



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GEOPROCESSAMENTO**

DIÊGO LUIZ DE SOUSA LIMA

**ANÁLISE ESPACIAL DAS OCORRÊNCIAS DE ROUBO A MOTOCICLETAS E
AUTOMÓVEIS NO PIAUÍ ENTRE OS ANOS DE 2022 E 2024**

**TERESINA
2025**

DIÊGO LUIZ DE SOUSA LIMA

ANÁLISE ESPACIAL DAS OCORRÊNCIAS DE ROUBO A MOTOCICLETAS E
AUTOMÓVEIS NO PIAUÍ ENTRE OS ANOS DE 2022 E 2024

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Tecnologia em Geoprocessamento do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central.

Orientador: Prof. Dr. Reurysson Chagas de Sousa Moraes.

TERESINA
2025

ANÁLISE ESPACIAL DAS OCORRÊNCIAS DE ROUBO A MOTOCICLETAS E AUTOMÓVEIS NO PIAUÍ ENTRE OS ANOS DE 2022 E 2024

Diêgo Luiz de Sousa Lima¹
Reurysson Chagas de Sousa Morais²

RESUMO

O presente trabalho analisa a dinâmica espacial das ocorrências de roubo de veículos automotores, especificamente motocicletas e automóveis, nos municípios do estado do Piauí entre os anos de 2022 e 2024. Para tanto, foram utilizados dados criminais fornecidos pela Secretaria da Segurança Pública do Piauí (SSP-PI), dados populacionais do Censo 2022 do IBGE e a malha rodoviária do DNIT. A metodologia empregou técnicas de Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), utilizando o software QGIS para mapeamento de taxas e o GeoDa para o cálculo dos Índices de Moran Global e Local (LISA) univariado e bivariado. Os resultados apontaram que as motocicletas representam 83,32% dos veículos roubados no período, apresentando uma forte autocorrelação espacial positiva com a formação de clusters do tipo Alto-Alto na capital, Teresina, e na região norte do estado. A categoria automóveis apresentou um padrão espacial distinto e menos constante, com concentração na capital e focos dispersos no interior associados à presença de rodovias federais. Conclui-se que a distribuição criminal não é aleatória e é influenciada pela densidade demográfica e pelos eixos rodoviários, indicando a necessidade de estratégias de segurança pública focalizadas nas áreas críticas identificadas.

Palavras-chave: Roubo, Motocicletas, Automóveis, Análise espacial, Moran.

ABSTRACT

This study analyzes the spatial dynamics of vehicle robbery occurrences, specifically motorcycles and automobiles, in the municipalities of the state of Piauí between 2022 and 2024. For this purpose, criminal data provided by the Public Security Secretariat of Piauí (SSP-PI), population data from the 2022 IBGE Census, and the road network from DNIT were used. The methodology employed Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA) techniques, using QGIS software for rate mapping and GeoDa for calculating Global Moran's I and Local Indicators of Spatial Association (LISA), both univariate and bivariate. The results indicated that motorcycles account for 83.32% of stolen vehicles in the period, showing a strong positive spatial autocorrelation with the formation of High-High clusters in the capital, Teresina, and the northern region of the state. The automobile category presented a distinct and less constant spatial pattern, with concentration in the capital and dispersed focal points in the interior associated with the presence of federal highways. It is concluded that the criminal distribution is not random and is influenced by population density and road axes, indicating the need for public security strategies focused on the identified critical areas.

Keywords: Robbery; Motorcycles; Automobiles; Spatial analysis; Moran.

Data de aprovação: 15/12/2025

¹ Graduando em Tecnologia em Geoprocessamento. Instituto Federal do Piauí. catce.2023111tgeo0027@aluno.ifpi.edu.br.

² Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Professor de Geoprocessamento do Instituto Federal do Piauí. reurysson@ifpi.edu.br.

1 INTRODUÇÃO

A segurança pública no Brasil contemporâneo representa um desafio. A compreensão das causas, a prevenção e combate ao crime envolve a compreensão de múltiplas características sociais, econômicas e geográficas. Crimes contra o patrimônio, como furto e roubo, destacam-se não apenas pela frequência em que ocorrem, mas também pelo impacto na percepção da segurança e de perdas econômicas da população. Dentre estes, no Brasil, o roubo de veículos é expressivamente onde, apenas no ano de 2024, foram registradas 126.675 ocorrências (FÓRUM BRASILEIRO DE SEGURANÇA PÚBLICA, 2025).

Dados da Secretaria da Segurança Pública do Estado do Piauí (SSP-PI) apontam que entre os anos de 2022 e 2024 foram registrados 12.181 roubos de veículos, onde as motocicletas são os principais alvos dessa prática criminosa. Entretanto, a análise quantitativa em si é incapaz de descrever corretamente a dinâmica de distribuição espacial criminal no estado (Gomes; Batella, 2024). A grande maioria desses delitos ocorrem na capital e em cidades maiores no estado, mas o padrão de distribuição espacial e da formação de áreas críticas em escala municipal é uma questão a ser estudada.

Analisar a componente espacial da criminalidade é importante para compreensão da estruturação do seu arranjo espacial e superação das limitações das análises quantitativas convencionais, que se restringem a analisar quantidades e taxas sem considerar o fator espacial (Faria; Alves; Abreu, 2018).

Os índices estatísticos espaciais são ferramentas que oferecem metodologias adequadas para determinação dos padrões de distribuição espacial, sejam eles aleatórios, dispersos ou agregados (Luzardo; Castañeda Filho; Rubim, 2017).

Dentre as técnicas disponíveis, destacam-se o Índice de Moran e os Indicadores Locais de Associação Espacial (LISA, Local Indicators of Spatial Association), os quais constituem ferramentas essenciais para a análise de padrões espaciais. O LISA, em particular, permite a identificação de padrões locais de associação espacial para confirmação de agrupamento e classificação de territórios por similaridade com seus vizinhos (Anselin, 1995). A utilização desses métodos permite complementar os estudos das ocorrências criminais, possibilitando a criação de diagnósticos da criminalidade no estado no aspecto estatístico e geoespacial.

O uso do LISA é amplamente empregado como ferramenta no estudo da espacialidade criminal, como no trabalho de Sá (2019), que utilizou técnicas de análise exploratória de dados, entre elas o LISA, para identificar padrões espaciais nos índices de criminalidade violenta no estado de Pernambuco no ano de 2016, onde foi possível identificar que locais com elevados níveis de criminalidade influenciam a violência no seu entorno. Medeiros, Fook e Olinda (2020) verificaram a distribuição e a autocorrelação espacial de casos de indivíduos indiciados por porte de drogas ilícitas em Campina Grande, na Paraíba, utilizando o LISA, de modo que foi possível concluir que os casos desse tipo de crime concentraram-se em bairros periféricos do município. Marques, França e Firmino (2023) também realizaram a análise exploratória dos dados espaciais dos crimes violentos em Pernambuco durante os anos de 2014 a 2020 utilizando o LISA. Os achados indicaram a formação de clusters de criminalidade nas mesorregiões do Sertão, Agreste e Região Metropolitana do Recife, sendo que os roubos apresentaram maior dependência espacial que os homicídios.

Frente ao exposto, este estudo parte do seguinte questionamento: Qual a dinâmica espacial do crime de roubo de veículos automotores, mais precisamente as motocicletas e automóveis, no estado do Piauí, entre os anos de 2022 e 2024?

Parte-se da hipótese de que os maiores índices de furtos de veículos automotores ocorrem nos municípios mais populosos.

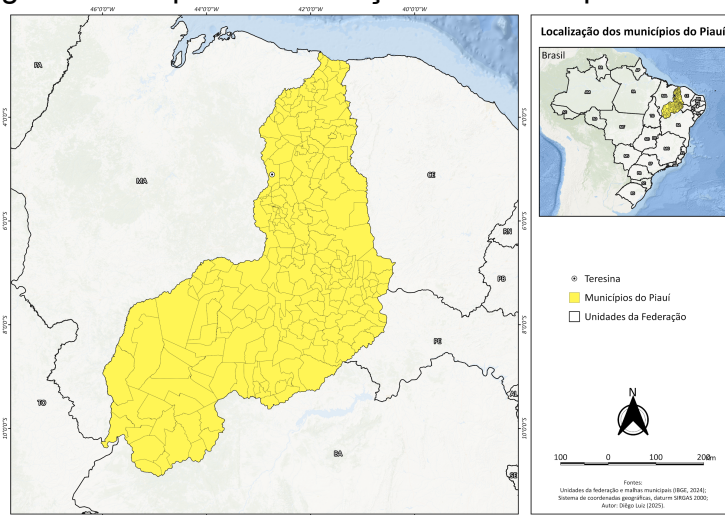
Diante disso, o objetivo deste estudo é analisar a distribuição espacial das ocorrências de roubo de veículos automotores nos municípios do estado do Piauí nas categorias de motocicletas e automóveis, durante o período de 2022 a 2024. Como ferramenta será empregado o Índice de Moran Global e Índice Local de Associação Espacial (LISA) para identificar clusters espaciais estatisticamente significativos e classificar a autocorrelação espacial por município. Espera-se identificar a dinâmica espacial das ocorrências deste crime no estado, relacionando-se com os principais polos econômicos do Piauí. Os resultados obtidos têm o potencial de fomentar a formulação de políticas de segurança pública mais eficazes e direcionadas. Ao identificar as áreas críticas, o estudo poderá auxiliar na alocação estratégica de recursos e no planejamento operacional nos municípios do estado.

2 METODOLOGIA

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O estado do Piauí, localizado na Região Nordeste do Brasil, ocupa uma área de 251.755,5 km², sendo composto por 224 municípios (Figura 1). De acordo com o Censo Demográfico de 2022, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023), o estado abriga uma população de 3.271.199 de habitantes, ocupando o 18º lugar no ranking populacional entre os estados no país. A capital do estado, Teresina, com uma população de 866.300 habitantes, destaca-se como o principal centro urbano no Piauí.

Figura 1 – Mapa de localização dos municípios do Piauí



Fonte: Autor (2025).

2.1 AQUISIÇÃO E MANIPULAÇÃO DE DADOS

Para produção das taxas e mapas foi obtido o limite dos municípios do Piauí, no formato *shapefile*, os dados da contagem populacional referentes ao censo demográfico de 2022, ambos disponibilizados pelo IBGE, e a malha rodoviária federal e estadual do Piauí junto ao Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2024).

Os dados referentes às ocorrências de roubo de veículos no estado do Piauí, nos anos de 2022, 2023 e 2024, foram obtidos através da Secretaria da Segurança Pública do Piauí (SSP-PI). A categoria Roubo de Veículos abrange todas as categorias de veículos que foram subtraídos de seus donos através de ameaças ou violência à vítima. Contudo, para esta pesquisa, foram considerados apenas os veículos das categorias Automóveis e Motocicletas, que representam o maior número de veículos (Tabela 1).

Tabela 1 - Categorização dos veículos roubados no Piauí entre os anos de 2022 e 2024

Categorias	Subgrupos da base	Subgrupo		Categoria	
		Total	%	Total	%
Motocicleta	Motocicleta/Motoneta	9903	82,88	9955	83,32
	Ciclomotor	40	0,33		
	Veículo Motorizado de 50 CC ou Menos	11	0,09		
	Quadriciclo	1	0,01		
Automóvel	Automóvel	957	8,01	1993	16,68
	Automóvel/Utilitário/Camioneta/Caminhonete	933	7,81		
	Automóvel Caminhonete	50	0,42		
	Automóvel Utilitário	53	0,44		
Total		11948	100	11948	100

Fonte: Autor (2025).

A manipulação dos dados foi executada no *software* QGIS (versão 3.36). Primeiramente, realizou-se a contagem anual das ocorrências de roubo, por município, para cada categoria de veículo analisada, resultando em seis variáveis correspondentes aos anos estudados. Posteriormente, para cada variável, foi calculada a taxa de roubo por município, expressa como o número de ocorrências por mil habitantes. A representação espacial da taxa de roubo foi realizada por meio de mapas temáticos elaborados com auxílio do QGIS. A malha rodoviária do estado foi adicionada aos mapas para compreensão da distribuição das rodovias nos municípios.

Para o mapa da densidade demográfica dos municípios do Piauí foi calculada a densidade demográfica por quilômetros quadrados. A representação cartográfica dos dados foi elaborada a partir de intervalos de classe definidos pelo método das quebras naturais (Jenks). Tal método agrupa valores semelhantes, buscando minimizar a heterogeneidade dentro das classes e maximizar a distinção entre elas. A maneira como a distribuição espacial é visualmente percebida é diretamente influenciada por essa escolha metodológica, que deve, portanto, ser justificada pelas características da variável em questão, conforme apontado por Câmara et al. (2004).

Para o cálculo da autocorrelação espacial global e local, foi utilizado o Índice de Moran Global e o Índice de Moran Local (LISA). O Índice de Moran Local Bivariado foi utilizado para análise da correlação da taxa de roubo com a densidade demográfica. Ambos os índices foram obtidos com auxílio do *software* GeoDa (versão 1.22).

O cálculo dos índices requer a definição do método de vizinhança, o qual define o modo de relação de um indivíduo na análise com os seus vizinhos. Para isso, adotou-se o método rainha de primeira ordem, no qual a interação da

vizinhança de um município é aplicada aos outros municípios que compartilhem pelo menos um vértice em comum nos seus limites.

O diagrama de dispersão do Índice de Moran Global ilustra a associação espacial de uma variável. Ele indica se a correlação da variável estudada é positiva, quando o índice é maior que zero, ou negativa, quando o índice é menor que zero, ou aleatória, quando o índice tem valor próximo a zero.

Para aplicação do LISA, define-se o p-valor (nível de significância), que indica a probabilidade de que o padrão espacial observado tenha ocorrido ao acaso. Quanto menor o p-valor, maior a chance de não aleatoriedade do objeto de estudo, ou seja, maior a confiabilidade da autocorrelação espacial. Neste estudo, os municípios que apresentaram o p-valor de 0.001, 0.01 e 0.05 indicaram, respectivamente, significância estatística ao nível de 99,9%, a 99% e 95%. Os municípios que obtiveram o p-valor maior ou igual a 0.05 não foram considerados com valores estatisticamente significativos, logo, sem significância para o LISA.

O Índice de Moran Local indica a formação de agrupamento de indivíduos com alto ou baixo valor (*clusters*), como neste estudo, agrupamentos de municípios com alta e baixa taxa de roubo. E a identificação de indivíduos com valores atípicos aos seus vizinhos (*outliers*), como um município com alta taxa com vizinhos de baixa taxa ou um município com baixa taxa com vizinhos de alta taxa de roubo.

Esses padrões do Moran Local podem ser classificados em: "Alto - Alto", onde indivíduos com valores altos são vizinhos de outros indivíduos com valores altos; "Baixo - Baixo", onde indivíduos com valores baixos são vizinhos de outros indivíduos com valores baixos; "Alto - Baixo", onde indivíduos com valores altos são vizinhos de outros indivíduos com valores baixos; "Baixo - Alto", onde indivíduos com valores baixos são vizinhos de outros indivíduos com valores altos.

O Índice de Moran Local Bivariado indica a formação de agrupamentos (*clusters*) para duas variáveis diferentes, neste estudo a taxa de roubo e a densidade demográfica. Ele revela onde valores altos de uma variável se associam a valores altos de outra variável ("Alto - Alto"), valores baixos de uma variável se associam a valores baixos de outra variável ("Baixo - Baixo"), ou a dispersão ("Alto - Baixo" / "Baixo - Alto").

Para a identificação de padrões locais de associação espacial, utilizou-se o Índice de Moran Local (LISA) e sua variação Bivariada, cujos valores foram incorporados ao arquivo vetorial dos municípios, permitindo a representação espacial das áreas estatisticamente significativas.

3 RESULTADOS

Ao descrever os números das ocorrências de roubo a veículo nas duas categorias analisadas foi possível observar a sua distribuição durante o período estudado conforme a Tabela 2. A média de roubos por ano na categoria motocicleta foi de 3318 e na categoria automóvel 664 ocorrências por ano. Comparando as duas categorias, nota-se que as ocorrências de roubos as motocicletas são, em média, cinco vezes maiores que as de roubo de automóveis, o que representou 83,32% do roubo de veículos no estado.

Tabela 2 - Percentuais das ocorrências de roubo de veículos por ano e categoria no Piauí

Categoria	2022		2023		2024		Total	
	Contagem	%	Contagem	%	Contagem	%	Contagem	%
Motocicleta	3676	82,27	3471	82,92	2808	85,25	9955	83,32
Automóvel	792	17,73	715	17,08	486	14,75	1993	16,68
Total	4468	100	4186	100	3294	100	11948	100

Fonte: Autor (2025).

Durante o período analisado grande parte dos municípios não apresentaram ocorrências de roubo para ambas as categorias, como mostra a Tabela 3. Na categoria motocicleta, em ambos os anos o percentual de municípios sem ocorrências ultrapassou os 57%. Para os automóveis o percentual superou 84% em ambos os anos. Esses dados mostram que em maior parte do território não houve registro de roubo das categorias analisadas.

Tabela 3 - Contagem de municípios sem registro de ocorrências de roubo de motocicleta e automóvel no Piauí

Categoria	2022		2023		2024	
	Contagem	%	Contagem	%	Contagem	%
Motocicleta	132	58,93	128	57,14	139	62,05
Automóvel	191	85,27	196	87,50	190	84,82

Fonte: Autor (2025).

As medidas de tendência central (média) e dispersão (desvio padrão) foram apresentadas na Tabela 4. A análise preliminar dos dados revela um padrão estatístico em ambas as categorias e nos anos analisados, uma elevada dispersão em relação à média. Observa-se que o desvio padrão supera a média aritmética em mais de 10 vezes em todos os cenários. No caso das motocicletas em 2022, por exemplo, para uma média de 16,41 ocorrências por município, tem-se um desvio padrão de 185,11.

Tabela 4 - Média e Desvio Padrão das ocorrências de roubo de veículo por ano e categoria no Piauí

Categoria	2022		2023		2024	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio padrão	Média	Desvio Padrão
Motocicleta	16,41	185,11	15,5	180,59	12,54	146,9
Automóvel	3,54	48,97	3,19	45,23	2,17	28,86

Fonte: Autores (2025).

Essa discrepância estatística aponta para uma forte assimetria na distribuição dos dados. O valor elevado do desvio padrão indica que a média não representa o comportamento de um município piauiense. Ao contrário, ela sugere que o fenômeno do roubo de veículos não ocorre de maneira homogênea no território. A análise desses indicadores sugere a existência de municípios com baixos ou nulos números de ocorrência, na maioria dos municípios como demonstra a Tabela 3, e um pequeno grupo de municípios que concentram um alto volume de ocorrências.

Na análise temporal, nota-se uma tendência de queda em ambas as categorias em 2024, onde a redução simultânea da média e do desvio padrão (especialmente em motocicletas, onde o desvio cai de 185,11 em 2022, para 146,9,

em 2024) demonstra essa condição. A categoria automóvel apresentou médias menores que a da motocicleta (variando de 3,54 a 2,17).

A taxa de roubo para todo o estado foi descrita na Tabela 5. Durante os três anos as categorias motocicleta e automóvel apresentaram, respectivamente, uma taxa média de 2,03 e 0,41 ocorrências de roubo para cada mil habitantes. Nota-se que durante o período analisado houve um decréscimo nas taxas em ambas as categorias.

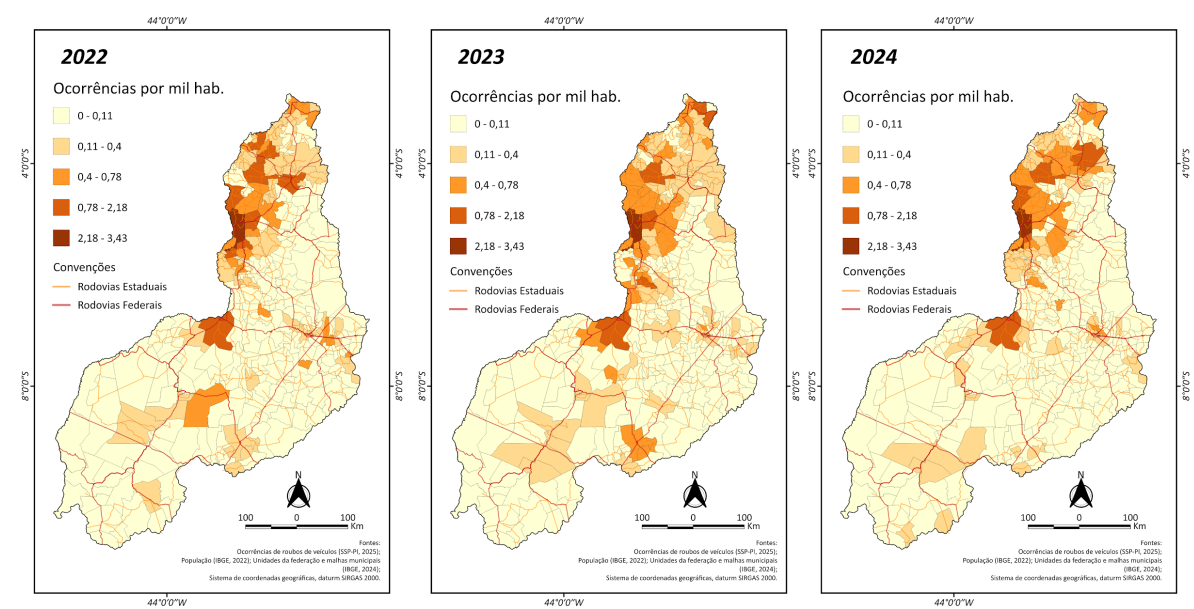
Tabela 5 - Taxa de roubo para cada mil habitantes por categoria de veículo no Piauí

Categoria	2022	2023	2024	Média
Motocicleta	1,12	1,1	0,86	2,03
Automóvel	0,24	0,22	0,15	0,41

Fonte: Autor (2025).

A distribuição espacial da taxa de roubo por município das duas categorias de veículos analisados foi apresentada nos mapas das figuras 2 e 3. Para a categoria motocicleta (Figura 2), observou-se durante os três anos que os municípios com alta taxa de roubo estão concentrados mais ao norte do estado, com destaque para a capital, Teresina, e os municípios próximos a ela. Ao sul do estado há uma maior predominância de municípios com baixa taxa de roubo. Ao relacionar a distribuição da taxa de roubo com a malha rodoviária, denota-se que a maior parte dos municípios que apresentaram a taxa elevada, contém em seus limites trechos de rodovias federais ou uma maior densificação da malha estadual.

Figura 2 - Mapas da taxa das ocorrências de roubo na categoria motocicleta no Piauí

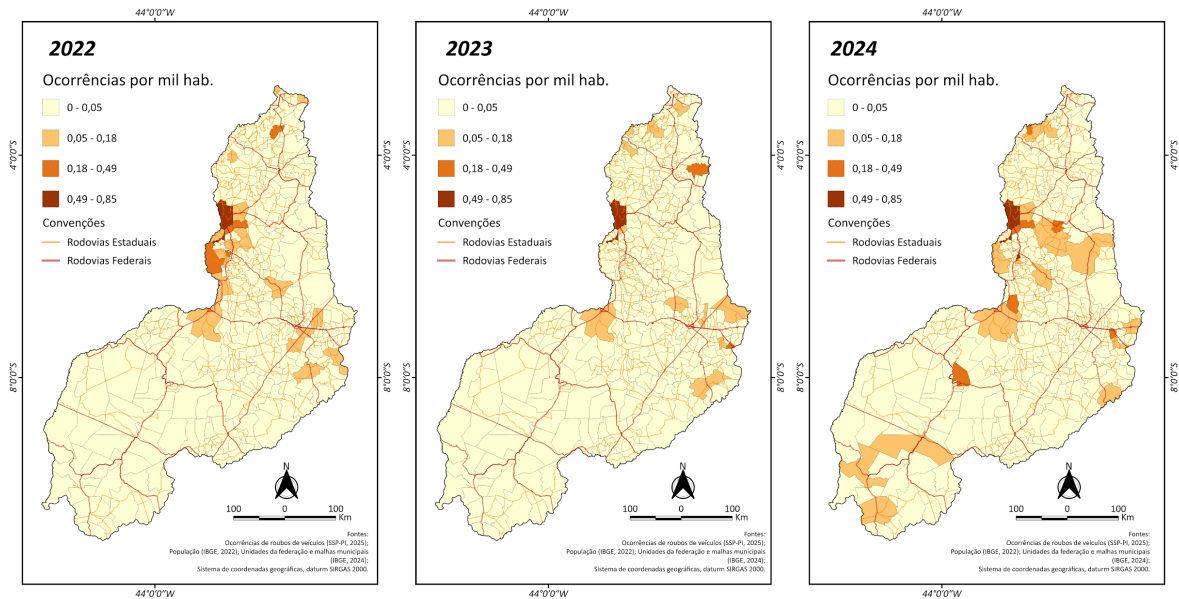


Fonte: Autor (2025).

Para a categoria automóvel (Figura 3), observou-se durante os três anos que, diferente da categoria motocicleta, não há uma concentração de municípios com alta taxa. Observa-se que Teresina se destaca com alta taxa durante os três anos, mas que os demais municípios com taxa elevada estão distribuídos pelo estado. Ao comparar as duas categorias é possível notar a diferença na dinâmica de distribuição da taxa de roubo. Ao observar a malha rodoviária, os municípios que

apresentaram a taxa elevada, em sua grande maioria, possuem trechos de rodovias federais em seus limites.

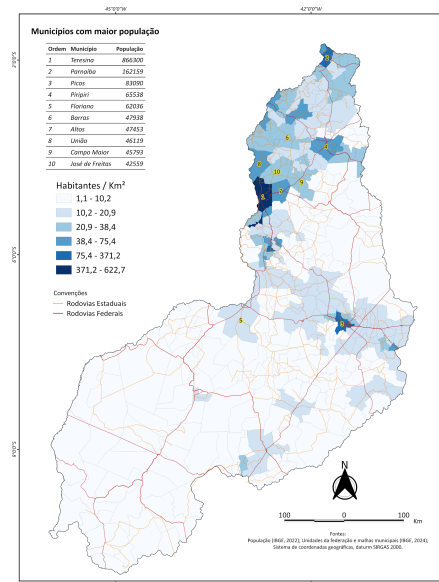
Figura 3 - Mapas da taxa das ocorrências de roubo na categoria automóvel no Piauí



Fonte: Autor (2025).

Ao comparar os mapas da distribuição da taxa de roubo de ambas as categorias com o mapa da população dos municípios do estado (Figura 4) com destaque para os mais populosos: Teresina, Parnaíba, Picos, Piripiri e Floriano respectivamente, nota-se que os municípios com elevada taxa de roubo também são os municípios mais populosos.

Figura 4 - Mapa da densidade demográfica dos municípios do Piauí



Fonte: Autor (2025).

O padrão observado indica que a concentração populacional pode impactar a dinâmica criminal. Isso reforça que áreas com maior densidade demográfica concentram mais alvos em potencial e possuem um fluxo de pessoas mais intenso, o que, por sua vez, diminui a eficácia da vigilância e a probabilidade de detecção de

delitos. Resende e Andrade (2011) complementam essa visão ao afirmar que a alta concentração de pessoas tende a reduzir o risco de captura do infrator, enquanto simultaneamente expande o número de vítimas disponíveis e facilita a obtenção de informações sobre oportunidades para cometer crimes.

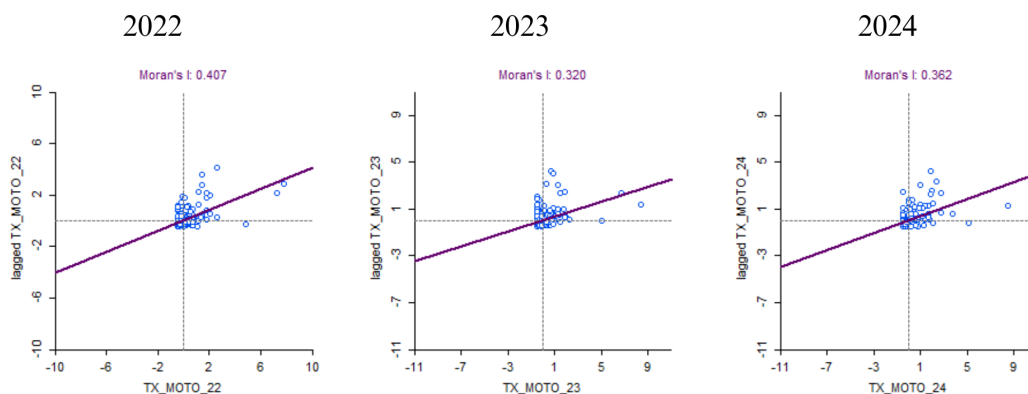
Caminha (2018) oferece uma perspectiva complementar. Em seu estudo focado na dinâmica criminal de Fortaleza (CE), o autor argumenta que a densidade demográfica, isoladamente, não é o principal fator que determina o volume de roubos. Em vez disso, o fluxo de pessoas, que está diretamente ligado aos veículos, surge como um elemento mais crucial. Sob essa ótica, a alta incidência de roubos em municípios com maior população pode ser explicada não apenas pelo número de habitantes, mas sim pela maior circulação de indivíduos entre cidades mais populosas por meio da malha rodoviária.

Nessa perspectiva, entende-se que o fluxo de pessoas é o fator importante nas ocorrências de roubo á veículos, sendo diretamente associado a densidade demográfica de um município e seus vizinhos.

3.1 DIAGRAMAS DE DISPERSÃO DO ÍNDICE DE MORAN GLOBAL

Os diagramas da categoria motocicleta (Figura 5) demonstra durante os três anos, respectivamente, valores de 0.407, 0.302 e 0.362 para os anos de 2022, 2023 e 2024, constando-se que durante os três anos o valor do índice foi maior que zero indicando a presença de correlação espacial positiva.

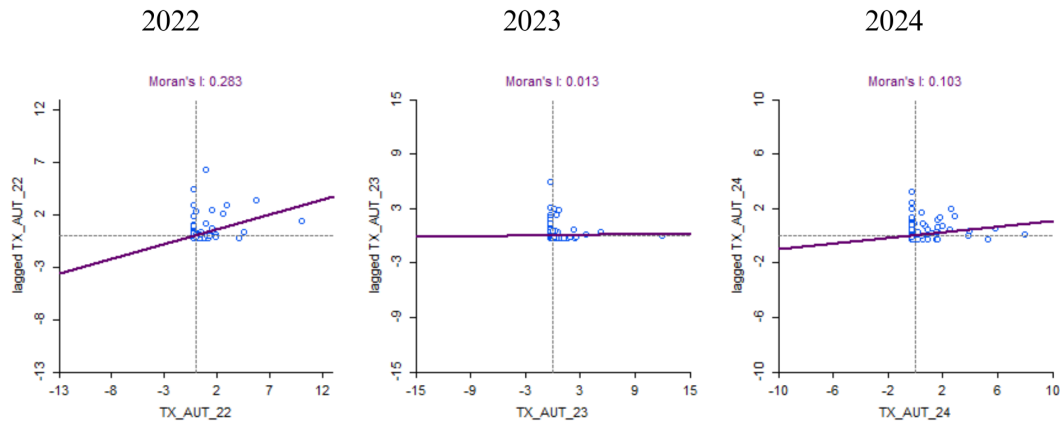
Figura 5 - Diagrama de dispersão do I de Moran Global da taxa de roubo da categoria motocicleta no Piauí



Fonte: Autor (2025).

Os diagramas da categoria automóvel (Figura 6) apresentaram, respectivamente, os valores de 0.283, 0.013 e 0.103 para os anos de 2022, 2023 e 2024. Consta-se que, diferente da categoria motocicleta, a correlação espacial não manteve uma constância, onde no ano de 2022 o diagrama apresentou o valor do índice maior que zero indicando presença de correlação espacial, enquanto no ano de 2023 o valor do índice ficou próximo a zero, indicando aleatoriedade, e em 2024 o valor do índice apresentou uma crescente positiva, distanciando-se do zero, voltando ao padrão de 2022 para esta categoria. Destaca-se que, como demonstrado na Tabela 3, a maioria dos municípios do estado não apresentaram ocorrências de roubo de automóvel, onde nos três anos analisados, o percentual de municípios sem roubo superou os 84%. Esse dado corrobora com o resultado da autocorrelação na categoria automóvel, pois a grande quantidade de municípios sem roubos pode influenciar nas condições da autocorrelação.

Figura 6 - Diagrama de dispersão do I de Moran Global da taxa de roubo da categoria automóvel no Piauí

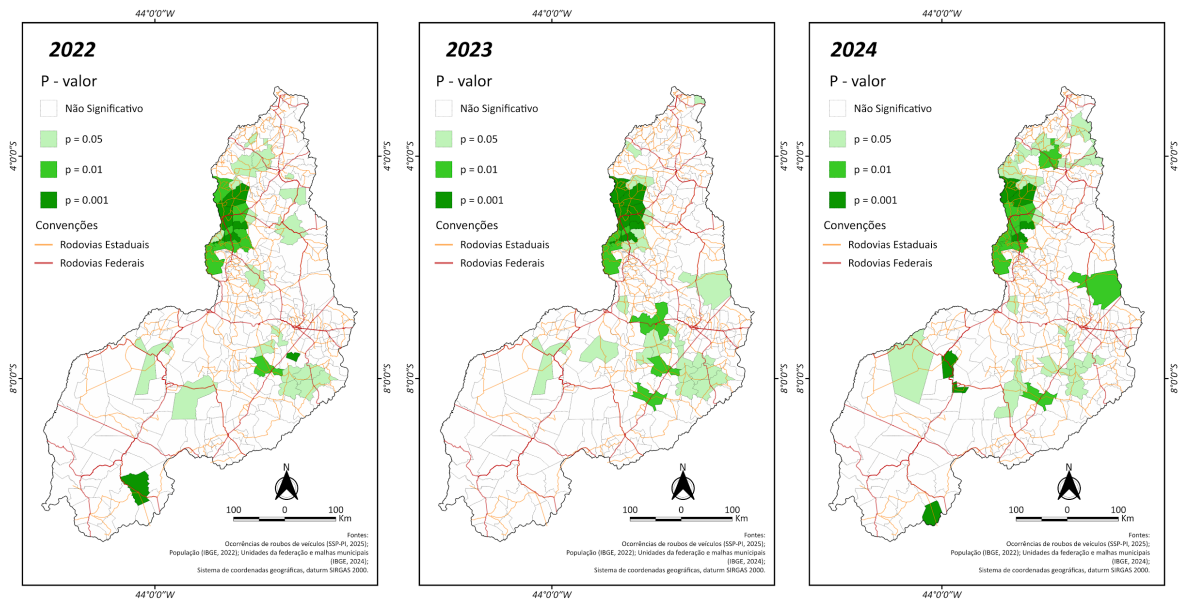


Fonte: Autor (2025).

3.2 MAPAS DE SIGNIFICÂNCIA DO ÍNDICE DE MORAN LOCAL

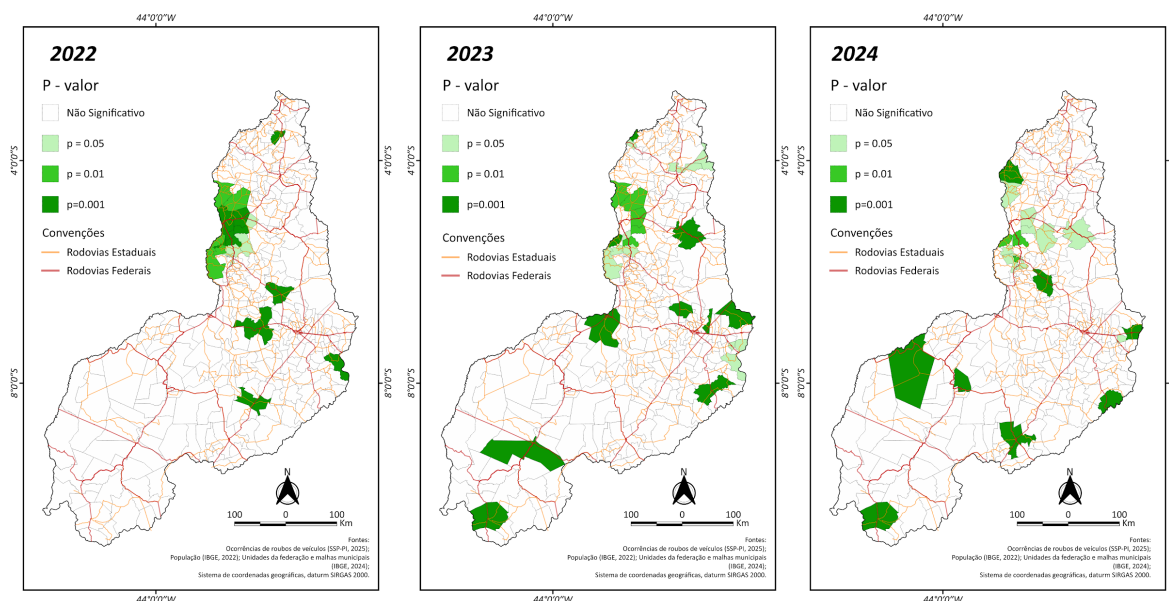
Após a constatação da autocorrelação global, a análise desagrega-se para a escala local através dos mapas de significância do LISA, apresentados nas Figura 7 e 8. Estes mapas espacializam os resultados, permitindo identificar as zonas críticas onde a dependência espacial do roubo de veículos é estatisticamente alta (p -valor < 0,05).

Figura 7 - Mapas de significância (p -valor) da taxa de roubo da categoria motocicleta no Piauí



Fonte: Autor (2025).

Figura 8 - Mapas de significância (p -valor) da taxa de roubo da categoria automóvel no Piauí



Fonte: Autor (2025).

Os mapas revelam a dualidade territorial no estado do Piauí. A formação de clusters não ocorre de maneira dispersa, mas segue uma lógica de concentração polarizada, refletindo a distribuição da malha rodoviária federal e densificação da malha estadual.

Ao analisar a distribuição do p-valor para a categoria motocicleta em todo o período, observa-se que os municípios com maior confiabilidade na autocorrelação espacial foram os próximos a capital, a incluindo, e outros municípios de maior importância regional no estado.

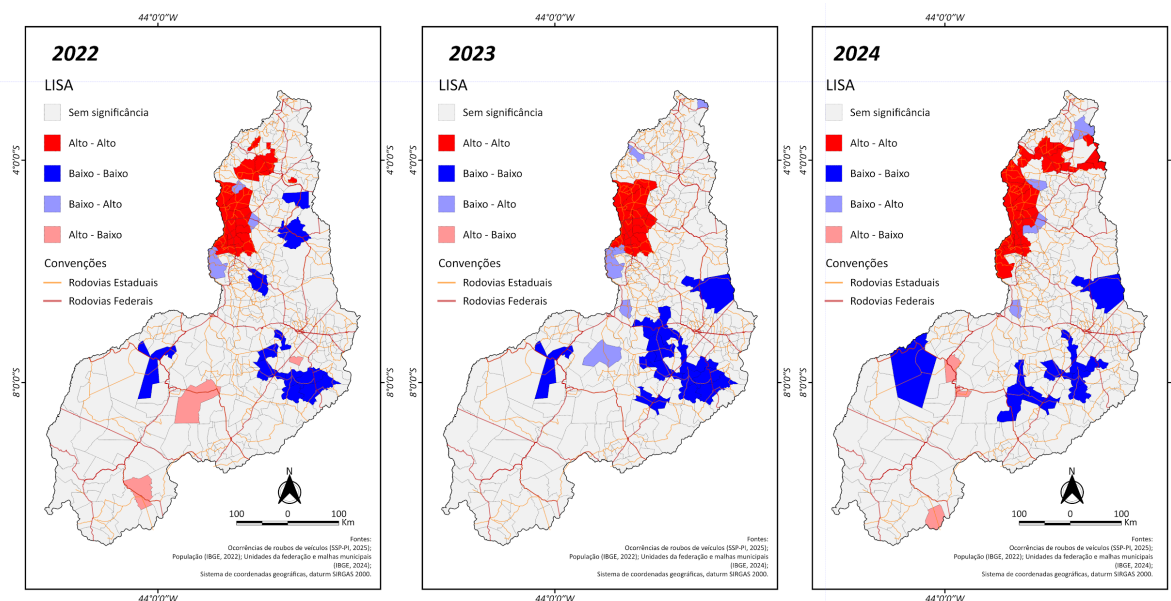
A categoria automóvel apresentou sua distribuição distinta das motocicletas. Em 2022, os municípios que apresentaram maior confiabilidade foram os próximos a capital, a incluindo, e municípios de maior importância regional ao sudeste do estado, como São João do Piauí e Oeiras. Em 2023 e 2024 a capital apresentou a taxa estatisticamente insignificante, com queda na confiabilidade nos seus municípios vizinhos ao longo dos últimos dois anos. Outros municípios de importância regional apresentaram alta confiabilidade, como Corrente, Bom Jesus e Uruçuí.

3.3 MAPAS DO ÍNDICE DE MORAN LOCAL

Os resultados do Índice de Moran Global confirmaram uma tendência geral de agrupamento das taxas de roubo a veículos no estado para as duas categorias analisadas. No entanto, um indicador global pode mascarar a complexidade do fenômeno, ocultando a heterogeneidade espacial. Variações locais significativas podem existir e não ser capturadas por essa média estadual. Por essa razão, a análise foi complementada pelo LISA. De acordo com Anselin (1995), o LISA identifica as contribuições individuais de cada unidade espacial, nesse caso os municípios, para o padrão global, permitindo localizar clusters estatisticamente significativos de taxas (altas ou baixas) e outliers espaciais. Este detalhamento é crucial para entender a dinâmica espacial do crime e para direcionar recursos e intervenções de forma mais precisa.

Os mapas do LISA para a categoria motocicleta (Figura 8) apresentaram a dinâmica espacial da distribuição de ocorrências por município nos três anos analisados.

Figura 8 - Mapas do LISA da taxa de roubo da categoria motocicleta no Piauí



Fonte: Autor (2025).

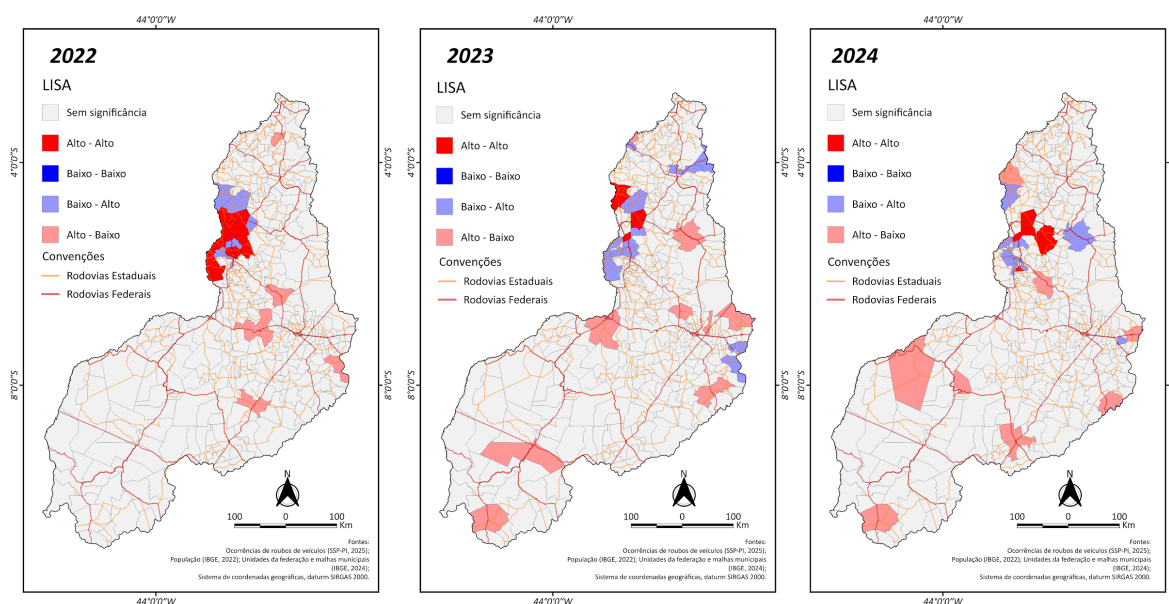
No período analisado houve a formação de *clusters* de municípios com alta taxa (“Alto - Alto”) entre os municípios próximos a Teresina, principalmente mais ao norte da capital, sendo em 2024 alguns dos municípios deste *cluster* apresentaram distribuição mais ao norte do estado chegando à divisa com o estado do Ceará.

Clusters de municípios com a baixa taxa (“Baixo - Baixo”) ocorreram no sudeste do estado, havendo em 2022 alguns municípios ao norte e ao sul do estado nessa mesma categoria. Houve a classificação de municípios com valores atípicos aos seus vizinhos (*outliers*) da categoria “Alto - Baixo” ao sul do estado e na categoria “Baixo - Alto” em municípios vizinhos ao do *cluster* de alta taxa de Teresina.

Averiguou-se nos três anos, que Teresina e seus municípios vizinhos apresentaram a formação de *clusters* de alta taxa de ocorrências de roubo na categoria motocicleta, no sudeste do estado houve a formação de um *clusters* de baixa taxa de ocorrências de roubo nessa categoria, com a formação de *outliers* de alguns municípios ao sul do estado com alta taxa e de municípios com baixa taxa vizinhos dos municípios do *cluster* da capital. De maneira geral, os roubos na categoria motocicleta ocorreram de maneira concentrada na região de Teresina e mais ao norte do estado.

Os mapas do LISA para a categoria automóvel (Figura 9) apresentaram uma dinâmica espacial distinta da categoria motocicleta.

Figura 9 - Mapas do LISA da taxa de roubo da categoria automóvel no Piauí



Fonte: Autor (2025).

Para o ano de 2022 houve a formação de *clusters* de municípios com alta taxa (“Alto - Alto”) em Teresina e em alguns de seus municípios vizinhos ao sul e leste, com os demais municípios vizinhos a capital formando *outliers* de baixa taxa (“Baixo - Alto”).

Demais municípios ao sudeste e um ao norte do estado apresentaram a formação de valores atípicos de alta taxa (“Alto - Baixo”), não ocorrendo a formação de *clusters* de baixa taxa (“Baixo - Baixo”).

Averigua-se que em 2022 a formação de *clusters* de municípios com alta taxa ocorreram apenas em Teresina e alguns de seus municípios vizinhos, com os demais municípios vizinhos apresentando baixa taxa, enquanto alguns outros municípios no estado apresentaram *outliers*, valores atípicos aos seus vizinhos, de alta taxa.

Em 2023 e 2024, o valor da taxa de roubo a veículo em Teresina, apresentou-se sem significância, com alguns de seus municípios vizinhos formando *clusters* de alta taxa e outros formando *outliers* de baixa taxa.

Diferente de 2022, os dois anos apresentaram um aumento no número de municípios com valores atípicos (*outliers*) de alta e baixa taxa, e sem a presença de *clusters* de baixa taxa.

De modo geral, a categoria automóvel apresentou uma concentração de municípios com alta taxa de roubo próximo a Teresina, sendo que a capital apresentou taxa significativa comparada aos demais municípios apenas em 2022. Houve uma crescente no número de municípios isolados com alta taxa no sul e sudeste do estado. Nota-se que os municípios que apresentaram valores atípicos de alta taxa foram aqueles com contiveram trechos de rodovias federais em seus limites, principalmente ao sudeste e sul do estado.

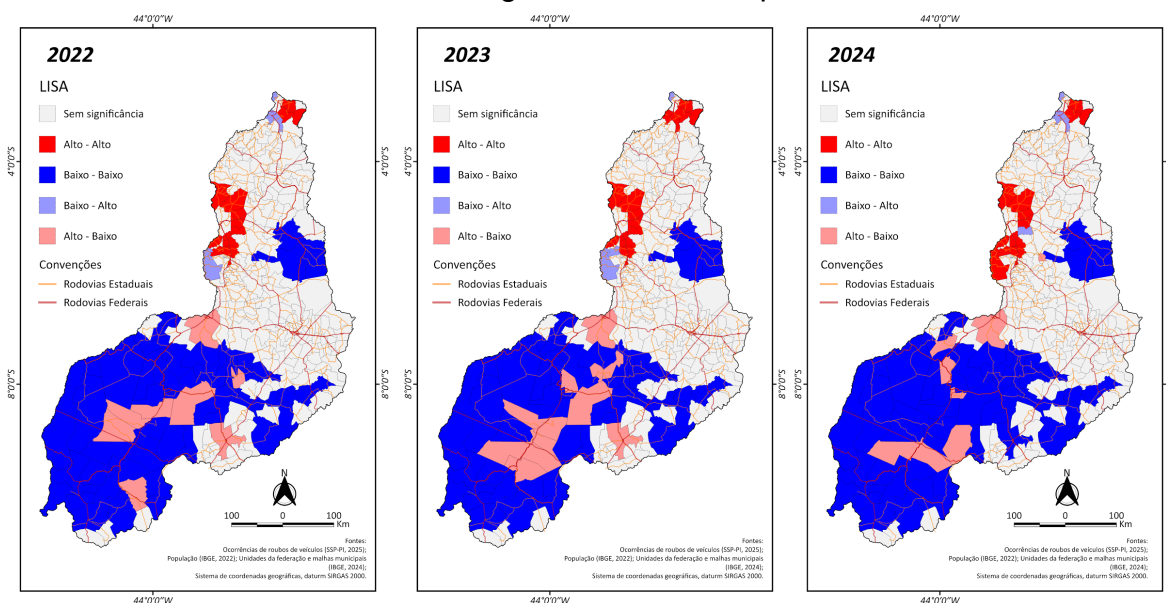
3.3 MAPAS DO ÍNDICE DE MORAN LOCAL

Os mapas do Índice de Moran Local Bivariado possibilitam a análise da correlação espacial entre a taxa de roubo e a densidade demográfica nos municípios do estado. Nas Figuras 10 e 11 estão, respectivamente, os mapas da autocorrelação

espacial da taxa de roubo na categoria motocicleta e automóvel com a densidade demográfica.

Na relação espacial da categoria motocicleta há a formação de *clusters* de alta taxa e alta densidade demográfica nos municípios vizinhos à capital e em alguns municípios do litoral. Ao centro do estado, nos municípios fronteiriços ao Ceará há a formação de um *cluster* de baixa taxa de roubo e baixa densidade demográfica. Ao sul do estado há a predominância de municípios com baixa taxa de roubo e baixa densidade demográfica, exceto em alguns municípios com trechos de rodovias federais, que apresentam valores atípicos de taxa de roubo, formando *outliers* de alta taxa de roubo e baixa densidade demográfica.

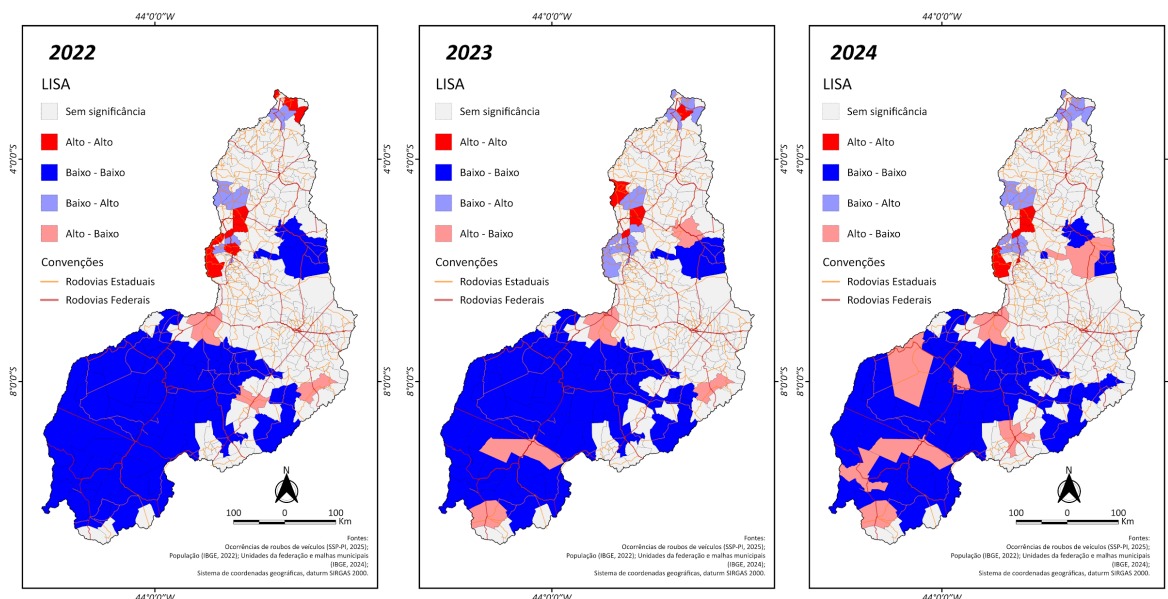
Figura 10 - Mapas do LISA Bivariado da taxa de roubo da categoria motocicleta com a densidade demográfica dos municípios do Piauí



Fonte: Autor (2025).

Na relação da categoria automóvel com a densidade demográfica, observa-se uma similaridade no padrão da autocorrelação na categoria motocicleta. Durante o período analisado houve a formação de *clusters* de alta taxa de roubo com alta densidade demográfica e baixa taxa de roubo com baixa densidade demográfica nos municípios vizinhos à capital. No litoral, em 2022 e 2023 também ocorreu a formação de *clusters* de alta e baixa taxa, mas em 2022 houve a formação apenas do *cluster* de baixa taxa de roubo com baixa densidade demográfica. O *cluster* no centro do estado nos municípios fronteiriços ao Ceará, também observado na categoria motocicleta, mas apresentando mudança, com municípios com valores atípicos na taxa de roubo, formando *outliers* de alta taxa de roubo e baixa densidade demográfica em 2023 e 2024. Ao sul do estado houve a predominância do *cluster* de baixa taxa, exceto em alguns municípios, com trechos de rodovias federais em seus territórios, com valores atípicos na taxa de roubo, formando *outliers* de alta taxa de roubo e baixa densidade demográfica como também foi observado na categoria motocicleta.

Figura 9 - Mapas do LISA Bivariado da taxa de roubo da categoria automóvel com a densidade demográfica dos municípios do Piauí



Fonte: Autor (2025).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo analisou a distribuição espacial dos roubos de veículos no Piauí entre 2022 e 2024, confirmando que a dinâmica criminal não é aleatória, e que em algumas regiões do estado pode ser influenciada pela densidade demográfica. Observou-se uma grande predominância de roubos de motocicletas (mais de 83% dos casos), os quais apresentaram uma forte dependência espacial, formando clusters consolidados ("Alto - Alto") na capital Teresina e na região norte do estado.

Os roubos de automóveis demonstraram um padrão espacial distinto e menos estável. Embora Teresina tenha apresentado altas taxas, a autocorrelação foi variável ao longo dos anos, com o surgimento de focos dispersos em municípios de importância regional no sul e sudeste, sem a mesma continuidade geográfica observada nas motocicletas.

As rodovias, principalmente as federais, contribuíram para a relação da alta taxa de roubo com a densidade demográfica no estado, como demonstrado nos mapas do Índice de Moran Local e sua variação Bivariada, em que municípios por onde passam trechos das rodovias federais, apresentaram elevada taxa de roubo em relação aos demais municípios.

Portanto, conclui-se que a densidade demográfica pode influenciar nas ocorrências desses crimes, mas não é um fator determinante no estado. As rodovias influenciam no aumento das ocorrências dos roubos aos veículos, principalmente em trechos federais.

Os resultados sugerem que políticas de segurança pública devem adotar estratégias em que priorizem o monitoramento de municípios com maior concentração de rodovias, principalmente as federais, com uma abordagem mais concentrada na região metropolitana da capital e ao norte do estado para coibição dos roubos a motocicletas. E para os roubos a veículos, uma abordagem centrada em municípios com número de ocorrências atípicas ao sul do estado e na região metropolitana da capital.

Sugere-se para outras pesquisas investigar a autocorrelação da ocorrência de roubo a veículos com as demais classes, como caminhões e ônibus e outros fatores geográficos e sociais, como renda, escolaridade e distribuição da população nos estados vizinhos em áreas de divisa com o estado do Piauí.

REFERÊNCIAS

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

CÂMARA, Gilberto; MONTEIRO, Ana Virginia (org.). **Análise espacial de dados geográficos**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2004. cap. 5, p. 155–190. ISBN 85-7383-260-6.

CAMINHA, Carlos. **Descoberta de relações alométricas entre população e crime dentro de uma grande metrópole**. arXiv, 4 out. 2018. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/1811.06819>. Acesso em: 16 out. 2025.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Malha rodoviária federal e estadual**. Brasília, DF: DNIT, 2024. Disponível em: <https://servicos.dnit.gov.br/vgeo/>. Acesso em: 29 out. 2025

FARIA, Antonio Hot Pereira de; ALVES, Diego Filipe Cordeiro; ABREU, João Francisco. **Análise espacial aplicada ao estudo do crime: uma abordagem exploratória da distribuição dos atrativos para o crime no espaço urbano de Belo Horizonte / Spatial analysis applied to study of crime: an exploratory approach to the distribution of attractions for crime in the urban space of Belo Horizonte**. Caderno de Geografia, v. 28, n. 55, p. 1006–1020, 30 out. 2018.

FÓRUM BRASILEIRO DE SEGURANÇA PÚBLICA. **Anuário Brasileiro de Segurança Pública: ano 19**. São Paulo: FBSP, 2025. Disponível em: <https://forumseguranca.org.br/publicacoes/anuario-brasileiro-de-seguranca-publica/>. Acesso em: 9 out. 2025.

GOMES, Francisco Carlos Moreira; BATELLA, Wagner Barbosa. **Notas sobre a análise espacial do crime: uma análise da distribuição dos casos de roubos em Juiz de Fora-MG entre 2012 e 2022**. Revista Geografias, v. 20, n. 1, p. 21–40, 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2022: Panorama do Censo 2022 - Piauí**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pi.html>. Acesso em: 29 out. 2025.

LUZARDO, Antonio José Rocha; FILHO, Rafael March Castañeda; RUBIM, Igor Brum. **ANÁLISE ESPACIAL EXPLORATÓRIA COM O EMPREGO DO ÍNDICE DE MORAN**. GEOgraphia, v. 19, n. 40, p. 161–179, 5 out. 2017.

MARQUES, Thalia; FRANÇA, Chiara; FIRMINO, Diego. **UMA ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS ESPACIAIS PARA CRIMINALIDADE VIOLENTA NO ESTADO DE PERNAMBUCO**. Cadernos de Estudos Sociais, v. 38, n. 2, 22 dez. 2023.

MEDEIROS, Samara Costa da Nóbrega; FOOK, Sayonara Maria Lia; OLINDA, Ricardo Alves de. **Distribuição e autocorrelação espacial dos casos de drogas ilícitas em um município do agreste nordestino**. Research, Society and Development, v. 9, n. 12, p. e7891210903–e7891210903, 13 dez. 2020.

PIAUÍ. Secretaria da Segurança Pública. **Ocorrências de roubo de veículos ocorridos no estado do Piauí entre os anos de 2022 e 2024**. Teresina, 2025.

RESENDE, João Paulo de; ANDRADE, Mônica Viegas. **Crime social, castigo social: desigualdade de renda e taxas de criminalidade nos grandes municípios brasileiros**. Estudos Econômicos (São Paulo), v. 41, p. 173-195, 2011.

SÁ, Álvaro Robério de Souza. **A criminalidade no Estado de Pernambuco: uma análise espacial dos determinantes das ocorrências de homicídios e roubos**. Revista de Estudos Sociais, v. 21, n. 43, p. 4–27, 2019.