responsáveis não alfabetizados	0,289	0,001	< 1%
Densidade	Densidade Populacional (HAB/HA)	0,235	0,001	< 1%
IDrenda	Índice de desigualdade de renda	0,306	0,001	< 1%
CVLI(16+17)	Crime Violento Letal e Intencional - soma (2016+2017)	0,362	0,001	< 1%
Drg (16+17)	Consumo de drogas (2016+2017)	0,206	0,001	< 1%
Pert (16+17)	Perturbação ao Sossego (2016+2017)	0,285	0,001	< 1%

Fonte: Elaboração do autor. Índice de Moran calculado pelo *software GeoDa*.

Análise Estatística Espacial do Índice de Violência Espacial – IVE

A Figura 4 mostra os *BoxMap* e *LisaMap* do Índice de Moran para o Índice de Violência Espacial-IVE. Observa-se o padrão espacial em *clusters* da violência (Figura 4.A) se assemelha espacialmente com áreas vulneráveis (Figura 2.B). Em vermelho na Figura 4.A são os setores com mais forte violência, o que são acompanhados por vizinhança semelhantes, tipo AA(Alto-Alto), como também essas áreas são acompanhadas de áreas de transição passando de baixa violência para áreas de alta violência, quadrante BA(Baixo-Alto). Por outro lado, há um outro *cluster* com áreas de baixa violência com vizinhança também de baixo IVE, é o quadrante BB(Baixo-Baixo). Também essas áreas BB são acompanhadas de áreas de transição AB (alto-Baixo). A Figura 4.B traz o nível de significância de até 5% (0,05) para o Índice de Moran local do Índice de Violência Espacial, respaldando que as áreas violentas de *clusters* são significantes.

Figura 4 - *BoxMap* e *LisaMap* para o IVE

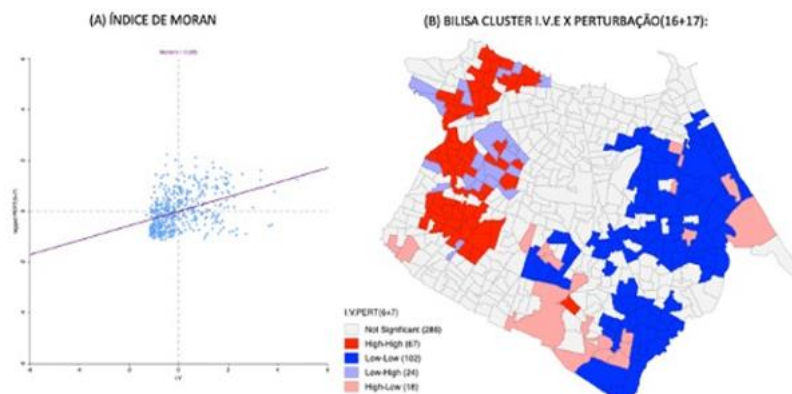
Fonte: Elaboração do autor *software Terraview, GEODA e Qgis.*

Análise da Relação Estatística Espacial do IVE e Desordem

A Figura 5 mostra o I de Moran Global bivariado para a desordem, representada pela Perturbação ao Sossego alheio, e IVE. Observa-se o padrão espacial em *clusters* e a congruência espacial para ambos os índices plotados nos respectivos Mapas. Demonstram que os setores com mais forte violência pelo IVE, são aqueles que são de forte desordem e que ambos são acompanhados por vizinhança semelhantes, tipo AA(Alto-Alto), como também essas área são acompanhadas de áreas de transição passando de baixa violência(ou desordem baixa) para áreas de alta violência(ou desordem forte), é o quadrante BA(Baixo-Alto).

A Figura 5.A mostra $I = 0,28$, resultado do Índice de Moran Bivariado entre o índice IVE e Desordem. O sinal positivo da estatística I de Moran revela haver similaridade entre as variáveis analisadas, sendo assim, os setores agregados que contemplam níveis de violência acima da média são cercados por vizinhos com elevado nível de desordem, e os setores agregados que contemplam níveis de violência abaixo da média são cercados por vizinhos com baixo nível de desordem. Na Figura 5.B as unidades espaciais agregadas localizadas no quadrante AA são aquelas que possuem alto valor do IVE e estão localizadas perto de áreas de desordem com nível também elevado. O resultado valida a hipótese de que desordem e violência caminharem juntas.

Figura 5 - Análise do Índice de Moran Bivariado: IVE e Perturbação ao Sossego Alheio



Fonte: Elaboração do autor no *software GEODA*

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo relacionou a violência, o espaço territorial e suas vulnerabilidades locais através de um índice, revelando essa relação espaço-temporal, demonstrando padrões espaciais. O Índice de Violência Espacial conseguiu classificar e espacializar a violência no espaço urbano.

Para a verificação das evidências empíricas, primeiramente foi realizada a agregação dos setores censitários de Fortaleza, de 3.043 setores censitários, utilizou-se 497 setores agregados a partir de critérios compatíveis com os objetivos.

Pela multiplicidade das causas de violência e a complexidade de definição de áreas vulneráveis, optou-se pela construção do Índice de Violência Espacial-IVE usando a técnica de análise multivariada de componentes principais.

Com análise exploratória de dados espaciais, verificou-se a existência de relação espacial nos setores agregados, onde as áreas e os níveis de violência representada pelo IVE são evidenciados.

Com a definição dos espaços e seus níveis de violência, qualificam-se as estratégias de segurança e prevenção compatíveis com esses espaços. As políticas públicas devem verificar o espaço da violência e seus respectivos níveis de violência classificados pelo Índice de Violência Espacial-IVE para compatibilizar as estratégias.

Este trabalho contribui com a literatura sobre o estudo da violência por compatibilizar a análise sobre o fenômeno nos espaços vulneráveis, criando um índice de violência espacial estruturado apenas com indicadores de violência, além de averiguar evidências empíricas com

os espaços violentos de Fortaleza, áreas de favelas, assentamentos precários e variáveis socioeconômicas largamente usadas na literatura para rastrear espaços vulneráveis.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. **Econometria Espacial Aplicada**. Campinas: Editora Alínea. 2012.
- ANSELIN, L. Local indicators of spatial association (LISA). **Geographical Analysis**, v. 27, n. 2, p. 93-115, 1995.
- ANSELIN, L. The Moran scatterplot as an ESDA tool to assess local instability in spatial association. In: **Spatial analytical perspectives on GIS in environmental and socio-economic sciences**. London: Taylor & Francis, p. 111-125, 1996.
- ARAÚJO, F. A.; CHAGAS, C. A. N. Segurança pública, criminalidade, violência e (re) produção do espaço urbano: uma breve discussão sobre sua relação. **Formação (Online)**, v. 27, n. 51, p. 85-111, 2020.
- BATELLA, W. B.; DINIZ, A. M. A. Análise Espacial dos Condicionantes da Criminalidade Violenta no Estado de Minas Gerais. **Revista Sociedade & Natureza**, v. 22, n. 1, ago. 2010.
- BEATO F, C. C. Políticas públicas de segurança e a questão policial. São Paulo, **São Paulo em Perspectiva**, v. 13, n. 4, p. 13-27, 1999.
- BIROL, A. P. Políticas públicas de prevenção da violência e a prevenção vitimaria. **Âmbito Jurídico**, Rio Grande, n. 42, jun. 2007.
- BONDEZAN, K. L.; LUCAS, M. S.; CUNHA, M. S. Determinantes socioeconômicos da criminalidade no estado do Paraná: uma análise espacial. 2018. Disponível em: <<http://twixar.me/GHV1>>. Acesso em: 17 set. 2019.
- BRAGA, R. W. et. al. Grupos Criminosos Armados com Domínio do Território: Reflexões sobre a territorialidade do crime na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. In: JUSTIÇA GLOBAL (orgs.). **Segurança, Tráfico e Milícias no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Fundação Heinrich Böll, 2008.
- BRANTINGHAM, P. L.; BRANGTINGHAM, P.J. **Environmental Criminology**. Beverly Hills: Sage Publications, 1981.
- CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V.; DRUCK, S.; CARVALHO, M. S. Análise espacial e geoprocessamento. In: DRUCK, S.; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. (orgs.). **Análise espacial de dados geográficos**. Planaltina: Embrapa, p. 21-52, 2004.
- CÁRDIA, N.; ADORNO, S.; POLETO, F. Homicídio e violação de direitos humanos em São Paulo. **Revista Estudos Avançados**, v. 17, n. 47, p. 43-73, 2003.
- CASTRO, J. F. M. **Caracterização espacial do sul de Minas e “entorno” utilizando-se o modelo potencial e a análise de fluxos em sistemas digitais**: uma proposta metodológica.

2000. 157 f. Tese (Doutorado em Geografia – Análise da Informação Espacial) – IGCE/Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2000.

CHAINEDY, S.; MUGGAH, R. Homicide concentration and retaliatory homicide near repeats: An examination in a Latin American urban setting. **The Police Journal: Theory, Practice and Principles**, n. 1, v. 2, 2020.

CLARKE, R.V. 'Situational crime prevention: its theoretical basis and practical scope', in M. Tonry and N. Morris (eds) **Crime and Justice**. Vol. 4. Chicago: University of Chicago Press. 1982.

COHEN, L.; FELSON, M. Change and Crime Rate Trends: A Routine Activity Approach. **American Sociological Review**. v. 44, p. 588-68, 1979.

CORRÊA, R. L. Espaço: um conceito-chave da geografia. In: CASTRO, I. E. de; GOMES, P. C. C.; CORRÊA, R. L. (orgs). **Geografia: conceitos e temas**. 6 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

CORRAR, L. J; PAULO, E; DIAS F. J. M. **Análise Multivariada**. São Paulo, Atlas. 2014.

COSTA, L. M. Q.; FREITAS, C. F. S.; CARDOSO, D. R. Modelagem da informação para a regulação urbanística dos assentamentos precários em Fortaleza. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, 2019.

CROWE, T. **Crime Prevention Through Environmental Design**. 2 ed. Boston: Butterworth – Heinman, 2000.

DIAS, T. L. et al. Problemas de escala e a relação área-indivíduo em análise espacial de dados censitários. **Informática Pública**, v. 4, n. 1, p. 89-104, 2002.

FOTHERINGHAM, A. S.; BRUNSDSON, C.; CHARLTON, M. **Geographically weighted regression: the analysis of spatially varying relationships**. John Wiley and Sons: West Sussex, 2002.

GUIMARAES, R. M. et al. Construção e validação de um índice de vulnerabilidade socioambiental para a vigilância e gestão de desastres naturais no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Ciência e saúde coletiva (online)**, v.19, n.10, p. 4157-4165, 2014.

GULLO, A. A. S. Violência Urbana – Um Problema Social. **Ver Social**, São Paulo, v. 10, 105-119, maio 1998.

HAINING, R. **Spatial data analysis: theory and practice**. London: Cambridge University. 2003.

HEWITT, K. **Regions of risk: a geographical introduction to disasters**. Harlow: Longman, 1997.

JACOBS, J. **The Death and Life of Great American Cities**. New York: Random House. 1961.

- JEFFERY, C. R. **Crime Prevention Through Environmental Design**. Beverly Hills: Sage Publications, 1971.
- KRUG, E. G. et al. World report on violence and health Geneva: **World Health Organization**, 2002.
- LOTUFO, N. et al. Análise Fatorial e Estatística Espacial dos Crimes Registrados em Municípios de Mato Grosso. **Sigmae**, Alfenas, v. 8, n. 2, p. 295-305, 2019.
- MARANDOLA, E. J.; HOGAN, D. J. Vulnerabilidade do lugar vs. vulnerabilidade sociodemográfica: implicações metodológicas de uma velha questão. **R. bras. Est. Pop.**, v. 26, n. 2, p. 161-181, jul./dez. 2009.
- MENEZES, T.; SILVEIRA-NETO, R.; MONTEIRO, C.; RATTON, J. L. Spatial correlation between homicide rates and inequality: Evidence from urban neighborhoods. **Economics Letters**, v. 120, n. 1, p. 97-99, jul. 2013.
- MISSE, M. Crime, sujeito e sujeição criminal: aspectos de uma contribuição analítica sobre a categoria “bandido”. **Lua Nova**, São Paulo, n. 79. 2010.
- MOREIRA, R. C.; FOCHEZATTO, A. Análise espacial da criminalidade no estado da Bahia. **RDE-Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 3, n. 38, 2018.
- NEWMAN, O. **Defensible Space: Crime Prevention Through Urban Design**. New York: Collier Books, 1972.
- OLIVEIRA, D. A. et al. Análise Fatorial e Espacial em Dados de Crimes e Acidentes de Trânsito do Estado de Mato Grosso. **Biodiversidade**, v. 17, n. 3, 2018.
- OPENSHAW, S.; TAYLOR, P. J. A million or so correlation coefficients: three experiments on the modifiable areal unit problem. In: WRIGLEY, N. (ed.). **Statistical Applications in the Spatial Sciences**. London: Pion. 1979. p. 127-144.
- PLASSA, W.; PARRÉ, J. L. A violência no estado do Paraná: uma análise espacial das taxas de homicídios e de fatores socioeconômicos. **Economia e Desenvolvimento**, v. 31, n. 1, p. 01-16, 2019.
- PORTO, M. F. S. **Uma Ecologia Política dos Riscos**: princípios para integramos o local e o global na promoção da saúde e da justiça ambiental. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2007.
- RAMÃO, F. P., WADI, Y. M. Espaço Urbano e Criminalidade Violenta: Análise da Distribuição Espacial dos Homicídios no Município de Cascavel/PR. **Rev. Sociol. Polít.**, Curitiba, v. 18, n. 35, p. 207-230, fev. 2010.
- REGAZZI, A. J. **Análise multivariada**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas. Departamento de Informática, 2001.
- ROLNIK, R. Exclusão territorial e violência. **São Paulo em perspectiva**. v. 13, n. 4, p. 100-111, 1999.

- SÁ, A. R. S. A Criminalidade no Estado de Pernambuco: Uma Análise Aspacial dos Determinantes das Ocorrências de Homicídios e Roubos. **RZS**, v. 20, n. 43. 2019.
- SAMPSON, R. J.; GROVES, W. B. Community structure and crime: Testing social disorganization theory. **American Journal of Sociology**, v. 94, p. 774–802, 1989.
- SANTOS, M. Sociedade e Espaço: A Formação Social como Teoria e como Método. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n. 54, p. 81-100, jun. 1977.
- SANTOS, M. **Da totalidade ao Lugar/Milton Santos**. 1 ed., 1.reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.
- SANTOS, M. A. F. Abordagens Científicas sobre as Causas da Criminalidade Violenta: Uma Análise da Teoria da Ecologia Humana. **Revista do Laboratório de Estudos da Violência**. Marília, v. 17, maio 2016.
- SHAW, C.; MCKAY, H. **Controlling Delinquency Areas**. Chicago: University of Chicago Press, 1929.
- SILVA, L. A. M. Sociabilidade violenta: por uma interpretação da criminalidade Contemporânea no Brasil urbano. In: RIBEIRO, L. C. Q. (org). **Metrópoles: entre a coesão e a fragmentação, a cooperação e o conflito**. São Paulo: Ed. Perseu Abramo, v. 1, p. 291-351, 2004.
- SUTHERLAND, E. H. **Principles of Criminology**. Philadelphia: J.B. Lippincott, 1939.
- TOMINAGA, L.K. Análise e mapeamento de risco. In: TOMINAGA, L.K.; SANTORO, J. & AMARAL, R. (orgs). **Desastres Naturais: Conhecer para Prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico/IMESP, p. 147-160, 2009.
- UCHÔA, C. F.; MENEZES, T. A. Spillover espacial da criminalidade: Uma aplicação de Painel Espacial para os Estados Brasileiros. In: ENCONTRO NACIONAL DE CENTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA, 40., 2012, Porto de Galinhas. **Anais...** Porto de Galinhas, 2012.
- VIANA, N. **Violência urbana: a cidade como espaço gerador de violência**. Goiânia: Editora Germinal, 2002.
- WEISBURD, D. The law of crime concentration and the criminology of place. **Criminology**, v. 53, 133–157, 2015.
- WEISBURD, D.; BRUINSMA, G. J. N.; BERNASCO, W. **Putting crime in its place: Units of analysis in geographic criminology**. New York: Springer, 2009.
- WEISBURD, D.; GROFF, E. R.; YANG, S.. **The Criminology of Place: Street Segments and Our Understanding of the Crime Problem**. Oxford: Oxford University Press. 2012.
- WILSON, J. Q.; KELLING, G. L. “Broken Windows: The Police and Neighborhood Safety”. **Atlantic Monthly**, v. 249, n. 3, 1982.