



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO
MESTRADO EM ADMINISTRAÇÃO

CAMILA KAREN ALVES PEDROSA

**MODELOS DE DECISÃO MULTICRITÉRIO PARA AVALIAÇÃO DA
VULNERABILIDADE A ROUBOS E FURTOS NO CONTEXTO URBANO DO RIO
GRANDE DO NORTE**

MOSSORÓ

2026

CAMILA KAREN ALVES PEDROSA

**Modelos de Decisão Multicritério para Avaliação da Vulnerabilidade a Roubos e Furtos
no Contexto Urbano do Rio Grande do Norte**

Dissertação apresentada ao Mestrado em Administração do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Administração.

Linha de Pesquisa: Processos Organizacionais e Decisórios

Orientador: Prof. Dr. Ciro José Jardim de Figueiredo

MOSSORÓ

2026

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

P372m Pedrosa, Camila Karen Alves.
Modelos de Decisão Multicritério para Avaliação
da Vulnerabilidade a Roubos e Furtos no Contexto
Urbano do Rio Grande do Norte / Camila Karen
Alves Pedrosa. - 2026.
117 f. : il.

Orientador: Ciro José Jardim de Figueiredo.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Mestrado em Administração, 2026.

1. vulnerabilidade. 2. segurança pública. 3.
método multicritério. 4. promethee. I. de
Figueiredo, Ciro José Jardim, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

CAMILA KAREN ALVES PEDROSA

**Modelos de Decisão Multicritério para Avaliação da Vulnerabilidade a Roubos e Furtos
no Contexto Urbano do Rio Grande do Norte**

Dissertação apresentada ao Mestrado em Administração do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Administração.

Linha de Pesquisa: Processos Organizacionais e Decisórios

Defesa: 24 /02 / 2026.

BANCA EXAMINADORA

Ciro José Jardim de Figueiredo, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente

Juliana Carvalho de Sousa, Prof. Dra. (UFERSA)
Membro Examinador

Amanda Gadelha Ferreira Rosa, Prof. Dra. (UFPI)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por me proteger e guiar ao longo desta trajetória, sendo minha força e luz nos momentos mais desafiadores. Grandes coisas fez o Senhor por nós; por isso, estamos alegres (Salmo 126:3).

À minha família, agradeço pelo amor, incentivo e compreensão, fundamentais para que eu pudesse concluir essa etapa da minha vida.

Aos meus pais, por serem minha rocha e os meus maiores apoiadores. À minha mãe, Adriana, expresso minha gratidão por nunca medir esforços para me apoiar nessa jornada e ser a minha fonte de amor incondicional. Ao meu pai, Sérgio, por ser minha fonte de inspiração nessa jornada acadêmica e sempre me motivar.

À minha irmã Rebecca e o meu cunhado, Tiago, por sempre estarem presentes na minha vida e por torcerem pelas minhas conquistas. Aos meus sobrinhos, Ana Elisa e Benjamim, que são uma constante fonte de motivação e alegria.

Ao meu namorado Lucas, por ser meu confidente e meu apoiador em todos os momentos dessa trajetória. A você, meu amor, dedico meus sentimentos de carinho e gratidão.

À turma do PPGA, pela parceria durante as aulas e por juntos compartilharmos essa experiência. Agradeço, em especial aos amigos, Dário, Livia e Camilla, pela convivência, pelas trocas de experiências e pelo apoio mútuo ao longo dessa caminhada, o que tornou a trajetória bem mais leve. Agradeço, também, à minha amiga Jordanna, pelo suporte ao longo de todo o processo e pela amizade.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Ciro José Jardim de Figueiredo, expresso meus sinceros agradecimentos por me guiar ao longo desta trajetória. Sua orientação me motivou a ser uma pesquisadora melhor, e sou profundamente grata pelos ensinamentos e pela parceria durante esses anos.

Aos professores do programa, Ciro, Juliana, Liana, Lilian, Elizabeth, Arhur e Pablo, manifesto meu reconhecimento pelo conhecimento compartilhado e pelas reflexões proporcionadas durante as disciplinas, que contribuíram significativamente para minha formação.

À banca examinadora, Prof. Dra. Amanda Gadelha Ferreira Rosa e a Prof. Dra. Juliana Carvalho de Sousa, agradeço pelo tempo dedicado a avaliação desse trabalho e pelas valiosas contribuições e sugestões.

O apoio de todos citados foi essencial para a conclusão desse trabalho. Por fim, celebro a realização dessa conquista, pela minha persistência e dedicação em entregar o meu melhor para a conclusão dessa dissertação. Finalizo essa jornada com muito gratidão e alegria. Obrigada.

RESUMO

Esta dissertação tem como objetivo avaliar a vulnerabilidade a crimes de roubos e furtos no contexto urbano do Rio Grande do Norte, por meio da construção de modelos de decisão multicritério. A pesquisa concentra-se nos municípios de Natal e Mossoró e integra variáveis criminais, demográficas e amenidades urbanas, com o propósito de compreender como diferentes composições de critérios e unidades espaciais de análise influenciam a identificação dos níveis de vulnerabilidade a roubos e furtos. Para isso, utiliza-se o método PROMETHEE II em três configurações distintas. Os Modelos 1 e 2 adotam os bairros como alternativas, enquanto o Modelo 3 incorpora uma adaptação espacial baseada em malhas geográficas, visando reduzir efeitos de agregação e captar variações intraurbanas com maior detalhamento. A análise é complementada pela aplicação do Índice de Moran, com o objetivo de verificar a presença de autocorrelação espacial nos rankings obtidos. Os resultados revelam padrões distintos de vulnerabilidade conforme os critérios considerados e o nível de agregação espacial adotado, destacando a centralidade urbana, a densidade populacional e a circulação de pessoas como elementos determinantes. Verifica-se que a vulnerabilidade a crimes patrimoniais não se distribui de forma homogênea no território urbano, apresentando configurações espaciais diferenciadas entre os municípios analisados. A análise espacial confirma a existência de dependência espacial e concentração do crime, enquanto o uso de malhas geográficas possibilita a identificação de heterogeneidades intraurbanas não captadas por unidades administrativas tradicionais. Dessa forma, a integração entre modelos multicritério e análise espacial contribui para uma avaliação mais detalhada da vulnerabilidade urbana, oferecendo subsídios para o planejamento urbano e à formulação de políticas públicas de segurança, de modo que os resultados devem ser interpretados como instrumentos de apoio à decisão.

Palavras-chave: Vulnerabilidade. Segurança Pública. Método Multicritério. PROMETHEE

ABSTRACT

This dissertation aims to evaluate vulnerability to property crimes in the urban context of Rio Grande do Norte through the construction of multicriteria decision models. The research focuses on the municipalities of Natal and Mossoró and integrates crime-related, demographic, and urban amenity variables in order to understand how different combinations of criteria and spatial units of analysis influence the identification of vulnerability levels to robberies and thefts. To this end, the PROMETHEE II method is applied in three distinct configurations. Models 1 and 2 adopt neighborhoods as alternatives, whereas Model 3 incorporates a spatial adaptation based on geographic grids, aiming to reduce aggregation effects and capture intraurban variations with greater detail. The analysis is complemented by the application of Moran's Index to verify the presence of spatial autocorrelation in the resulting rankings. The results reveal distinct vulnerability patterns according to the criteria considered and the level of spatial aggregation adopted, highlighting urban centrality, population density, and the circulation of people as determining factors. It is observed that vulnerability to property crimes is not homogeneously distributed across the urban territory, presenting differentiated spatial configurations between the municipalities analyzed. Spatial analysis confirms the existence of spatial dependence and crime concentration, while the use of geographic grids enables the identification of intraurban heterogeneities not captured by traditional administrative units. Thus, the integration of multicriteria models and spatial analysis contributes to a more detailed assessment of urban vulnerability, providing support for urban planning and the formulation of public security policies, with the results to be interpreted as decision-support tools.

Keywords: Vulnerability. Public Security. Multicriteria Method. PROMETHEE.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas Metodológicas	33
Figura 2 - Local de Estudo	34
Figura 3 - Etapas da Criação do Modelo 3	44
Figura 4 – Matriz de Correlação dos Critérios	47
Figura 5 – Resultado Ranking 1 (Modelo 1)	53
Figura 6 - Índice de Moran Ranking 1	56
Figura 7 – Resultado Ranking 2 (Modelo 1)	59
Figura 8 – Índice de Moran Ranking 2	62
Figura 9 – Resultado Ranking 3 (Modelo 1)	65
Figura 10 – Índice de Moran Ranking 3	67
Figura 11 - Resultado dos Rankings sem Ocorrências	71
Figura 12 - Níveis de Vulnerabilidade das Ocorrências de Roubos e Furtos	73
Figura 13 – Resultado Modelo 2 (Ranking 1)	76
Figura 14 – Resultado Modelo 2 (Ranking 2)	77
Figura 15 - Resultado Modelo 2 (Ranking 3)	79
Figura 16 – Resultado Ranking 1 Mossoró (Modelo 3)	83
Figura 17 - Resultado Ranking 2 Mossoró (Modelo 3)	84
Figura 18 – Resultado Ranking 3 Mossoró (Modelo 3)	85
Figura 19 – Resultado Ranking 1 Natal (Modelo 3)	86
Figura 20 – Resultado Ranking 2 Natal (Modelo 3)	87
Figura 21 – Resultado Ranking 3 (Modelo 3)	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Variáveis usadas como critérios no estudo	35
Quadro 2 - Critérios utilizados em cada ranking no Modelo 1	49
Quadro 3 – Estatística descritiva dos critérios.....	50
Quadro 4 – Quantitativo dos Níveis de Vulnerabilidade para cada Ranking (Ranking 1/ Modelo 1)	55
Quadro 5 – Quantitativo dos Níveis de Vulnerabilidade para cada Ranking (Ranking 2/ Modelo 1)	61
Quadro 6 – Quantitativo dos Níveis de Vulnerabilidade para cada Ranking (Ranking 3/ Modelo 1)	66
Quadro 7 – Critérios utilizados no PROMETHEE do Modelo 1 Adaptado.....	69
Quadro 8– Quantitativo dos Níveis de Vulnerabilidade para cada Ranking (Sem Ocorrências)	72
Quadro 9 – Quantitativo dos Níveis de Vulnerabilidade das Ocorrências de Roubos e Furtos	74
Quadro 10 – Quantitativo dos Níveis de Vulnerabilidade para cada Ranking (Ranking 1/ Modelo 2)	75
Quadro 11 – Quantitativo dos Níveis de Vulnerabilidade para cada Ranking (Ranking 2/ Modelo 2)	78
Quadro 12 - Quantitativo dos Níveis de Vulnerabilidade para cada Ranking (Ranking 3/ Modelo 2)	80
Quadro 13 – Critérios utilizados para cada ranking do Modelo 3.....	82

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADM	Métodos de Apoio à Decisão Multicritério
AHP	Analytic Hierarchy Process
CTB	Código Penal Brasileiro
ELECTRE	Elimination Et Choix Traduisant la Realité
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LAI	Lei de Acesso à Informação
LISA	Local Indicators of Spatial Association
MCDA	Análise Multicritério de Decisão
POI's	Pontos de Interesse
PROMETHEE	Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations
SESED/RN	Secretaria de Estado da Segurança Pública e da Defesa Social do Rio Grande do Norte

LISTA DE SÍMBOLOS

Φ	Fluxo líquido de preferência
ϕ^+	Fluxo Positivo
ϕ^-	Fluxo Negativo
$\pi(a, b)$	Grau de Sobreclassificação entre alternativas
i	Índice do critério
n	Número total de critérios
w_i	Peso associado ao critério
$\sum_{i=1}^n w_i$	Soma dos Pesos dos Critérios
$F_i(a, b)$	Função de Preferência entre alternativas
$g_i(a)$	Desempenho da alternativa no critério i
x_i	Valor do fluxo no município i
x_j	Valor do fluxo no município vizinho j
w_{ij}	Peso espacial entre os municípios i e j

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
1.1	Contextualização do tema.....	10
1.2	Justificativa e relevância.....	13
1.3	Objetivo de pesquisa.....	15
1.4	Capítulos da Dissertação	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1	Criminalidade e Violência Urbana	17
2.2	Teorias do Crime	18
2.3	Determinantes Espaciais da Criminalidade	21
2.4	Amenidades Urbanas.....	22
2.5	Métodos de Apoio a Decisão Multicritério	25
2.6	Análise Exploratória Espacial	28
2.7	Estudos Anteriores.....	30
3	METODOLOGIA.....	32
3.1	Local de estudo	33
3.2	Coleta de dados.....	34
3.3	Modelo 1: PROMETHEE II + Índice de Moran	38
3.4	Modelo 2: PROMETHEE II com Adaptação Espacial	41
3.5	Modelo 3: PROMETHEE II com Adaptação espacial utilizando malhas geográficas	42
4	RESULTADOS	45
4.1	Resultados do Modelo I - PROMETHEE II + Índice de Moran	51
4.1.1	Resultados do Ranking 1 - PROMETHEE II	52
4.1.2	Resultados do Ranking 2 - PROMETHEE II	58
4.1.3	Resultados do Ranking 3 - PROMETHEE II	64
4.1.4	Resultados sem Ocorrências	68
4.2	Resultados do Modelo 2 - PROMETHEE II com Adaptação Espacial.....	74
4.2.1	Resultados do Ranking 1	75
4.2.1	Resultados do Ranking 2	76
4.2.1	Resultados do Ranking 3	78
4.3	Resultados do Modelo 3 – PROMETHEE II com adaptação espacial utilizando malhas geográficas.....	81

4.4 Discussão dos Resultados.....	89
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	94
REFERÊNCIAS	96
APÊNDICE	108

1 INTRODUÇÃO

Esse capítulo apresenta o tema de pesquisa e as motivações que fundamentaram a realização desse trabalho. Serão abordados a contextualização do tema, o problema de pesquisa, a justificativa e os objetivos do estudo. Ao final, descreve-se a estrutura do trabalho, com um breve resumo dos capítulos que o compõem.

1.1 Contextualização do tema

Esse trabalho aborda a temática de segurança pública e planejamento urbano, com foco em identificar os fatores que auxiliam na compreensão das áreas mais vulneráveis a ocorrência de crimes de roubos e furtos. A vulnerabilidade está relacionada às regiões com maior propensão à ocorrência dos crimes, possibilitando uma alocação de políticas públicas mais eficientes nos locais mais vulneráveis. Tal abordagem se justifica pela crescente preocupação com a violência urbana, que dissemina medo entre a população e representa um desafio social, principalmente em cenários de aumento das taxas de criminalidade (Passos, 2022)

Nesse cenário, a ocorrência de crimes pode ser influenciada por fatores, como a motivação do infrator, facilidade de acesso ao alvo e a ausência de um guardião capaz (Hollis-Peel *et al.*, 2011), além das características socioespaciais dos bairros analisados, que podem alterar as oportunidades e o padrão da criminalidade (Bittencourt; Teixeira, 2023). É nesse contexto que a criminologia espacial se insere, sendo utilizada para investigar como as características de determinados locais podem influenciar a incidência de crimes no espaço urbano (Inlow, 2021).

Diante da relevância de compreender os aspectos do ambiente em que os crimes ocorrem, estudos utilizam técnicas de análise espacial e temporal para identificar e comparar os padrões de ocorrência de roubos e furtos (de Oliveira *et al.*, 2019; Angaw *et al.*, 2021). Assim, a análise espacial com múltiplos critérios se apresenta como uma abordagem metodológica eficaz para mapear áreas vulneráveis ao crime, além de demandar baixo esforço do tomador de decisão (de Figueiredo; Pereira; Mota, 2017). A aplicação desse método permite mensurar características dos ambientes, como variáveis sociais, econômicas e demográficas para delimitar e comparar unidades espaciais como bairros e setores censitários (Sagi *et al.*, 2024; Delmelle, 2016).

O objetivo central desses estudos é definir a vulnerabilidade de um local, ou seja, mensurar o quanto cada espaço apresenta condições mais propícias para a ocorrência de um evento violento, visto que evidências da literatura sobre criminalidade e ambientes físicos

demonstram que certos lugares concentram maior vulnerabilidade ao crime em comparação a outros, em decorrência do contexto de cada local (Caplan *et al.*, 2021; Zahnow *et al.*, 2022).

A compreensão dos fatores que aumentam a vulnerabilidade de um local é um tema em constante evolução. Crenças populares sugerem que o crime é cometido, exclusivamente, por indivíduos pobres e sem educação (Steingraber, 2024), de modo que essa perspectiva tem sido contestada por pesquisas que exploram a relação da ocorrência do crime com características individuais, como idade, gênero e raça (De Nadai *et al.*, 2020).

Além desses aspectos, na literatura destaca-se, também, a influência da densidade estrutural e a mobilidade urbana dos bairros (De Nadai *et al.*, 2020), bem como desigualdades sociais, econômicas e geográficas (Sampson; Wilson; Katz, 2018). Desse modo, em determinados contextos, fatores socioeconômicos, como taxas de desemprego e níveis de escolaridade, podem apresentar uma correlação mais forte com a criminalidade do que fatores demográficos (Pereira; Mota; Andresen, 2017).

Nesse sentido, a criminologia espacial investiga como a localização geográfica pode influenciar na identificação de locais perigosos e áreas com maior incidência de crimes. A seguir trabalhos nessa área, demonstram a relevância desse tema. Figueiredo e Mota (2019) aplicaram um modelo de decisão para identificar áreas que necessitam de mais recursos no combate à criminalidade, considerando diferentes tipos de violência. Mota, Figueiredo e Pereira (2021) propuseram um modelo para identificar áreas vulneráveis a homicídios, relacionando preferências do decisor com dados do censo demográfico.

Ademais, Rosa, Mota e Figueiredo (2023) destacaram uma associação espacial e estatística entre roubos, paradas de ônibus e características da interação social. Além desses estudos que relacionam os crimes a aspectos espaciais, a literatura aborda a relevância dos aspectos físicos e ambientais associados em conjunto com fatores sociais para influenciar na dinâmica da atividade criminosa (Garnier *et al.*, 2018; Barton *et al.*, 2021). De modo geral, essas pesquisas reforçam a relevância de estudos de segurança pública para compreensão da dinâmica do crime, permitindo a identificação de áreas mais vulneráveis e uma alocação mais estratégica de políticas de segurança pública.

Para integrar a temática de segurança pública, o planejamento urbano surge nesse trabalho com o propósito de reforçar a compreensão da dinâmica territorial e social da ocorrência do crime. Um dos primeiros trabalhos publicados nessa temática aborda que a organização dos bairros e a distribuição de estabelecimentos comerciais são fundamentais para a qualidade de vida dos moradores (Rich, 1980).

Com isso, esse estudo vai além da perspectiva criminal ao destacar como o planejamento urbano, por meio da distribuição de escolas, igrejas, supermercados e diversos outros estabelecimentos, podem contribuir para a manutenção de políticas públicas e econômicas (Andresen, 2006). Dessa forma, a análise do território baseado exclusivamente em referências geográficas, embora ofereça diversas possibilidades de aplicação, mostra-se limitado para compreensão da dinâmica urbana. Por isso, uma abordagem mais detalhada, que considere índices sociodemográficos e econômicos, tem potencial para gerar uma percepção mais profunda da organização urbana e amplia o potencial da criação de políticas públicas direcionadas ao desenvolvimento desses locais (Liu *et al.*, 2015).

Ademais, o planejamento urbano exerce uma influência significativa sobre o comércio, por representar um papel relevante na formulação de políticas públicas, estruturando tanto o desenvolvimento do varejo quanto a dinâmica urbana (Fernandes; Chamusca, 2014). Em decorrência disso, o comércio varejista contribui para o desenvolvimento urbano das cidades, tornando-as mais atraentes e gerando emprego e valor agregado às construções (Hryshchenko; Lavshchenko, 2020). Por isso, decisões de localização de novos estabelecimentos comerciais são influenciadas pelas condições econômicas, demográficas e geográficas de sua vizinhança (Chin, 2020).

Essa relevância do planejamento urbano para a compreensão da distribuição comercial dos bairros reforça a necessidade de métodos capazes de mapear e analisar de forma espacial a organização das cidades (Cook; An; Favero, 2018). Nesse contexto, a visualização de desses dados por meio de mapas é fundamental nos processos de decisão espacial, principalmente em estudos que utilizam métodos de Apoio a Decisão Multicritério (ADM), uma vez que pode facilitar a comparação entre áreas e alternativas. Assim, a forma como as informações são organizadas e apresentadas visualmente podem influenciar a qualidade das decisões tomadas, por isso a clareza no conteúdo é fundamental para a adequada compreensão de informações geográficas (Jelokhani-Niaraki; Malczewski, 2015).

Nesse cenário, surge um termo importante para esse trabalho: as amenidades urbanas, que incluem bens, serviços, infraestrutura e características ambientais ou sociais. Elas são fundamentais para a atratividade das áreas urbanas e para a satisfação de seus moradores, especialmente em regiões de maior densidade populacional (Wu, 2006; Zhang; Yan, 2023). Ao influenciarem diretamente nas condições de bem estar e uso do espaço urbano, esses elementos contribuem para a qualidade de vida e são essenciais para a alocação de recursos e a formulação de políticas públicas (He *et al.*, 2022).

As amenidades podem ser classificadas em três tipos: naturais, modernas e sociais (Wen Ting *et al.*, 2014). Este trabalho foca nas amenidades modernas, como supermercados, bancos, academias e hospitais, que impulsionam a economia local e o dinamismo urbano. No entanto, a desigualdade no acesso a essas amenidades é um desafio, pois regiões com maior concentração de renda possuem melhor acesso a esses “equipamentos urbanos”, enquanto regiões periféricas convivem com infraestrutura precária, o que amplia a exclusão social e aumenta as desigualdades espaciais decorrentes da dificuldade de acesso a serviços básicos (Frey, 2017).

Todos esses fatores, quando implementados, influenciam a valorização das regiões, impulsionando o comércio, crescimento populacional (Clark *et al.*, 2002) e valorização imobiliária (Mitchell Polinsky; Shavell, 1976). Como consequência, efeitos em diferentes escalas são produzidos, revelando como os padrões do uso do território podem criar condições que afetam a presença e o deslocamento do crime (Cysek-Pawlak; Serafin; Polishchuk, 2025).

Através dessa contextualização, a criação de modelos de decisão para apoiar decisões na segurança pública são utilizados em pesquisas que buscam contribuir para a tomada de decisão para ações de prevenção do crime (Rosa; Mota; Figueiredo, 2023; López *et al.*, 2023; Figueiredo; Mota, 2019). Para isso, as escolhas do tomador de decisão devem ser analisadas, a fim que as soluções propostas atendam efetivamente as necessidades específicas de cada caso.

Por isso, esse trabalho se propõe a desenvolver Modelos de Apoio a Decisão Multicritério com o propósito de contribuir para alocação de recursos em áreas de alto risco, conectando a temática de segurança pública com o planejamento urbano. Por meio da definição dos critérios e das alternativas dos modelos, será possível integrar esses temas e apoiar a formulação de propostas mais direcionadas e aplicáveis ao contexto estudado (Costa *et al.*, 2025).

1.2 Justificativa e relevância

O planejamento urbano, por meio da distribuição espacial e das características físicas dos locais, permite identificar padrões territoriais críticos e a distribuição espacial das atividades criminais, subsidiando a formulação de políticas públicas mais equitativas e eficazes (Liu, Zhao e Wang, 2025). Nesse contexto, o desequilíbrio na distribuição de equipamentos comerciais e de serviços reflete nas disparidades socioespaciais e pode contribuir para agravar a vulnerabilidade social e a sensação de insegurança nos territórios urbanos.

Ao integrar variáveis econômicas, sociais e criminais, essa pesquisa busca oferecer uma abordagem holística de como esses elementos afetam a criminalidade das cidades, sendo um fator essencial para o desenvolvimento de estratégias de prevenção à violência e promoção da qualidade de vida, especialmente em contextos de locais marcados por desigualdades estruturais.

Com isso, esse trabalho busca compreender como a presença de amenidades se relaciona com as ocorrências de roubos e furtos registradas em determinados bairros. Após a abordagem sobre criminalidade e vulnerabilidade urbana, torna-se relevante analisar como a distribuição das amenidades podem atuar como ferramenta estratégica para mitigar desigualdades e ampliar a segurança pública. Desse modo, essa pesquisa tem o propósito de investigar a relação entre a distribuição das amenidades urbanas e a incidência de crimes de roubos e furtos nas duas cidades de maior relevância econômica e demográfica do estado do Rio Grande do Norte (RN): Mossoró e Natal.

A maioria das pesquisas sobre criminalidade e avaliação da vulnerabilidade se concentram nos estados de Pernambuco e Rio de Janeiro (Patni; Saxena; Jindal, 2025), por isso esse trabalho se destaca ao adotar uma abordagem territorial detalhada, com foco em cidades do Rio Grande do Norte, uma região ainda pouco representada nesses estudos. Além disso, foi utilizado o método de apoio a decisão PROMETHEE II para avaliar a vulnerabilidade criminal, por meio de múltiplos critérios. Assim, ao integrar variáveis criminais, socioeconômicas e de infraestrutura comercial com técnicas de análise espacial, esta pesquisa oferece uma contribuição metodológica e prática, sendo relevante para ampliar o campo de estudo que integra planejamento urbano e segurança pública.

Este estudo se justifica por diferentes perspectivas. Inicialmente na integração entre métodos multicritério de apoio à decisão e análise espacial aplicada à segurança pública em cidades ainda pouco exploradas na literatura para essa área de estudo. A proposta de aplicar o método PROMETHEE II com adaptação espacial também representa uma inovação metodológica, ao incorporar a dependência espacial entre as unidades territoriais, permitindo a identificação das regiões com maior vulnerabilidade criminal. Além disso, o uso de malhas hexagonais como unidade de análise contribui para superar limitações de estudos baseados apenas em divisões administrativas, como bairros, alcançando áreas perigosas que poderiam não ser identificadas dentro dos próprios bairros, uma vez o crime não se distribui de forma homogênea.

Ademais, outro aspecto de destaque está relacionado a incorporação de amenidades definidas como modernas, como estabelecimentos comerciais, academias, farmácias e bancos, como critérios para avaliação da vulnerabilidade. Essa abordagem amplia o entendimento da dinâmica urbana ao considerar fatores estruturais e econômicos que influenciam a criminalidade, propondo um estudo integrado entre infraestrutura urbana, vulnerabilidade social e segurança pública.

Além disso, do ponto de vista econômico e da segurança pública, os achados deste estudo podem fornecer subsídios para estratégias de planejamento urbano voltadas à construção de cidades mais seguras e com melhor alocação de recursos. A análise da relação entre comércio e criminalidade pode orientar a formulação de políticas urbanas que favoreçam uma distribuição mais equilibrada de estabelecimentos comerciais, garantindo benefícios tanto para o desenvolvimento econômico quanto para a segurança da população. A compreensão desses padrões permite que gestores públicos identifiquem áreas com carência de infraestrutura urbana e vulnerabilidade para a violência, priorizando investimentos que promovam inclusão territorial e acesso equitativo aos serviços essenciais (de Snyder *et al.*, 2011).

Essa abordagem integrada reforça a necessidade de considerar a estrutura econômica dos bairros como um fator estratégico na prevenção da criminalidade, uma vez que territórios desfavorecidos tendem a apresentar maiores índices de violência. Ao oferecer uma análise espacial da distribuição comercial e sua relação com níveis de vulnerabilidade, o estudo se propõe a responder às seguintes questões:

- Quais os bairros mais vulneráveis a crimes de roubos e furtos em Mossoró e Natal?
- De que forma a distribuição de amenidades e fatores demográficos podem apoiar para o entendimento das incidências de roubos e furtos em diversas regiões de Mossoró e Natal?

1.3 Objetivo de pesquisa

O objetivo geral deste estudo é avaliar a vulnerabilidade à ocorrência de roubos e furtos nas cidades de Natal e Mossoró/RN, a partir da análise dos indicadores criminais, demográficos e amenidades urbanas dos bairros.

Para alcançar esse propósito, os seguintes objetivos específicos foram definidos:

- Identificar padrões espaciais de criminalidade através de indicadores criminais, econômicos e demográficos usando a abordagem multicritério;
- Classificar os bairros de Mossoró e Natal em níveis de vulnerabilidade;
- Mapear a distribuição das amenidades urbanas e indicadores demográficos nos bairros de Mossoró e Natal;
- Desenvolver dois modelos multicritério de apoio a decisão, utilizando bairros como alternativas;
- Desenvolver um modelo multicritério de apoio a decisão, utilizando hexágonos como alternativas.

1.4 Capítulos da Dissertação

Essa dissertação está organizada em cinco capítulos. Após essa introdução, o Capítulo 2 apresenta o Referencial teórico, abordando os principais conceitos e debates sobre segurança pública, planejamento urbano, amenidades e criminalidade. O Capítulo 3 descreve a metodologias e os modelos que serão criados nessa pesquisa, com ênfase na abordagem espacial e nas variáveis utilizadas. O Capítulo 4 apresenta os resultados dos modelos desenvolvidos nessa pesquisa e sua aplicação, além da discussão desses resultados, relacionando-os com o problema de pesquisa e com a literatura existente sobre o tema. Ademais, o Capítulo 5 apresenta as considerações finais desse trabalho, sintetizando principais achados e contribuições, bem como limitações da pesquisa e propostas para trabalhos futuros. Ao fim, são apresentadas as referências teóricas utilizadas nesse trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esse capítulo aborda as bases teóricas fundamentais para a compreensão desse trabalho. Está dividido em: Criminalidade e Violência Urbana, sua definição e seus impactos na sociedade; Teorias do Crime, para um entendimento mais evidente das motivações desse trabalho e da compreensão dos resultados; Determinantes Espaciais da Criminalidade; Amenidades Urbanas; Métodos de Apoio a Decisão Multicritério; Análise Exploratória Espacial e Estudos Anteriores sobre o tema.

2.1 Criminalidade e Violência Urbana

Países com altos índices de desigualdade social e urbanização acelerada possuem maior presença de criminalidade e violência urbana (Sampson; Wilson; Katz, 2018). Esses termos, embora utilizados muitas vezes como sinônimos no dito popular, possuem significados distintos. A criminalidade refere-se ao conjunto de atos tipificados como crime, de acordo com a legislação penal vigente em cada País, no Brasil o código penal vigente foi criado pelo Decreto-Lei nº 2 848, de 7 de dezembro de 1940, que institui no seu art. 1º, “não há crime sem lei anterior que o defina”.

Por meio disso, a criminalidade se categoriza em delitos contra o patrimônio (roubos, furtos e extorsão), contra a pessoa (homicídio e lesão corporal) e contra a administração pública, como a corrupção (Brasil, 1940). A tipificação do crime é necessária para que o estudo seja direcionado a um determinado tipo, devido ao fato de que cada categoria tem seus padrões, causas e distribuições espaciais de forma diferente (Levin; Rosefeld; Deckard, 2017).

Por outro lado, a violência urbana refere-se a qualquer forma de violência que ocorre em cidades e áreas urbanas, incluindo crimes como assaltos, agressões físicas, vandalismo, conflitos entre grupos, violência institucional e até manifestações políticas violentas (Belghit, 2024). A Organização Mundial da Saúde (2002) define que a violência é o uso da força física, poder ou ameaça, contra si próprio ou contra outrem, que resulte ou possa resultar em lesão, morte, dano psicológico, prejuízo ao desenvolvimento ou privação.

O conceito de violência urbana é mais amplo e pode se revelar por meio de agressões físicas e estruturais, nem sempre previstas e tipificadas em lei como crime. Desse modo, o crime é uma conduta tipificada por lei penal e passível de condenação, podendo ocorrer com ou sem violência como por exemplo os casos de corrupção, fraude, furtos, entre outros. Assim, toda violência pode envolver um crime, entretanto nem todo crime, necessariamente, envolve violência. Entretanto, um aspecto em comum entre a criminalidade e a violência é a sua

distribuição de modo não uniforme nas cidades, visto que elas tendem a se concentrar em determinados territórios, caracterizando os locais em níveis de vulnerabilidade (Papachristos; Brazil; Cheng, 2018).

Esse trabalho tem foco nos crimes contra o patrimônio, especificamente roubos e furtos, o furto define-se no Art. 155 do Código Penal (CP) como "Subtrair, para si ou para outrem, coisa alheia móvel", com pena de reclusão de um a quatro anos, e multa. Ademais, o roubo é definido também pelo CP no Art. 157, como "Subtrair coisa móvel alheia, para si ou para outrem, mediante grave ameaça ou violência a pessoa, ou depois de havê-la, por qualquer meio, reduzido à impossibilidade de resistência", com pena de reclusão de quatro a dez anos, e multa (Brasil, 1940).

Esses crimes refletem padrões de oportunidade e vulnerabilidade urbana, razão pela qual foram selecionados nessa pesquisa por possibilitarem a compreensão tanto da dinâmica criminal, quanto da percepção de insegurança da sociedade. Nesse sentido, a relação entre espaço e criminalidade tem sido objeto de estudos que buscam compreender como as características físicas e sociais dos bairros tendem a contribuir para uma maior ou menor incidência de delitos (Donovan *et al.*, 2024).

Assim, tanto a criminalidade como a violência urbana são fenômenos complexos que envolvem variáveis econômicas, sociais culturais e territoriais (Patel *et al.*, 2020; Arias, 2006). Por isso, não há como justificar o crime apenas por um elemento, pois ele é um conjunto de fatores que se relacionam. Por isso, com o objetivo de compreender a dinâmica do crime, diversas teorias criminológicas surgiram ao longo das décadas para explicar esse fenômeno.

2.2 Teorias do Crime

O crime é um fenômeno social que pode ser influenciado pela interação de fatores individuais, econômicos, culturais e estruturais (Glaeser; Sacerdote; Scheinkman, 1996). Na literatura, o fenômeno da violência é sustentado por diferentes teorias do crime, que surgiram com o objetivo de explicar a origem e os padrões da criminalidade, ao considerar desde aspectos psicológicos até variáveis sociais e ambientais.

A Teoria da Anomia associa o crime a desequilíbrios sociais e a falta de coesão social, contexto no qual as normas coletivas perdem sua capacidade de orientar o comportamento dos indivíduos (Marks, 1974). Diante disso, para restaurar esse problema, a teoria aponta a necessidade de promover novamente a coesão social, através de intervenções estruturais

voltadas ao desenvolvimento de políticas de educação, incentivo à inserção profissional e processos de renovação cultural.

A Teoria das Atividades Rotineiras, formulada por Cohen e Felson (1979), explica a ocorrência do crime a partir da convergência de três fatores essenciais: um infrator motivado, um alvo vulnerável/adequado e a ausência de guardiões capazes. O infrator motivado é um indivíduo que possui a intenção de cometer um crime, podendo ser motivado por diversos fatores, como necessidade, oportunidade ou desejo. O alvo adequado, por sua vez, refere-se a pessoas ou lugares que apresentam características atrativas ou vulneráveis para o infrator, tornando-se um alvo fácil e mais vulnerável.

A ausência de um guardião capaz caracteriza-se pela falta de supervisão ou proteção que poderia afastar o infrator ou impedir a ocorrência de um crime, como a presença de patrulhas policiais, vigilância de um vizinho, ou até mesmo a presença dos pais com os filhos. Essa teoria destaca que a criminalidade não resulta apenas de características individuais dos infratores, mas também da organização das atividades cotidianas da sociedade, que geram oportunidades para delitos (Cohen; Felson, 1979).

Por exemplo, ambientes com grande fluxo de pessoas, como centros urbanos e áreas comerciais, podem proporcionar alvos mais acessíveis e, na ausência de vigilância e controle social eficazes, tornam-se mais suscetíveis a crimes como furtos e roubos. Assim, estratégias urbanas, como maior presença policial, iluminação pública adequada e planejamento de espaços que incentivem a vigilância natural, podem dificultar a reunião desses elementos e reduzir a atividade criminoso e a incidência de delitos.

Diante do exposto, torna-se necessário compreender que mudanças nos padrões das atividades cotidianas da população podem influenciar nas taxas de criminalidade, a pandemia do COVID-19 demonstra isso, por ter desencadeado isolamento social e restrição de mobilidade, houve significativa redução da quantidade de pessoas nas ruas e, consequentemente, redução nos índices de furtos e roubos (Abrams, 2021). Nos Estados Unidos, nesse período, cidades como Chicago e São Francisco registraram queda de até 35% nos crimes em geral, com destaque para furtos e vandalismo (Boman; Gallupe, 2020).

A Teoria da Desorganização Social associa a criminalidade às condições estruturais dos bairros, ao evidenciar como determinados contextos podem favorecer a ocorrência do crime (Bursik, 1988). Fatores como elevada rotatividade de moradores, pobreza, diversidade étnica e baixa coesão comunitária tendem a enfraquecer os laços sociais e reduzem a capacidade de controle sobre comportamentos desviantes (Sampson; Groves, 1989). Nesses locais, a falta de

estruturas comunitárias consolidadas compromete a transmissão de valores sociais positivos, criando um ambiente mais favorável ao crime (Kubrin; Weitzer, 2003). A teoria sugere que iniciativas voltadas para a melhoria da infraestrutura urbana e a ampliação de oportunidades educacionais e de emprego podem promover maior estabilidade, reduzindo a criminalidade e favorecendo a ordem social.

A Teoria das Janelas Quebradas argumenta que a desordem urbana, evidenciada por sinais como vandalismo, lixo acumulado, prédios abandonados e pequenos delitos, contribuem para o aumento da criminalidade (Maskaly; Boggess, 2014). Segundo essa perspectiva, a negligência e a ausência de controle sobre o espaço público geram a percepção de que normas sociais não são aplicadas, incentivando comportamentos desviantes e aumentando a sensação de insegurança (Ansfield, 2020). Dessa maneira, bairros com maior degradação tendem a experimentar um crescimento progressivo dos crimes, uma vez que a falta de medidas corretivas reforça a impunidade.

A modelagem espacial do crime tem se consolidado como uma ferramenta central na criminologia, ao integrar métodos estatísticos e geográficos para compreender a distribuição espacial dos crimes. A literatura demonstra que os padrões criminais apresentam variações significativas em escalas locais, exigindo dados que possam produzir para análises mais precisas (Nigel South; Eamonn Carrabine; Avi Brisman, 2017). Além disso, técnicas mais recentes, como modelos baseados em agentes e autômatos celulares, têm permitido simular o comportamento de ofensores e vítimas em ambientes virtuais, aumentando a previsibilidade de análises criminais.

No tocante ao foco desta pesquisa, os estudos em criminologia espacial evidenciam que a ocorrência dos crimes não se distribui de forma uniforme no território, mas tendem a se concentrar em unidades espaciais cada vez menores, especialmente em determinados segmentos de rua (Sherman; Gartin; Buerger, 1989; Weisburd; Groff; Yang, 2014). Essa concentração espacial revela que apenas uma parcela das vias públicas pode ser responsável por uma proporção significativa dos crimes, tal constatação desafia a análise agregada por bairros, que pode mascarar heterogeneidades internas relevantes (Andresen, 2014).

Nesse contexto, destaca-se a importância do uso de dados socioeconômicos, ambientais e temporais na construção de modelos de decisão robustos. Essas abordagens demonstram que o crime não é apenas resultado de escolhas individuais, mas também de condições socioeconômicas e do ambiente urbano, tornando essencial uma análise integrada para compreender e combater a criminalidade de forma eficiente.

2.3 Determinantes Espaciais da Criminalidade

Por um período, criminologistas sustentaram que os bairros exercem papel determinante na forma como os indivíduos percebem o risco de vitimização criminal (Brunton-Smith; Sturgis, 2011). Evidências empíricas reforçam essa perspectiva, como demonstra uma pesquisa realizada no Japão, que identificou que as características locais, os sinais visuais de desordem e os crimes registrados têm efeitos diretos e independentes sobre o medo do crime em nível individual (Amemiya; Ohyama, 2021).

Os determinantes espaciais da criminalidade referem-se a fatores ligados à localização geográfica e à organização do espaço urbano que influencia na ocorrência de crimes (Hipp, 2016). Nessa perspectiva, a distribuição de residências de infratores, alvos e guardiões, bem como seus padrões de movimento, afetam o potencial de crime em diferentes áreas e horários, destacando a importância de analisar o ambiente físico e social para a compreensão de padrões criminais (Andresen, 2006).

Associado a isso, a distribuição espacial de Pontos de Interesse (POI's), estabelecimentos como bares, escolas, pontos de ônibus, podem atuar como geradores ou atratores de crime, de modo que áreas com maior densidade ou dispersão desses pontos tendem a apresentar mais eventos criminais (Liu *et al.*, 2025).

A distribuição dos POI's exerce uma influência direta nos padrões criminais dos bairros, pois a concentração de estabelecimentos impacta tanto a atratividade para criminosos quanto os mecanismos de vigilância social (Stacy; Ho; Pendall, 2017). Áreas com grande fluxo comercial tendem a apresentar maior incidência de crimes oportunistas, como furtos e roubos, devido ao alto volume de pessoas circulando e à presença de alvos fáceis, como clientes distraídos e caixas de estabelecimentos (Browning *et al.*, 2010). A relação entre atividades comerciais e criminalidade também varia conforme o contexto socioeconômico e as características físicas do bairro, não existindo um modelo único aplicável a todas as cidades (De Nadai *et al.*, 2020).

Aliado ao entendimento de que os estabelecimentos podem atrair a criminalidade, é essencial compreender que ao mapear a distribuição espacial dos crimes, é possível detectar áreas de maior vulnerabilidade. Essas áreas de maior vulnerabilidade podem ser representadas por regiões com baixa iluminação, pouca circulação de pessoas ou carência de infraestrutura urbana (Chih-Feng Shu, 2000). Além disso, sob uma perspectiva estatística e espacial, os roubos ocorridos em vias públicas apresentam associação com elementos do ambiente urbano que concentram fluxo de pessoas, como pontos de ônibus, bem como com indicadores

sociodemográficos associados à vulnerabilidade social, a exemplo da presença de moradias improvisadas e dos níveis de alfabetização (Rosa; Mota; Figueiredo, 2023).

Diante desse contexto, compreender a relação entre distribuição comercial e criminalidade é fundamental para a análise dos padrões criminais urbanos e suas variáveis contextuais, pois oferecem diferentes perspectivas sobre como a configuração espacial e a dinâmica social influenciam a incidência de delitos em áreas comerciais.

A compreensão da relação entre crime e dinâmica urbana pode trazer contribuições significativas para formulação de políticas públicas, permitindo intervenções mais direcionadas e eficazes, pois revela padrões e áreas de risco que não seriam identificados apenas por dados agregados (Cueva; Cabrera-Barona, 2024).

Desse modo, a compreensão da dinâmica criminal entre diferentes bairros contribui para o desenvolvimento de políticas públicas mais direcionadas, capazes de reduzir desigualdades territoriais e promover ambientes mais seguros para a população (Raleigh; Galster, 2015). Nesse contexto, a análise espacial do crime se consolida como uma ferramenta fundamental para o planejamento urbano, pois permite identificar padrões de criminalidade (Freeman; Grogger; Sonstelie, 1996).

2.4 Amenidades Urbanas

As amenidades urbanas são elementos essenciais para a qualidade de vida nas cidades, abrangendo desde infraestrutura básica, como transporte público e saneamento, até espaços de lazer, cultura e comércio (Wu, 2006). As amenidades influenciam diretamente o bem-estar da população, a atratividade das regiões e o desenvolvimento socioeconômico, impactando fatores como acessibilidade, segurança e valorização imobiliária (Biagi *et al*, 2019; Zhang; Yan, 2023). A presença e a sua distribuição são fundamentais para a equidade urbana, pois podem reduzir desigualdades espaciais e promover um ambiente mais dinâmico e funcional e inclusivo para toda a população (Carlino e Saiz, 2008).

As amenidades urbanas podem ser categorizadas em naturais e artificiais, conforme sua origem e impacto na estrutura das cidades. As amenidades naturais englobam elementos do meio ambiente, como parques, rios, praias e áreas verdes, que desempenham um papel essencial na qualidade de vida, no lazer e no bem-estar da população (Daniels *et al.*, 2018; Tan; Li, 2024). Por outro lado, as amenidades artificiais são desenvolvidas ou adaptadas pelo ser humano para atender às demandas urbanas. Estas facilidades incluem infraestrutura viária, redes de

transporte público, equipamentos culturais, estabelecimentos comerciais e serviços públicos, desempenhando um papel crucial na organização e eficiência das cidades (Ting, 2014).

Enquanto as amenidades naturais são indispensáveis para a preservação ambiental e o equilíbrio ecológico, as artificiais são fundamentais para garantir a funcionalidade urbana, melhorando a mobilidade, o acesso a serviços e impulsionando a economia local (Zahoor *et al*, 2023). A interação entre esses dois tipos de amenidades influencia diretamente a atratividade e a valorização dos espaços urbanos, tornando as cidades mais dinâmicas e sustentáveis (Gupta; Bharat, 2022).

Evidências de pesquisa indicam que os padrões espaciais de localização de empresas de alta tecnologia estão associados à presença de amenidades urbanas (Liu; Qian; Haynes, 2021). Empresas desse setor tendem a buscar locais que conciliam custos acessíveis de terrenos, infraestrutura de transporte e qualidade de vida, fatores essenciais para atrair mão de obra qualificada. Assim, políticas públicas devem considerar a heterogeneidade urbana na alocação de serviços e no planejamento territorial para fortalecer a competitividade econômica das cidades.

A análise espacial das amenidades urbanas também tem sido utilizada para compreender sua relação com o crime e aspectos socioeconômicos. A relação entre criminalidade e desenvolvimento urbano é um tema estudado com frequência na economia, com Rich (1968) estabelecendo um modelo clássico que avalia as decisões criminosas com base em seus custos e benefícios esperados.

Estudos subsequentes analisaram os fatores econômicos associados à ocorrência do crime, destacando sua influência nas escolhas de localização de estabelecimentos e no desenvolvimento das cidades (O'Flaherty; Sethi, 2014). Nesse sentido, as elevadas taxas de criminalidade em áreas urbanas, bem como seus impactos sobre a distribuição espacial configuram-se como elementos centrais para pesquisas nesse tema (O'Sullivan, 2002).

O acesso equitativo às amenidades urbanas é um fator essencial para o bem-estar dos moradores. Para um planejamento mais eficiente, os urbanistas precisam equilibrar a oferta e a demanda por esses serviços, identificando lacunas e oportunidades (Cui *et al.*, 2024).

Ademais, evidências de estudos apontam que há uma incompatibilidade espacial na distribuição das amenidades, com maior concentração nos centros urbanos e menor oferta e acesso nos subúrbios e áreas periféricas (Wang *et al.*, 2023; Shin *et al.*, 2024; Roy *et al.*, 2024). Além disso, observa-se um perfil demográfico diferenciado entre essas regiões, com maior

presença de idosos nas áreas centrais e uma população mais jovem nos subúrbios (Ashik *et al.*, 2020; Nicoletti *et al.*, 2022; Sulis *et al.*, 2024).

Assim, a mobilidade urbana é diretamente impactada pela localização dessas amenidades, pois a proximidade a serviços essenciais reduz a necessidade de deslocamentos longos, favorecendo o uso de transportes sustentáveis e melhorando a acessibilidade (Gehl, 2013). No âmbito econômico, a concentração de amenidades impulsiona o comércio, gera empregos e melhora a economia, promovendo maior competitividade e crescimento nas regiões bem desenvolvidas (Du *et al.*, 2024).

No entanto, a desigualdade na distribuição desses recursos pode intensificar disparidades socioeconômicas, tornando essencial um planejamento urbano estratégico para garantir um desenvolvimento equilibrado e inclusivo (Arvin *et al.*, 2025). A oferta desigual de amenidades também influencia a dinâmica socioeconômica dos bairros (Frey, 2017). Visto que, regiões com ampla disponibilidade de serviços, como escolas, hospitais, transporte público e espaços de lazer, apresentam melhores indicadores socioeconômicos, atraindo investimentos e proporcionando maior qualidade de vida (Smarzaro; Lima; Davis, 2017). Em contrapartida, áreas com escassez desses recursos tendem a enfrentar dificuldades no desenvolvimento, resultando em menor valorização imobiliária, menor atratividade para novos negócios e maior vulnerabilidade social (Kapur, 2018).

Além disso, a relação entre amenidades e segurança pública é um aspecto relevante. Bairros com infraestrutura consolidada e circulação constante de pessoas tendem a ter maior vigilância natural, reduzindo a incidência de crimes (Abade; Hardt; Hardt, 2024). No entanto, o fluxo intenso de consumidores e trabalhadores também pode atrair delitos oportunistas. Por outro lado, regiões com escassez de amenidades e menor movimentação populacional podem ser mais vulneráveis a crimes violentos, associados ao abandono urbano e à falta de policiamento (Frevel; Schulze, 2020).

O estudo das amenidades urbanas é fundamental para compreender a desigualdade na configuração do território urbano. A distribuição desses recursos reflete e reforça diferenças socioeconômicas entre os bairros, influenciando acesso à educação, saúde, transporte e oportunidades de emprego (Bokhari; Sharifi, 2023). Identificar esses padrões permite planejar intervenções que promovam um crescimento urbano mais sustentável, garantindo acesso a recursos essenciais para toda a população (Arvin *et al.*, 2025).

2.5 Métodos de Apoio a Decisão Multicritério

Os métodos de Apoio à Decisão Multicritério (ADM) são ferramentas utilizadas para analisar e resolver problemas que envolvem múltiplos critérios, comuns em contextos complexos de tomada de decisão (Belton; Stewart, 2002).

Diferente dos métodos tradicionais de otimização, geralmente voltados à busca de uma única solução ótima ou a objetivos específicos, os métodos ADM permitem considerar simultaneamente fatores qualitativos e quantitativos, atribuindo pesos conforme a importância relativa de cada critério (Mardani *et al.*, 2015; Almeida, 2013). Ainda que existam métodos multiobjetivo, a abordagem multicritério distingue-se por integrar preferências do decisor e relações de dominância entre alternativas, ampliando a análise para contextos complexos de decisão (Taherdoost; Madanchian, 2023).

Essa metodologia busca fornecer uma estrutura racional e transparente para a comparação de alternativas, auxiliando na escolha da opção mais adequada segundo os objetivos definidos pelo decisor (Greco; Ehrgott; Figueira, 2016).

Os métodos ADM são classificadas, de forma geral, em três categorias principais: métodos de critério único de síntese, que agregam todos os critérios em uma única função de valor ou utilidade; métodos de sobreclassificação (ou *outranking*), que estabelecem relações de preferência parciais entre as alternativas com base em comparações par a par; e os métodos não usuais, que envolvem abordagens qualitativas, participativas ou baseadas em lógica difusa, redes neurais ou simulações (Belton; Stewart, 2002). Cada uma dessas abordagens apresenta características distintas e é mais adequada a determinados contextos decisórios, permitindo maior flexibilidade na análise e devem ser escolhidas de acordo com os objetivos e restrições do decisor.

O método *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations* (PROMETHEE) é uma das abordagens mais reconhecidas dos Métodos Multicritério, sendo utilizada para a ordenação e seleção de alternativas com base em preferências explícitas dos tomadores de decisão (Brans; Vincke; Mareschal, 1986). O PROMETHEE baseia-se na comparação par a par das alternativas, considerando critérios que podem ser qualitativos ou quantitativos.

Diferentemente dos métodos baseados em agregação aditiva, o PROMETHEE estrutura a decisão a partir de uma lógica de sobreclassificação, na qual as alternativas são comparadas par a par por meio de seis funções de preferência possíveis. A definição de limiares de indiferença e de preferência permite capturar zonas de transição na percepção do decisor,

conferindo maior sensibilidade à modelagem das diferenças entre desempenhos. O método PROMETHEE fundamenta-se em uma abordagem de sobreclassificação não aditiva, na qual as preferências do decisor são operacionalizadas por meio de funções de preferência específicas. Essas funções permitem a definição de limiares de indiferença e de preferência para cada critério, possibilitando uma modelagem mais refinada das diferenças entre alternativas e reduzindo a compensação automática entre critérios.

Comparativamente, o *ELimination Et Choix Traduisant la REalité* (ELECTRE) também pertence à família dos métodos de sobreclassificação, mas baseia-se em índices de concordância e discordância, que avaliam em que medida uma alternativa é preferível a outra e em que medida essa preferência é contestável (Figueira; Vicent; Roy, 2005). Embora robusto, o ELECTRE tende a gerar relações de preferência parciais, o que pode resultar em alternativas incomparáveis em determinadas situações.

Por conseguinte, o *Analytic Hierarchy Process* (AHP) adota uma abordagem de agregação por hierarquia de critérios, em que o decisor realiza comparações par a par entre critérios e alternativas utilizando uma escala de julgamentos (Saaty, 1980). O método é intuitivo e amplamente aplicado e compensatório, ou seja, um bom desempenho em um critério pode compensar um mau desempenho em outro e depende fortemente da consistência dos julgamentos subjetivos do decisor, o que pode introduzir vieses ou distorção nos resultados. Além disso, possui a limitação da inversão de ordem (*rank reversal*), que ocorre quando a inclusão ou exclusão de alternativas modifica a classificação obtida previamente, mesmo sem alteração nos julgamentos iniciais.

Assim, o PROMETHEE diferencia-se por combinar a objetividade matemática com a incorporação gradual das preferências individuais, produzindo uma ordenação completa das alternativas sem a necessidade de definir índices de concordância e discordância, como no ELECTRE, ou de realizar comparações par a par, como no AHP. Devido a isso, esse método foi selecionado como a melhor opção para a realização dessa pesquisa, com base no objetivo do estudo.

A literatura apresenta diversas abordagens que integram os métodos de decisão multicritério com as ferramentas disponíveis nos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), usualmente chamadas de GIS-MCDA (Geographical Information Systems – Multiple Criteria Decision Making) (Malczewski; Rinner, 2015). Essas abordagens combinam modelos de decisão, como AHP, ELECTRE e PROMETHEE com informações espaciais, incorporando variáveis como distância, acessibilidade e tempo de deslocamento.

Essa integração permite automatizar cálculos, aprimorar a análise de alternativas e representar visualmente os resultados. Além disso, as ferramentas espaciais do SIG facilitam aos tomadores de decisão a visualização e análise de dados geográficos, contribuindo para uma avaliação territorial mais precisa (Malczewski; Rinner, 2015).

Mais recentemente, a discussão tem se ampliado devido à importância da inserção dos conceitos de dependência espacial e heterogeneidade espacial como propriedades fundamentais dos dados espaciais (Malczewski; Jankowski, 2020), justificada por novas abordagens que envolvem a teoria da utilidade baseada em sub-regiões homogêneas (Brison; Pirlot, 2025), a axiomatização para a função de valor espacial aditiva (Harju; Liesiö; Virtanen, 2019), a introdução de conceitos de funções de utilidade espacial para decisões sob risco (Keller; Simon, 2019) e conceitos sobre preferências espaciais incompletas para ranquear alternativas (Zha *et al.*, 2025).

Apesar das fundamentações teóricas serem cruciais para a expansão do conhecimento em ADM, destaca-se que diversos métodos têm sido amplamente utilizados com aplicações distintas: TOPSIS para avaliar o desempenho do crescimento agrícola (Trivedi; Dube, 2025); construção de índice de desenvolvimento humano utilizando pesos aditivos (Pereira Libório *et al.*, 2025); regras de decisão (Costa Neto; Figueiredo; Nepomuceno, 2024); ELECTRE para localização de parques eólicos (Seyed Alavi; Maleki; Khaleghi, 2022); AHP para localização de aeroportos (Çolak; Memişoğlu Baykal; Genç, 2023) e PROMETHEE II para análise de adequação do uso do solo (Vavatsikos; Sotiropoulou; Tzingizis, 2022).

Embora todos esses métodos apresentem contribuições relevantes na literatura, a família de métodos de sobreclassificação (ou *outranking*) destaca-se por permitir comparar alternativas com base em relações de preferência parciais, sem exigir uma função única de agregação. Dentro dessa família, o PROMETHEE II possui uma característica específica: ele calcula fluxos líquidos de preferência, ponderando o desempenho de cada alternativa em relação aos critérios definidos (Vavatsikos; Sotiropoulou; Tzingizis, 2022). O método considera comparações par a par entre alternativas, aplicando limiares de indiferença e preferência, além de ser não compensatório, o que impede que um bom desempenho em um critério compense um desempenho ruim em outro (Benabbou, 2024).

No contexto da análise criminal, o uso do PROMETHEE II é particularmente adequado, pois evita que áreas com altos índices de ocorrências sejam classificadas como de baixa vulnerabilidade apenas por apresentarem boas condições em outros aspectos urbanos, garantindo uma avaliação mais coerente com a realidade do território.

Dessa forma, o método PROMETHEE II visa ranquear as alternativas da melhor para a pior por meio de uma pré-ordenação completa com duas relações: indiferença e preferência estrita entre as alternativas. No PROMETHEE II, as alternativas são avaliadas para cada par de ações (a , b) e comparadas em cada critério até que se atinja o índice de preferência geral.

Esse índice mede a preferência da alternativa “ a ” sobre a alternativa “ b ” considerando todos os critérios. O ranqueamento final é obtido por meio dos fluxos líquidos positivos e negativos, calculados individualmente para cada alternativa. O fluxo positivo de superação representa o desempenho superior da alternativa em relação às demais. O fluxo negativo representa o desempenho inferior da alternativa em relação às demais. Por fim, o fluxo líquido de superação é obtido pela diferença entre os fluxos positivo e negativo.

Um limiar de indiferença (q) e um limiar de preferência (p) são usadas para mensurar a intensidade de preferência dos critérios em relação as alternativas. Para obter os resultados de ordenação no método PROMETHEE II, calcula-se o fluxo líquido de preferência (ϕ), que expressa o equilíbrio entre o grau em que uma alternativa supera as demais e o grau em que é superada por elas. A aplicação é realizada a partir de duas pré-ordens: o fluxo positivo (ϕ^+) e o fluxo negativo (ϕ^-). O primeiro representa o quanto a alternativa a é preferida em relação às demais, enquanto o segundo indica o quanto ela é superada pelas demais alternativas. Dessa forma, o fluxo líquido é obtido pela diferença entre esses dois valores. O resultado fornece uma ordenação completa das alternativas, em que valores mais altos de $\phi(a)$ indicam melhor desempenho global, considerando simultaneamente todos os critérios avaliados.

2.6 Análise Exploratória Espacial

A análise exploratória espacial compreende um conjunto de métodos voltados à identificação e à mensuração de padrões espaciais, permitindo avaliar o grau de associação entre objetos, eventos ou regiões a partir de sua localização geográfica. Esses métodos surgem do pressuposto de que a posição dos fenômenos no espaço não é aleatória, sendo influenciada pela proximidade física entre as unidades de análise. Nesse contexto, instrumentos como medidas de distância, matrizes de vizinhança e pesos espaciais, bem como índices de autocorrelação espacial, são amplamente utilizados para capturar dependências e estruturas espaciais subjacentes aos dados (Anselin, 1995).

Esse entendimento está alinhado ao consenso estabelecido na literatura de análise espacial, fundamentado na Primeira Lei da Geografia, segundo a qual “tudo está relacionado a tudo, mas coisas mais próximas tendem a ser mais relacionadas do que coisas distantes”

(Tobler, 1970). Tal princípio sugere que unidades geograficamente próximas apresentam maior probabilidade de compartilhar características semelhantes quando comparadas àquelas mais distantes, o que reforça a importância de considerar explicitamente a dimensão espacial nas análises empíricas. Em termos analíticos, essa dependência espacial manifesta-se por meio da autocorrelação, indicando a presença de padrões de concentração ou dispersão no território.

Para verificar a existência de padrões espaciais na distribuição das ocorrências criminais e das amenidades urbanas, o Índice de Moran global (Moran's I) é uma medida estatística que avalia o grau de autocorrelação espacial entre unidades geográficas. O índice indica se os valores de uma variável apresentam aglomeração espacial (clusterização), dispersão ou aleatoriedade, permitindo identificar se as regiões com características semelhantes estão próximas entre si (Anselin, 1995).

O cálculo do Moran's I é baseado em pesos espaciais de vizinhança, considerando a contiguidade entre os setores ou polígonos utilizados. Os resultados do índice variam de -1 a $+1$, em que valores positivos indicam autocorrelação espacial positiva (áreas vizinhas com valores semelhantes), valores negativos indicam autocorrelação negativa (valores diferentes entre vizinhos), e valores próximos de zero sugerem ausência de padrão espacial. A significância estatística dos resultados é verificada por meio de testes de permutação (permutation test), para assegurar a robustez dos resultados.

Os *Local Indicators of Spatial Association* (LISA) são técnicas de análise espacial que permitem identificar padrões locais de associação espacial, evidenciando áreas que apresentam comportamento semelhante ou distinto em relação às regiões vizinhas (Anselin, 1995). Esses indicadores possibilitam detalhar medidas globais, como a autocorrelação espacial, permitindo a visualização da contribuição individual de cada análise. Com isso, é possível detectar aglomerados espaciais, chamados de “*hot spots*”, bem como identificar pontos específicos que influenciam a configuração geral dos dados. Além de facilitar a visualização de padrões espaciais, o LISA contribui para a compreensão de heterogeneidades locais que podem ser ocultadas em análises agregadas.

Embora a literatura disponibilize diversas técnicas para a análise de padrões espaciais, como Kernel Density Estimation e Ripley's K Function, este trabalho concentra-se na utilização do Índice de Moran como principal instrumento de avaliação da dependência espacial. Essa escolha decorre de sua ampla aceitação na literatura, de sua robustez e capacidade de identificar padrões globais de autocorrelação espacial de forma objetiva e comparável. Assim, o uso do Índice de Moran mostra-se adequado aos objetivos do estudo, ao permitir verificar a existência

e a intensidade da associação espacial dos fenômenos analisados, servindo como base para interpretação dos resultados.

2.7 Estudos Anteriores

Este tópico apresenta uma síntese de estudos anteriores que investigaram a relação entre criminalidade, organização do espaço urbano e o uso de abordagens metodológicas baseadas em análise espacial e Apoio à Decisão Multicritério.

Para avaliar a vulnerabilidade de locais à criminalidade, diversos estudos têm desenvolvido modelos de apoio a decisão multicritério, integrando dados espaciais, sociais e ambientais para identificar áreas de maior risco. Nesse sentido, Rosa, Mota e Figueiredo (2023) combinaram a análise exploratória de dados sobre roubos de rua com sistemas de informações geográficas, propondo um modelo de Apoio à Decisão Multicritério que auxilia o tomador de decisão na interpretação dos padrões espaciais do crime. A aplicação do modelo permitiu a classificação dos níveis de vulnerabilidade da cidade de Recife, onde foi evidenciado associação estatística e espacial entre roubos de rua e paradas de ônibus.

Em outra pesquisa, realizada nas capitais do estado da república mexicana, foi proposto um modelo de apoio à decisão multicritério baseado no método ELECTRE III, com o objetivo de comparar e medir a incidência de crimes de jurisdição comum. O estudo formulou um problema de ordenação multicritério para classificar as capitais de acordo com seu nível de segurança pública. Os resultados demonstraram a marginalidade geográfica no estado de Sinaloa usando três categorias, caracterizando-os entre crimes de alto, médio e baixo impacto (López *et al.*, 2023).

Em 2022, Dugato buscou confrontar abordagens anteriores baseadas em análises de critério único, as quais desconsideravam que diferentes fatores contextuais influenciam o crime em múltiplos níveis geográficos e interagem entre si na determinação do risco criminal. O autor argumenta que o uso isolado de uma variável pode conduzir a resultados incertos ou parciais, uma vez que ignora a complexidade espacial e social dos fenômenos criminais. Diante dessa limitação, propôs uma abordagem integrada, que considera simultaneamente características ambientais e atributos dos bairros, proporcionando análises mais abrangentes e representativas das dinâmicas que moldam a criminalidade urbana (Dugato, 2022).

Além da incorporação de novas variáveis, estudos realizados em 2022 passaram a utilizar dados georreferenciados, como imagens de rua, para quantificar a influência do ambiente construído das ruas sobre a ocorrência dos crimes. Nesse contexto, He *et al.* (2022)

aplicaram o modelo MGWR para explorar a escala espacial de influência de diferentes características de paisagem urbana na ocorrência dos crimes, estabelecendo uma relação entre a teoria criminológica e os dados geoespaciais.

Um estudo analisa a relação entre amenidades urbanas e criminalidade em áreas urbanas no Equador, adotando uma abordagem de econometria espacial com dados agregados por setores censitários. As evidências indicam que as amenidades podem exercer um efeito de atratividade para o crime, uma vez que áreas com maior concentração de serviços, comércio, transporte, saúde e centros financeiros tendem a apresentar níveis mais elevados de criminalidade (Loja *et al.*, 2024)..

Esse resultado é atribuído ao maior fluxo e à aglomeração de pessoas nesses locais, o que cria mais oportunidades para a ocorrência do crime. Foi identificado, também que crimes contra o patrimônio estão positivamente associados a serviços, centros comerciais, transporte e instituições financeiras. Com base nesses achados, conclui-se que a organização das cidades e a distribuição das amenidades devem ser consideradas prioridades no planejamento de políticas de segurança pública (Loja *et al.*, 2024).

Em síntese, os estudos apresentados convergem ao evidenciar que a criminalidade urbana está fortemente associada à organização espacial das cidades, às características do ambiente construído e à distribuição de atividades e serviços urbanos. As evidências empíricas demonstram que abordagens baseadas em análise espacial e Apoio à Decisão Multicritério permitem identificar áreas mais vulneráveis ao crime, bem como compreender a influência de fatores como infraestrutura urbana, padrões de uso do solo, amenidades e fluxos de pessoas na dinâmica criminal.

3 METODOLOGIA

Na presente seção serão apresentadas as etapas metodológicas desenvolvidas neste trabalho, incluindo a caracterização da pesquisa, a definição do local de estudo, os procedimentos de coleta de dados e a construção de três modelos de decisão multicritério. A metodologia adotada orienta a análise da vulnerabilidade à ocorrência de roubos e furtos, integrando diferentes critérios e abordagens.

Essa pesquisa caracteriza-se como quantitativa, exploratória e documental. A abordagem quantitativa envolve a coleta e análise de dados numéricos com o objetivo de identificar padrões e relações entre variáveis, permitindo interpretações objetivas e mensuráveis (Sampieri; Collado; Lucio, 2013). O caráter exploratório busca oferecer uma visão inicial e aprofundar a compreensão de fenômenos ainda pouco estudados, sendo adequado para temas complexos e emergentes (Gil, 2019). Já a pesquisa documental fundamenta-se na utilização de dados e registros que não receberam tratamento analítico prévio, permitindo extrair informações relevantes de fontes oficiais (Marconi; Lakatos, 2021).

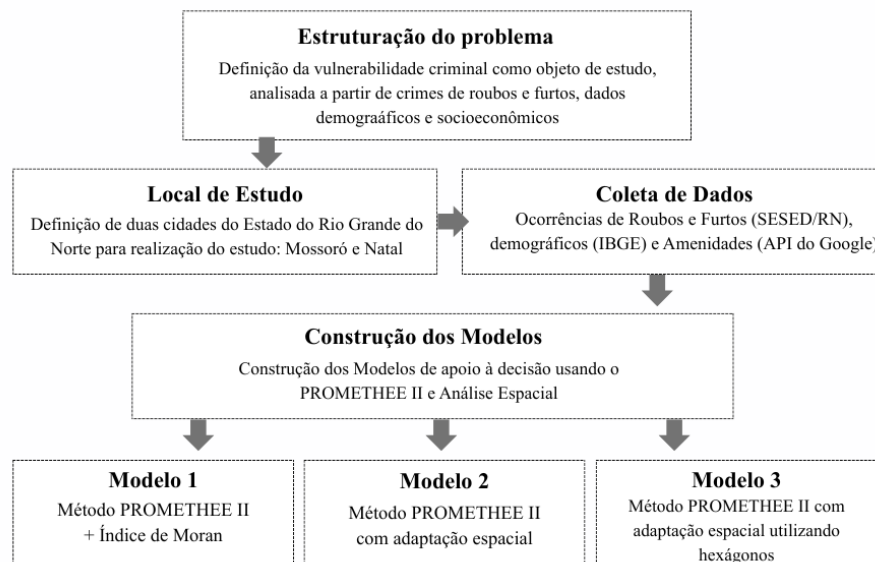
Para a realização desse trabalho, foram criados três Modelos de decisão multicritério espacial. Na Figura 1 são apresentadas as etapas metodológicas utilizadas para a criação dos modelos. O Modelo 1 foi construído a partir da aplicação do PROMETHEE II associado à estatística espacial através do Índice de Moran; o Modelo 2 surgiu como uma evolução do Modelo 1, ao propor a utilização do PROMETHEE II com adaptação espacial para uma melhor visualização geográfica dos resultados e percepção da associação espacial entre os bairros vizinhos.

Por fim, o Modelo 3 foi desenvolvido a partir dos resultados obtidos nos Modelos 1 e 2, os quais evidenciaram padrões relevantes de vulnerabilidade à criminalidade quando analisados em nível de bairros. No entanto, esses resultados também indicaram a necessidade de aprofundar a análise espacial, de modo a compreender como a vulnerabilidade se distribui internamente dentro dos próprios bairros. Diante disso, o Modelo 3 adotou uma nova perspectiva analítica ao utilizar o método PROMETHEE II com adaptação espacial baseado em hexágonos. Essa abordagem permitiu trabalhar com uma unidade espacial mais detalhada, ampliando a capacidade de identificar variações intraurbanas da vulnerabilidade e possibilitando a visualização de resultados mais específicos em relação à distribuição do crime.

A proposição dos três modelos tem como objetivo comparar diferentes configurações metodológicas e demonstrar como distintas abordagens multicritério influenciam a

identificação e a análise da vulnerabilidade a crimes. Dessa forma, a proposição de cada modelo ocorreu de maneira complementar, com o objetivo de superar limitações metodológicas identificadas no modelo anterior.

Figura 1 - Etapas Metodológicas



Fonte: Elaboração própria.

3.1 Local de estudo

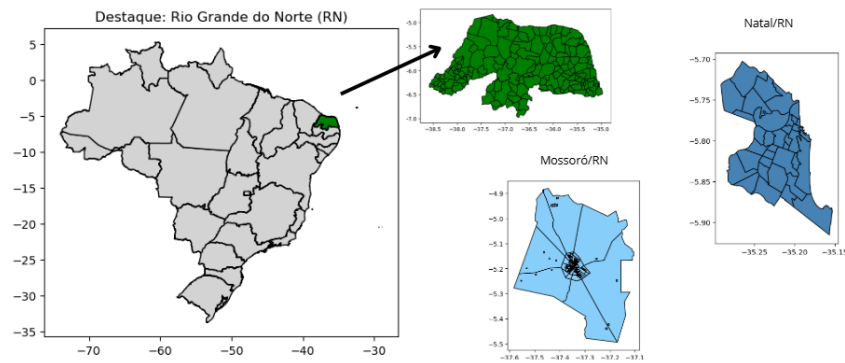
Para a condução do objeto de estudo foi selecionado o estado do Rio Grande do Norte (RN), apresentado na Figura 2. O estado ocupa a 17ª posição em relação ao número total de habitantes no País e é o sexto mais populoso em relação aos estados nordestinos, com um total de 3.302.729 habitantes (IBGE, 2022). Possui 167 cidades, onde 66% delas possuem menos de 20.000 habitantes.

Atualmente, as duas cidades mais populosas: Natal e Mossoró, são as que detêm os índices de violência mais altos, para crimes categorizados, ou seja, crimes classificados segundo sua tipologia, como os crimes contra o patrimônio (SESED, 2021). Apenas em 2021 foram registrados 23.963 em Natal e 23.228 em Mossoró quando citados “Roubos e Furtos”, segundo dados fornecidos pela Secretaria de Segurança do Estado do RN, por isso essas cidades foram selecionadas para a realização dessa pesquisa.

Além disso, Natal e Mossoró concentram a maior densidade populacional do estado do Rio Grande do Norte e configuram-se como polos econômicos, exercendo papel central na

oferta de serviços e na dinâmica comercial, o que reforça a relevância dessas cidades para a análise da vulnerabilidade urbana e da criminalidade.

Figura 2 - Local de Estudo



Fonte: Elaboração própria.

Embora o tema da segurança pública seja foco de estudos recentes (Rosa; Mota; Figueiredo, 2023; Pedrosa et al., 2025), no campo da geografia é fundamental reconhecer que os dados sobre criminalidade nem sempre estão disponíveis de forma uniforme. Além disso, os padrões criminais e as características utilizadas para avaliar áreas vulneráveis variam conforme as especificidades dos territórios analisados e a disponibilidade das informações.

Soma-se a isso a complexidade dos crimes urbanos, que não apresentam, necessariamente, uma relação linear entre sua ocorrência e o ambiente urbano, o que reforça a necessidade de abordagens analíticas capazes de captar essa dinâmica (He et al., 2020). Por isso, este estudo propõe três modelos de decisão com os mesmos critérios, diferenciando apenas a abordagem metodológica, a fim de avaliar o impacto e resultados de cada método na análise da vulnerabilidade criminal.

3.2 Coleta de dados

No contexto deste estudo, os dados utilizados como fontes foram os registros disponibilizados por instituições públicas e privadas. Em relação aos dados demográficos e socioeconômicos, as informações foram obtidas através do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), utilizando as bases públicas do Censo Demográfico de 2022 (IBGE, 2022). Essas bases contêm dados oficiais sobre população, domicílios e características urbanas, disponíveis no portal do IBGE em formato aberto. A utilização de fontes públicas e oficiais assegura transparência metodológica, rastreabilidade e replicabilidade, permitindo que outros pesquisadores repliquem as etapas de coleta, tratamento e análise dos dados.

A solicitação dos dados criminais foi realizada com base na Lei nº 12.527/2011, conhecida como Lei de Acesso à Informação (LAI), que garante ao cidadão o direito constitucional de obter informações de interesse público junto aos órgãos da administração direta e indireta (Brasil, 2011). No âmbito desta pesquisa, a solicitação foi direcionada à Secretaria de Estado da Segurança Pública e da Defesa Social do Rio Grande do Norte (SESED/RN), solicitando o acesso aos registros de ocorrências de roubos e furtos georreferenciados, desagregados por bairros e anos, compreendendo o período de 2015 a 2023. Após o deferimento, os dados foram disponibilizados em formato digital, permitindo sua organização e posterior integração com as demais variáveis do estudo. Também foi construído um script em linguagem de programação Python para extração de dados, a partir de bases georreferenciadas da API Places do Google, permitindo a coleta de informações sobre localização e quantidade de estabelecimentos, ou seja, dados relacionados as amenidades urbanas.

Visto isso, as fontes de dados foram o IBGE, SESED/RN e API Places do Google. Em conjunto, a coleta desses dados foi utilizada para a criação da base de dados da pesquisa e em seguida, o cruzamento e interpretação desses dados foram transformados em critérios. Em síntese, foram coletadas informações sobre as ocorrências de crimes, características dos bairros, dados demográficos da população e estabelecimentos das amenidades urbanas.

Após a organização das alternativas e critérios em formato tabular, foi construída a matriz de decisão de cada modelo, estruturando os desempenhos das alternativas em relação a cada critério. Essa matriz serviu de base para a aplicação dos pesos, das funções de preferência e para a geração do ranking final.

O Quadro 1 apresenta as informações relativas aos critérios, a descrição e o nível de detalhamento obtido. Os critérios para a construção do modelo foram divididos em criminais, demográficos e econômicos. É importante ressaltar que na construção do modelo multicritério, os critérios tem o propósito de atingir os objetivos definidos pelo decisor para resolução de um problema.

Quadro 1 - Variáveis usadas como critérios no estudo

Variáveis	Descrição	Fonte	Nível de agregação
Ocorrências (A_20XX)	Número de ocorrências agregadas por bairros e divididas ao longo dos anos de 2015 até 2023. As informações são categorizadas como roubos e furtos e não dispõe de mais detalhes sobre o uso de arma branca ou arma de fogo.	Secretaria de Estado da Segurança Pública e da Defesa Social	Agregadas por bairros

Estabelecimento de Ensino (Schools)	Espécie de Endereço – estabelecimentos como escolas de ensino infantil, fundamental, médio, profissionalizante e superior.	IBGE	Agregados por bairros
Estabelecimento de saúde (Health)	Espécie de Endereço – estabelecimentos como hospitais, postos de saúde, unidades básicas, clínicas, etc.		
Private	Domicílios Particulares		
Residentes por Domicílio (Average_r)	Número médio de moradores por domicílio		
P_private	Número médio de domicílios particulares em relação ao total de domicílios		
Total_priv	Número total de domicílios particulares		
População (Person)	Total de residentes em determinado setor censitário.		
Domicílios (Households)	Soma dos tipos de domicílios registrados no censo (particular, improvisado, uso ocasional e permanente vago).		
Domicílios coletivos (Collective)	Domicílios coletivos com ou sem morador, havendo normas de subordinação administrativa.	API Places/ Google	Latitude e Longitude
Supermercados (supermarket)	Quantidade total de supermercados		
Padarias (Bakery)	Quantidade total de padarias		
Restaurantes (Restaurant)	Quantidade total de restaurantes		
Academias (Gym)	Quantidade total de academias		
Bancos Financeiros (Bank)	Quantidade total de bancos		
Farmácias (Pharmacy)	Quantidade total de farmácias		
Rodoviária (Bus Station)	Quantidade total de rodoviárias		
Parada de Ônibus (Bus Stop)	Quantidade total de parada de ônibus		
Igreja (Church)	Quantidade total de igrejas		
Hospital (Hospital)	Quantidade total de hospitais		
Universidades (University)	Quantidade total de universidades		
Escolas (School)	Quantidade total de escolas		

Fonte: Elaboração própria.

A seleção dos critérios fundamenta-se na literatura que reconhece fatores sociais, econômicos e demográficos como elementos estruturais associados aos padrões de criminalidade, especialmente aos crimes contra o patrimônio, como roubos e furtos. Entre esses fatores, destacam-se os aspectos demográficos, como densidade populacional, faixa etária e composição por gênero, que influenciam a dinâmica urbana e a exposição das pessoas ao risco de vitimização, além de se relacionarem diretamente com a probabilidade de envolvimento em atividades criminosas (De Nadai et al., 2020).

A desigualdade social, as condições econômicas precárias e a baixa disponibilidade de recursos urbanos estão frequentemente relacionadas ao aumento de delitos patrimoniais, uma vez que afetam tanto as oportunidades para o crime quanto o nível de proteção nos territórios (Sampson; Wilson; Katz, 2018).

Ademais, variáveis socioeconômicas, como níveis de escolaridade, renda média, desemprego e vulnerabilidade social, refletem oportunidades econômicas, pressões sociais e desigualdades que podem intensificar comportamentos oportunistas e motivar a realização do crime (Pereira; Mota; Andresen, 2017). Ademais, as diferenças individuais no medo do crime são fortemente moderadas pelas características socioeconômicas do bairro; as diferenças entre grupos quanto ao medo declarado do crime são tanto agravadas, quanto atenuadas pelas características das áreas em que as pessoas vivem (Amemiya; Ohyama, 2021). A vulnerabilidade também é condicionada por características estruturais do espaço urbano, como o perfil sociodemográfico da população e a concentração de estabelecimentos. Assim, esta pesquisa propõe um diferencial ao integrar variáveis criminais com informações demográficas e de amenidades urbanas, permitindo uma avaliação mais completa da vulnerabilidade do território à ocorrência de roubos e furtos.

Para complementar a fundamentação da escolha das variáveis adotadas neste trabalho foram consideradas duas teorias criminais presentes na literatura, a Teoria da Desorganização Social (Bursik, 1988) e a Teoria da Atividade de Rotina (Cohen e Felson, 1979), que foram explicadas no Referencial Teórico. Assim, a incorporação desses indicadores no estudo é essencial para compreender como características sociais e econômicas moldam o ambiente urbano, influenciam o nível de atratividade criminal dos bairros e contribuem para a compreensão da dinâmica da distribuição espacial dos crimes de roubos e furtos.

3.3 Modelo 1: PROMETHEE II + Índice de Moran

Para o Modelo 1, foi realizada a organização dos dados para a construção da matriz de decisão do modelo multicritério. As linhas foram compostas pelas alternativas, correspondentes aos bairros de Mossoró (26 bairros) e Natal (37 bairros), totalizando 63 alternativas. As colunas foram definidas a partir dos critérios selecionados, os quais foram escolhidos com o propósito de permitir uma avaliação mais abrangente da vulnerabilidade, ao considerar não apenas critérios criminais, mas também o perfil populacional por meio de variáveis demográficas, além de critérios relacionados às amenidades urbanas, que representam a presença de estabelecimentos. A definição dos critérios foi pensada para que o modelo incluísse não apenas a presença de crimes nos locais, mas a compreensão de como a dinâmica comercial e a população afetam a vulnerabilidade criminal.

Com o propósito de identificar áreas vulneráveis a crimes de roubos e furtos foi utilizado o método de decisão multicritério PROMETHEE II que utiliza critérios e pesos para fornecer um ranking de preferências, que nesse modelo será utilizado os bairros como alternativas, conforme no Quadro 2. O PROMETHEE II tem como objetivo ranquear as alternativas em ordem decrescente através da exploração de uma pré-ordem completa com duas relações de preferência: indiferença e preferência estrita.

No geral, a família PROMETHEE compara par-a-par as alternativas (a, b) para cada critério até alcançar um índice de preferência geral (Brans; Vincke; Mareschal, 1986). Inicialmente, é calculado a matriz de distância entre todas as alternativas para cada critério. Assim, dadas duas alternativas a e b (de todo o conjunto A), o grau de sobreclassificação $\pi(a, b)$ mensura o grau em que uma alternativa a é preferível a b , considerando todos os critérios, como apresentado na Equação (1):

$$\pi(a, b) = \sum_{i=1}^n w_i F_i(a, b) \quad (1)$$

onde w_i indica os pesos dos critérios, tal que $\sum_{i=1}^n w_i = 1$, e $F_i(a, b)$ é a função de preferência $[g_i(a) - g_i(b)]$ entre o desempenho das alternativas para cada critério i . No cálculo da matriz de distância, é aplicado uma função de preferências sobre as matrizes de distâncias para cada critério. Vale ressaltar que os pesos representam o grau de importância dos critérios, tendo em vista a racionalidade não compensatória do PROMETHEE II.

Após isso, é calculado a matriz de preferências utilizando as matrizes de distância ajustadas e os pesos. O ranking das alternativas é obtido com base nos fluxos de

sobreclassificação positivos $[\phi^+(a)]$ e negativos $[\phi^-(a)]$, calculados para cada uma. O fluxo positivo $[\phi^+(a)]$, conforme Equação (2) representa o poder da alternativa a , isto é, como a alternativa a supera (ou é preferível) as demais, enquanto o fluxo negativo $[\phi^-(a)]$, apresentado na Equação (3) expressa como as demais alternativas são preferíveis em relação à a . O fluxo líquido $\Phi(a)$ é obtido a partir da diferença entre os fluxos positivos e negativos, conforme a Equação (4).

$$\Phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{b \in A} \pi(a, b) \quad (2)$$

$$\Phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{b \in A} \pi(b, a) \quad (3)$$

$$\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a) \quad (4)$$

Além disso, são introduzidos os limiares de indiferença (q) e preferência (p), usados para estabelecer pontos de diferenças escalares dos critérios que definem preferência e indiferença. Por fim, é obtida a ordenação completa das alternativas em formato de ranking.

A partir desse ranking será possível realizar análises espaciais que facilitem a visualização dos resultados, tornando mais acessível a tomada de decisão para ações de segurança pública. Assim, por ser amplamente discutido na literatura, o PROMETHEE II possui várias aplicações em análises espaciais (Pedrosa *et al.*, 2024).

O limiar de indiferença (q) refere-se ao valor entre as alternativas que é indiferente e não releva preferência entre as alternativas. O limiar de preferência (p) é o valor que representa preferência entre uma alternativa em relação a outro. Os pesos (w) referem-se a importância de cada critério para a resolução do problema, essa relevância será definida em valor numérico (Brans; Vincke; Mareschal, 1986).

Para a função de preferência foi escolhida a função T5 (V-Shape com Indiferença), correspondente à função linear com área de indiferença. Essa função foi adotada nesse estudo por permitir considerar a existência de diferenças iniciais entre alternativas que não são percebidas como relevantes para a decisão. Essa característica é especialmente adequada para critérios quantitativos, nos quais a preferência aumenta de forma gradual à medida que as diferenças se tornam mais significativas, proporcionando uma representação mais realista do processo decisório.

$$P(d) = \{ 0, d \leq q; (d - q)/(p - q), q < d \leq p; 1, d > p \} \quad (5)$$

O mapa de vulnerabilidade resultante do modelo multicritério, na forma do fluxo de sobreclassificação líquido, é submetido à estatística espacial I de Moran Local (Anselin, 1995) com o intuito de avaliar as associações espaciais com as áreas vizinhas. Para o teste de Moran, fixa-se cada município i para compará-lo com os valores do fluxo de sobreclassificação líquido nas áreas vizinhas. O Índice I de Moran Local é definido pela Equação (5):

$$I_i = n(x_i - \bar{x}) \sum_{j \neq i} w_{ij}(x_j - \bar{x}) \quad (6)$$

onde x_i é o valor do fluxo no município i e x_j no município vizinho j ; w_{ij} consiste no peso espacial entre os municípios i e j (neste caso, o inverso da distância entre as áreas); e n é o total de municípios.

Os resultados são expostos como *clusters* espaciais (HH, LL) ou *outliers* (HL, LH). HH (*High-High*) denota municípios com valores altos circundados por valores semelhantes, sendo LL (*Low-Low*) o mesmo caso para valores baixos. Os grupos HL (*High-Low*) e LH (*Low-High*) são municípios com valores significativamente diferentes em relação aos vizinhos. Assim, é possível destacar os *clusters* de vulnerabilidade que requerem maior urgência de intervenção estatal. Mota *et al.* (2021) recomendam uma visualização em conjunto de ambos os resultados para, então, sugerir uma recomendação final ao decisor.

As análises foram realizadas em Python, utilizando as bibliotecas *GeoPandas* e *NumPy*. O *GeoPandas* foi empregado para manipular os dados geográficos, como a leitura de arquivos de mapas, o cruzamento entre camadas de informação (por exemplo, bairros e locais de amenidades) e a criação de mapas temáticos. Já o *NumPy* foi utilizado para realizar cálculos numéricos e estatísticos de forma rápida e eficiente, como somas, médias e padronizações de indicadores.

Em síntese, o Modelo 1 propõe a construção de um modelo de apoio a decisão multicritério para investigar a vulnerabilidade a crimes roubos e furtos nos bairros. Para a criação desse modelo, foi selecionado o método multicritério PROMETHEE II para obter um ranking das alternativas, seguido pela aplicação de duas estatísticas espaciais: as Quebras Naturais de Jenks para obter classes de vulnerabilidade e o índice I de Moran Local para identificar clusters e outliers espaciais.

3.4 Modelo 2: PROMETHEE II com Adaptação Espacial

Nesse modelo foi realizado uma adaptação no método PROMETHEE II, empregando o conceito de dependência espacial a partir do Índice de Moran, considerando unidades espaciais que compartilham proximidade em relação ao número de ocorrências. A dependência espacial se refere ao modo como valores medidos de forma independente exibem autocorrelação espacial ao longo de uma área geográfica. Uma das medidas globais mais disseminadas de autocorrelação espacial é o Índice de Moran. Já os Indicadores Locais de Associação Espacial (LISA) são importantes por fornecerem múltiplas medidas para diversas localidades, permitindo verificar a dependência espacial (Anselin, 1995).

Ao tratar dos detalhes das adaptações feitas no PROMETHEE II para considerar a dependência espacial, foi incorporada a equação do LISA ao método multicritério voltado para os critérios de ocorrências criminais, assumindo a inclusão do efeito da dependência espacial no modelo.

Assim, propõe-se considerar a contiguidade do tipo Queen, onde N é o número total de regiões (ou o conjunto de alternativas), $W = (w_{ij}) \in \mathbb{R}^{N \times N}$ é a matriz de pesos espaciais e os critérios são definidos de acordo com a Equação (6):

$$\begin{cases} w_{ij} = 1, & \text{se as regiões } i \text{ e } j \text{ se as regiões forem vizinhas de acordo com o critério} \\ & \text{de continuidade "Queen";} \\ 0, & \text{caso contrário.} \end{cases} \quad (7)$$

Para o Promethee II considere o critério g_k , a diferença entre as alternativas a_i e a_j , representada pela equação (7):

$$d_{ij}^k = x_i^k - x_j^k \quad (8)$$

Aplicando a função de preferência $P_k(d)$, com base no tipo de função selecionado. A preferência total ponderada entre a_i e a_j , com correção espacial, é dada pela equação (8), onde w_k é o peso do critério g_k :

$$\pi_{ij} = \frac{1}{\sum_k w_k} \sum_{k=1}^m w_k \cdot P_k(d_{ij}^k) \cdot W_{ij}^{spatial} \quad (9)$$

A preferência entre alternativas passa a ser agregada por meio de uma equação modificada ($W_{ij}^{spatial}$), levando em conta o fator espacial, como indicado na Equação (9):

$$W_{ij}^{spatial} = w_{ij} \cdot \left(\frac{x_i}{\max(x)} + I_i \right) \quad (10)$$

Os fluxos positivos e negativos também são atualizados conforme essa nova modelagem, como definido nas Equações (10) e (11), respectivamente:

$$\phi_i^+ = \frac{1}{n-1} \sum_{j \neq i} \pi_{ij} \quad (11)$$

$$\phi_i^- = \frac{1}{n-1} \sum_{j \neq i} \pi_{ij} \quad (12)$$

O fluxo líquido é obtido a partir da subtração entre esses fluxos positivos e negativos, assim o fluxo final (Equação 12) é ajustado tal que:

$$\phi_i^{corrigido} = \phi_i \cdot \alpha LISA \quad (13)$$

As feições são então classificadas em categorias LISA, sendo: HH (High-High), LL (Low-Low), HL (High-Low), LH (Low-High), NS (não significativo). De modo que, x_i : valor da ocorrência na feição i , $\bar{x}$, σ_x : média e desvio padrão das ocorrências e $V(i)$: conjunto de vizinhos de i , obtido via matriz de adjacência espacial do tipo Queen. Para isso, calcula-se o valor padronizado z_i , conforme apresentado na Equação (13):

$$z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma_x - \varepsilon} \quad (14)$$

Em seguida, o Índice de Moran Local é obtido pelo produto entre z_i e a soma dos valores padronizados dos seus vizinhos, conforme definido na Equação (14):

$$I_i = z_i \sum_{j \in V(i)} z_j \quad (15)$$

Importante destacar que o objetivo não é prever a criminalidade, mas sim identificar as áreas mais vulneráveis por meio da agregação de múltiplos critérios e da ocorrência de crimes dentro de um contexto de dependência espacial. Isso permite testar um conjunto de critérios com destaque para amenidades urbanas, tornando o modelo capaz de gerar resultados mais robustos.

3.5 Modelo 3: PROMETHEE II com Adaptação espacial utilizando malhas geográficas

Esse modelo surge baseado em pesquisas que defendem que políticas públicas devem focar nos micro-lugares e não em bairros inteiros, pois há zonas seguras dentro de bairros inseguros e vice-versa (Weisburd *et al*, 2004). Estudos realizados em Haia e Chicago indicam que entre 56% e 69% da variabilidade do crime é explicada em segmentos específicos de rua,

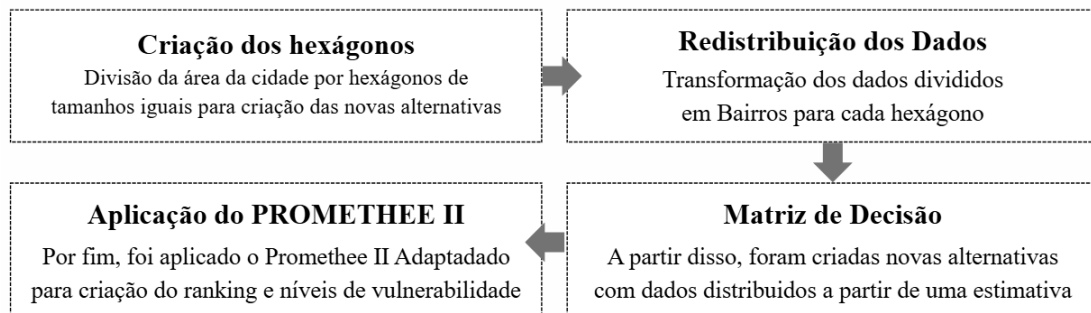
enquanto apenas uma parcela reduzida dessa variabilidade é explicada quando a análise se restringe aos bairros. Mesmo assim, o bairro sempre foi a unidade dominante na criminologia espacial, ignorando a heterogeneidade interna, visto que algumas ruas específicas concentram a maioria dos crimes (Steenbeek e Weisburd, 2016; Schnell *et al*, 2017).

Visto isso, esse modelo consiste na utilização do PROMETHEE II para classificação dos níveis de vulnerabilidade, mas será realizado sob uma nova perspectiva, a partir do modelo de malha (ou *grid*), que consiste em dividir o território urbano em células regulares, geralmente hexagonais, formando uma grade espacial. Cada célula representa uma unidade espacial pequena e homogênea que pode ser analisada individualmente quanto à ocorrência de crimes, presença de população, comércios, escolas, farmácias, etc. A malha permite identificar padrões locais de criminalidade com mais detalhamento do que com bairros. Será possível analisar, por exemplo, certos quarteirões dentro de um bairro possivelmente apresentando mais furtos que outros, o que não seria possível de visualizar com análises agregadas.

Para a execução desse modelo, foram seguidas as etapas apresentadas na Figura 3, inicialmente foi necessária a criação das malhas geográficas para cada cidade do estudo. Os dados recolhidos do API do Google já possuíam a localização exata e não estavam agregados por bairros, entretanto os dados recolhidos do IBGE e os dados de ocorrências estavam registrados por bairros, assim apenas esses dados foram alterados para que fosse possível estimar a quantidade de critérios para as novas alternativas criadas.

Desse modo, inicialmente foi preciso realizar a criação das malhas hexagonais para cada cidade, a partir da área da cidade, dividindo-a em áreas de tamanhos iguais. Após isso, foi realizada a transformação dos dados agregados por bairros em divisão por hexágonos, para isso os dados foram divididos de forma igual por hexágono. Então, por exemplo, se um bairro possuía 10.000 habitantes, e os hexágonos que estavam dentro daquele bairro (na mesma área) eram 20, definiu-se que cada hexágono teria 500 habitantes. É importante ressaltar que essa manipulação dos dados é apenas uma estimativa, visto que foi necessário realizar essa adaptação nos dados que já estavam coletados.

Figura 3 - Etapas da Criação do Modelo 3



Fonte: Elaboração própria.

A combinação entre a granularidade da malha e a robustez do método PROMETHEE II permitiu a construção de uma avaliação das células para avaliar os níveis de vulnerabilidade criminal, respeitando o peso relativo de cada critério. Isso garantiu uma análise mais sensível às variações locais, por conter os estabelecimentos de modo mais preciso, superando as limitações de abordagens agregadas por bairros, setores censitários ou distritos.

Além disso, o modelo possibilitou identificar pontos críticos com maior precisão, o que pode subsidiar o planejamento de intervenções mais direcionadas e eficientes, como a alocação de policiamento, melhoria da infraestrutura urbana ou estratégias de prevenção social. O PROMETHEE II com adaptação espacial utilizado após a redefinição das alternativas, alterando-as de bairros para hexágonos, foi realizada com a mesma aplicação apresentada no Modelo 2 desse capítulo.

Por fim, a adoção da malha regular também facilita a integração com técnicas estatísticas e geoespaciais avançadas, como indicadores locais de associação espacial e regressões espaciais. Uma vez que as células regulares padronizam a unidade de análise, eliminando variações de forma e tamanho típicas de unidades administrativas como bairros. Essa padronização favorece comparações entre áreas, minimiza distorções na análise espacial e aumenta a precisão na aplicação de modelos estatísticos, especialmente aquelas sensíveis à estrutura espacial dos dados.

4 RESULTADOS

Esse capítulo tem a finalidade de apresentar e analisar os resultados dessa pesquisa. Como apresentado previamente na metodologia, para a realização desse trabalho foi proposto o desenvolvimento de três Modelos baseados em ADM e análise espacial para avaliação da vulnerabilidade dos bairros e regiões para a ocorrência do crime de roubos e furtos.

A escolha pelo estudo de crimes de roubos e furtos foi motivada, principalmente, por se tratarem de crimes contra o patrimônio, o que os torna mais adequado para comparar a sua relação com indicadores sociais, econômicos e demográficos. Além disso, ao incorporar variáveis do ambiente urbano, torna-se possível avaliar como a oferta e a distribuição desses elementos se associam aos padrões espaciais e à presença dessas ocorrências.

As amenidades foram utilizadas nessa pesquisa como um diferencial para a compreensão de ações criminosas em um determinado local. Assim, a análise de roubos e furtos permitiu mapear não apenas padrões criminais, como também compreender como o espaço geográfico contribui para essa dinâmica criminal, oferecendo resultados mais concretos para intervenções de políticas de segurança pública e planejamento urbano.

Em consequência do contexto da avaliação da vulnerabilidade urbana, a análise da criminalidade não deve se restringir exclusivamente às variáveis associadas às ocorrências. Nesse sentido, o estudo considera, de forma integrada, atributos espaciais e não espaciais. De modo que, os atributos espaciais correspondem aos estabelecimentos georreferenciados em nível de coordenadas, enquanto os atributos não espaciais abrangem as variáveis demográficas, fundamentais para captar as dinâmicas socioespaciais associadas à criminalidade.

Devido a disponibilidade dos dados sobre as ocorrências estarem atribuídas apenas por bairros em ambas as cidades, foi considerado este tipo de divisão territorial para o Modelo 1 e Modelo 2, entretanto no Modelo 3 serão utilizadas malhas geográficas, através da criação de hexágonos. Os três modelos surgiram com o propósito de visualizar o mesmo problema sob três perspectivas, possibilitando resultados mais robustos e análises comparativas do desempenho de cada modelo.

As variáveis foram coletadas a partir de três bases de dados, através do IBGE Censo 2022, API Places do Google e Secretária de Segurança Pública. A partir disso, e com o propósito de cumprir com os objetivos do trabalho foram selecionados e definidos critérios sociais, econômicos e demográficos.

As variáveis sociais são definidas como indicadores que representam o acesso a serviços públicos essenciais, infraestrutura social e equipamentos coletivos que influenciam o bem-estar

e a coesão social, sendo representados por escolas e universidades que proporcionam infraestrutura educacional; hospitais e farmácias, para a infraestrutura de saúde; pontos de ônibus e estação, que viabilizam uma boa mobilidade nas cidades.

Por conseguinte, as variáveis econômicas são componentes ligados à atividade econômica local, ao mercado de consumo e à oferta de serviços privados, representando atividades que influenciam a circulação de capital econômico. Por fim, as variáveis demográficas são definidas como indicadores que descrevem o perfil populacional, o tamanho dos domicílios, a estrutura habitacional e os componentes básicos da população.

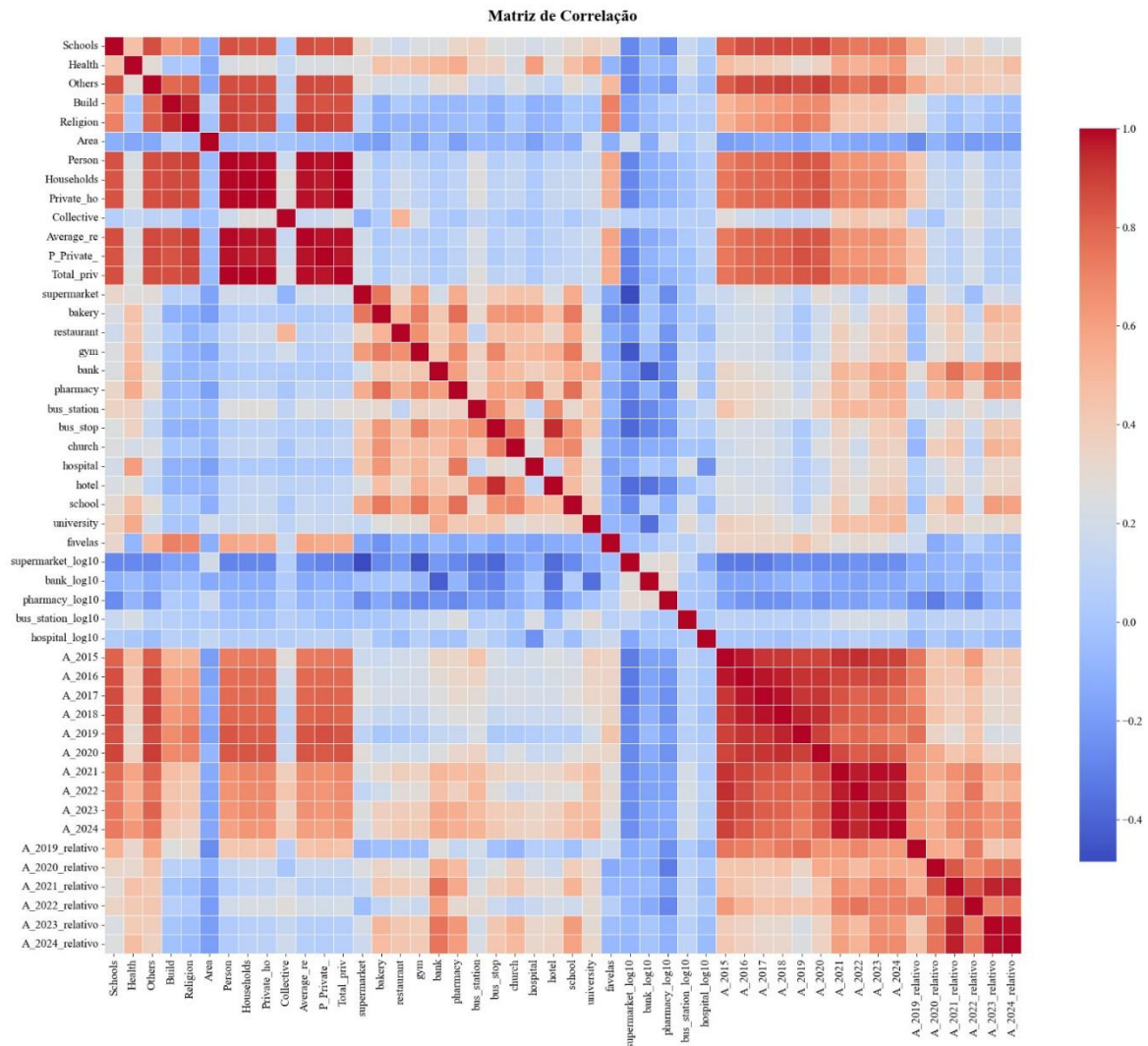
Nesse contexto, os critérios selecionados apresentam categorias complementares, sendo que algumas podem ser objetivamente enquadradas em uma única categoria. Contudo, a maioria das variáveis transitam entre dimensões sociais e econômicas, o que dificulta uma classificação única. Diante disso, não foi realizada a categorização das variáveis, uma vez que o propósito do estudo é contemplar simultaneamente todas as classificações.

Ademais, para cumprir o propósito de mapear as áreas em relação ao crime de roubos e furtos, foram selecionados os dois anos mais recentes fornecidos na base de dados, sendo o ano de 2023 e 2024. A escolha dos dois anos é justificada pelo fato desse trabalho propor três modelos multicritérios e abordar um conjunto amplo de critérios, portanto a delimitação temporal foi adotada com o intuito de proporcionar uma análise mais detalhada dos resultados, sem comprometer a apresentação e discussão dos resultados.

Além disso, para a utilização dessas variáveis, foi necessário a definição dos critérios que seriam utilizados. Após a seleção inicial dos critérios, aplicou-se a correlação de Spearman, apresentada na Figura 4, com o objetivo de examinar o grau de associação entre as variáveis. Essa etapa foi fundamental para identificar possíveis redundâncias, relações muito elevadas entre critérios e sobreposições de informação, aspectos que poderiam comprometer a consistência dos modelos multicritério. Dessa forma, a análise de correlação subsidiou a definição do conjunto final de variáveis, assegurando maior robustez e coerência na comparação dos critérios utilizados.

A matriz de correlação apresentada (Figura 4) permite interpretar como os diferentes critérios se relacionam entre si, indicando associações positivas, negativas ou inexistentes, bem como possíveis agrupamentos de variáveis com comportamento semelhante.

Figura 4 – Matriz de Correlação dos Critérios



Fonte: Elaboração própria.

Primeiro, observa-se um bloco de correlações elevadas entre variáveis demográficas e habitacionais, como número de pessoas, domicílios, domicílios particulares, domicílios coletivos e renda média. As correlações positivas nesse conjunto indicam que essas variáveis tendem a variar de forma conjunta no espaço, refletindo áreas mais densamente povoadas e com maior concentração de domicílios. Esse padrão pode representar repetição de informações, justificando a necessidade de seleção das variáveis para a criação dos modelos de decisão.

Após isso, identifica-se um agrupamento consistente entre as amenidades urbanas, como supermercados, padarias, restaurantes, academias, bancos, farmácias, pontos de ônibus, igrejas, hospitais, hotéis, escolas e universidades. As correlações positivas entre esses critérios sugerem que tais estabelecimentos tendem a se concentrar em determinadas áreas urbanas, caracterizando regiões com maior oferta de serviços e infraestrutura. Esse resultado é coerente

do ponto de vista espacial, pois amenidades urbanas usualmente se localizam em zonas com maior infraestrutura urbana da cidade.

Por fim, as variáveis de ocorrências criminais relativas, transformadas em base logarítmica, apresentam correlações fortes entre si ao longo dos diferentes anos analisados, indicando estabilidade temporal do padrão espacial da criminalidade. Ao mesmo tempo, as correlações entre essas ocorrências e os demais critérios variam de fracas a moderadas, o que sugere que a criminalidade não está associada a um único fator isolado, mas resulta da interação entre características demográficas, estruturais e do ambiente urbano.

Além da análise da correlação, também foram realizados testes preliminares do Modelo 1 com o conjunto inicial de variáveis, com o objetivo de avaliar o comportamento dos critérios nos resultados e identificar relações discrepantes. Assim, após a realização de testes da aplicação do modelo e da análise da correlação, foi visto a necessidade de excluir algumas variáveis que apresentavam uma correlação muito baixa como “favelas”.

Ademais, foi realizada a adaptação de algumas variáveis, que foram transformadas para logaritmo de base 10, como supermercados, bancos e farmácias, com o objeto de reduzir assimetrias e aprimorar a interpretação dos valores, como apresentado na Figura 4. O uso do $\log_{10}$ comprime esses valores extremos, aproximando a distribuição da normalidade e tornando as análises mais estáveis.

Ademais, as ocorrências de roubos e furtos foram normalizadas para uma base relativa de 10.000 habitantes, convertendo os valores absolutos em taxas padronizadas. Esse procedimento permite a comparação adequada entre áreas com diferentes tamanhos populacionais, evitando que regiões mais populosas apresentem maior número de ocorrências apenas em função do volume de habitantes, e não necessariamente por maior vulnerabilidade criminal.

Em razão da elevada quantidade de critérios selecionados, optou-se pela sua organização em três conjuntos distintos. Assim, para cada modelo multicritério, foram elaborados três resultados, cada um considerando um grupo específico de critérios, permitindo uma análise mais estruturada e comparável dos resultados.

No Quadro 2 é apresentada a divisão dos critérios adotados no estudo. A nomenclatura utilizada corresponde a Ranking 1 (r1), Ranking 2 (r2) e Ranking 3 (r3), sendo cada identificação acompanhada do ano das ocorrências, indicado por “23” e “24”. Nessa estrutura, o ranking 1 agrupa critérios sociais e econômicos, relacionados à saúde, alimentação e bem-estar; o ranking 2, reúne critérios demográficos relacionados a pessoas e domicílios; O ranking

3 agrupa locais de alta circulação de pessoas, como parada de ônibus, igreja e hospital. Esses grupos foram divididos com o objetivo de identificar como cada conjunto de critérios se relaciona com as ocorrências de roubos e furtos através dos rankings gerados pelo Modelo.

Quadro 2 - Critérios utilizados em cada ranking no Modelo 1

Ranking	Critérios
r123	“health”, “bakery”, “restaurant”, “gym”, “pharmacy_log10”, “supermarket_log10”, “bank_log10”, “A_2023_relativo”
r124	“health”, “bakery”, “restaurant”, “gym”, “pharmacy_log10”, “supermarket_log10”, “bank_log10”, “A_2024_relativo”
r223	“Person”, “Households”, “Private_ho”, “Collective”, “Average_re”, “P_Private_”, “Total_priv”, “A_2023”
r224	“Person”, “Households”, “Private_ho”, “Collective”, “Average_re”, “P_Private_”, “Total_priv”, “A_2024”
r323	“bus_station_log10”, “bus_stop”, “church”, “hospital_log10”, “hotel”, “school”, “university”, “A_2023_relativo”
r324	“bus_station_log10”, “bus_stop”, “church”, “hospital_log10”, “hotel”, “school”, “university”, “A_2024_relativo”

Fonte: Elaborado própria.

Os critérios no Quadro 2 foram apresentados com a mesma nomenclatura que foram recolhidos nas bases de dados originais, entretanto para um entendimento mais claro, a tradução dessas variáveis para o português está disponível no Quadro 1, indicando a fonte e o nível de agregação de cada uma.

No Quadro 3, é apresentada a estatística descritiva dos critérios utilizados no modelo, sendo possível analisar de forma isolada o desempenho de cada critério. A estatística descritiva dos critérios evidencia elevada heterogeneidade entre as variáveis analisadas, refletindo diferenças estruturais relevantes entre as unidades espaciais. Observa-se que critérios demográficos e habitacionais, como população e domicílios, apresentam médias e desvios-padrão elevados, além de diferenças expressivas entre média e mediana, o que indica distribuições assimétricas e a presença de áreas com forte concentração dessas variáveis.

Quadro 3 – Estatística descritiva dos critérios

Critério	Média	Mediana	Moda	Desvio_Padrão	Mínimo	Máximo
Schools	17,10	14,00	2,00	16,94	0,00	86,00
Health	16,21	5,00	1,00	28,74	0,00	151,00
Person	23119,57	16832,00	0,00	17495,26	2461,00	88909,00
Households	10598,65	8065,00	5902,00	7598,86	1284,00	37430,00
Private_ho	10589,03	8064,00	1284,00	7592,82	1284,00	37427,00
Collective	9,62	5,00	0,00	23,09	0,00	178,00
Average_re	93,61	74,96	17,25	63,58	17,25	313,66
P_Private_	112,51	78,70	6,87	92,10	6,87	454,81
Total_priv	8288,56	5948,00	889,00	6239,77	889,00	30826,00
supermarket	1,68	1,00	0,00	2,17	0,00	11,00
bakery	1,78	1,00	0,00	2,72	0,00	13,00
restaurant	1,81	0,00	0,00	3,01	0,00	13,00
gym	1,79	1,00	0,00	2,71	0,00	10,00
bank	1,29	0,00	0,00	3,09	0,00	17,00
pharmacy	1,91	0,00	0,00	4,83	0,00	33,00
A_2023	375,44	171,00	87,00	465,28	0,00	2265,00
A_2024	350,56	157,00	0,00	439,86	0,00	2267,00
bus_station	0,95	0,00	0,00	3,39	0,00	21,00
bus_stop	1,87	0,00	0,00	4,39	0,00	22,00
church	1,75	1,00	0,00	2,57	0,00	14,00
hospital	1,83	0,00	0,00	3,66	0,00	16,00
school	1,65	1,00	0,00	2,40	0,00	14,00
university	1,11	0,00	0,00	3,42	0,00	19,00
A_2024_relativo	146,62	84,69	0,00	175,33	0,00	1020,60
A_2023_relativo	156,74	94,38	0,00	199,74	0,00	1255,15

Fonte: Elaboração própria.

As variáveis associadas às amenidades urbanas e aos locais de alta circulação de pessoas, como estabelecimentos comerciais, saúde, educação e transporte, apresentam médias reduzidas e medianas próximas de zero. Esse comportamento revela um padrão de concentração espacial, no qual poucas áreas concentram maior número de serviços e equipamentos urbanos, enquanto a maioria apresenta baixa ou nenhuma ocorrência desses critérios.

Por sua vez, as ocorrências de roubos e furtos, tanto em valores absolutos quanto relativos, também exibem elevada dispersão, com diferenças marcantes entre valores mínimos e máximos. Mesmo após a normalização populacional, persiste a variabilidade espacial das ocorrências, o que reforça a complexidade do fenômeno e justifica a adoção de procedimentos de padronização e análise exploratória prévia para garantir maior robustez na aplicação dos modelos multicritério.

Após uma breve recapitulação dos procedimentos metodológicos adotados, passam a ser apresentados os resultados dos três modelos de decisão desenvolvidos nesse trabalho. Esses modelos foram construídos com o objetivo de avaliar a vulnerabilidade à ocorrência de roubos e furtos nas cidades de Natal e Mossoró/RN, a partir da análise integrada de indicadores criminais, demográficos e de amenidades urbanas.

4.1 Resultados do Modelo I - PROMETHEE II + Índice de Moran

O Modelo 1 foi desenvolvido para aplicar o PROMETHEE II e em seguida a realização de uma análise espacial através do Índice de Moran. Esse é o modelo base desse trabalho e servirá como inspiração para a criação dos outros modelos.

Inicialmente, foi construída a matriz de decisão, utilizada para avaliar as diferentes alternativas do problema a partir de múltiplos critérios. Em seguida, procedeu-se à definição dos limiares e dos pesos necessários à aplicação do método PROMETHEE II, etapa fundamental para o funcionamento do modelo. Os ajustes desses parâmetros contribuem para a definição das alternativas com melhor e pior desempenho, uma vez que estabelecem os limites de preferência e os pesos utilizados na comparação entre as alternativas.

A seguir são apresentados os limiares e os pesos de cada ranking de critérios utilizados no modelo. Adotaram-se, para o modelo, os seguintes parâmetros: o limiar de indiferença (Q), o limiar de preferência (P), o limiar de preferência estrita (S), o peso do critério (W) e a função de preferência (F).

Para os rankings 1 e 3, compostos por nove critérios, foram definidos o limiar de indiferença igual a 0.3 e o limiar de preferência igual a 0.5, com pesos alternando entre os critérios, assumindo os valores 8.0, 8.3, 8.9, 8.12, 8.15, 8.18, 8.21, 8.24 e 9.5, respectivamente na ordem dos critérios apresentados no Quadro 2 para cada ranking.

Para o ranking 2, composto por oito critérios, foram adotados os mesmos limiares de indiferença e preferência, com pesos variando entre 8.3, 8.9, 8.12, 8.15, 8.18, 8.21, 8.24 e 9.5, também com a aplicação da função T5. Os critérios de cada ranking foram apresentados previamente no Quadro 2.

A Função de Preferência (F) utilizada foi a Função de Preferência Tipo V (V-Shape com área de indiferença). Essa função permite considerar a existência de um limiar de indiferença, abaixo do qual as diferenças entre alternativas são consideradas pouco relevantes, e um limiar de preferência, a partir do qual a preferência passa a se manifestar de forma progressiva, contribuindo para comparações mais realistas entre os critérios analisados.

A seguir, são apresentados os resultados referentes ao Modelo 1. Nesse modelo, aplicou-se inicialmente o método PROMETHEE II, conforme os limiares estabelecidos previamente, as alternativas analisadas foram ordenadas a partir do fluxo líquido de preferência, possibilitando a construção de um ranking que varia dos bairros mais vulneráveis aos menos vulneráveis.

A partir dessa ordenação, foi realizada a classificação dos resultados em cinco níveis distintos de vulnerabilidade, com o intuito de facilitar a interpretação e a análise comparativa dos padrões espaciais identificados. Os níveis de vulnerabilidade foram definidos com base no método de quebras naturais de Jenks, que permite a identificação de agrupamentos mais homogêneos dos dados, resultando nas classes “Muito Alta Vulnerabilidade”, “Alta Vulnerabilidade”, “Média Vulnerabilidade”, “Baixa Vulnerabilidade” e “Muito Baixa Vulnerabilidade”.

4.1.1 Resultados do Ranking 1 - PROMETHEE II

Na Figura 5, são apresentados os resultados do Modelo 1, referente ao ranking 1 das cidades de Mossoró/RN e Natal/RN para os anos de 2023 e 2024, os mapas permitem a identificação de padrões espaciais e quantitativos consistentes da vulnerabilidade urbana.

De forma geral, observa-se uma estabilidade temporal entre 2023 e 2024, tanto na distribuição espacial das classes quanto no quantitativo de bairros por nível de vulnerabilidade, reforçando que os critérios utilizados neste ranking captam características estruturais do território. A visualização dos mapas reforça essa percepção, ao evidenciar que não há alterações significativas na vulnerabilidade dos bairros de um ano para o outro, reforçando a consistência dos padrões espaciais das ocorrências durante os anos. Esse comportamento demonstra o que foi discutido no referencial teórico, ao ser relatado que na literatura a presença do crime tende a se manter constante ao longo do tempo, especialmente quando associada a características estruturais das áreas urbanas.

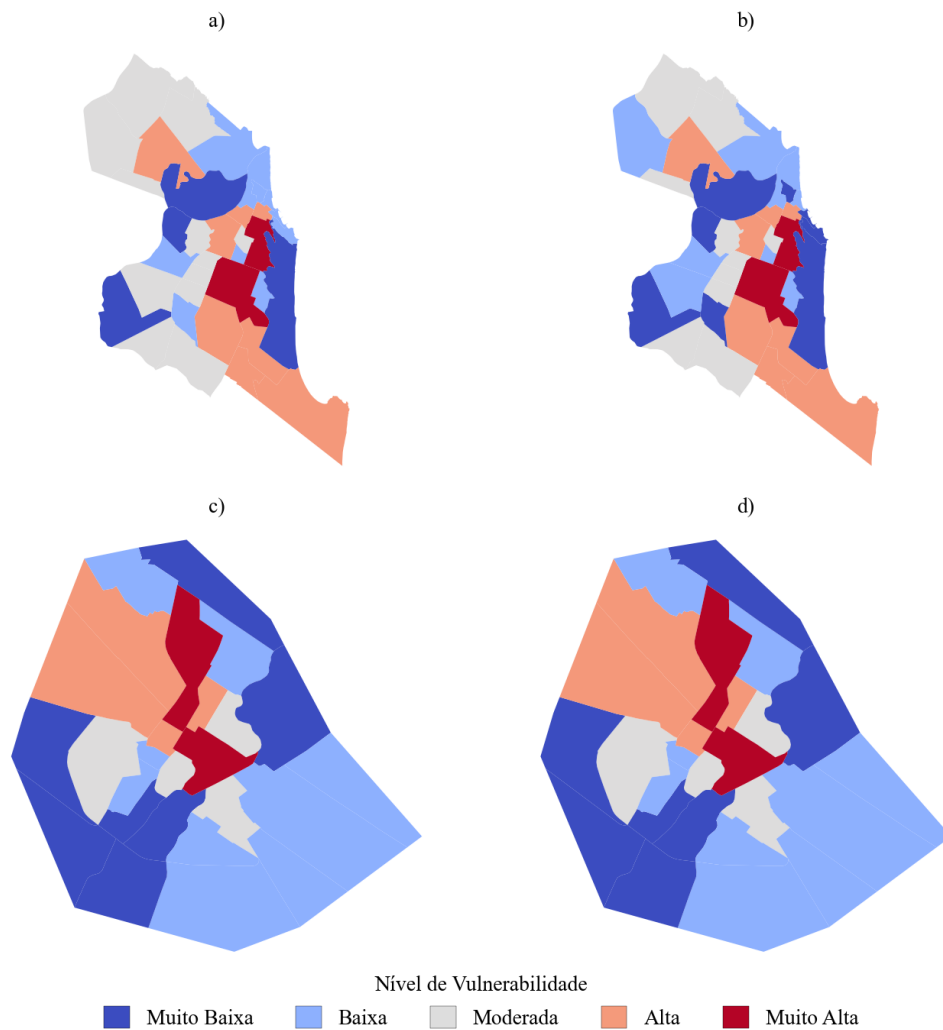
Além disso, é notável que as áreas com maior vulnerabilidade entre as duas cidades, tendem a se aglomerar na mesma região, apresentando entre um a dois bairros com Muito Alta Vulnerabilidade. O quadro 4 apresenta o quantitativo de cada nível de vulnerabilidade e reforça isso. Em Mossoró, é visto que entre os anos de 2023 e 2024 não há mudança na quantidade de bairros vulneráveis para cada classe, isso reforça novamente o fato de que o crime se repete ao longo dos anos nos mesmos bairros.

No caso de Natal, o mapa evidencia uma maior heterogeneidade espacial, com bairros distribuídos entre todas as classes de vulnerabilidade. Essa diversidade é apresentada no Quadro 4, que mostra a predominância das classes de Moderada, Baixa e Alta Vulnerabilidade, acompanhada de pequenas variações entre os anos analisados. Observa-se uma redução no número de bairros classificados como Alta Vulnerabilidade de 2023 para 2024, associada a um aumento nas classes de Baixa e, sobretudo, de Muito Baixa Vulnerabilidade, que passou de quatro bairros em 2023 para oito em 2024.

Esse movimento indica uma redistribuição interna dos níveis de vulnerabilidade, sem modificar de forma substancial o padrão geral observado no município. Ainda assim, destaca-se a ampliação das áreas classificadas como mais seguras, acompanhada da redução das classes de maior vulnerabilidade, enquanto as áreas mais vulneráveis permanecem concentradas em regiões específicas de Natal, ao passo que os níveis mais baixos apresentam uma distribuição espacial mais dispersa.

Figura 5 – Resultado Ranking 1 (Modelo 1)

a) Ranking 1 do Modelo 1 para cidade de Natal no ano de 2023; b) Ranking 1 do Modelo 1 para cidade de Natal no ano de 2024; c) Ranking 1 do Modelo 1 para cidade de Mossoró no ano de 2023; d) Ranking 1 do Modelo 1 para cidade de Mossoró no ano de 2024



Fonte: Elaboração própria.

Em Mossoró, o padrão espacial é mais concentrado. O mapa mostra que os níveis mais elevados de vulnerabilidade se restringem a poucos bairros, formando áreas contíguas, enquanto a maior parte do território se enquadra nas classes de Baixa e Muito Baixa Vulnerabilidade. O Quadro 4 reforça esse comportamento ao indicar exatamente os mesmos quantitativos para 2023 e 2024 em todas as classes, evidenciando alta estabilidade temporal. Esse resultado reforça que, para o Ranking 1, a vulnerabilidade em Mossoró está associada a características estruturais bastante específicas, concentradas em determinadas áreas, ao contrário do padrão mais fragmentado observado em Natal.

Quadro 4 – Quantitativo dos Níveis de Vulnerabilidade para cada Ranking (Ranking 1/ Modelo 1)

Classe	(a) Natal 2023	(b) Natal 2024	(c) Mossoró 2023	(d) Mossoró 2024
Vulnerabilidade Muito Alta	2	2	2	2
Vulnerabilidade Alta	9	8	4	4
Vulnerabilidade Moderada	12	10	4	4
Vulnerabilidade Baixa	11	9	9	9
Vulnerabilidade Muito Baixa	4	8	7	7

Fonte: Elaboração própria.

Esse ranking foi construído a partir de critérios associados às amenidades urbanas, como serviços de saúde, padarias, restaurantes, academias, farmácias, bancos e supermercados, além das ocorrências de roubos e furtos. A concentração dos bairros mais vulneráveis em regiões específicas do território pode ser explicada pela maior presença desses estabelecimentos, que tendem a atrair fluxos intensos de pessoas. Ademais, observa-se a proximidade entre bairros classificados com “Alta Vulnerabilidade”, o que reforça a formação de áreas agregadas de maior risco.

Esse resultado está em consonância com a literatura discutida no Capítulo 2, que aponta que a elevada concentração de estabelecimentos e atividades econômicas pode aumentar a atratividade para a prática de crimes, em função do maior volume de circulação de pessoas e capital financeiro. Para o Ranking 1, os principais achados dos resultados indicam que os bairros classificados no nível de Muito Alta Vulnerabilidade são aqueles com maior propensão à ocorrência de roubos e furtos no contexto desse modelo. Em Mossoró, destacam-se os bairros Centro e Santo Antônio, enquanto, em Natal, os bairros Lagoa Nova e Tirol apresentam esse mesmo nível de vulnerabilidade, configurando-se como as áreas mais críticas segundo os critérios adotados no Ranking 1.

Com o objetivo de verificar a existência de dependência espacial entre os níveis de vulnerabilidade criados pelo Modelo 1, procedeu-se à aplicação do Índice de Moran. Essa etapa permitiu avaliar se os padrões identificados nos rankings apresentam distribuição aleatória no espaço ou se há evidências de associação espacial, indicando a concentração de áreas com níveis semelhantes de vulnerabilidade. Dessa forma, a análise do Moran complementa os resultados obtidos no PROMETHEE.

A Figura 6 apresenta os resultados do índice LISA para o Ranking 1. É possível avaliar a presença de autocorrelação espacial da vulnerabilidade urbana nas cidades de Natal e Mossoró nos anos de 2023 e 2024. De forma geral, os mapas evidenciam que os níveis de vulnerabilidade estimados pelo Ranking 1 não se distribuem aleatoriamente no espaço, indicando a existência de padrões espaciais bem definidos.

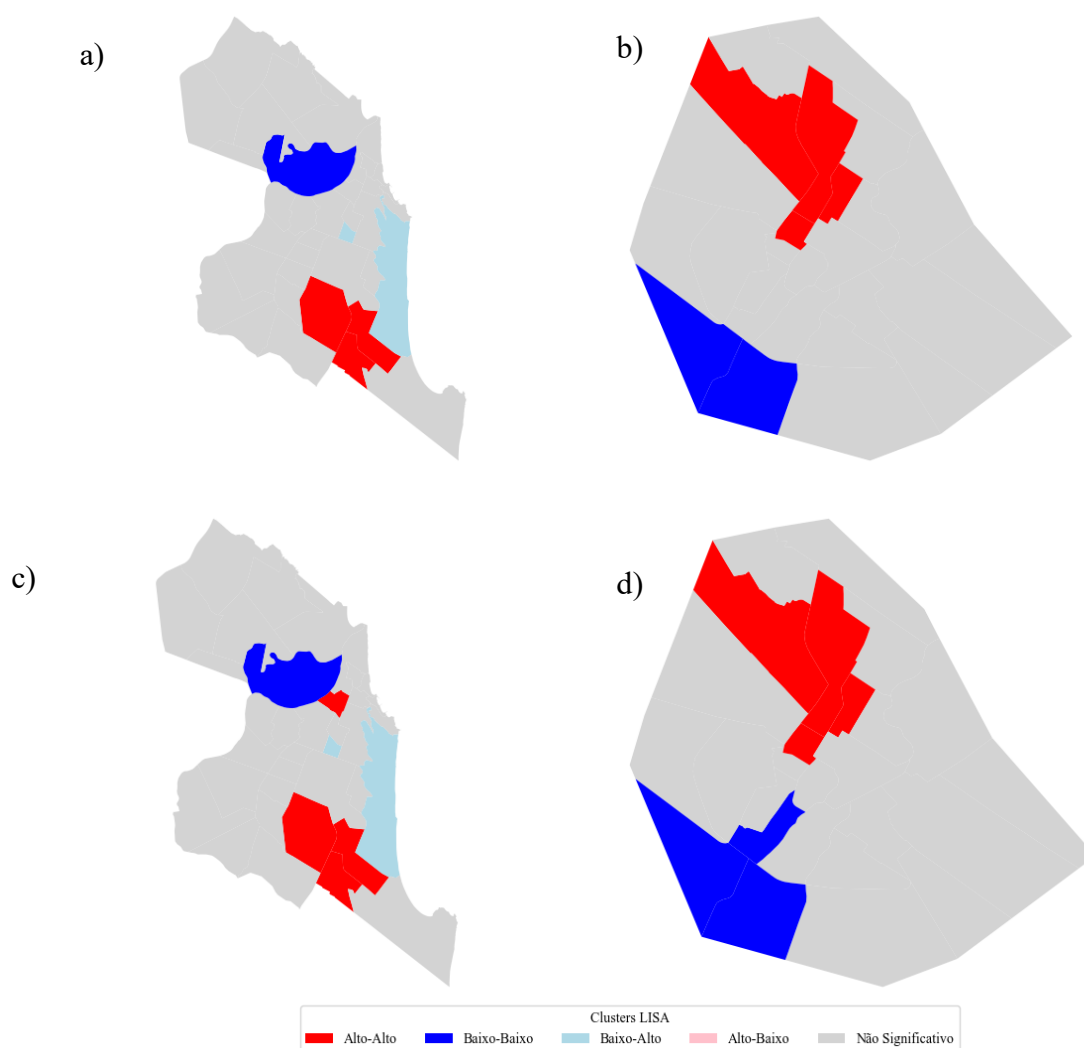
Nas cidades de Mossoró e Natal, observa-se, para ambos os anos analisados, a presença de um cluster do tipo Alto-Alto, associado a elevados níveis de vulnerabilidade, e de um cluster Baixo-Baixo, indicando áreas com menor vulnerabilidade. Assim, os clusters espaciais contribuem para a comparação com os níveis de vulnerabilidade estimados, ao indicar a presença de concentrações espaciais, fundamentais para a delimitação de áreas prioritárias de análise e intervenção.

As áreas classificadas como Não Significativas indicam ausência de autocorrelação espacial estatisticamente relevante, sugerindo que a vulnerabilidade desses bairros não apresenta associação consistente com os níveis observados em suas vizinhanças. Esses resultados reforçam que nem todos os padrões identificados pelo PROMETHEE II se manifestam como estruturas espaciais consolidadas, evidenciando a heterogeneidade do território urbano e a coexistência de dinâmicas locais distintas.

Os clusters Baixo–Alto representam bairros com baixa vulnerabilidade inseridos em um entorno caracterizado por níveis elevados de vulnerabilidade. Esse padrão indica áreas de transição espacial, nas quais bairros relativamente mais seguros estão sujeitos à influência de regiões adjacentes mais críticas. Por isso, esses clusters indicam regiões suscetíveis à influência da criminalidade presente em áreas vizinhas, de modo que a proximidade com zonas de maior vulnerabilidade pode contribuir para mudanças futuras no padrão atualmente observado. Assim, esses bairros configuram espaços estratégicos para ações preventivas, uma vez que, embora apresentem baixa vulnerabilidade isoladamente, encontram-se inseridos ao redor de contextos de maior vulnerabilidade.

Figura 6 - Índice de Moran Ranking 1

a) Índice de Moran do Ranking 1 para cidade de Natal no ano de 2023; b) Índice de Moran do Ranking 1 para cidade de Mossoró no ano de 2023; c) Índice de Moran do Ranking 1 para cidade de Natal no ano de 2024; d) Índice de Moran do Ranking 1 para cidade de Mossoró no ano de 2024



Fonte: Elaboração própria.

De forma integrada, os resultados do Índice de Moran complementam os resultados do PROMETHEE II ao incorporar a dimensão da dependência espacial. Enquanto o PROMETHEE II permite classificar e hierarquizar os bairros de acordo com seus níveis de vulnerabilidade, o LISA evidencia como esses níveis se organizam no espaço, distinguindo áreas de concentração, transição e isolamento. A união desses dois métodos de análise amplia a robustez do estudo, ao permitir não apenas identificar os bairros mais vulneráveis, mas também compreender como sua inserção espacial no contexto urbano pode contribuir para o direcionamento de políticas públicas.

Nos bairros identificados como clusters Alto–Alto pelo Moran, observa-se elevada convergência com os resultados do PROMETHEE. Em Natal, bairros como Lagoa Nova e Tirol estão de forma recorrente nas classes de Alta ou Muito Alta Vulnerabilidade nos rankings, o

que reforça que esses territórios não apenas apresentam níveis elevados de vulnerabilidade de forma isolada, mas também estão inseridos em contextos espaciais igualmente críticos. De modo semelhante, em Mossoró, os bairros Centro e Santo Antônio apresentam elevados níveis de vulnerabilidade e integram agrupamentos espaciais do tipo Alto-Alto no Índice de Moran, indicando que áreas com maior vulnerabilidade estão cercadas por bairros com características semelhantes, formando concentrações espaciais estatisticamente significativas.

Os bairros classificados como clusters Baixo-Baixo também apresentam comportamento semelhante aos resultados do PROMETHEE. Em Natal, os bairros de Lagoa Azul, Potengi e Nossa Senhora da Apresentação mantêm-se predominantemente nas classes de Baixa ou Muito Baixa Vulnerabilidade nos rankings, indicando não apenas menor propensão ao crime de forma individual, mas também inserção em áreas urbanas estruturalmente menos vulneráveis. Em Mossoró, bairros como Santa Delmira e Planalto Treze de Maio apresentam padrão semelhante, reforçando a estabilidade espacial das áreas menos críticas identificadas pelos dois métodos.

Já os bairros enquadrados nos clusters Baixo-Alto revelam resultados diferentes quando comparados ao PROMETHEE. Em Natal, bairros como Ribeira e Cidade Alta tendem a ocupar posições intermediárias nos rankings multicritério, frequentemente classificados como de Vulnerabilidade Moderada. No entanto, sua inserção espacial em áreas vizinhas a bairros altamente vulneráveis, evidenciada pelo Moran, indica que esses territórios estão sujeitos a contextos espaciais que não são captadas pela análise multicritério isolada. Em Mossoró, isso também é observado no bairro Doze Anos, que, embora não figure entre os mais vulneráveis no PROMETHEE, aparece como área de transição no Moran, sugerindo potencial risco de intensificação futura da vulnerabilidade, em consequência da sua vizinhança.

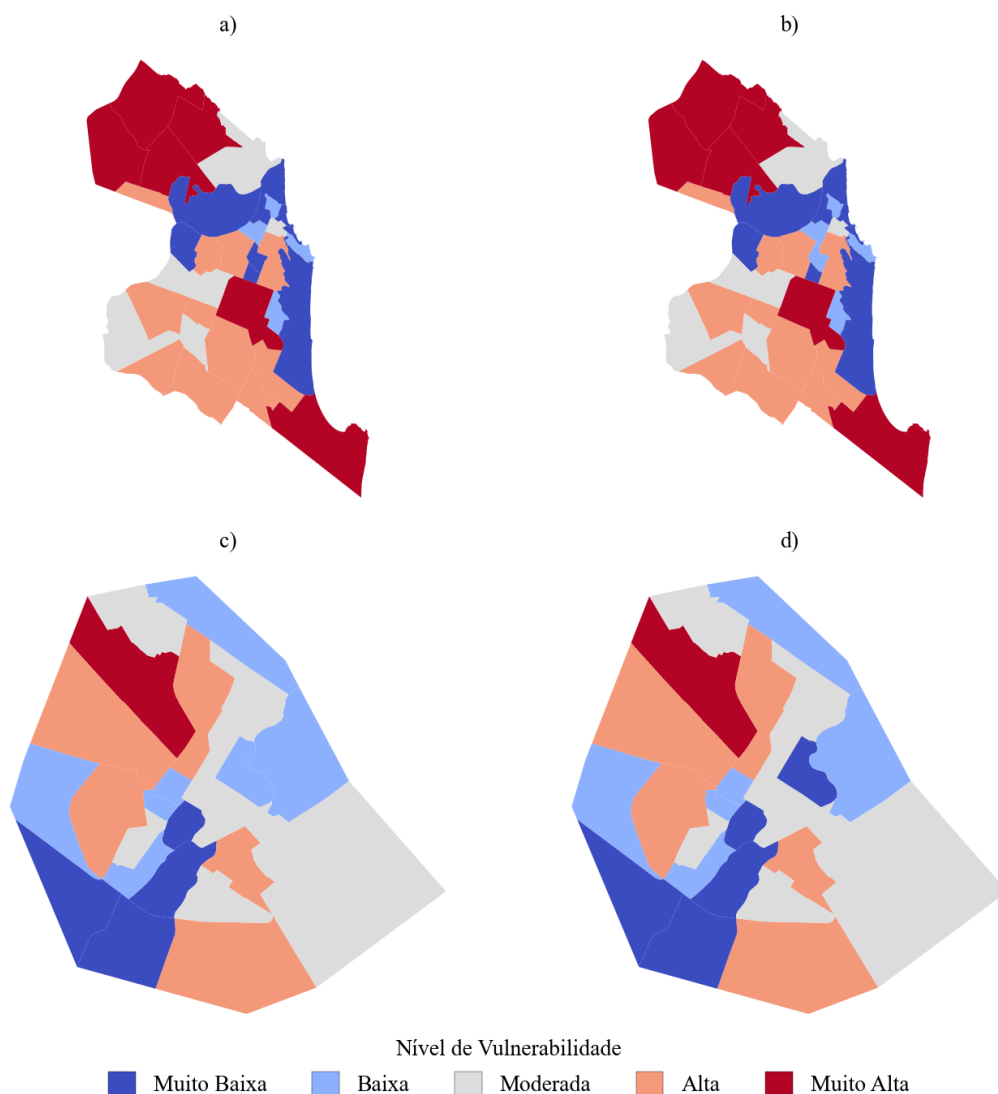
4.1.2 Resultados do Ranking 2 - PROMETHEE II

Na Figura 7 são apresentados os resultados do Modelo 1 para o Ranking 2, construído a partir de critérios demográficos, como população, número de domicílios e condomínios dos bairros. O resultado do mapa evidencia uma elevada estabilidade entre os anos de 2023 e 2024, uma vez que a distribuição das classes de vulnerabilidade se mantém inalterada no período analisado, indicando que os critérios demográficos capturam características estruturais persistentes do território urbano.

A partir desses critérios, observa-se nos mapas uma alteração na localização dos bairros mais vulneráveis em comparação ao Ranking 1, deixando de se concentrar predominantemente em determinadas regiões e passando a se distribuir, sobretudo, nas extremidades das cidades.

Figura 7 – Resultado Ranking 2 (Modelo 1)

a) Ranking 2 do Modelo 1 para cidade de Natal no ano de 2023; b) Ranking 2 do Modelo 1 para cidade de Natal no ano de 2024; c) Ranking 2 do Modelo 1 para cidade de Mossoró no ano de 2023; d) Ranking 2 do Modelo 1 para cidade de Mossoró no ano de 2024



Fonte: Elaboração própria.

Essa diferença na localização e na dinâmica das áreas mais vulneráveis pode ser explicada pelos distintos conjuntos de critérios utilizados em cada ranking. No Ranking 1, a concentração da vulnerabilidade em áreas centrais reflete a presença de maior fluxo de pessoas,

atividades econômicas intensas e elevada circulação de recursos, fatores que ampliam as oportunidades para a ocorrência de crimes contra o patrimônio. Em contraste, no Ranking 2, o uso de critérios predominantemente demográficos desloca o foco da vulnerabilidade para territórios caracterizados por alta concentração residencial, maior número de domicílios e condomínios, que tendem a se localizar nas periferias ou nas extremidades do espaço urbano. Esse resultado evidencia como a escolha dos critérios influencia diretamente a configuração espacial da vulnerabilidade identificada pelos modelos.

Nesse contexto, Natal concentra uma população mais elevada e maior número de domicílios, o que tende a ampliar a exposição ao risco e, consequentemente, a vulnerabilidade a crimes contra o patrimônio. A análise espacial dos mapas, contudo, evidencia que essa vulnerabilidade não se distribui de forma homogênea no território urbano. Observa-se uma maior concentração de bairros classificados nas categorias de Alta e Muito Alta Vulnerabilidade, padrão confirmado pelo Quadro 5, que aponta seis bairros na classe de Muito Alta Vulnerabilidade e onze bairros em Alta Vulnerabilidade em ambos os anos analisados.

Ademais, verifica-se a presença de bairros enquadrados nas classes de Baixa e Muito Baixa Vulnerabilidade, que aparecem em menor número e de forma mais dispersa no espaço urbano. Em 2023, por exemplo, nove bairros foram classificados como de Baixa Vulnerabilidade, indicando que, mesmo em um município mais populoso e demograficamente heterogêneo, existem áreas com menor propensão à ocorrência de roubos e furtos quando considerados os critérios demográficos.

Em Mossoró, observa-se um padrão distinto de vulnerabilidade, caracterizado por menor concentração de bairros nos níveis mais elevados. O bairro Abolição destaca-se por concentrar maior densidade populacional e maior número absoluto de domicílios em comparação aos demais bairros do município e, como os critérios do ranking estão diretamente associados a variáveis demográficas, essa concentração residencial amplia a exposição potencial ao risco, elevando sua posição no ranking e resultando em sua classificação como o único bairro de Muito Alta Vulnerabilidade. O mapa evidencia ainda a presença de cinco bairros classificados em Alta Vulnerabilidade, configuração que se mantém constante entre 2023 e 2024, conforme indicado No Quadro 5. A predominância das classes de Moderada, Baixa e Muito Baixa Vulnerabilidade reforça que, sob a ótica dos critérios demográficos, a vulnerabilidade em Mossoró se distribui de forma mais equilibrada e menos concentrada em níveis extremos quando comparada a Natal.

Quadro 5 – Quantitativo dos Níveis de Vulnerabilidade para cada Ranking (Ranking 2/ Modelo 1)

Classe	(a) Natal 2023	(b) Natal 2024	(c) Mossoró 2023	(d) Mossoró 2024
Vulnerabilidade Muito Alta	6	6	1	1
Vulnerabilidade Alta	11	11	5	5
Vulnerabilidade Moderada	6	7	9	9
Vulnerabilidade Baixa	5	5	7	6
Vulnerabilidade Muito Baixa	9	8	4	5

Fonte: Elaboração própria.

Para a interpretação desse ranking, é fundamental considerar as diferenças populacionais entre os municípios analisados, uma vez que Natal possui população estimada superior a 700.000 habitantes, enquanto Mossoró apresenta aproximadamente 300.000 habitantes (IBGE, 2022). Esses resultados reforçam que a vulnerabilidade criminal está fortemente associada à distribuição espacial da população e dos domicílios, e não apenas ao porte populacional do município como um todo, evidenciando a coexistência de áreas relativamente mais seguras e mais vulneráveis dentro de um mesmo contexto urbano.

Assim, os resultados do Ranking 2 mostram que os critérios demográficos influenciam de maneira distinta a configuração da vulnerabilidade urbana nos dois municípios. Enquanto Natal apresenta maior concentração de bairros em níveis elevados de vulnerabilidade, Mossoró revela um padrão mais equilibrado, com menor incidência de áreas classificadas como muito vulneráveis.

Com o objetivo de complementar os resultados obtidos no Ranking 2, também foi realizada a análise do Índice de Moran, que permite verificar a existência de autocorrelação espacial e aprofundar a compreensão da organização territorial da vulnerabilidade identificada pelo PROMETHEE II. Essa abordagem possibilita avaliar se os padrões observados no ranking apresentam associação espacial significativa ou se se distribuem de forma aleatória no espaço urbano.

No Ranking 2, cujos resultados do Índice de Moran são apresentados na Figura 8, observa-se, para a cidade de Natal, a coexistência de clusters Alto–Alto e Baixo–Baixo, evidenciando um padrão de organização espacial não aleatória da vulnerabilidade. Os clusters Alto–Alto, representados em vermelho, correspondem a regiões nas quais bairros com elevados níveis de vulnerabilidade encontram-se cercados por vizinhanças igualmente vulneráveis, caracterizando áreas de concentração espacial do risco. Em contraste, os clusters Baixo–Baixo, em azul, indicam regiões com baixos níveis de vulnerabilidade inseridas em contextos espaciais homogêneos, configurando áreas relativamente mais seguras.

A presença simultânea desses dois tipos de clusters reforça a heterogeneidade urbana do município, indicando que a vulnerabilidade não se distribui de forma uniforme no território, mas se organiza em áreas definidas de maior e menor risco. As regiões classificadas como Não Significativas, representadas em cinza, indicam locais onde não foi identificada associação espacial local estatisticamente relevante, sugerindo que a vulnerabilidade desses bairros não apresenta dependência espacial consistente em relação às áreas vizinhas.

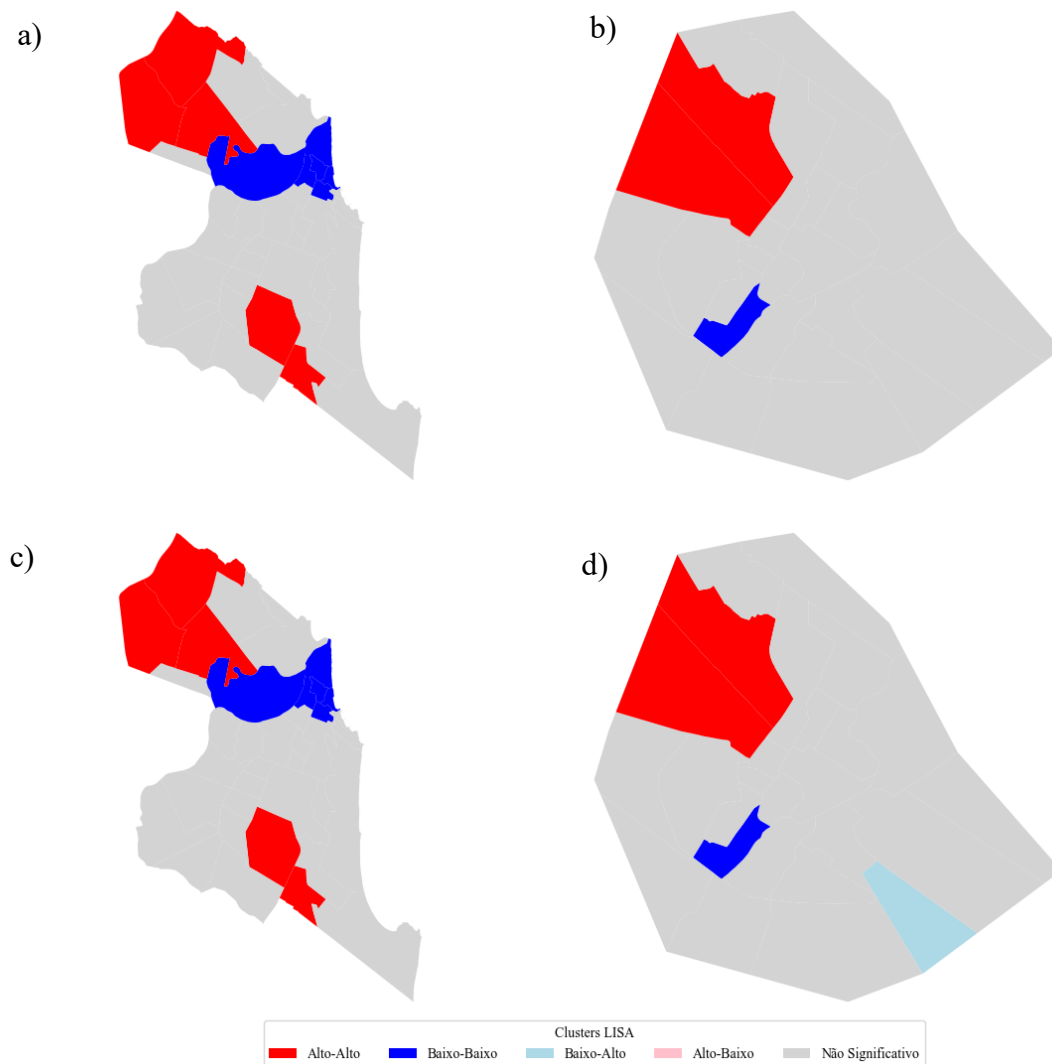
De forma integrada, os resultados do Índice de Moran contribuem para uma interpretação mais aprofundada dos rankings gerados pelo PROMETHEE II, ao evidenciar não apenas quais bairros apresentam maiores níveis de vulnerabilidade, mas também como esses bairros se organizam espacialmente. A identificação dos clusters de alta vulnerabilidade permite delimitar regiões prioritárias para intervenção, reforçando a utilidade da análise espacial como suporte ao planejamento de ações mais direcionadas de segurança pública e planejamento urbano.

Nos bairros identificados como clusters Alto–Alto pelo Moran, observa-se forte convergência com os resultados do PROMETHEE. Em Natal, os bairros de Lagoa Azul, Nossa Senhora da Apresentação, Pajuçara e Potengi aparecem, no PROMETHEE, predominantemente classificados em níveis de Alta ou Muito Alta Vulnerabilidade no contexto do Ranking 2. Esse comportamento indica que esses bairros não apenas apresentam elevada vulnerabilidade de forma isolada, mas também estão inseridos em regiões nas quais os bairros vizinhos compartilham características demográficas semelhantes.

Em Mossoró, os bairros Santa Delmira e Redenção, identificados como clusters Alto–Alto pelo Moran, também apresentam resultados correspondentes com o PROMETHEE, figurando entre os bairros classificados nos níveis mais elevados de vulnerabilidade no Ranking 2. A coincidência entre os dois métodos indica que a alta vulnerabilidade desses bairros está associada tanto aos seus atributos demográficos individuais quanto à configuração espacial, evidenciando regiões onde a vulnerabilidade criminal tende a se manter de forma estrutural.

Figura 8 – Índice de Moran Ranking 2

a) Índice de Moran do Ranking 2 para cidade de Natal no ano de 2023; b) Índice de Moran do Ranking 2 para cidade de Mossoró no ano de 2023; c) Índice de Moran do Ranking 2 para cidade de Natal no ano de 2024; d) Índice de Moran do Ranking 2 para cidade de Mossoró no ano de 2024



Fonte: Elaboração própria.

Os bairros presentes nos clusters Baixo–Baixo apresentam comportamento igualmente consistente quando comparados ao PROMETHEE. Em Natal, Petrópolis e Tirol aparecem nos níveis de Baixa ou Muito Baixa Vulnerabilidade, reforçando que esses bairros estão inseridos em áreas urbanas demograficamente mais estáveis e menos suscetíveis ao risco. Em Mossoró, o bairro Centro, apesar de sua centralidade funcional, também apresenta baixa vulnerabilidade demográfica relativa no Ranking 2, o que explica sua identificação como cluster Baixo–Baixo no Moran.

Entretanto, o bairro Doze Anos, em Mossoró, identificado como cluster Baixo–Alto no Moran, apresenta um comportamento distinto. No PROMETHEE, esse bairro tende a ocupar posições intermediárias, frequentemente associado à Vulnerabilidade Moderada. Entretanto,

sua inserção espacial em uma área cercada por bairros mais vulneráveis, evidenciada pelo Moran, revela uma condição de transição territorial. Esse resultado indica que, embora o bairro não seja classificado como altamente vulnerável de forma isolada, ele se encontra sob influência espacial de áreas críticas vizinhas, o que pode estar associado a uma maior probabilidade de agravamento futuro da vulnerabilidade.

4.1.3 Resultados do Ranking 3 - PROMETHEE II

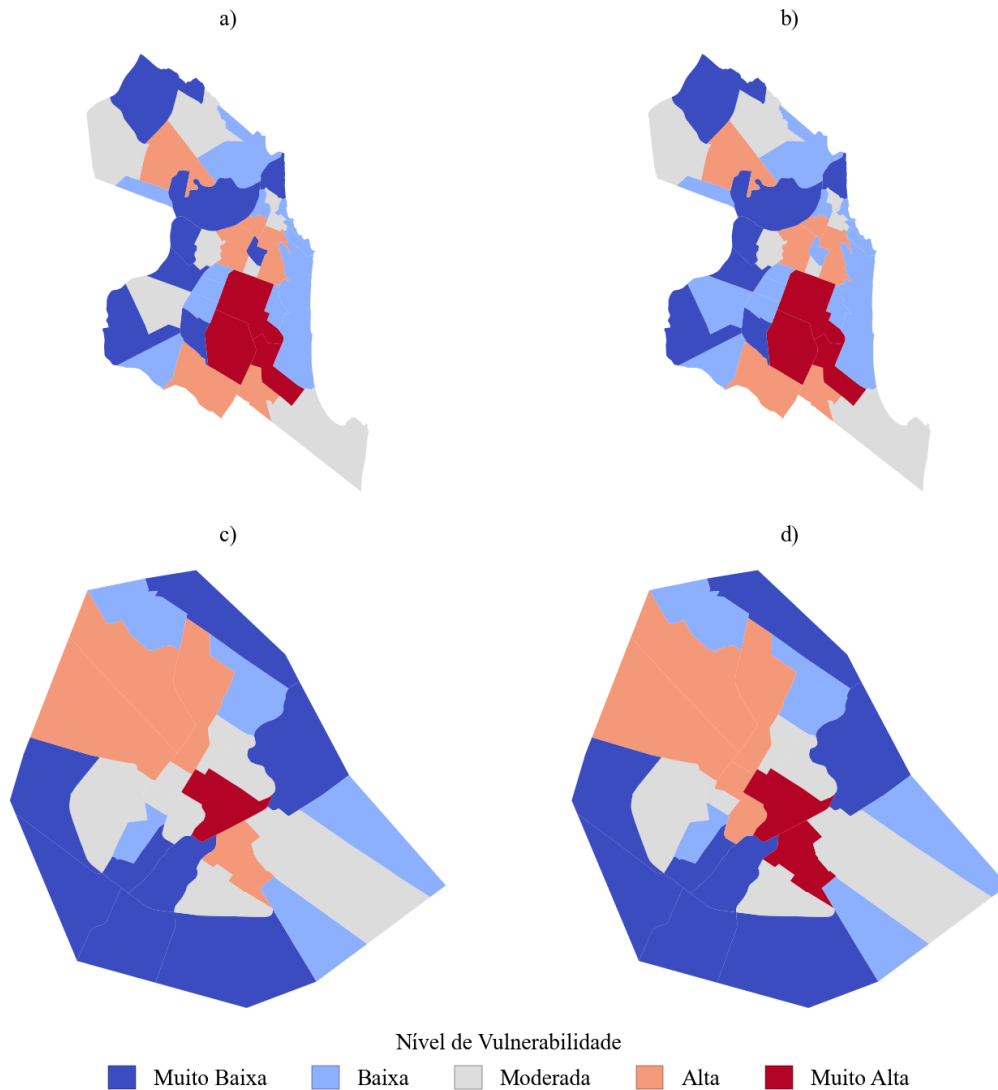
Na Figura 9, foi apresentado o resultando do Modelo 1 referente ao ranking 3, esse ranking é composto por critérios de parada de ônibus, igreja, hospital, escola, universidade e ocorrências. Ou seja, esses resultados irão refletir a vulnerabilidade em locais onde há uma alta transição de pessoas, mas são locais em que as pessoas não ficam por muito tempo, são locais de “passagem”. Em que o crime irá tender a ocorrer por oportunidade e pela alta transição de pessoas nesses locais e proximidades.

A análise comparativa dos mapas evidencia, de forma recorrente, uma baixa variação espacial dos níveis de vulnerabilidade entre os anos analisados, indicando que a classificação dos bairros tende a se manter relativamente estável ao longo do período. Em Mossoró, especificamente nos mapas referentes aos Rankings 1 (Figura 5) e 2 (Figura 6), observa-se, contudo, uma ampliação das áreas classificadas nos níveis mais elevados de vulnerabilidade, com destaque para o aumento do número de bairros enquadrados na classe de “Alta Vulnerabilidade”.

Em 2023, apenas um bairro encontrava-se nessa classificação, enquanto, em 2024, um bairro adicional passou a integrar esse mesmo nível. Ressalta-se que esse novo bairro classificado é adjacente àquele previamente identificado como mais vulnerável e já apresentava valores elevados nos critérios analisados. Esse padrão sugere que a proximidade espacial entre áreas com maior vulnerabilidade pode estar associada à intensificação do risco em bairros vizinhos, em consonância com os resultados anteriormente apresentados, que indicaram a concentração e a relativa estabilidade espacial da vulnerabilidade no município.

Figura 9 – Resultado Ranking 3 (Modelo 1)

a) Ranking 3 do Modelo 1 para cidade de Natal no ano de 2023; b) Ranking 3 do Modelo 1 para cidade de Natal no ano de 2024; c) Ranking 3 do Modelo 1 para cidade de Mossoró no ano de 2023; d) Ranking 3 do Modelo 1 para cidade de Mossoró no ano de 2024



Fonte: Elaboração própria.

Em Natal, os mapas mostram uma concentração dos níveis mais elevados de vulnerabilidade em áreas específicas do território urbano, padrão confirmado pelo Quadro 6, que indica três bairros classificados como de Muito Alta Vulnerabilidade em ambos os anos. Observa-se estabilidade também na classe de Alta Vulnerabilidade, com seis bairros em 2023 e 2024. Em contrapartida, há uma leve redistribuição nas classes intermediárias e inferiores, com redução da Vulnerabilidade Moderada e aumento da Vulnerabilidade Baixa de 12 para 14

bairros, sugerindo uma ampliação das áreas com menor nível de vulnerabilidade, sem alteração significativa no núcleo mais crítico identificado pelo modelo.

Em Mossoró, o padrão espacial apresenta maior sensibilidade temporal quando comparado a Natal. O número de bairros classificados como de Muito Alta Vulnerabilidade aumenta de um em 2023 para dois em 2024, enquanto a classe de Alta Vulnerabilidade passa de quatro para cinco bairros. Paralelamente, observa-se redução nas classes de Vulnerabilidade Moderada e Baixa Vulnerabilidade, indicando uma ligeira expansão das áreas mais vulneráveis no período analisado. Ainda assim, a classe de Muito Baixa Vulnerabilidade permanece estável, com oito bairros em ambos os anos, evidenciando a coexistência de áreas com níveis distintos de vulnerabilidade no município.

Quadro 6 – Quantitativo dos Níveis de Vulnerabilidade para cada Ranking (Ranking 3/ Modelo 1)

Classe	(a) Natal 2023	(b) Natal 2024	(c) Mossoró 2023	(d) Mossoró 2024
Vulnerabilidade Muito Alta	3	3	1	2
Vulnerabilidade Alta	6	6	4	5
Vulnerabilidade Moderada	8	7	8	6
Vulnerabilidade Baixa	12	14	5	5
Vulnerabilidade Muito Baixa	8	7	8	8

Fonte: Elaboração própria.

Ao analisar o quantitativo das classes apresentado no Quadro 6, observa-se que, para esse ranking, a maior parte dos bairros concentra-se nas categorias de Baixa e Muito Baixa Vulnerabilidade. Esse resultado pode ser explicado pelas características dos critérios que compõem o Ranking 3, os quais incluem predominantemente locais de estudo e de religião.

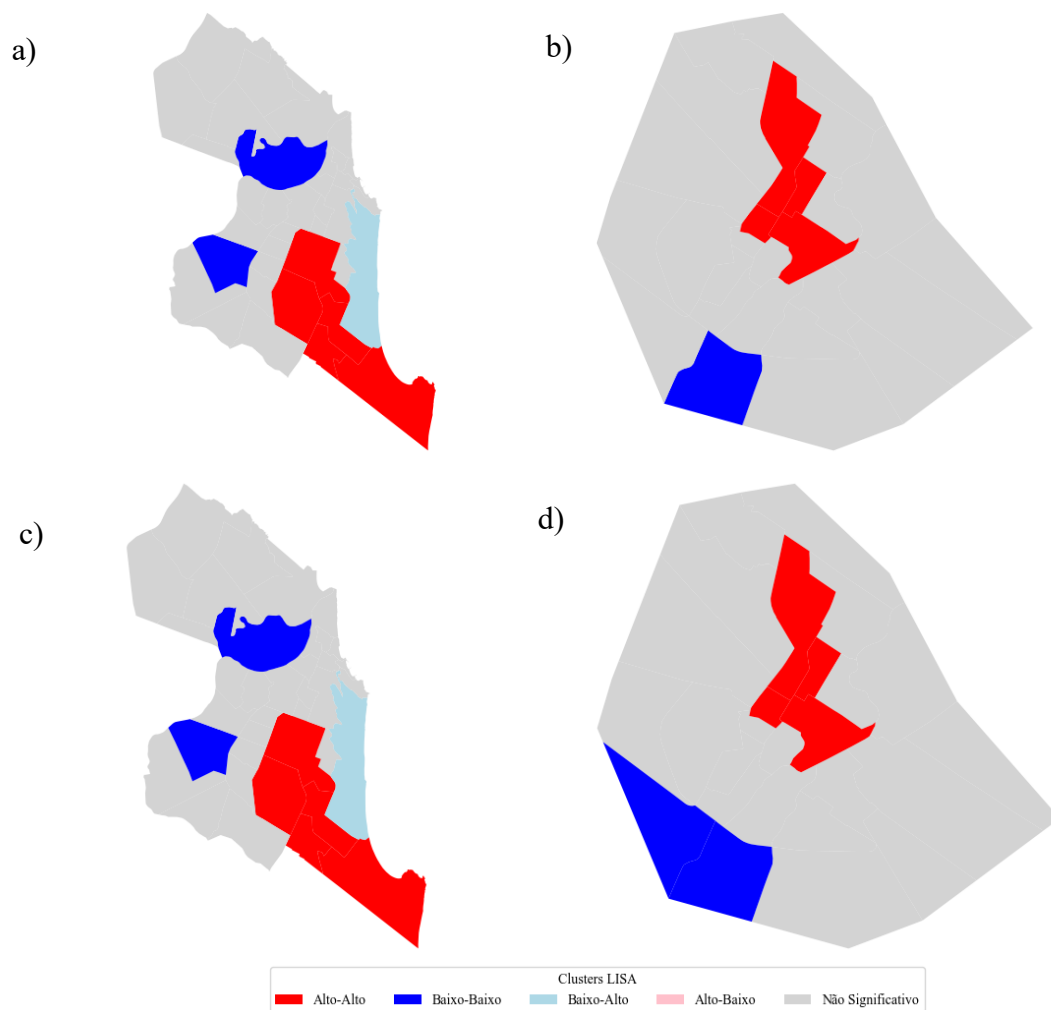
Embora esses espaços apresentem circulação de pessoas, tal circulação tende a ocorrer de forma mais previsível, concentrada em horários específicos e associada a usos cotidianos e comunitários, o que pode reduzir a exposição a oportunidades para a prática de crimes contra o patrimônio quando comparada a áreas com fluxos mais intensos, diversificados e vinculados a atividades comerciais ou de transporte. Nesse ranking, os bairros identificados como mais vulneráveis em Natal foram Candelária, Capim Macio e Lagoa Nova. Por outro lado, em Mossoró, apenas um bairro está nessa classe de Muito Alta Vulnerabilidade, o bairro Centro.

A partir dos resultados do Índice de Moran, na Figura 10, observa-se que, para cada ranking analisado, os clusters de alta vulnerabilidade se concentram em áreas distintas do território urbano. Essa variação decorre do fato de que cada ranking é construído a partir de conjuntos de critérios diferentes. Nesse sentido, os resultados evidenciam que a definição dos

critérios constitui um elemento central na construção de modelos de decisão multicritério, uma vez que orienta os padrões espaciais revelados pelo modelo.

Figura 10 – Índice de Moran Ranking 3

a) Índice de Moran do Ranking 3 para cidade de Natal no ano de 2023; b) Índice de Moran do Ranking 3 para cidade de Mossoró no ano de 2023; c) Índice de Moran do Ranking 3 para cidade de Natal no ano de 2024; d) Índice de Moran do Ranking 3 para cidade de Mossoró no ano de 2024



Fonte: Elaboração própria.

Do ponto de vista da gestão pública, esse resultado destaca que a escolha dos critérios é fundamental e implica decisões estratégicas, pois diferentes conjuntos de variáveis podem direcionar ações e investimentos para áreas distintas. Assim, cabe ao gestor definir os critérios de acordo com os objetivos da política pública, seja para priorizar ações voltadas à segurança,

à infraestrutura urbana ou à redução de vulnerabilidades sociais, assegurando que o modelo reflita as prioridades do planejamento urbano e da segurança pública.

Nos bairros identificados como clusters Alto–Alto pelo Moran, observa-se alta convergência com os resultados do PROMETHEE. Em Natal, os bairros Lagoa Nova, Capim Macio e Candelária aparecem no mapa do PROMETHEE predominantemente classificados nos níveis de Alta ou Muito Alta Vulnerabilidade, confirmando que esses territórios apresentam não apenas elevada vulnerabilidade de forma isolada, mas também estão inseridos em regiões contíguas igualmente críticas.

Em Mossoró, o bairro Centro, identificado como cluster Alto–Alto no Moran, também figura no PROMETHEE como o principal bairro classificado em Muito Alta Vulnerabilidade. A coincidência entre os dois métodos indica que a vulnerabilidade desse bairro se manifesta tanto pelos atributos considerados no modelo multicritério quanto pela influência do seu entorno imediato, configurando uma área espacial crítica.

Os bairros classificados como clusters Baixo–Baixo pelo Moran apresentam comportamento igualmente consistente nos resultados do PROMETHEE. Em Natal, Petrópolis e Tirol mantêm-se classificados nas categorias de Baixa ou Muito Baixa Vulnerabilidade, evidenciando que esses bairros integram áreas urbanas com menor exposição ao risco no contexto dos critérios analisados. Em Mossoró, o bairro Santa Delmira apresenta padrão semelhante, aparecendo no PROMETHEE com baixos níveis de vulnerabilidade, o que justifica sua identificação como área espacialmente mais estável e menos suscetível ao risco.

Já o bairro Barro Vermelho, identificado como cluster Baixo–Alto no Moran em Natal, revela uma dinâmica distinta quando comparado ao PROMETHEE. Embora esse bairro seja classificado no modelo multicritério em níveis intermediários, frequentemente associados à Vulnerabilidade Moderada, sua inserção espacial em um entorno de bairros altamente vulneráveis indica uma condição de transição territorial. Esse resultado sugere que, apesar de não figurar entre os bairros mais críticos de forma isolada, o Barro Vermelho está sujeito à influência espacial de áreas adjacentes mais vulneráveis, o que pode demandar atenção preventiva, diante da possibilidade de aumento futuro da vulnerabilidade.

4.1.4. Resultados sem Ocorrências

Após a aplicação do método PROMETHEE II, observou-se que as ocorrências de roubos e furtos exerceram influência significativa sobre os resultados, em função do maior peso atribuído a esse critério. Diante disso, identificou-se a necessidade de testar o modelo na

ausência das ocorrências, com o objetivo de avaliar como os demais critérios influenciam a configuração espacial da vulnerabilidade de forma isolada.

Nesse sentido, com o objetivo de mapear a distribuição das amenidades urbanas e dos indicadores demográficos nos bairros de Mossoró e Natal, optou-se pela realização de um ranking do método PROMETHEE II sem a inclusão das ocorrências de roubos e furtos como critérios. Assim, foi construído um ranking baseado exclusivamente nos demais indicadores, permitindo identificar a vulnerabilidade dos bairros a partir de suas características estruturais.

A relação entre esses resultados e a criminalidade foi, então, analisada de forma separada, possibilitando uma compreensão isolada da dinâmica espacial dos locais e de sua associação com os padrões de crime observados.

Assim, no Quadro 7 são apresentados critérios utilizados nos rankings para aplicação do PROMETHEE II considerando apenas os critérios não criminais, com a exclusão das ocorrências de roubos e furtos. Para essa adaptação, esses rankings foram renomeados como A_1, A_2 e A_3, correspondendo, respectivamente, aos Rankings 1, 2 e 3 do Modelo 1. Ressalta-se que a composição dos critérios em cada ranking foi mantida, sendo excluídos apenas os critérios criminais relacionados às ocorrências de roubos e furtos, de modo a permitir a análise isolada da vulnerabilidade associada às amenidades urbanas e aos indicadores demográficos.

Quadro 7 – Critérios utilizados no PROMETHEE do Modelo 1 Adaptado

Ranking	Critérios
A_1	“health”, “bakery”, “restaurant”, “gym”, “pharmacy_log10”, “supermarket_log10”, “bank_log10”.
A_2	“Person”, “Households”, “Private_ho”, “Collective”, “Average_re”, “P_Private_”, “Total_priv”.
A_3	“bus_station_log10”, “bus_stop”, “church”, “hospital_log10”, “hotel”, “school”, “university”.

Fonte: Elaboração própria.

Essa adaptação nos critérios constituiu uma alternativa para avaliar a influência das ocorrências de roubos e furtos nos resultados dos rankings. De modo geral, após a exclusão desses critérios, não se observaram alterações significativas nos resultados, apresentados na Figura 11, mantendo-se padrões semelhantes de vulnerabilidade. Contudo, foram identificadas

alterações pontuais, nas quais alguns bairros apresentaram mudança de classe, especialmente entre níveis adjacentes de vulnerabilidade.

A comparação entre os rankings obtidos com e sem a inclusão das ocorrências indica que, embora as ocorrências exerçam influência na classificação de determinadas áreas, os resultados do PROMETHEE II não estavam condicionados exclusivamente aos critérios criminais, mesmo considerando o maior peso previamente atribuído a esses indicadores. Assim, constata-se que os demais critérios analisados também foram decisivos na definição da vulnerabilidade, reforçando a robustez do modelo e a consistência dos resultados.

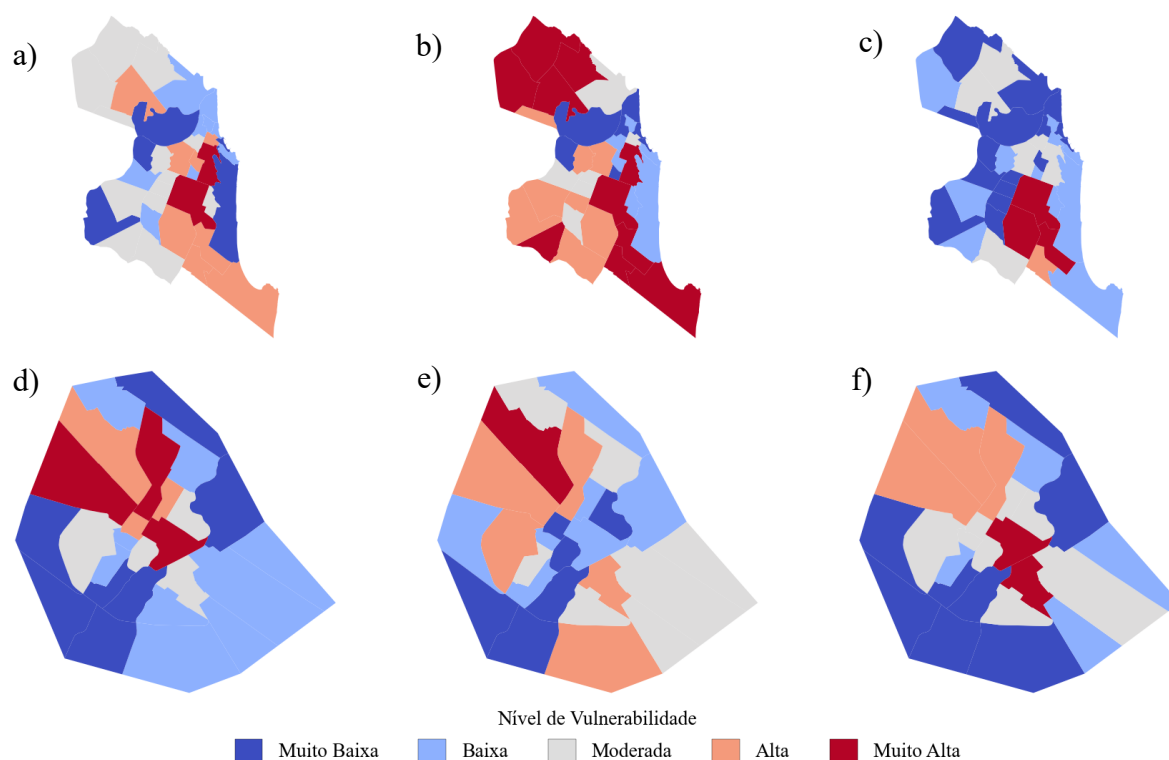
A análise comparativa entre os rankings estimados com e sem a inclusão das ocorrências evidencia que, embora os resultados gerais tenham se mantido estáveis, ocorreram alterações pontuais relevantes na classificação de alguns bairros, indicando que o modelo apresenta robustez, mas também sensibilidade para captar variações locais específicas.

No Ranking 1 para Mossoró, destaca-se o bairro Nova Betânia, que passou da classe de Alta Vulnerabilidade para Muito Alta Vulnerabilidade. Essa alteração pode ser explicada pela forte concentração de amenidades urbanas no bairro, que, quando analisadas de forma isolada, revelam a presença de 12 restaurantes, 10 academias e 5 padarias. Esse perfil reforça o caráter de centralidade funcional do bairro e sugere maior atratividade para crimes contra o patrimônio, mesmo na ausência direta das ocorrências como critério no modelo.

No Ranking 2 para Natal, baseado em critérios demográficos, a partir do quantitativo dos níveis apresentado no Quadro 8, observou-se a elevação de alguns bairros da classe de Alta Vulnerabilidade para Muito Alta Vulnerabilidade, especificamente Neópolis, Capim Macio, Lagoa Nova, Nova Descoberta, Tirol e Planalto. Esse resultado está diretamente associado às características populacionais desses bairros. Destaca-se que Neópolis possui população estimada de 40.667 habitantes e Lagoa Nova de 52.270 habitantes, valores superiores à média populacional dos bairros do estudo (23.119,57), conforme apresentado previamente no Quadro 3. Assim, ao priorizar critérios demográficos, o modelo atribui maior peso à concentração populacional e ao número de domicílios, intensificando a vulnerabilidade desses bairros.

Figura 11 - Resultado dos Rankings sem Ocorrências

- a) Ranking 1 de Amenidades para cidade de Natal; b) Ranking 2 de Amenidades para cidade de Natal; c) Ranking 3 de Amenidades para cidade de Natal; d) Ranking 1 de Amenidades para cidade de Mossoró; e) Ranking 2 de Amenidades para cidade de Mossoró; f) Ranking 3 de Amenidades para cidade de Mossoró



Fonte: Elaboração própria.

Por fim, no Ranking 3, que incorpora critérios relacionados a locais de circulação e uso cotidiano, alguns bairros de Natal previamente classificados como de Alta Vulnerabilidade passaram para a classe de Vulnerabilidade Moderada, como Pitimbu, Tirol, Alecrim e Potengi. Essa reclassificação sugere que, na ausência das ocorrências criminais, a presença desses equipamentos urbanos, isoladamente, não é suficiente para sustentar níveis elevados de vulnerabilidade, reforçando o papel das ocorrências na intensificação do risco nesses territórios.

De forma geral, essas alterações demonstram que, embora os rankings não sejam determinados exclusivamente pelas ocorrências criminais, sua inclusão ou exclusão afeta a posição relativa de bairros com características muito específicas, confirmando que a vulnerabilidade resulta da interação entre fatores estruturais, funcionais e criminais, e não de um único critério isolado.

Quadro 8– Quantitativo dos Níveis de Vulnerabilidade para cada Ranking (Sem Ocorrências)

Classe	rA_1 (Mossoró)	rA_1 (Natal)	rA_2 (Mossoró)	rA_2 (Natal)	rA_3 (Mossoró)	rA_3 (Natal)
Muito Alta Vulnerabilidade	3	1	1	7	2	3
Alta Vulnerabilidade	3	9	5	11	3	1
Moderada Vulnerabilidade	4	13	7	6	8	6
Baixa Vulnerabilidade	9	9	7	6	5	11
Muito Baixa Vulnerabilidade	7	5	6	7	8	16

Fonte: Elaboração própria.

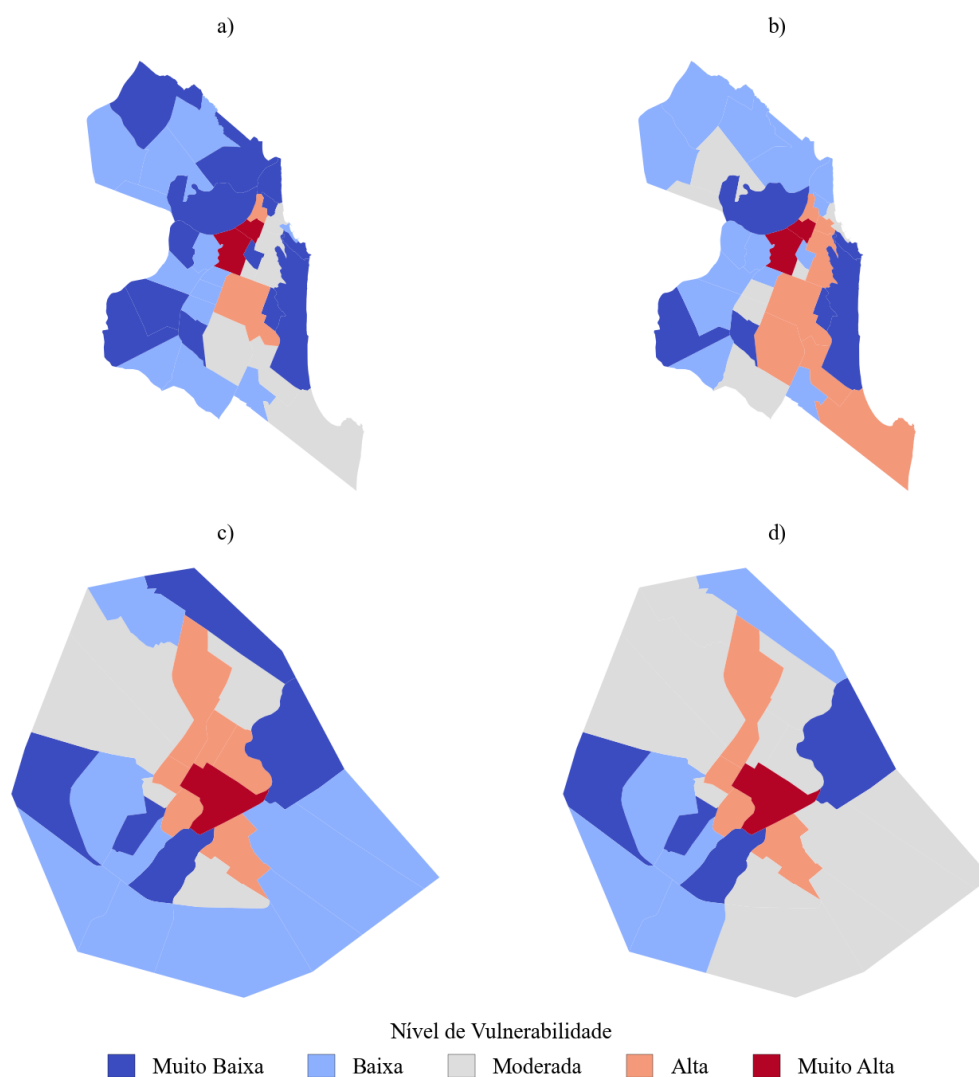
A comparação entre os rankings sem a inclusão das ocorrências criminais e aqueles baseados exclusivamente nas ocorrências de roubos e furtos revela padrões espaciais consistentes entre os dois resultados. Observa-se que as áreas classificadas como mais vulneráveis nos rankings sem ocorrências tendem a coincidir, em grande medida, com os núcleos de maior incidência criminal identificados nos mapas formados apenas pelas ocorrências, apresentado na Figura 12. Esse resultado indica que a vulnerabilidade não se distribui aleatoriamente no território urbano, mas se concentra em regiões que apresentam características estruturais associadas ao risco, como maior densidade populacional, centralidade urbana e concentração de amenidades.

Embora os mapas baseados exclusivamente nas ocorrências apresentem uma configuração mais concentrada e direta da criminalidade, os rankings sem ocorrências evidenciam uma distribuição espacial mais gradual da vulnerabilidade, com transições mais suaves entre as classes e alterações em alguns bairros. Ainda assim, a lógica espacial subjacente permanece semelhante, sugerindo que os critérios socioespaciais utilizados no modelo são capazes de captar condições territoriais que favorecem a ocorrência de crimes contra o patrimônio, mesmo na ausência explícita do critério criminal.

Essa convergência entre os resultados reforça a robustez do modelo multicritério adotado, ao demonstrar que a vulnerabilidade identificada não é determinada exclusivamente pelas ocorrências, mas resulta da combinação entre características urbanas, demográficas e funcionais do território. Dessa forma, a análise conjunta dos dois resultados contribui para uma compreensão mais abrangente da dinâmica espacial da criminalidade e fortalece o uso do modelo como ferramenta de apoio ao planejamento urbano e à segurança pública.

Figura 12 - Níveis de Vulnerabilidade das Ocorrências de Roubos e Furtos

a) Ocorrências em Natal no ano de 2023; b) Ocorrências em Natal no ano de 2024; c) Ocorrências em Mossoró no ano de 2023 d) Ocorrências em Mossoró no ano de 2024



Fonte: Elaboração própria.

O Quadro 9 apresenta o quantitativo de bairros classificados em cada nível de vulnerabilidade com base exclusivamente nas ocorrências de roubos e furtos, para os anos de 2023 e 2024, nas cidades de Mossoró e Natal. De forma geral, observa-se que a distribuição das classes mostra diferenças entre os municípios e entre os períodos analisados, refletindo variações espaciais e temporais na incidência criminal. Em Mossoró, nota-se a presença de apenas um bairro classificado como de Muito Alta Vulnerabilidade em ambos os anos, enquanto a maior concentração de bairros se distribui entre as classes de Alta, Média e Baixa Vulnerabilidade, com redução do número de bairros em Baixa Vulnerabilidade de 2023 para

2024 e aumento na classe de Média Vulnerabilidade no último ano. Esse movimento sugere uma redistribuição interna das ocorrências, com deslocamento de bairros para níveis intermediários de vulnerabilidade.

Quadro 9 – Quantitativo dos Níveis de Vulnerabilidade das Ocorrências de Roubos e Furtos

Classe	A_2023_relativo (Mossoró)	A_2023_relativo (Natal)	A_2024_relativo (Mossoró)	A_2024_relativo (Natal)
Muito Alta Vulnerabilidade	1	2	1	2
Alta Vulnerabilidade	6	1	4	7
Média Vulnerabilidade	5	8	12	8
Baixa Vulnerabilidade	9	13	5	15
Muito Baixa Vulnerabilidade	5	13	4	5

Fonte: Elaboração própria.

Em Natal, por sua vez, observa-se um padrão distinto, caracterizado por maior número de bairros classificados nas classes de Baixa e Muito Baixa Vulnerabilidade, sobretudo em 2023. Em 2024, contudo, verifica-se um aumento no número de bairros classificados como de Alta Vulnerabilidade, passando de um para sete, o que indica intensificação da criminalidade em determinadas áreas do município. A manutenção de dois bairros na classe de Muito Alta Vulnerabilidade em ambos os anos reforça a existência de núcleos persistentes de elevada incidência criminal. Em síntese, os resultados apresentados no Quadro 9 evidenciam que, quando analisadas isoladamente, as ocorrências de roubos e furtos revelam padrões espaciais heterogêneos, os quais servem como referência importante para a comparação com os modelos multicritério e para a compreensão da vulnerabilidade criminal nos dois municípios.

4.2 Resultados do Modelo 2 - PROMETHEE II com Adaptação Espacial

A seguir serão apresentados os resultados do modelo de decisão 2, esse modelo é uma adaptação do modelo 1 apresentado no tópico anterior e foi criado com o objetivo de adaptar a visualização do PROMETHEE II com a influência espacial do Índice de Moran.

Ao analisar as figuras 13, 14 e 15, que respectivamente representam o ranking 1, 2 e 3, é possível inferir que apesar da utilização dos mesmos critérios e pesos para os 2 modelos, a adaptação espacial trouxe resultados diferentes, tornando possível identificar a influência não só de cada bairro mas o impacto que isso gera nos bairros vizinhos pela proximidade espacial.

4.2.1 Resultados do Ranking 1

Os resultados do Modelo 2 para o Ranking 1, apresentados na Figura 13, evidenciam alterações na classificação de alguns bairros em relação ao Modelo 1, com áreas anteriormente enquadradas em classes de maior vulnerabilidade passando a níveis mais baixos, e vice-versa. Essas mudanças decorrem da adaptação espacial incorporada na aplicação do PROMETHEE, que modifica a forma de comparação entre as alternativas, sem alterar o conjunto de critérios utilizados. Ainda assim, observa-se um padrão recorrente entre os modelos, relacionado à concentração dos bairros classificados como de Muito Alta Vulnerabilidade nos mesmos bairros.

Em Mossoró, os mapas da Figura 13 mostram que os bairros mais vulneráveis permanecem próximos a áreas classificadas como de Baixa Vulnerabilidade, enquanto o restante do município apresenta uma combinação de bairros com Vulnerabilidade Moderada e Alta Vulnerabilidade, formando transições espaciais graduais entre as classes. Esse padrão indica que, apesar da presença de focos de maior vulnerabilidade, há uma distribuição relativamente mais equilibrada dos níveis no território, o que é coerente com o quantitativo apresentado no Quadro 10, no qual predominam as classes intermediárias.

Quadro 10 – Quantitativo dos Níveis de Vulnerabilidade para cada Ranking (Ranking 1/ Modelo 2)

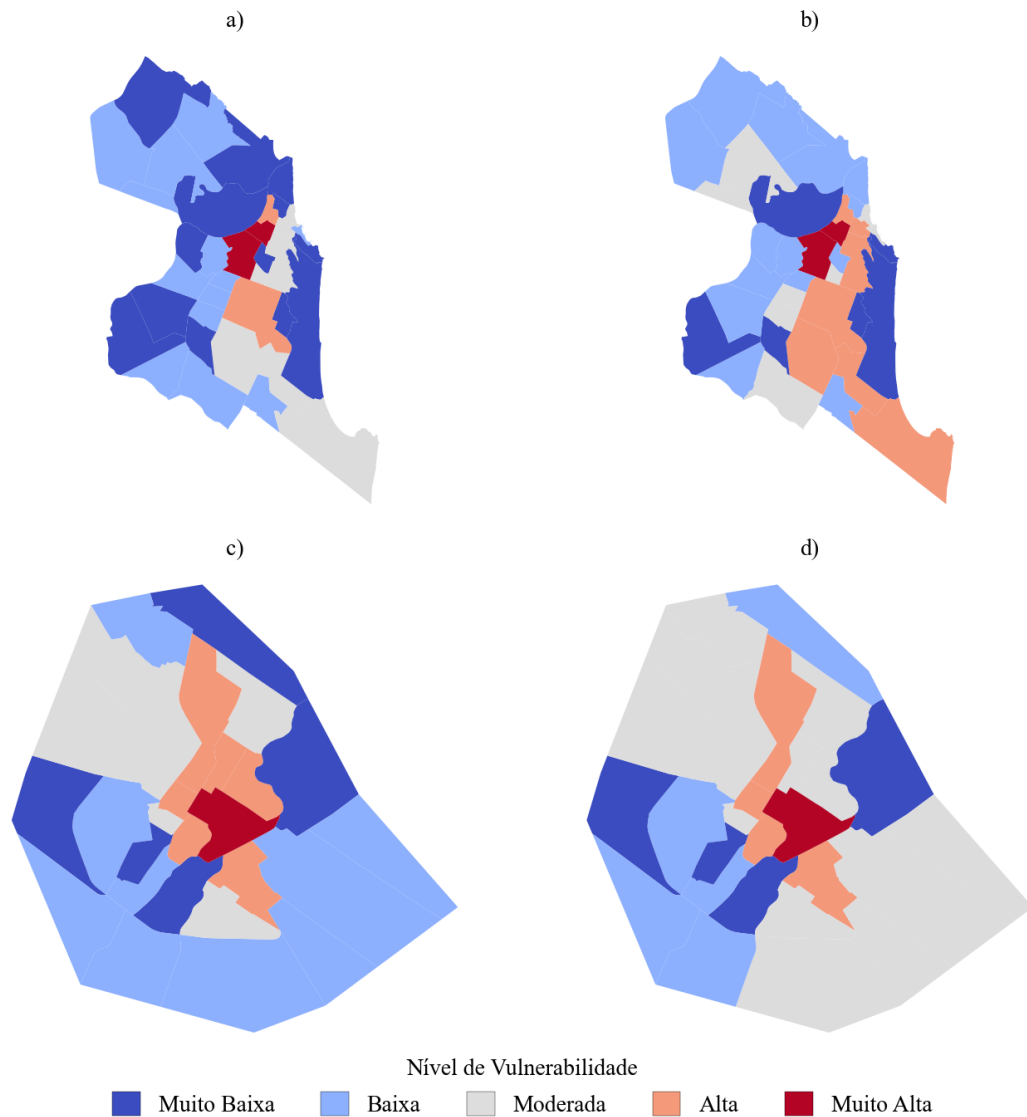
Classe	(a) Natal 2023	(b) Natal 2024	(c) Mossoró 2023	(d) Mossoró 2024
Vulnerabilidade Muito Alta	1	1	1	1
Vulnerabilidade Alta	3	4	5	5
Vulnerabilidade Moderada	4	8	12	12
Vulnerabilidade Baixa	22	19	4	4
Vulnerabilidade Muito Baixa	7	5	4	4

Fonte: Elaboração própria.

De forma geral, esses resultados reforçam que o Ranking 1, composto por critérios relacionados às amenidades urbanas, como restaurantes, supermercados e bancos, tende a identificar áreas mais vulneráveis em regiões onde esses estabelecimentos se concentram espacialmente, sobretudo em áreas específicas das cidades. A concentração dessas atividades pode atuar como um atrator para crimes contra o patrimônio, ao intensificar a circulação de pessoas e de recursos financeiros. Assim, o Modelo 2 mantém a lógica espacial observada no Modelo 1, mas oferece uma leitura mais ajustada da vulnerabilidade urbana ao incorporar a adaptação espacial no processo de decisão multicritério.

Figura 13 – Resultado Modelo 2 (Ranking 1)

a) Ranking 1 do Modelo 2 para cidade de Natal no ano de 2023; b) Ranking 1 do Modelo 2 para cidade de Natal no ano de 2024; c) Ranking 1 do Modelo 2 para cidade de Mossoró no ano de 2023; d) Ranking 1 do Modelo 2 para cidade de Mossoró no ano de 2024



Fonte: Elaboração própria.

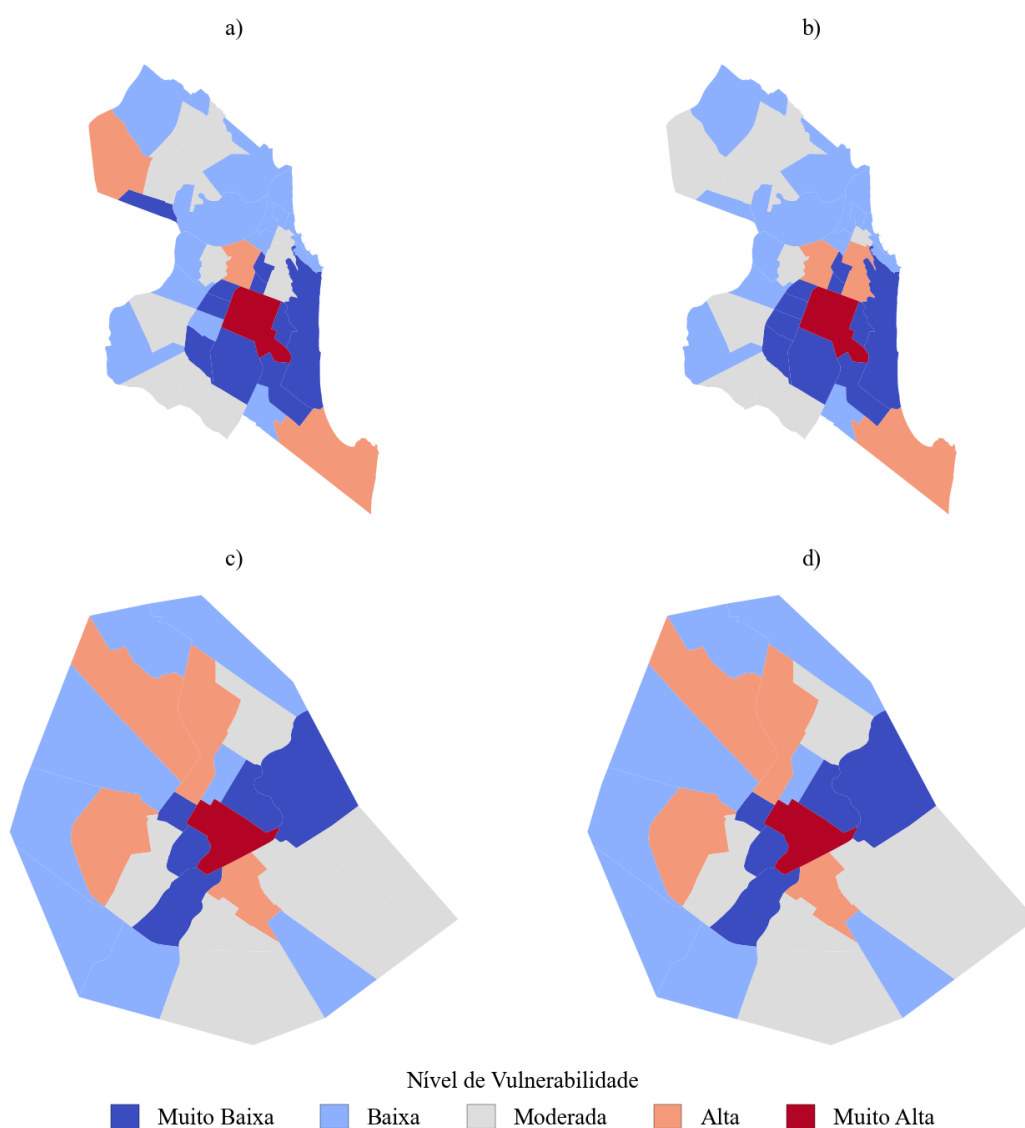
4.2.1 Resultados do Ranking 2

O ranking 2 do Modelo 2 apresentado na Figura 14, demonstra resultados com grande disparidade em relação ao Modelo 1. Os bairros com maior vulnerabilidade se apresentam em regiões diferentes, apesar de integrarem os mesmos critérios e pesos. O que demonstra novamente que a utilização da adaptação espacial no PROMETHEE forneceu resultados diferentes para o modelo.

Para a análise desses resultados, reitera-se que o Ranking 2 é composto por critérios demográficos, como população e número de domicílios, e revela novamente a concentração dos bairros mais perigosos em regiões específicas do território, cercadas por bairros com baixa vulnerabilidade, ao mesmo tempo em que os níveis de Alta Vulnerabilidade se dispersam para as extremidades urbanas. Esse padrão espacial, reforça a estabilidade observada entre os anos de 2023 e 2024, conforme ilustrado pelos mapas da Figura 14, uma vez que a distribuição das classes de vulnerabilidade permanece praticamente inalterada ao longo do período analisado.

Figura 14 – Resultado Modelo 2 (Ranking 2)

a) Ranking 2 do Modelo 2 para cidade de Natal no ano de 2023; b) Ranking 2 do Modelo 2 para cidade de Natal no ano de 2024 ;c) Ranking 2 do Modelo 2 para cidade de Mossoró no ano de 2023; d) Ranking 2 do Modelo 2 para cidade de Mossoró no ano de 2024



Fonte: Elaboração própria.

Em Natal, os mapas mostram a predominância das classes de Baixa e Muito Baixa Vulnerabilidade, padrão confirmado pelo Quadro 11, que aponta quinze bairros classificados como de Baixa Vulnerabilidade e dez como de Muito Baixa Vulnerabilidade em ambos os anos. As classes de Alta e Muito Alta Vulnerabilidade aparecem de forma mais pontual, concentrando-se em áreas específicas do território urbano. Esse resultado sugere que, quando considerados critérios associados à população e aos domicílios, a maior parte dos bairros de Natal apresenta níveis relativamente mais baixos de vulnerabilidade, ainda que persistam focos localizados de maior risco.

Quadro 11 – Quantitativo dos Níveis de Vulnerabilidade para cada Ranking (Ranking 2/ Modelo 2)

Classe	(a) Natal 2023	(b) Natal 2024	(c) Mossoró 2023	(d) Mossoró 2024
Vulnerabilidade Muito Alta	1	1	1	1
Vulnerabilidade Alta	3	3	4	4
Vulnerabilidade Moderada	8	8	8	8
Vulnerabilidade Baixa	15	15	8	8
Vulnerabilidade Muito Baixa	10	10	5	5

Fonte: Elaboração própria.

Em Mossoró, nota-se um comportamento semelhante, com estabilidade total no quantitativo das classes entre 2023 e 2024. O município apresenta apenas um bairro classificado como de Muito Alta Vulnerabilidade e quatro bairros em Alta Vulnerabilidade, enquanto a maior parte do território se distribui entre as classes de Moderada, Baixa e Muito Baixa Vulnerabilidade. Os mapas evidenciam que os bairros mais vulneráveis permanecem concentrados em áreas específicas, cercados por regiões com níveis intermediários ou mais baixos de vulnerabilidade, configurando um padrão espacial equilibrado.

4.2.1 Resultados do Ranking 3

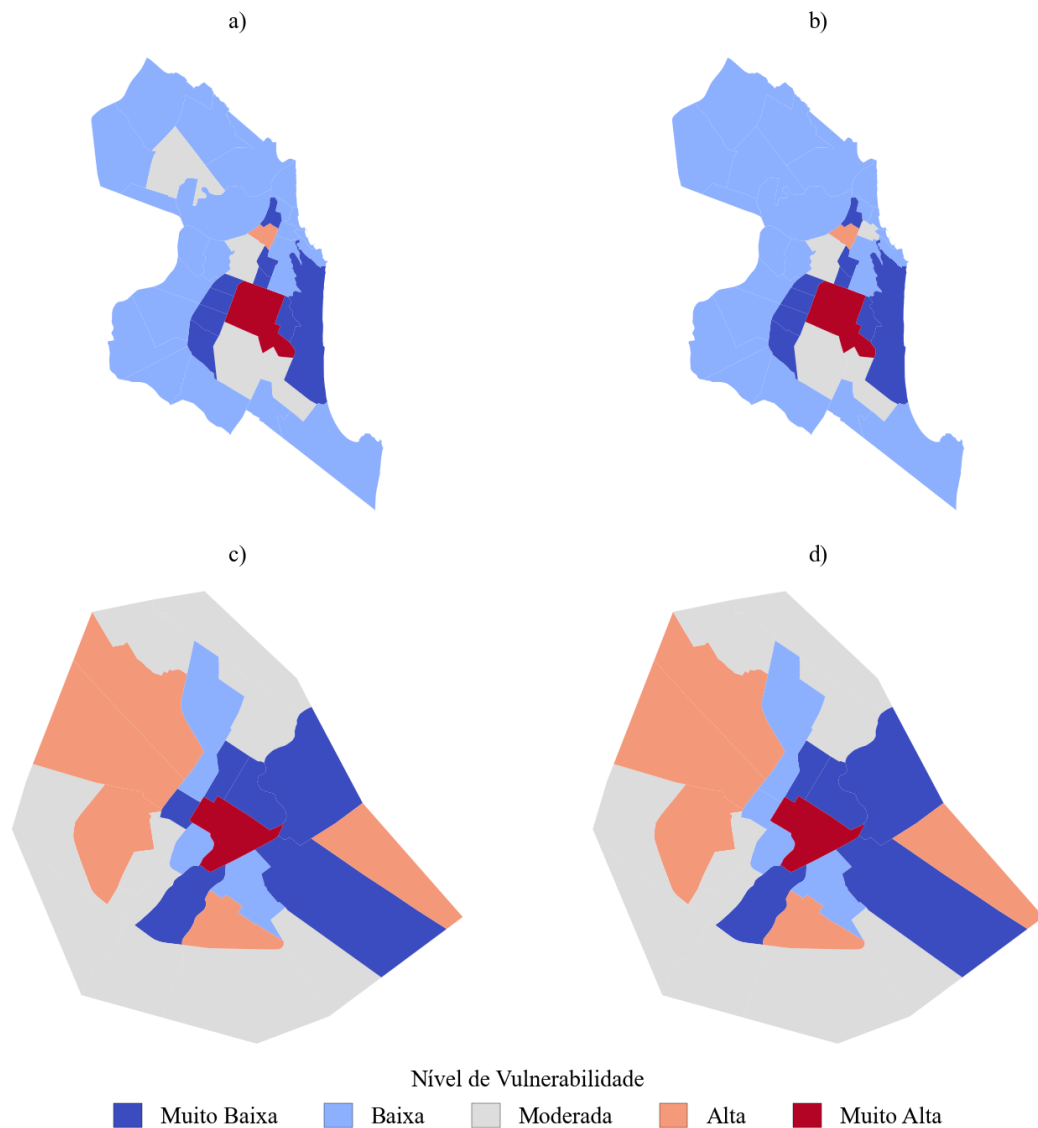
A figura 15 apresenta o resultado do Ranking 3, e a primeira percepção sobre esse resultado é a prevalência de bairros com baixa vulnerabilidade em Natal, representando uma grande área da cidade. Em Mossoró, por outro lado, existem diversos bairros indicados com Alta Vulnerabilidade. Esses resultados contribuem em Natal e Mossoró para a alocação mais estratégica de policiamento em regiões de Muita Alta vulnerabilidade e Alta vulnerabilidade pois se apresentam como regiões que demandam de intervenção pública com maior urgência.

Em Natal, o Ranking 3 revela uma predominância expressiva das classes de Baixa e Muito Baixa Vulnerabilidade, com 22 bairros classificados como de Baixa Vulnerabilidade e 9

como de Muito Baixa Vulnerabilidade em ambos os anos. As classes de maior vulnerabilidade aparecem de forma bastante pontual, com apenas um bairro enquadrado nas categorias de Muito Alta e Alta Vulnerabilidade, respectivamente. Os mapas evidenciam que esses bairros mais críticos permanecem concentrados em uma área específica do território urbano, enquanto a maior parte da cidade apresenta níveis reduzidos de vulnerabilidade.

Figura 15 - Resultado Modelo 2 (Ranking 3)

a) Ranking 3 do Modelo 2 para cidade de Natal no ano de 2023; b) Ranking 3 do Modelo 2 para cidade de Natal no ano de 2024; c) Ranking 3 do Modelo 2 para cidade de Mossoró no ano de 2023; d) Ranking 3 do Modelo 2 para cidade de Mossoró no ano de 2024



Fonte: Elaboração própria.

Em Mossoró, observa-se um padrão distinto, caracterizado por maior concentração de bairros nas classes de Moderada e Alta Vulnerabilidade. O Quadro 12 indica a presença de cinco bairros classificados como de Alta Vulnerabilidade e onze como de Vulnerabilidade Moderada em ambos os anos, enquanto apenas um bairro se enquadra na classe de Muito Alta Vulnerabilidade. Os mapas mostram que essas áreas mais vulneráveis formam uma configuração espacial relativamente contínua, cercadas por bairros com níveis mais baixos de vulnerabilidade, o que demonstra a presença de áreas de transição entre bairros com diferentes níveis de vulnerabilidade.

Quadro 12 - Quantitativo dos Níveis de Vulnerabilidade para cada Ranking (Ranking 3/ Modelo 2)

Classe	(a) Natal 2023	(b) Natal 2024	(c) Mossoró 2023	(d) Mossoró 2024
Vulnerabilidade Muito Alta	1	1	1	1
Vulnerabilidade Alta	1	1	5	5
Vulnerabilidade Moderada	4	4	11	11
Vulnerabilidade Baixa	22	22	3	3
Vulnerabilidade Muito Baixa	9	9	6	6

Fonte: Elaboração própria.

Desse modo, os resultados do Ranking 3 no Modelo 2 indicam que, ao considerar critérios associados a determinados tipos de locais e padrões de circulação, o modelo identifica uma vulnerabilidade mais concentrada e localizada em Natal, enquanto em Mossoró a vulnerabilidade se apresenta de forma mais distribuída entre classes intermediárias.

Os Modelos 1 e 2 apresentaram resultados considerando os bairros como alternativas de análise. No Modelo 1, observa-se uma maior dispersão espacial dos resultados, uma vez que os bairros classificados com maior vulnerabilidade tendem a se distribuir de forma mais fragmentada ao longo do território urbano. Em contraste, o Modelo 2, ao incorporar a adaptação espacial, produz resultados mais homogêneos, nos quais os bairros enquadrados em uma mesma classe de vulnerabilidade tendem a estar próximos ou a formar áreas contíguas.

Enquanto o Modelo 1, sem adaptação espacial, permite identificar a vulnerabilidade de cada bairro de forma mais isolada, o Modelo 2 considera a influência das regiões vizinhas, proporcionando uma percepção mais abrangente do fenômeno e possibilitando a identificação de áreas mais extensas associadas a cada nível de vulnerabilidade. Dessa forma, cada modelo apresenta relevância distinta e atende a demandas específicas, seja para diagnósticos pontuais ou para análises territoriais integradas.

Um resultado que diferencia o Modelo 2 do Modelo 1 refere-se à concentração da classe de Muito Alta Vulnerabilidade, que se restringe a apenas um bairro em todos os rankings, anos

e municípios analisados. Assim, nos três rankings do Modelo 2, os bairros Lagoa Nova, em Natal, e Centro, em Mossoró, destacam-se consistentemente como as áreas de maior vulnerabilidade, evidenciando o efeito da adaptação espacial na consolidação dos locais mais vulneráveis.

4.3 Resultados do Modelo 3 – PROMETHEE II com adaptação espacial utilizando malhas geográficas

Neste tópico são apresentados os resultados do Modelo 3, no qual foi aplicada a metodologia PROMETHEE II com adaptação espacial, utilizando malhas geográficas no formato de hexágonos como alternativas do modelo de decisão. Essa abordagem diferencia-se dos modelos anteriores, que adotaram os bairros, unidades administrativas tradicionais, como alternativas de análise. A utilização das malhas hexagonais teve como objetivo proporcionar uma leitura espacial mais detalhada da vulnerabilidade a crimes contra o patrimônio, na busca por reduzir possíveis efeitos de agregação decorrentes do uso exclusivo de bairros como unidades de análise.

A utilização de malhas geográficas possibilitou uma desagregação espacial mais detalhada e a ampliação das alternativas analisadas, permitindo a identificação de variações da criminalidade que não foram captadas nos modelos anteriores em função dos limites administrativos dos bairros. Dessa forma, esse Modelo ampliou a compreensão do fenômeno criminal ao evidenciar padrões espaciais mais detalhados, contribuindo para uma identificação detalhada dos níveis de vulnerabilidade a crimes contra o patrimônio.

No Quadro 13 são apresentados os critérios utilizados para a formação de cada ranking do modelo 3. Como apresentado no capítulo de metodologia, foram utilizados os mesmos critérios em todos os modelos, entretanto nesse modelo, eles precisaram ser adaptados para que fosse possível a utilização das malhas geográficas. Assim, os dados originalmente agregados por bairros foram compatibilizados com a malhas hexagonais criadas.

Para isso, os valores associados a cada bairro foram redistribuídos espacialmente entre os hexágonos contidos em sua área territorial, considerando uma repartição proporcional e homogênea. Esse procedimento permitiu atribuir valores estimados a cada unidade hexagonal, viabilizando a integração dos dados previamente coletados com a nova base espacial. Desse modo, foram criados 301 e 422 hexágonos para Mossoró e Natal, respectivamente, ampliando de forma significativa a quantidade de alternativas em relação aos modelos anteriores.

Ressalta-se que essa adaptação tem caráter estimativo, uma vez que os dados originais não estavam disponíveis em nível desagregado, sendo necessária sua adequação para

possibilitar a aplicação do Modelo 3 e a análise espacial em malhas geográficas. Os critérios foram renomeados após a criação dos novos hexágonos e estimativas dos dados, portanto no Quadro 13 estão seguidos de “_por_hex” para identificar que são critérios adaptados para esse modelo.

Os rankings estão identificados por uma nomenclatura padronizada no Quadro 13. Inicialmente, utiliza-se R1, R2 ou R3 para indicar o Ranking 1, 2 ou 3. Em seguida, o termo “hexm” refere-se à utilização das malhas hexagonais como alternativas do modelo. Por fim, o sufixo “23” ou “24” indica o ano de referência da análise, correspondente ao ano de 2023 e 2024, respectivamente. Assim, a nomenclatura “R1hexm_23”, por exemplo, identifica o Ranking 1, aplicado ao Modelo 3 com malhas hexagonais, referente ao ano de 2023.

Quadro 13 – Critérios utilizados para cada ranking do Modelo 3

Ranking	Critérios
R1hex_23	Health_por_hex,bakery,restaurant,gym,pharmacy,supermarket,bank,A_2023_por_hex
R1hex_24	Health_por_hex,bakery,restaurant,gym,pharmacy,supermarket,bank,A_2024_por_hex
R2hex_23	Person_por_hex,Households_por_hex,Private_ho_por_hex,Collective_por_hex,Average_re_por_hex,P_Private_por_hex>Total_priv_por_hex,A_2023_por_hex
R2hex_24	Person_por_hex,Households_por_hex,Private_ho_por_hex,Collective_por_hex,Average_re_por_hex,P_Private_por_hex>Total_priv_por_hex,A_2024_por_hex
R3hex_23	bus_station,church,hospital,hotel,school,university,A_2023_por_hex
R3hex_24	bus_station,church,hospital,hotel,school,university,A_2024_por_hex

Fonte: Elaboração própria.

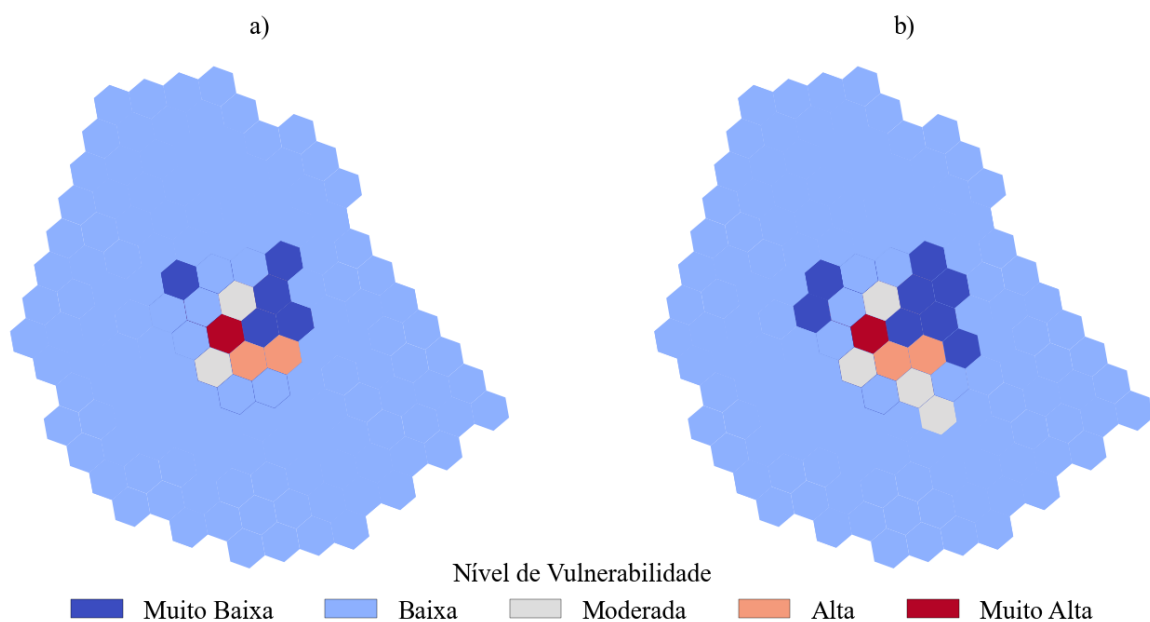
Nas Figuras 16, 17 e 18 são apresentados os resultados do Modelo 3 para a cidade de Mossoró, os quais indicam que a vulnerabilidade a crimes contra o patrimônio apresenta uma distribuição espacial heterogênea. Observa-se a concentração de áreas com níveis mais elevados de vulnerabilidade nas regiões centrais do território analisado. As alternativas classificadas nas categorias de Alta e Muito Alta Vulnerabilidade, representadas pelos tons mais intensos de vermelho, tendem a se agrupar em regiões específicas da cidade, formando padrões de concentração espacial definidos, que não se distribuem de maneira uniforme em Mossoró.

Os resultados do Ranking 1 no Modelo 3, apresentados na Figura 16, evidenciam uma concentração espacial das áreas classificadas com Alta e Muito Alta Vulnerabilidade, associadas principalmente à presença de amenidades urbanas. Observa-se que essas alternativas tendem a se agrupar em partes específicas da cidade, com foco principal na região central do território de Mossoró, reforçando que a vulnerabilidade não se distribui de forma homogênea, mas se intensifica em pontos delimitados do espaço urbano.

A utilização de malhas geográficas em formato de hexágonos permite captar essa concentração de maneira mais precisa, revelando padrões espaciais que não eram identificáveis nos modelos anteriores. Enquanto a análise por unidades administrativas tende a suavizar diferenças internas, o recorte por hexágonos evidencia variações intraurbanas, destacando áreas adjacentes com níveis distintos de vulnerabilidade.

Figura 16 – Resultado Ranking 1 Mossoró (Modelo 3)

a) Ranking 1 do Modelo 3 para cidade de Mossoró no ano de 2023; b) Ranking 1 do Modelo 3 para cidade de Mossoró no ano de 2024



Fonte: Elaboração própria.

No Ranking 2 do Modelo 3, apresentado na Figura 17, composto predominantemente por critérios demográficos, observa-se um padrão espacial de vulnerabilidade distinto daquele identificado no Ranking 1. Diferentemente da forte concentração central verificada anteriormente, os mapas revelam uma distribuição mais difusa das áreas de maior

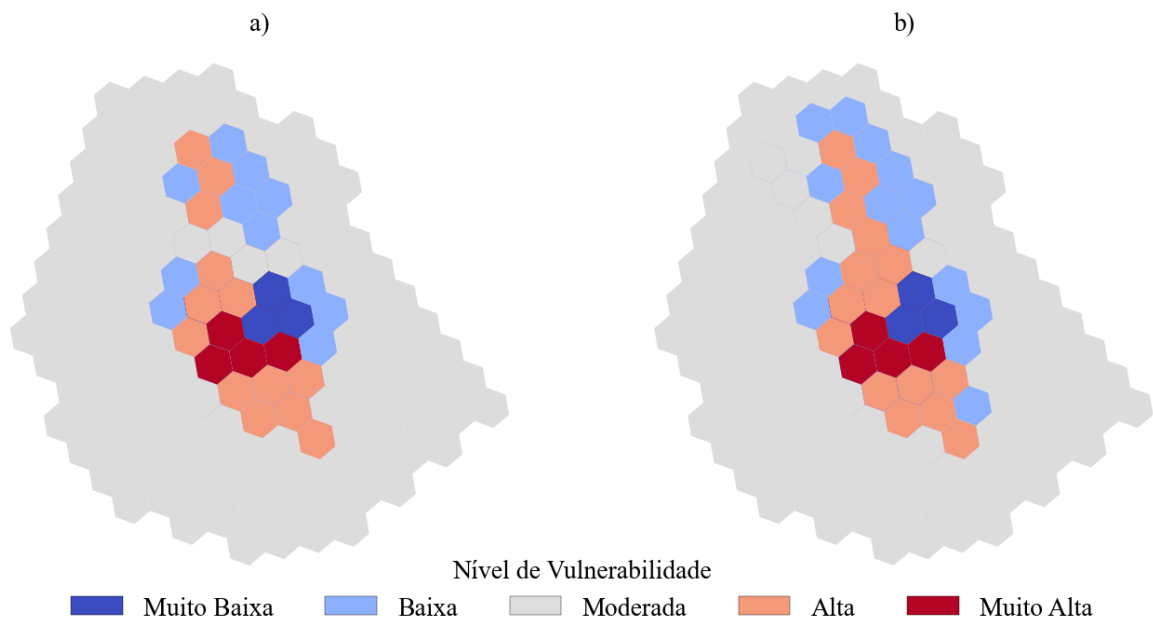
vulnerabilidade, com hexágonos classificados como Alta e Muito Alta Vulnerabilidade espalhados por uma área mais ampla do território.

Embora ainda exista um núcleo central com níveis elevados de vulnerabilidade, esse núcleo apresenta menor intensidade de concentração e maior fragmentação espacial. As células mais vulneráveis não formam um bloco contínuo tão definido, mas se distribuem entre áreas adjacentes que exibem níveis intermediários de vulnerabilidade, indicando transições espaciais mais graduais.

A utilização da malha hexagonal evidencia, inclusive, a coexistência de diferentes níveis de vulnerabilidade em regiões próximas, revelando uma heterogeneidade intraurbana. Esse comportamento sugere que os critérios associados à população e aos domicílios produzem uma leitura espacial menos concentrada, exibindo variações locais que podem ser um reflexo das diferenças na densidade residencial e na distribuição habitacional em Mossoró.

Figura 17 - Resultado Ranking 2 Mossoró (Modelo 3)

a) Ranking 2 do Modelo 3 para cidade de Mossoró no ano de 2023; b) Ranking 2 do Modelo 3 para cidade de Mossoró no ano de 2024



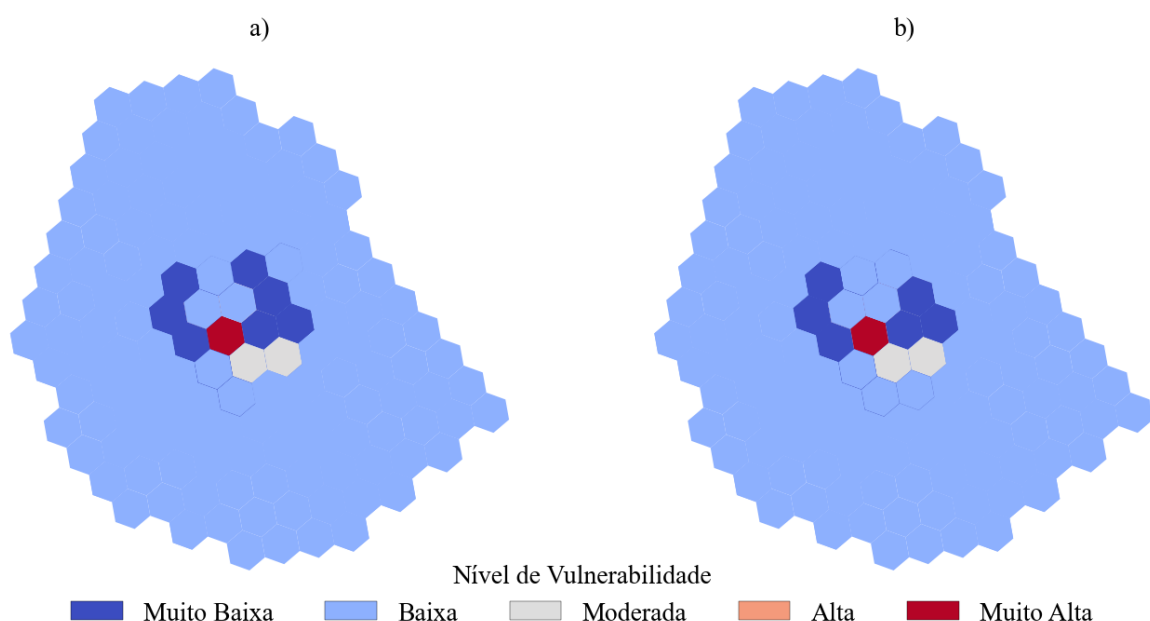
Fonte: Elaboração própria.

Os resultados do Ranking 3 no Modelo 3, apresentados na Figura 18, indicam um padrão espacial caracterizado pela predominância de células classificadas nos níveis de Baixa e Moderada Vulnerabilidade, intercaladas por áreas de Alta e Muito Alta Vulnerabilidade.

Diferentemente dos rankings anteriores, não se observa a formação de grandes áreas contínuas de maior risco, mas sim a ocorrência de focos de alta vulnerabilidade. Esse resultado sugere que os critérios associados a locais de passagem e circulação de pessoas produzem uma distribuição espacial mais dividida, na qual a vulnerabilidade emerge de forma localizada e descontínua no território.

Figura 18 – Resultado Ranking 3 Mossoró (Modelo 3)

a) Ranking 3 do Modelo 3 para cidade de Mossoró no ano de 2023; b) Ranking 3 do Modelo 3 para cidade de Mossoró no ano de 2024



Fonte: Elaboração própria.

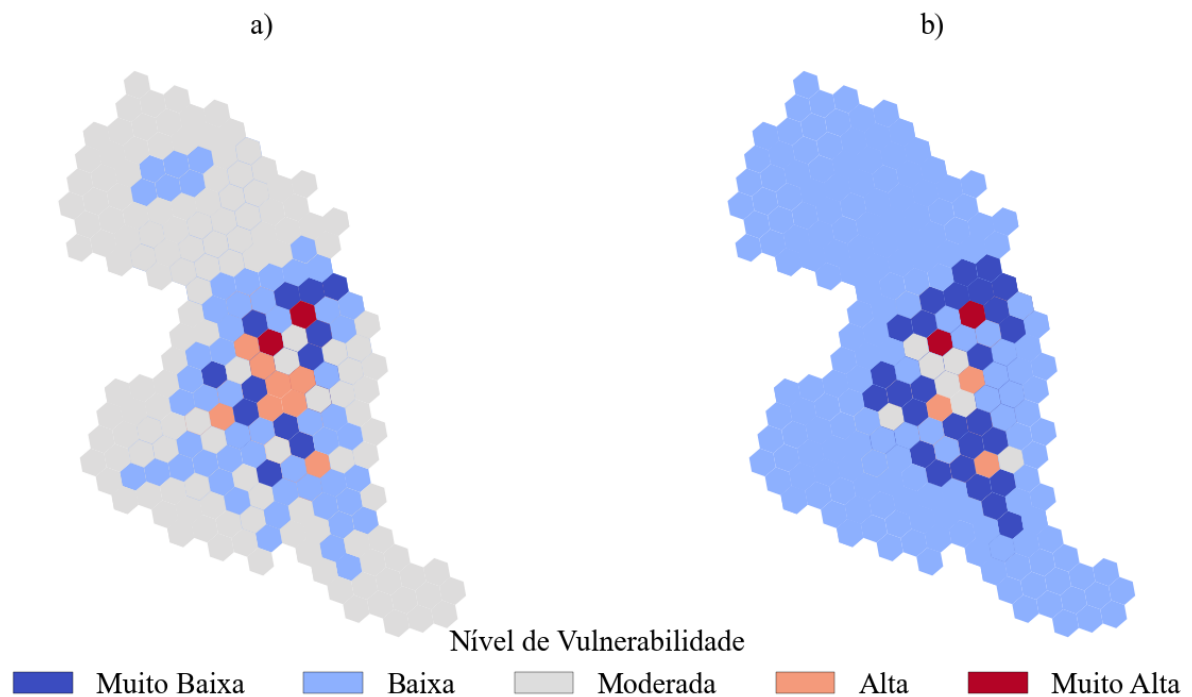
Para o município de Natal, os resultados do Modelo 3 apresentam uma distribuição espacial ainda mais heterogênea quando comparado a Mossoró. As malhas geográficas permitiram a identificação de áreas predominantemente com baixa vulnerabilidade, intercalados com células com alto nível de vulnerabilidade, se concentrando em regiões específicas da cidade.

A Figura 19 apresenta os resultados do Modelo 3 referentes ao Ranking 1. É evidente que, embora grande parte da cidade apresente condições relativamente menos vulneráveis, alguns agrupamentos de hexágonos com valores elevados se destacam, configurando áreas críticas bem definidas. A adoção das malhas geográficas no Modelo 3 foi fundamental para revelar esses focos com maior precisão espacial, inclusive em regiões que, nos modelos baseados em bairros, apareciam diluídas em classificações agregadas. Assim, o padrão

identificado reforça que a vulnerabilidade em Natal, quando associada a critérios de amenidades urbanas, tende a se concentrar em pontos específicos do espaço urbano, evidenciando microterritórios de maior risco que demandam atenção diferenciada nas estratégias de prevenção e intervenção.

Figura 19 – Resultado Ranking 1 Natal (Modelo 3)

a) Ranking 1 do Modelo 3 para cidade de Natal no ano de 2023; b) Ranking 1 do Modelo 3 para cidade de Natal no ano de 2024



Fonte: Elaboração própria.

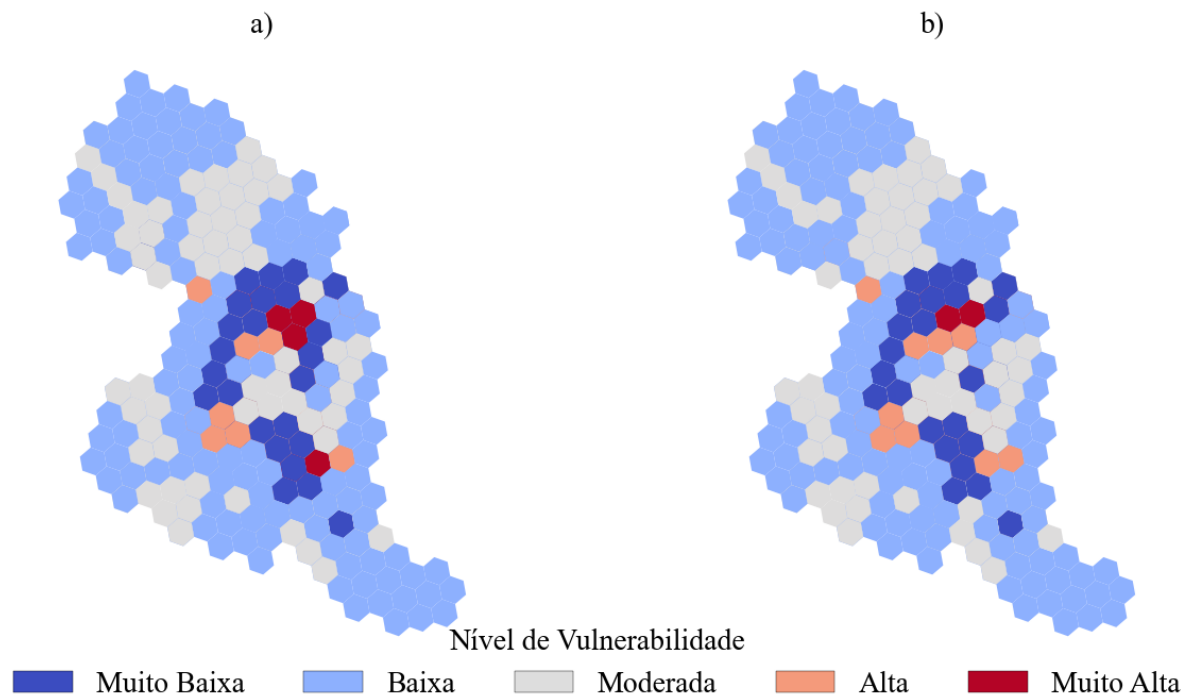
Na Figura 20, referente ao ranking 2 do Modelo 3, apresenta-se uma maior dispersão espacial das classes de vulnerabilidade, sem a formação de grandes áreas contíguas com níveis elevados, o que evidencia um padrão de heterogeneidade intraurbana mais acentuado.

Esse comportamento está diretamente associado aos critérios demográficos que compõem o Ranking 2, como população e domicílios, os quais tendem a apresentar variações graduais e fragmentadas no espaço urbano. Diferentemente dos rankings baseados em amenidades (Ranking 1), esses critérios captam variações mais graduais na densidade residencial e na ocupação do território, resultando em uma distribuição espacial mais difusa da vulnerabilidade. Assim, o padrão identificado sugere que, em Natal, a vulnerabilidade associada

a fatores demográficos se manifesta de forma difusa, refletindo a complexidade da estrutura urbana e a coexistência de áreas com distintos níveis de exposição ao risco dentro de um mesmo contexto espacial.

Figura 20 – Resultado Ranking 2 Natal (Modelo 3)

a) Ranking 2 do Modelo 3 para cidade de Natal no ano de 2023; b) Ranking 2 do Modelo 3 para cidade de Natal no ano de 2024

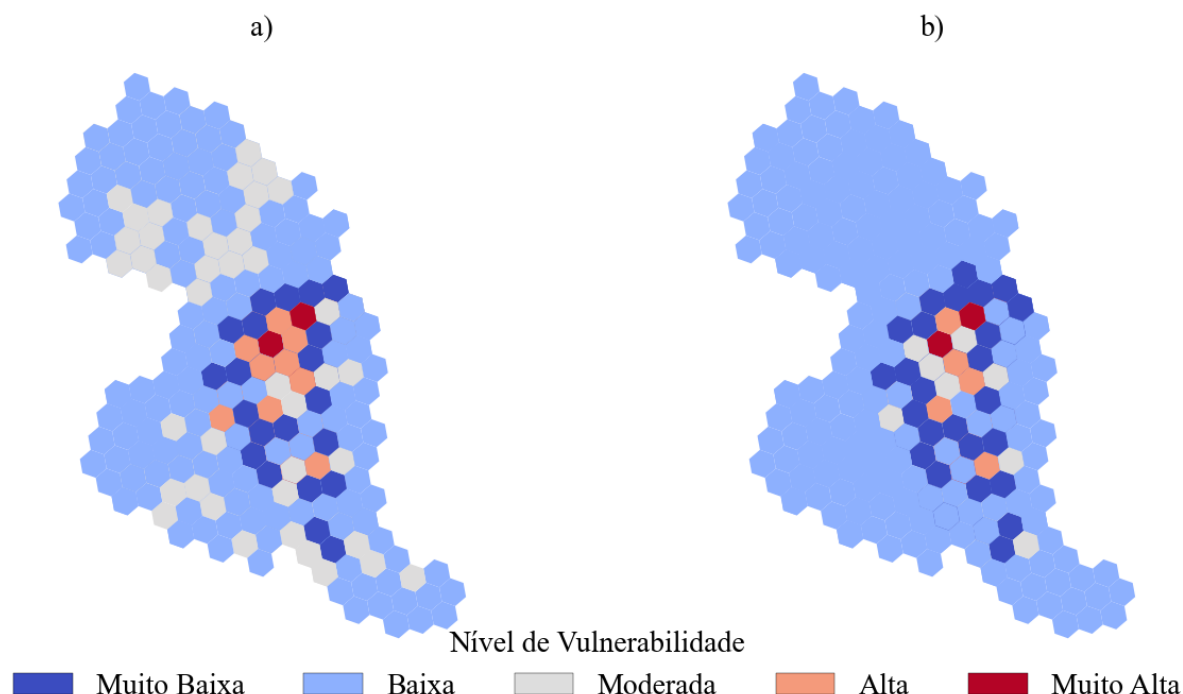


Fonte: Elaboração própria.

O ranking 3, apresentado na Figura 21, mostra um padrão mais concentrado de vulnerabilidade em comparação aos rankings anteriores, com a formação de núcleos específicos que apresentam níveis mais elevados. Esses núcleos destacam-se sobretudo em regiões onde há maior circulação de pessoas e presença de pontos de passagem, coerente com os critérios que compõem o Ranking 3. Ainda que tais áreas se sobressaiam, a distribuição da vulnerabilidade não ocorre de forma contínua no território, mas sim de maneira fragmentada, com células de menor vulnerabilidade intercaladas entre áreas mais críticas. Esse comportamento evidencia que o risco associado a esse conjunto de critérios manifesta-se de forma localizada, sem configurar extensas zonas homogêneas de alta vulnerabilidade.

Figura 21 – Resultado Ranking 3 (Modelo 3)

a) Ranking 3 do Modelo 3 para cidade de Natal no ano de 2023; b) Ranking 3 do Modelo 3 para cidade de Natal no ano de 2024



Fonte: Elaboração própria.

Em síntese, os resultados do Modelo 3 demonstram que a utilização de malhas geográficas como alternativas para o modelo de decisão ampliou a capacidade de identificação de padrões espaciais de vulnerabilidade a crimes patrimoniais. Essa abordagem trouxe inovações ao superar os limites associados a análises por bairros, possibilitando a evidenciação de heterogeneidades urbanas relevantes.

Esses resultados reforçam que tanto a escolha do método quanto a definição das alternativas exercem influência direta sobre os resultados dos modelos de decisão multicritério. Nesse sentido, o Modelo 3 configura-se como uma ferramenta complementar aos modelos anteriores, ao permitir uma análise espacial mais detalhada da vulnerabilidade entre as regiões.

Diferentemente dos rankings agregados por bairros, esse modelo possibilita isolar áreas críticas a partir da relação entre as ocorrências criminais e a presença de determinados estabelecimentos e locais de alta circulação, identificando com maior precisão onde a vulnerabilidade tende a se concentrar. Na prática, essa abordagem pode subsidiar o planejamento de ações de segurança pública mais direcionadas, como o reforço do policiamento, a reorganização do uso do espaço urbano ou a priorização de investimentos em

áreas específicas, contribuindo para intervenções mais eficientes e alinhadas às características de cada cidade.

4.4 Discussão dos Resultados

Os resultados desta pesquisa evidenciam que a vulnerabilidade a crimes contra o patrimônio, especificamente roubos e furtos, apresenta dependência da configuração espacial urbana e da combinação entre variáveis sociais, econômicas, demográficas e de amenidades urbanas. A aplicação de três modelos multicritério, com diferentes alternativas e níveis de agregação espacial, permitiu analisar o fenômeno sob diferentes perspectivas, ampliando a possibilidade de interpretações.

No Modelo 1, estruturado a partir dos bairros como alternativas, observou-se que os rankings produzidos pelo método PROMETHEE II apresentaram padrões espaciais distintos conforme o conjunto de critérios utilizados. O Ranking 1, composto majoritariamente por amenidades urbanas associadas à saúde, alimentação, bem-estar e serviços financeiros, revelou maior concentração de bairros classificados como de Alta e Muito Alta Vulnerabilidade nas áreas centrais das cidades. Esse padrão foi consistente entre os anos analisados, reforçando a estabilidade temporal da criminalidade nesses territórios e sugerindo que a presença de estabelecimentos comerciais e de serviços funciona como elemento atrativo para a ocorrência de crimes de roubos e furtos, em função da maior circulação de pessoas e de capital econômico.

Em contraste, o Ranking 2 do Modelo 1, fundamentado em critérios demográficos e habitacionais, apresentou uma redistribuição espacial da vulnerabilidade, deslocando os bairros mais críticos das áreas centrais para as extremidades urbanas. Esse resultado indica que fatores como densidade populacional, número de domicílios e estrutura residencial exercem papel relevante na configuração da vulnerabilidade criminal, especialmente em cidades com maior contingente populacional, como Natal. A diferença observada entre Natal e Mossoró nesse ranking reforça que a população e a distribuição de residências influenciam a exposição ao crime, resultando em padrões espaciais menos homogêneos.

O Ranking 3 do Modelo 1, por sua vez, associado a locais de passagem e alta circulação, como paradas de ônibus, igrejas, escolas e hospitais, apresentou predominância de bairros classificados com Baixa e Muito Baixa Vulnerabilidade. Esse resultado sugere que, embora esses espaços concentrem fluxo de pessoas, a menor circulação direta de dinheiro e a permanência reduzida dos indivíduos podem diminuir sua atratividade para crimes patrimoniais, quando comparados a áreas comerciais e de serviços financeiros. Ainda assim,

foram identificados bairros específicos com níveis elevados de vulnerabilidade, indicando que, apesar das restrições, o crime também pode ocorrer nesses espaços.

A análise espacial por meio do Índice de Moran complementou os resultados do PROMETHEE II, ao evidenciar a existência de dependência espacial nos padrões de vulnerabilidade. Os clusters de Alta-Alta e Baixa-Baixa identificados nos diferentes rankings confirmam que a criminalidade tende a se concentrar espacialmente, formando áreas críticas e áreas seguras. Ademais, a variação dos clusters entre os rankings demonstra que a definição dos critérios exerce influência direta sobre a identificação da vulnerabilidade, reforçando a importância da seleção e agrupamento das variáveis em modelos multicritério.

A adaptação do Modelo 1, com a exclusão das ocorrências como critério, evidenciou que os rankings permaneceram praticamente inalterados, indicando que os resultados não foram determinados exclusivamente pelos registros criminais. Esse achado reforça que as amenidades urbanas e os fatores estruturais desempenham papel decisivo na configuração da vulnerabilidade criminal, validando a proposta metodológica de integrar essas variáveis à análise da criminalidade.

O Modelo 2, que incorporou a adaptação espacial ao PROMETHEE II, revelou resultados mais homogêneos quando comparados ao Modelo 1. A influência dos bairros vizinhos tornou-se mais evidente, reduzindo a divisão dos resultados e destacando regiões mais vulneráveis. Como principal achado desse modelo tem-se a recorrente identificação de apenas um bairro na classe de Muito Alta Vulnerabilidade em todos os rankings e anos, indicando que a incorporação da dependência espacial reduz extremos e evidencia padrões mais consistentes. Esse comportamento sugere que o Modelo 2 é particularmente adequado para subsidiar decisões estratégicas de policiamento e planejamento urbano.

Por fim, o Modelo 3, que utilizou malhas geográficas como alternativas, ampliou significativamente o nível de detalhamento da análise espacial. A adoção de hexágonos permitiu identificar heterogeneidades intraurbanas que não eram perceptíveis nos modelos baseados em bairros, reduzindo os efeitos de agregação associados às unidades administrativas. Os resultados mostram que a vulnerabilidade criminal se manifesta de forma fragmentada, com células específicas concentrando níveis elevados de risco, especialmente nos rankings associados às amenidades urbanas. Em Natal, essa abordagem destacou regiões específicas de alta vulnerabilidade em meio a grandes áreas de baixa exposição, enquanto em Mossoró os padrões apresentaram maior concentração espacial.

Os resultados detalhados de cada ranking, com a identificação dos bairros associados, encontram-se apresentados nos Apêndices C e D. Com o objetivo de atender ao propósito central desta pesquisa, que consiste em analisar os níveis de vulnerabilidade à ocorrência de roubos e furtos, procede-se à comparação das características que apresentaram maior expressividade nas classes de vulnerabilidade mais elevadas.

No Ranking 1, destacaram-se, em Mossoró, os bairros Centro e Santo Antônio e, em Natal, Lagoa Nova e Tirol. Esses bairros foram consistentemente classificados como os de Maior Vulnerabilidade nos modelos desenvolvidos, indicando áreas que demandam maior atenção do poder público, especialmente no que se refere ao direcionamento de ações de segurança e estratégias preventivas voltadas à redução dos crimes contra o patrimônio. Nesse ranking, os critérios relacionados à saúde e instituições de ensino exerceram maior influência nos resultados, sugerindo que a concentração desses equipamentos urbanos pode estar associada ao aumento da vulnerabilidade, possivelmente em função do maior fluxo de pessoas e da intensificação das atividades cotidianas nessas regiões.

No Ranking 2, cuja composição é fortemente influenciada por critérios demográficos, observa-se que, em Mossoró, o bairro Centro se destaca como o mais vulnerável, seguido pela Abolição. Esses bairros apresentam elevados valores de população e de domicílios, o que contribui diretamente para sua posição no ranking. O bairro Abolição, por exemplo, concentra mais de 32 mil habitantes e aproximadamente 15 mil domicílios, configurando-se como uma das áreas mais densamente ocupadas do município. Essa elevada concentração populacional e residencial amplia a exposição ao risco e reforça a vulnerabilidade associada aos critérios demográficos considerados no modelo.

Em Natal, os bairros classificados nas classes mais elevadas de vulnerabilidade foram Lagoa Azul, Lagoa Nova, Nossa Senhora da Apresentação, Pajuçara, Ponta Negra e Potengi. Entre esses, Lagoa Nova se destaca por apresentar uma população significativamente acima da média dos bairros, com mais de 52 mil habitantes, além de elevado número de domicílios e unidades habitacionais privadas. Esse padrão se repete, em diferentes intensidades, nos demais bairros listados, os quais concentram grandes contingentes populacionais e expressiva ocupação residencial.

Os resultados do Ranking 2 reforçam que, quando considerados critérios demográficos, a vulnerabilidade tende a se concentrar em áreas com maior densidade populacional e maior número de domicílios, independentemente da presença direta de amenidades ou de ocorrências criminais explícitas.

Em bairros densamente ocupados, medidas de prevenção tendem a ser mais eficazes que ações repressivas. Isso inclui melhoria da iluminação pública, ordenamento do uso do solo, controle de áreas com alta concentração de pedestres e reorganização de espaços públicos que favoreçam vigilância natural. Essas ações reduzem oportunidades para crimes contra o patrimônio sem depender apenas do aumento de patrulhamento policial.

No Ranking 3, a vulnerabilidade é explicada principalmente por critérios associados a locais de passagem e circulação de pessoas, com destaque para a presença de pontos de ônibus, além de equipamentos como igrejas, escolas, universidades e hotéis. Os resultados indicam que os bairros classificados com maior vulnerabilidade compartilham a característica comum de intensa mobilidade cotidiana, o que amplia a exposição a crimes contra o patrimônio.

Em Mossoró, o bairro Centro se destaca de forma expressiva, concentrando elevados quantitativos de pontos de ônibus (15), igrejas (14) e escolas (14), além de registrar os maiores volumes de ocorrências em 2023 e 2024. Esse resultado é coerente com a função do Centro como área de convergência de fluxos urbanos, reunindo comércio, serviços e transporte coletivo, o que aumenta a circulação de pessoas e, consequentemente, as oportunidades para a prática de roubos e furtos. O bairro Alto de São Manoel também apresenta presença relevante desses equipamentos, embora em menor magnitude, refletindo um padrão semelhante, porém menos intenso.

Em Natal, os bairros Candelária e Capim Macio figuram entre os mais vulneráveis nesse ranking. Ambos apresentam elevada concentração de pontos de ônibus, além da presença de escolas, universidades e hotéis, elementos que reforçam seu papel como áreas de circulação diária e atração de usuários não residentes. Em especial, Capim Macio combina infraestrutura educacional e serviços com intensa movimentação pendular, o que contribui para a manutenção de níveis elevados de vulnerabilidade observados nos dois anos analisados.

O predomínio dos pontos de ônibus como critério relevante sugere que a vulnerabilidade captada no Ranking 3 está menos relacionada à permanência residencial e mais vinculada à dinâmica dos deslocamentos urbanos. Esses locais concentram fluxos previsíveis de pessoas, muitas vezes em situações de espera e menor vigilância, o que tende a aumentar a atratividade para crimes oportunistas. Assim, os resultados indicam que a vulnerabilidade associada ao Ranking 3 decorre fundamentalmente da intensidade e regularidade da circulação.

O reforço do policiamento direcionado constitui uma estratégia para a mitigação dos crimes contra o patrimônio em áreas caracterizadas por elevada circulação de pessoas. A atuação ostensiva e preventiva deve priorizar pontos de ônibus, entornos de escolas,

universidades e demais espaços de uso coletivo, sobretudo nos horários de maior fluxo, nos quais se intensificam as oportunidades para a prática de delitos oportunistas. A presença policial visível nesses locais contribui para a dissuasão do comportamento criminoso, além de ampliar a sensação de segurança dos usuários do espaço público. Dessa forma, essa abordagem permite alinhar a alocação dos recursos de segurança às dinâmicas espaciais e temporais identificadas no território, tornando as ações de prevenção mais eficientes e direcionadas.

Em síntese, os resultados demonstram que a vulnerabilidade a roubos e furtos é um fenômeno complexo e espacialmente dependente, cuja compreensão exige a combinação de métodos multicritério e técnicas de análise espacial. A comparação entre os três modelos evidencia que a escolha das alternativas e a incorporação da dimensão espacial influenciam diretamente os resultados, tornando os modelos complementares entre si. Dessa forma, a pesquisa oferece contribuições relevantes tanto do ponto de vista metodológico quanto prático, ao fornecer subsídios mais precisos para o planejamento urbano e a formulação de políticas de segurança pública baseadas em evidências espaciais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo desenvolver e aplicar modelos de decisão multicritério para a avaliação da vulnerabilidade a crimes patrimoniais no contexto urbano do Rio Grande do Norte, integrando variáveis criminais, demográficas e amenidades urbanas. Para isso, utilizou-se o método PROMETHEE II em diferentes configurações, considerando distintas unidades espaciais de análise, com o propósito de compreender como a escolha dos critérios e da escala espacial influencia os resultados obtidos.

Os resultados evidenciam que a vulnerabilidade a roubos e furtos não se distribui de forma homogênea no espaço urbano, tanto em Natal quanto em Mossoró. A aplicação dos Modelos 1 e 2, baseados em unidades administrativas tradicionais, permitiu identificar padrões gerais de vulnerabilidade e destacar áreas com maior concentração de risco. No entanto, esses modelos também revelaram limitações associadas à agregação espacial, uma vez que áreas classificadas de forma semelhante podem apresentar heterogeneidades internas relevantes.

Nesse sentido, o Modelo 3, que incorpora a adaptação espacial por meio de malhas geográficas, representou um avanço metodológico ao possibilitar uma análise mais detalhada do território. Por isso, a utilização de hexágonos permitiu capturar variações intraurbanas que não eram observadas nos modelos anteriores, evidenciando que áreas vizinhas podem apresentar níveis distintos de vulnerabilidade. Esse resultado reforça a importância da escolha da unidade espacial na análise da criminalidade.

A comparação entre os diferentes rankings gerados pelo PROMETHEE II também demonstrou que a composição dos critérios exerce influência direta sobre a configuração espacial da vulnerabilidade. Rankings baseados em amenidades urbanas, características demográficas ou locais de circulação apresentaram padrões distintos, indicando que a vulnerabilidade resulta da interação de múltiplos fatores e não pode ser atribuída a um único conjunto de variáveis.

Adicionalmente, a incorporação de técnicas de análise espacial, como o Índice de Moran, contribuiu para a compreensão dos padrões de autocorrelação espacial associados aos rankings obtidos, o que possibilitou a identificação de agrupamentos espaciais de maior ou menor vulnerabilidade.

Os resultados desta pesquisa oferecem subsídios para o planejamento urbano e para a formulação de políticas públicas mais direcionadas. A identificação de áreas com diferentes níveis de vulnerabilidade, em distintas escalas espaciais, pode auxiliar gestores públicos na priorização de ações de prevenção, alocação de recursos e definição de estratégias de segurança

mais adequadas para cada cidade. Ressalta-se, contudo, que os resultados dessa pesquisa devem ser interpretados como instrumentos de apoio à decisão, e não como planos de ação para a criminalidade. Esses modelos devem ser interpretados e utilizados de acordo com o objetivo e as preferências do decisor.

Entre as limitações dessa pesquisa, destacam-se a dependência da disponibilidade e qualidade dos dados utilizados, bem como a escolha dos critérios e pesos adotados nos modelos multicritério. Além disso, a análise concentrou-se em dois municípios do Rio Grande do Norte, o que restringe a generalização dos resultados para outros contextos urbanos. Essas limitações, no entanto, não invalidam os achados, mas indicam restrição em sua interpretação. Visto que para o contexto de criminalidade, cada território urbano irá conter suas particularidades e contextos, por isso os resultados de uma cidade não podem ser generalizados para outra.

Como sugestões para pesquisas futuras, recomenda-se a ampliação da análise para outros municípios ou regiões, bem como a incorporação de novos critérios que possam capturar outras dimensões da vulnerabilidade urbana. Até mesmo, indica-se a utilização dos mesmos critérios e grupos utilizados nesse trabalho para aplicação em outras cidades do RN, para comparar como a dinâmica urbana afeta a criminalidade em diferentes regiões.

Em síntese, esta dissertação contribui para a literatura ao integrar métodos multicritério e análise espacial na avaliação da vulnerabilidade a crimes patrimoniais, evidenciando a relevância da escala espacial e da composição dos critérios na interpretação dos resultados. Os resultados reforçam que abordagens metodológicas integradas são fundamentais para compreender fenômenos urbanos e para subsidiar decisões no âmbito do planejamento urbano e da segurança pública.

REFERÊNCIAS

- ABADE, V.; HARDT, L.; HARDT, C. Safe Landscape: Evaluating Crime Prevention through Urban Morphology and Natural Surveillance Metrics. **Global Journal of Human-Social Science**, [s. l.], 2024. <https://doi.org/10.34257/gjhssbvol24is4pg67>.
- ABRAMS, D. S. COVID and crime: An early empirical look. **Journal of Public Economics**, [s. l.], vol. 194, p. 104344, Feb. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2020.104344>.
- AMEMIYA, M.; OHYAMA, T. Uneven spatial distribution of crime and annual changes in major Japanese cities. **Reports of the City Planning Institute of Japan**, [s. l.], vol. 19, no. 4, p. 408–411, 3 Mar. 2021. https://doi.org/10.11361/reportscpij.19.4_408.
- ANDRESEN, M. A. Crime measures and the spatial analysis of criminal activity. **British Journal of Criminology**, [s. l.], vol. 46, no. 2, p. 258–285, Mar. 2006. <https://doi.org/10.1093/bjc/azi054>.
- ANGAW, D. A.; MELESSE, A. W.; GEREMEW, B. M.; TESEMA, G. A. Spatial distribution and determinants of intimate partner violence among reproductive-age women in Ethiopia: Spatial and Multilevel analysis. **BMC Women's Health**, [s. l.], vol. 21, no. 1, p. 81, 25 Dec. 2021. <https://doi.org/10.1186/s12905-021-01218-3>.
- ANSELIN, L. Local Indicators of Spatial Association—LISA. **Geographical Analysis**, [s. l.], vol. 27, no. 2, p. 93–115, 3 Apr. 1995. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>.
- ANSFIELD, B. The Broken Windows of the Bronx: Putting the Theory in Its Place. **American Quarterly**, [s. l.], vol. 72, no. 1, p. 103–127, 2020. <https://doi.org/10.1353/aq.2020.0005>.
- ARVIN, M. *et al.* Examining the relationship between urban form and social inequality: A neighborhood-level analysis. **Applied Geography**, [s. l.], 2025. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2025.103532>.
- ASHIK, F.; MIM, S.; NEEMA, M. Towards vertical spatial equity of urban facilities: an integration of spatial and aspatial accessibility. **Journal of Urban Management**, [s. l.], v. 9, p. 77–92, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jum.2019.11.004>.
- BARTON, M.; VALASIK, M.; BRAULT, E. Disorder or disadvantage: investigating the tension between neighborhood social structure and the physical environment on local violence. **Criminal Justice Review**, [s. l.], v. 46, p. 134–155, 2021. <https://doi.org/10.1177/0734016821996798>.
- BELGHIT, M. Urban violence and criminality: a socio-ethnographic study. **Management Intercultural**, [s. l.], 2024. <https://doi.org/10.70147/m521724>.

BELTON, V.; STEWART, T. J. **Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2002.

BENABBOU, A. Land use suitability analysis using an approach combining GIS, regionalization, and PROMETHEE II. **Annals of GIS**, [s. l.], vol. 30, no. 1, p. 121–136, 2 Jan. 2024. <https://doi.org/10.1080/19475683.2024.2304183>.

BIAGI, B.; LADU, M.; MELEDDU, M.; ROYUELA, V. Tourism and the city: the impact on residents' quality of life. **International Journal of Tourism Research**, [s. l.], 2019. <https://doi.org/10.1002/jtr.2326>.

BLOOM, D.; CANNING, D.; FINK, G. Urbanization and the Wealth of Nations. **Science**, [s. l.], vol. 319, p. 772–775, 2008. <https://doi.org/10.1126/science.1153057>.

BOKHARI, A.; SHARIFI, F. Simultaneous Inequity of Elderly Residents in Melbourne Metropolitan. **Sustainability**, [s. l.], vol. 15, no. 3, 2023. <https://doi.org/10.3390/su15032189>.

BOMAN, J. H.; GALLUPE, O. Has COVID-19 Changed Crime? Crime Rates in the United States during the Pandemic. **American Journal of Criminal Justice**, [s. l.], vol. 45, no. 4, p. 537–545, 8 Aug. 2020. <https://doi.org/10.1007/s12103-020-09551-3>.

BONI BITTENCOURT, M.; NICHE TEIXEIRA, A. Estrutura social e dinâmica da violência: determinantes sociais dos homicídios intencionais nas microrregiões brasileiras. **Revista Brasileira de Estudos de População**, [s. l.], vol. 40, p. 1–25, 12 May 2023. <https://doi.org/10.20947/S0102-3098a0240>.

BRANS, J. P.; VINCKE, Ph.; MARESCHAL, B. How to select and how to rank projects: The Promethee method. **European Journal of Operational Research**, [s. l.], vol. 24, no. 2, p. 228–238, Feb. 1986. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(86\)90044-5](https://doi.org/10.1016/0377-2217(86)90044-5).

BRASIL. Decreto-Lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940. Código Penal. **Diário Oficial da União: seção 1**, p. 23941, 31 dez. 1940. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del2848compilado.htm. Acesso em: 9 jul. 2025.

BRUNTON-SMITH, I.; STURGIS, P. Do neighborhoods generate fear of crime? an empirical test using the British Crime Survey. **Criminology**, [s. l.], v. 49, p. 331–369, 2011. <https://doi.org/10.1111/j.1745-9125.2011.00228.x>.

BRISON, V.; PIRLOT, M. A spatial utility model for ranking maps. **Annals of Operations Research**, [s. l.], 26 Jan. 2025. <https://doi.org/10.1007/s10479-025-06499-7>.

BROWNING, C. R. *et al.* Commercial Density, Residential Concentration, and Crime: Land Use Patterns and Violence in Neighborhood Context. **Journal of Research in Crime and**

Delinquency, [s. 1.], vol. 47, no. 3, p. 329–357, 28 Aug. 2010a. <https://doi.org/10.1177/0022427810365906>.

BROWNING, C. R. *et al.* Commercial Density, Residential Concentration, and Crime: Land Use Patterns and Violence in Neighborhood Context. **Journal of Research in Crime and Delinquency**, [s. 1.], vol. 47, no. 3, p. 329–357, 28 Aug. 2010b. <https://doi.org/10.1177/0022427810365906>.

BURSIK, R. J. SOCIAL DISORGANIZATION AND THEORIES OF CRIME AND DELINQUENCY: PROBLEMS AND PROSPECTS. **Criminology**, [s. 1.], vol. 26, no. 4, p. 519–552, 7 Nov. 1988. <https://doi.org/10.1111/j.1745-9125.1988.tb00854.x>.

CAPLAN, J. M. *et al.* Tracking Risk for Crime Throughout the Day: An Examination of Jersey City Robberies. **Criminal Justice Review**, [s. 1.], vol. 46, no. 2, p. 259–273, 30 Jun. 2021. <https://doi.org/10.1177/0734016820981628>.

CARLINO, G. A.; SAIZ, A. Beautiful city: Leisure amenities and urban growth. **Journal of Regional Science**, [s. 1.], vol. 59, no. 3, p. 369–408, 7 Jun. 2019. <https://doi.org/10.1111/jors.12438>.

CHIH-FENG SHU, S. Housing layout and crime vulnerability. **URBAN DESIGN International**, [s. 1.], vol. 5, no. 3–4, p. 177–188, 24 Dec. 2000. <https://doi.org/10.1057/palgrave.udi.9000016>.

CHIN, J. T. Location Choice of New Business Establishments: Understanding the Local Context and Neighborhood Conditions in the United States. **Sustainability**, [s. 1.], vol. 12, no. 2, p. 501, 9 Jan. 2020. <https://doi.org/10.3390/su12020501>.

CLARK, T. N. *et al.* Amenities Drive Urban Growth. **Journal of Urban Affairs**, [s. 1.], vol. 24, no. 5, p. 493–515, 2 Dec. 2002. <https://doi.org/10.1111/1467-9906.00134>.

COHEN, L. E.; FELSON, M. Social Change and Crime Rate Trends: A Routine Activity Approach. **American Sociological Review**, [s. 1.], vol. 44, no. 4, p. 588, Aug. 1979. <https://doi.org/10.2307/2094589>.

ÇOLAK, H. E. *et al.* Multicriteria decision and sensitivity analysis support for optimal airport site locations in Ordu Province, Turkey. **Annals of GIS**, [s. 1.], vol. 29, no. 3, p. 441–468, 3 Jul. 2023. <https://doi.org/10.1080/19475683.2023.2192763>.

COOK, S. *et al.* Beyond Policy Diffusion: Spatial Econometric Models of Public Administration. **SSRN Electronic Journal**, [s. 1.], 2018. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3354114>.

COSTA NETO, L. A.; FIGUEIREDO, C. J. J.; NEPOMUCENO, T. C. C. Decision Spatial Model to Evaluate Human Development in the State of Rio Grande do Norte. **Pesquisa Operacional**, [s. l.], vol. 44, 2024. <https://doi.org/10.1590/0101-7438.2023.043.00275692>.

CUEVA, D.; CABRERA-BARONA, P. Spatial, Temporal, and Explanatory Analyses of Urban Crime. **Social Indicators Research**, [s. l.], vol. 174, no. 2, p. 611–629, 1 Sep. 2024. <https://doi.org/10.1007/s11205-024-03408-6>.

CUI, L. *et al.* Spatial Distribution and Location Determinants of High-Tech Firms in Shenzhen, a Chinese National Innovative City. **Land**, [s. l.], vol. 13, no. 9, p. 1355, 25 Aug. 2024. <https://doi.org/10.3390/land13091355>.

DANIELS, B.; ZAUNBRECHER, B.; PAAS, B.; OTTERMANN, R.; ZIEFLE, M.; ROß-NICKOLL, M. Assessment of urban green space structures and their quality from a multidimensional perspective. **Science of the Total Environment**, [s. l.], v. 615, p. 1364–1378, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.167>.

DELMELLE, E. Mapping the DNA of urban neighborhoods: clustering longitudinal sequences of neighborhood socioeconomic change. **Annals of the American Association of Geographers**, [s. l.], v. 106, p. 36–56, 2016. <https://doi.org/10.1080/00045608.2015.1096188>.

DE FIGUEIREDO, C. J. J.; DE SOUSA PEREIRA, D. V.; DE MIRANDA MOTA, C. M. Multi-Criteria Approach with Spatial Analysis and Remote Sensing for Public Security Planning. **GI_Forum**, [s. l.], vol. 1, p. 164–172, 2017. https://doi.org/10.1553/giscience2017_02_s164.

DE NADAI, M. *et al.* Socio-economic, built environment, and mobility conditions associated with crime: a study of multiple cities. **Scientific Reports**, [s. l.], vol. 10, no. 1, p. 13871, 17 Aug. 2020. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-70808-2>.

DE OLIVEIRA RIBEIRO COSTA, J. C. *et al.* Multicriteria Models in Support of Decision-Making in Public Security. **International Journal of Information Technology & Decision Making**, [s. l.], 13 Jun. 2025. <https://doi.org/10.1142/S021962202550052X>.

DE OLIVEIRA, V. H.; DE MEDEIROS, C. N.; CARVALHO, J. R. Violence and Local Development in Fortaleza, Brazil: A Spatial Regression Analysis. **Applied Spatial Analysis and Policy**, [s. l.], vol. 12, no. 1, p. 147–166, 20 Mar. 2019. <https://doi.org/10.1007/s12061-017-9236-4>.

DE SNYDER, V. N. S. *et al.* Social Conditions and Urban Health Inequities: Realities, Challenges and Opportunities to Transform the Urban Landscape through Research and Action. **Journal of Urban Health**, [s. l.], vol. 88, no. 6, p. 1183–1193, 18 Dec. 2011. <https://doi.org/10.1007/s11524-011-9609-y>.

DONOVAN, S. *et al.* An urban overhead? Crime, agglomeration, and amenity. **Journal of Housing Economics**, [s. l.], vol. 64, p. 101994, Jun. 2024. <https://doi.org/10.1016/j.jhe.2024.101994>.

DU, R.; LIU, K.; ZHAO, D.; FANG, Q. Urban amenity and urban economic resilience: evidence from China. **Frontiers in Public Health**, [s. l.], vol. 12, 9 May 2024. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1392908>.

DUGATO, M. Understanding the Multi-level Interactions Between Physical Environment and Neighborhood Characteristics in Assessing Vulnerability to Crime in Micro-places. **Crime & Delinquency**, [s. l.], vol. 68, no. 11, p. 1923–1947, 10 Oct. 2022. <https://doi.org/10.1177/00111287211035984>.

FERNANDES, J. R.; CHAMUSCA, P. Urban policies, planning and retail resilience. **Cities**, [s. l.], vol. 36, p. 170–177, Feb. 2014. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2012.11.006>.

FIGUEIRA, J.; MOUSSEAU, V.; ROY, B. Electre methods. In: FIGUEIRA, J.; GRECO, S.; EHRGOTT, M. (org.). *Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys*. New York: Springer, 2005. p. 133–153. **International Series in Operations Research & Management Science**.

FIGUEIREDO, C.; MOTA, C. Learning Preferences in a Spatial Multiple Criteria Decision Approach: An Application in Public Security Planning. **International Journal of Information Technology & Decision Making**, [s. l.], vol. 18, no. 04, p. 1403–1432, 26 Jul. 2019. <https://doi.org/10.1142/S0219622019500251>.

FREEMAN, S.; GROGGER, J.; SONSTELIE, J. The Spatial Concentration of Crime. **Journal of Urban Economics**, [s. l.], vol. 40, no. 2, p. 216–231, Sep. 1996. <https://doi.org/10.1006/juec.1996.0030>.

FREVEL, B.; SCHULZE, V. Local Security Governance in Vulnerable Residential Areas. In: **Governance and Security Issues of the European Union**, p. 371–383, 2020. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42523-4_25.

FREY, N. Equity in the distribution of urban environmental amenities: the case of Washington, D.C. **Urban Geography**, [s. l.], vol. 38, no. 10, p. 1534–1549, 26 Nov. 2017. <https://doi.org/10.1080/02723638.2016.1238686>.

GAIGNÉ, C.; ZENOU, Y. Agglomeration, city size and crime. **European Economic Review**, [s. l.], vol. 80, p. 62–82, Nov. 2015. <https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2015.08.014>.

GARNIER, S.; CAPLAN, J.; KENNEDY, L. Predicting dynamical crime distribution from environmental and social influences. **Frontiers in Applied Mathematics and Statistics**, [s. l.], v. 4, p. 13, 2018. <https://doi.org/10.3389/fams.2018.00013>.

GEHL, J. **Cidades para pessoas**. São Paulo: Perspectiva, 2013.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GUPTA, P.; BHARAT, A. A hybrid scale to relate natural and built environments: a pragmatic approach to sustainable cities. **International Journal of Sustainable Development & World Ecology**, [s. l.], vol. 30, p. 95–110, 2022. <https://doi.org/10.1080/13504509.2022.2123410>.

GLAESER, E. L.; SACERDOTE, B.; SCHEINKMAN, J. A. Crime and Social Interactions. **The Quarterly Journal of Economics**, [s. l.], vol. 111, no. 2, p. 507–548, 1 May 1996. <https://doi.org/10.2307/2946686>.

GRECO, S.; EHRGOTT, M.; FIGUEIRA, J. R. (Eds.). **Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys**. 2nd ed. New York: Springer, 2016.

GREENBERG, S. W. Fear and Its Relationship to Crime, Neighborhood Deterioration, and Informal Social Control. In: **The Fear of Crime**. [S. l.: s. n.], 1986. p. 47–62. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-8606-3_3.

HARJU, M.; LIESIÖ, J.; VIRTANEN, K. Spatial multi-attribute decision analysis: Axiomatic foundations and incomplete preference information. **European Journal of Operational Research**, [s. l.], vol. 275, no. 1, p. 167–181, May 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.11.013>.

HE, Z. *et al.* Multiscale analysis of the influence of street built environment on crime occurrence using street-view images. **Computers, Environment and Urban Systems**, [s. l.], vol. 97, p. 101865, Oct. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2022.101865>.

HIPP, J. R. GENERAL THEORY OF SPATIAL CRIME PATTERNS. **Criminology**, [s. l.], vol. 54, no. 4, p. 653–679, 7 Nov. 2016. <https://doi.org/10.1111/1745-9125.12117>.

HOLLIS-PEEL, M. E. *et al.* Guardianship for crime prevention: a critical review of the literature. **Crime, Law and Social Change**, [s. l.], vol. 56, no. 1, p. 53–70, 26 Aug. 2011. <https://doi.org/10.1007/s10611-011-9309-2>.

HRYSHCHENKO, I.; LAVSHCHENKO, S. Impact of local market development on sustainable (stable) city development. **E3S Web of Conferences**, [s. l.], vol. 208, p. 04009, 24 Nov. 2020. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020804009>.

INLOW, A. R. A comprehensive review of quantitative research on crime, the built environment, land use, and physical geography. **Sociology Compass**, [s. l.], vol. 15, no. 7, 19 Jul. 2021. <https://doi.org/10.1111/soc4.12889>.

JELOKHANI-NIARAKI, M.; MALCZEWSKI, J. The decision task complexity and information acquisition strategies in GIS-MCDA. **International Journal of Geographical Information Science**, [s. l.], vol. 29, no. 2, p. 327–344, 20 Feb. 2015. <https://doi.org/10.1080/13658816.2014.947614>.

KAPURIA, P. Understanding Quality of Life in an Urban Context: Measurement of Poverty and Vulnerability Using Fuzzy Logic. In: **Perspectives on the Use of New Information and Communication Technology (ICT) in the Modern Economy**, p. 239–254, 2018. https://doi.org/10.1007/978-981-10-5675-8_14.

KELLER, L. R.; SIMON, J. Preference Functions for Spatial Risk Analysis. **Risk Analysis**, [s. l.], vol. 39, no. 1, p. 244–256, 7 Jan. 2019. <https://doi.org/10.1111/risa.12892>.

KOLAK, M.; BHATT, J.; PARK, Y.; PADRÓN, N.; MOLEFE, A. Quantification of neighborhood-level social determinants of health in the continental United States. **JAMA Network Open**, [s. l.], v. 3, 2020. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2019.19928>.

KUBRIN, C. E.; WEITZER, R. New Directions in Social Disorganization Theory. **Journal of Research in Crime and Delinquency**, [s. l.], vol. 40, no. 4, p. 374–402, 1 Nov. 2003. <https://doi.org/10.1177/0022427803256238>.

LEVIN, A.; ROSENFELD, R.; DECKARD, M. The law of crime concentration: an application and recommendations for future research. **Journal of Quantitative Criminology**, [s. l.], v. 33, p. 635–647, 2017. <https://doi.org/10.1007/s10940-016-9332-7>.

LIU, F.; ZHAO, X.; WANG, M. Crime and urban facilities: spatial differences and planning responses in Changsha. **Sustainability**, [s. l.], v. 17, n. 4, p. 1750, 2025. <https://doi.org/10.3390/su17041750>.

LIU, L. *et al.* Capturing the spatial arrangement of POIs in crime modeling. **Computers, Environment and Urban Systems**, [s. l.], vol. 117, p. 102245, Apr. 2025. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2024.102245>.

LIU, S. *et al.* Entrepreneurship in Small Cities: Evidence From U.S. Micropolitan Areas. **Economic Development Quarterly**, [s. l.], vol. 35, no. 1, p. 3–21, 27 Feb. 2021. <https://doi.org/10.1177/0891242420941927>.

LOJA, P. S. *et al.* Amenities and crime: What is the association of amenities with crime in urban areas of Cuenca, Ecuador? **Regional Science Policy and Practice**, [s. l.], vol. 16, no. 8, 1 Aug. 2024. <https://doi.org/10.1016/j.rspp.2024.100062>

LÓPEZ, C. L. J. *et al.* Multicriteria Decision Model to Support the Evaluation of Common Jurisdiction Violence in the Capital Cities of the States of Mexico. **IEEE Access**, [s. l.], vol. 11, p. 38753–38769, 2023. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3268099>.

MALCZEWSKI, J.; JANKOWSKI, P. Emerging trends and research frontiers in spatial multicriteria analysis. **International Journal of Geographical Information Science**, [s. l.], vol. 34, no. 7, p. 1257–1282, 2 Jul. 2020. <https://doi.org/10.1080/13658816.2020.1712403>.

MALCZEWSKI, J.; RINNER, C. **Multicriteria Decision Analysis in Geographic Information Science**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2015. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-74757-4>.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

MARKS, S. R. Durkheim's Theory of Anomie. **American Journal of Sociology**, [s. l.], vol. 80, no. 2, p. 329–363, Sep. 1974. <https://doi.org/10.1086/225803>.

MARTIN A. ANDRESEN. **Environmental Criminology: Evolution, Theory, and Practice**. [S. l.: s. n.], 2014.

MASKALY, J.; BOGGESS, L. N. Broken Windows Theory. In: **The Encyclopedia of Theoretical Criminology**. [S. l.]: Wiley, 2014. p. 1–4. <https://doi.org/10.1002/9781118517390.wbetc127>.

MITCHELL POLINSKY, A.; SHAVELL, S. Amenities and property values in a model of an urban area. **Journal of Public Economics**, [s. l.], vol. 5, no. 1–2, p. 119–129, Jan. 1976. [https://doi.org/10.1016/0047-2727\(76\)90063-3](https://doi.org/10.1016/0047-2727(76)90063-3).

MOTA, C. M. de M.; FIGUEIREDO, C. J. J. de; PEREIRA, D. V. e S. Identifying areas vulnerable to homicide using multiple criteria analysis and spatial analysis. **Omega**, [s. l.], vol. 100, p. 102211, Apr. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2020.102211>.

NICOLETTI, L.; SIRENKO, M.; VERMA, T. Disadvantaged communities have lower access to urban infrastructure. **Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science**, [s. l.], v. 50, p. 831–849, 2022. <https://doi.org/10.1177/23998083221131044>.

NIGEL SOUTH; EAMONN CARRABINE; AVI BRISMAN. **The Routledge Companion to Criminological Theory and Concepts**. [S. l.: s. n.], 2017.

O'FLAHERTY, B.; SETHI, R. Urban Crime. **SSRN Electronic Journal**, [s. l.], 2014. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2467297>.

O'SULLIVAN, A. **Urban Economics**. 5. ed. Boston, MA: McGraw-Hill/Irwin, 2002.

PAES-MACHADO, E.; VIODRES-INOUE, S. Perception of fear and coercive management of victims of intercity bus robberies. **Criminology & Criminal Justice**, [s. l.], vol. 17, no. 1, p. 22–39, 24 Feb. 2017. <https://doi.org/10.1177/1748895816656032>.

PAPACHRISTOS, A. V.; BRAZIL, N.; CHENG, T. Understanding the Crime Gap: Violence and Inequality in an American City. **City & Community**, [s. l.], vol. 17, no. 4, p. 1051–1074, 1 Dec. 2018. <https://doi.org/10.1111/cico.12348>.

PASSOS, N. dos S. A investigação dos homicídios no Brasil. **Revista Brasileira de Segurança Pública**, [s. l.], vol. 16, no. 2, p. 202–219, 23 Mar. 2022. <https://doi.org/10.31060/rbsp.2022.v16.n2.1362>.

PATEL, R. *et al.* Investigating urban vulnerability and resilience: a call for applied integrated research to reshape the political economy of decision-making. **Environment and Urbanization**, [s. l.], vol. 32, no. 2, p. 589–598, 14 Oct. 2020. <https://doi.org/10.1177/0956247820909275>.

PATNI, J. C.; SAXENA, S.; JINDAL, H. Offensive Modelling to Exploit Ethical Hacking Perspective through Images. **International Journal of Information Technology & Decision Making**, [s. l.], 13 Jun. 2025. <https://doi.org/10.1142/S0219622025500518>.

PEDROSA, C. K. A. *et al.* ANÁLISE DA VULNERABILIDADE À OCORRÊNCIA DE FURTOS E ROUBOS NO RIO GRANDE DO NORTE SOB UMA PERSPECTIVA ESPACIAL E MULTICRITÉRIO. [S. l.: s. n.], 2024. <https://doi.org/10.59254/sbpo-2024-193798>.

PEREIRA, D. V. S.; MOTA, C. M. M.; ANDRESEN, M. A. Social Disorganization and Homicide in Recife, Brazil. **International Journal of Offender Therapy and Comparative Criminology**, [s. l.], vol. 61, no. 14, p. 1570–1592, 31 Oct. 2017. <https://doi.org/10.1177/0306624X15623282>.

PEREIRA LIBÓRIO, M. *et al.* Constructing Composite Indicators Through Extreme Values Reductions-Ordered Weighted Averaging: Human Development Index. **IEEE Access**, [s. l.], vol. 13, p. 48306–48317, 2025. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3546529>.

PICKETT, S. T. A. *et al.* Dynamic heterogeneity: a framework to promote ecological integration and hypothesis generation in urban systems. **Urban Ecosystems**, [s. l.], vol. 20, no. 1, p. 1–14, 30 Feb. 2017. <https://doi.org/10.1007/s11252-016-0574-9>.

RALEIGH, E.; GALSTER, G. Neighborhood Disinvestment, Abandonment, and Crime Dynamics. **Journal of Urban Affairs**, [s. l.], vol. 37, no. 4, p. 367–396, 30 Oct. 2015. <https://doi.org/10.1111/juaf.12102>.

RICH, R. C. A Political-Economy Approach to the Study of Neighborhood Organizations. **American Journal of Political Science**, [s. l.], vol. 24, no. 4, p. 559, Nov. 1980. <https://doi.org/10.2307/2110949>.

ROSA, A. G. F.; MOTA, C. M. de M.; FIGUEIREDO, C. J. J. de. A spatial multi-criteria decision analysis framework to reveal vulnerabilities of areas to incidences of street robberies. **Applied Geography**, [s. l.], vol. 151, p. 102840, Feb. 2023. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2022.102840>.

ROY, S.; MAJUMDER, S.; BOSE, A.; CHOWDHURY, I. Spatial heterogeneity in the urban household living conditions: a GIS-based spatial analysis. **Annals of GIS**, [s. l.], v. 30, p. 81–104, 2024. <https://doi.org/10.1080/19475683.2024.2304194>.

SAATY, T. L. The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation. **New York: McGraw-Hill**, 1980.

SAGI, A.; GAL, A.; BROITMAN, D.; CZAMANSKI, D. An unsupervised machine learning approach to the spatial analysis of urban systems through neighbourhoods' dynamics. **Land Use Policy**, [s. l.], 2024. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2024.107235>.

SHIN, J.; NEWMAN, G.; PARK, Y. Urban versus rural disparities in amenity proximity and housing price: the case of integrated urban–rural city, Sejong, South Korea. **Journal of Housing and the Built Environment**, [s. l.], p. 1–21, 2024. <https://doi.org/10.1007/s10901-023-10098-y>.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B. Metodologia de pesquisa. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SAMPSON, R.; WILSON, W.; KATZ, C. Social structure and crime: theoretical integration. **Annual Review of Sociology**, [s. l.], 2018.

SAMPSON, R. J.; GROVES, W. B. Community Structure and Crime: Testing Social-Disorganization Theory. **American Journal of Sociology**, [s. l.], vol. 94, no. 4, p. 774–802, Jan. 1989. <https://doi.org/10.1086/229068>.

SAMPSON, R. J.; WILSON, W. J.; KATZ, H. REASSESSING “Toward a Theory of Race, Crime, and Urban Inequality.” **Du Bois Review: Social Science Research on Race**, [s. l.], vol. 15, no. 1, p. 13–34, 27 Jul. 2018. <https://doi.org/10.1017/S1742058X18000140>.

SCHNELL, C.; BRAGA, A.; PIZA, E. The influence of community areas, neighborhood clusters, and street segments on the spatial variability of violent crime in Chicago. **Journal of Quantitative Criminology**, [s. l.], 2017.

SEYED ALAVI, S. M.; MALEKI, A.; KHALEGHI, A. Optimal site selection for wind power plant using multi-criteria decision-making methods: A case study in eastern Iran. **International**

Journal of Low-Carbon Technologies, [s. l.], vol. 17, p. 1319–1337, 8 Feb. 2022. <https://doi.org/10.1093/ijlct/ctac009>.

SHERMAN, L. W.; GARTIN, P. R.; BUERGER, M. E. Hot Spots of Predatory Crime: Routine Activities and the Criminology of Place. **Criminology**, [s. l.], vol. 27, no. 1, p. 27–56, 7 Feb. 1989. <https://doi.org/10.1111/j.1745-9125.1989.tb00862.x>.

SHI, Y. *et al.* The association between spatial attributes and neighborhood characteristics based on Meituan take-out data: Evidence from shanghai business circles. **Journal of Retailing and Consumer Services**, [s. l.], vol. 58, p. 102302, Jan. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2020.102302>.

SMARZARO, R.; LIMA, T.; DAVIS, C. Quality of Urban Life Index From Location-Based Social Networks Data: A Case Study in Belo Horizonte, Brazil. In: **Geospatial Technologies for All**, p. 185–207, 2017. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-2446-5.CH010>.

SONG, J. *et al.* Quantifying the benefits of urban amenities in Singapore with consideration of the effects of spatial heterogeneity. **Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science**, [s. l.], 4 Jan. 2025. <https://doi.org/10.1177/23998083241312953>.

STACY, C. P.; HO, H.; PENDALL, R. Neighborhood-level economic activity and crime. **Journal of Urban Affairs**, [s. l.], vol. 39, no. 2, p. 225–240, 17 Feb. 2017. <https://doi.org/10.1111/juaf.12314>.

STEENBEEK, W.; WEISBURD, D. Where the action is in crime? An examination of variability of crime across different spatial units in The Hague, 2001–2009. **Journal of Quantitative Criminology**, [s. l.], 2016.

STEINGRABER, R. Homicídios no Brasil. **Revista Brasileira de Segurança Pública**, [s. l.], vol. 18, no. 1, p. 72–91, 1 Feb. 2024. <https://doi.org/10.31060/rbsp.2024.v18.n1.1744>.

SULIS, P.; PROIETTI, P. Who can access what? uncovering urban inequality in access to service for senior citizens. **Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science**, [s. l.], v. 51, p. 1650–1665, 2024. <https://doi.org/10.1177/23998083241260757>.

TAN, J.; LI, Y. Influence of the perceptions of amenities on consumer emotions in urban consumption spaces. **PLOS ONE**, [s. l.], v. 19, 2024. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0304203>.

TRIVEDI, R.; DUBE, M. Modified TOPSIS model enhanced by shannon’s entropy weighting for evaluating agrarian advancement across multifarious Indian states. **GeoJournal**, [s. l.], vol. 90, no. 2, p. 75, 23 Mar. 2025. <https://doi.org/10.1007/s10708-025-11321-9>.

VAVATSIKOS, A. P.; SOTIROPOULOU, K. F.; TZINGIZIS, V. GIS-assisted suitability analysis combining PROMETHEE II, analytic hierarchy process and inverse distance

weighting. **Operational Research**, [s. l.], vol. 22, no. 5, p. 5983–6006, 30 Nov. 2022. <https://doi.org/10.1007/s12351-022-00706-0>.

WANG, K.; WANG, W.; LI, T.; WEN, S.; FU, X.; WANG, X. Optimizing living service amenities for diverse urban residents: a supply and demand balancing analysis. **Sustainability**, [s. l.], 2023. <https://doi.org/10.3390/su151612392>.

WEISBURD, D. *et al.* Can Hot Spots policing reduce crime in Urban Areas? an agent-based simulation. **Criminology**, [s. l.], vol. 55, no. 1, p. 137–173, 24 Feb. 2017. <https://doi.org/10.1111/1745-9125.12131>.

WEISBURD, D.; GROFF, E. R.; YANG, S.-M. Understanding and Controlling Hot Spots of Crime: The Importance of Formal and Informal Social Controls. **Prevention Science**, [s. l.], vol. 15, no. 1, p. 31–43, 23 Feb. 2014. <https://doi.org/10.1007/s11121-012-0351-9>.

WEN TING *et al.* Review and enlightenment of overseas urban amenity research. **Progress in Geography**, [s. l.], vol. 33, no. 2, p. 249–258, 2014.

WU, J. Environmental amenities, urban sprawl, and community characteristics. **Journal of Environmental Economics and Management**, [s. l.], vol. 52, no. 2, p. 527–547, Sep. 2006. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2006.03.003>.

ZAHNOW, R. *et al.* Neighbourhood places, collective efficacy and crime: A longitudinal perspective. **Urban Studies**, [s. l.], vol. 59, no. 4, p. 789–809, 27 Mar. 2022. <https://doi.org/10.1177/00420980211008820>.

ZAHOOR, A. *et al.* Natural and artificial green infrastructure (GI) for sustainable resilient cities: A scientometric analysis. **Environmental Impact Assessment Review**, [s. l.], 2023. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2023.107139>.

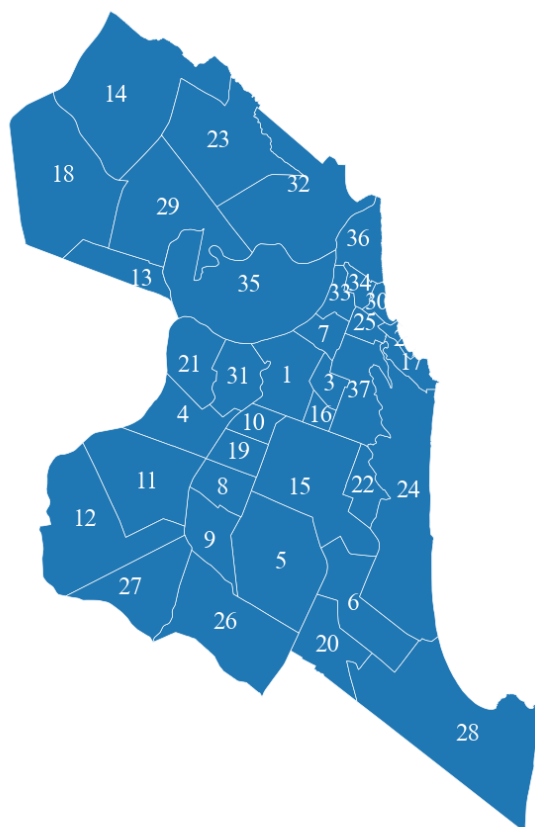
ZHA, Q. *et al.* Spatial multi-attribute decision making: An axiomatic incomplete preference information coverage model. **Computers & Industrial Engineering**, [s. l.], vol. 200, p. 110764, Feb. 2025. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2024.110764>.

ZHAO, Z.; WANG, Y.; HOU, Y. Residents' spatial perceptions of urban gardens based on soundscape and landscape differences. **Sustainability**, [s. l.], 2020. <https://doi.org/10.3390/su12176809>.

ZHANG, K.; YAN, D. Enhancing the Community Environment in Populous Residential Districts: Neighborhood Amenities and Residents' Daily Needs. **Sustainability**, [s. l.], vol. 15, no. 17, p. 13255, 4 Sep. 2023. <https://doi.org/10.3390/su151713255>.

APÊNDICE

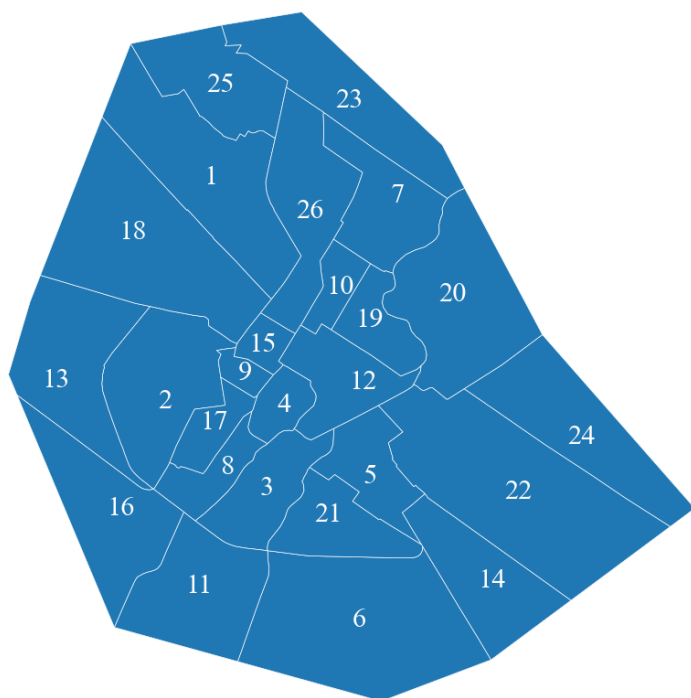
APÊNDICE A – BAIRROS DE NATAL



- | | |
|---------------------------|------------------|
| 01 - ALECRIM | 31 - QUINTAS |
| 02 - AREIA PRETA | 32 - REDINHA |
| 03 - BARRO VERMELHO | 33 - RIBEIRA |
| 04 - BOM PASTOR | 34 - ROCAS |
| 05 - CANDELÁRIA | 35 - SALINAS |
| 06 - CAPIM MACIO | 36 - SANTOS REIS |
| 07 - CIDADE ALTA | 37 - TIROL |
| 08 - CIDADE DA ESPERANÇA | |
| 09 - CIDADE NOVA | |
| 10 - DIX-SEPT ROSADO | |
| 11 - FELIPE CAMARÃO | |
| 12 - GUARAPES | |
| 13 - IGAPÓ | |
| 14 - LAGOA AZUL | |
| 15 - LAGOA NOVA | |
| 16 - LAGOA SECA | |
| 17 - MÃE LUIZA | |
| 18 - N.S. DA APRESENTAÇÃO | |
| 19 - N.S. DO NAZARÉ | |
| 20 - NEÓPOLIS | |
| 21 - NORDESTE | |
| 22 - NOVA DESCOBERTA | |
| 23 - PAJUÇARA | |
| 24 - PARQUE DAS DUNAS | |
| 25 - PETRÓPOLIS | |
| 26 - PITIMBU | |
| 27 - PLANALTO | |
| 28 - PONTA NEGRA | |
| 29 - POTENGI | |
| 30 - PRAIA DO MEIO | |

Fonte: Elaboração própria.

APÊNDICE B– BAIRROS DE MOSSORÓ



- 01 - ABOLICAÇÃO
- 02 - AEROPORTO
- 03 - ALAGADOS
- 04 - ALTO DA CONCEICAÇÃO
- 05 - ALTO DE SÃO MANOEL
- 06 - ALTO DO SUMARÉ
- 07 - BARROCAS
- 08 - BELO HORIZONTE
- 09 - BOA VISTA
- 10 - BOM JARDIM
- 11 - BOM JESUS
- 12 - CENTRO
- 13 - DIX SEPT ROSADO
- 14 - DOM JAIME CAMARA
- 15 - DOZE ANOS
- 16 - ITAPETINGA
- 17 - LAGOA DO MATO
- 18 - NOVA BETANIA
- 19 - PAREDOES
- 20 - PINTOS
- 21 - PLANALTO TREZE DE MAIO
- 22 - PRESIDENTE COSTA E SILVA
- 23 - REDENÇÃO
- 24 - RINCAO
- 25 - SANTA DELMIRA
- 26 - SANTO ANTONIO

Fonte: Elaboração própria.

APÊNDICE C – BAIRROS DE MOSSORÓ E NATAL CLASSIFICADOS POR NÍVEIS DE VULNERABILIDADE (MODELO 1)

Ranking	Classe	Bairros Mossoró	Bairros Natal
r123	Vulnerabilidade Muito Alta	Centro; Santo Antonio	Lagoa Nova; Tirol
	Vulnerabilidade Alta	Abolicão; Bom Jardim; Doze Anos; Nova Betania	Alecrim; Candelária; Capim Macio; Cidade Alta; Neópolis; Petrópolis; Ponta Negra; Potengi
	Vulnerabilidade Moderada	Aeroporto; Alto da Conceição; Alto de São Manoel; Paredões	Barro Vermelho; Cidade da Esperança; Dix-Sept Rosado; Felipe Camarão; Igapó; Lagoa Azul; N.S. da Apresentação; N.S. do Nazaré; Pajuçara; Pitimbu; Planalto; Quintas
	Vulnerabilidade Baixa	Alto do Sumaré; Barrocas; Boa Vista; Dom Jaime Câmara; Lagoa do Mato; Planalto Treze de Maio; Presidente Costa e Silva; Rincão; Santa Delmira	Areia Preta; Bom Pastor; Cidade Nova; Lagoa Seca; Mãe Luiza; Nova Descoberta; Praia do Meio; Redinha; Ribeira; Rocas; Santos Reis
	Vulnerabilidade Muito Baixa	Alagados; Belo Horizonte; Bom Jesus; Dix Sept Rosado; Itapetinga; Pintos; Redenção	Guarapes; Nordeste; Parque das Dunas; Salinas
r124	Vulnerabilidade Muito Alta	Centro; Santo Antonio	Lagoa Nova; Tirol
	Vulnerabilidade Alta	Abolicão; Bom Jardim; Doze Anos; Nova Betania	Alecrim; Candelária; Capim Macio; Cidade Alta; Neópolis; Petrópolis; Ponta Negra; Potengi

	Vulnerabilidade Moderada	Aeroporto; Alto da Conceicao; Alto de Sao Manoel; Paredoes	Barro Vermelho; Cidade da Esperança; Dix-Sept Rosado; Igapó; Lagoa Azul; N.S. do Nazaré; Pajuçara; Pitimbu; Planalto; Quintas
	Vulnerabilidade Baixa	Alto do Sumaré; Barrocas; Boa Vista; Dom Jaime Câmara; Lagoa do Mato; Planalto Treze de Maio; Presidente Costa e Silva; Rincão; Santa Delmira	Bom Pastor; Felipe Camarão; Lagoa Seca; N.S. da Apresentaç; Nova Descoberta; Praia do Meio; Redinha; Ribeira; Santos Reis
	Vulnerabilidade Muito Baixa	Alagados; Belo Horizonte; Bom Jesus; Dix Sept Rosado; Itapetinga; Pintos; Redencao	Areia Preta; Cidade Nova; Guarapes; Mãe Luiza; Nordeste; Parque das Dunas; Rocas; Salinas
r223	Vulnerabilidade Muito Alta	Abolicao	Lagoa Azul; Lagoa Nova; N.S. da Apresentaç; Pajuçara; Ponta Negra; Potengi
	Vulnerabilidade Alta	Aeroporto; Alto de São Manoel; Alto do Sumaré; Nova Betânia; Santo Antônio	Alecrim; Candelária; Capim Macio; Cidade da Esperança; Felipe Camarão; Igapó; Neópolis; Pitimbu; Planalto; Quintas; Tirol
	Vulnerabilidade Moderada	Barrocas; Bom Jardim; Centro; Dom Jaime Câmara; Lagoa do Mato; Planalto Treze de Maio; Presidente Costa e Silva; Rincão; Santa Delmira	Bom Pastor; Cidade Nova; Dix-Sept Rosado; Guarapes; N.S. do Nazaré; Petrópolis; Redinha
	Vulnerabilidade Baixa	Belo Horizonte; Boa Vista; Dix Sept Rosado; Doze Anos; Paredões; Pintos; Redenção.	Cidade Alta; Mãe Luiza; Nova Descoberta; Rocas
	Vulnerabilidade Muito Baixa	Alagados; Alto da Conceicao; Bom Jesus; Itapetinga	Areia Preta; Barro Vermelho; Lagoa Seca; Nordeste; Parque das Dunas; Praia do Meio; Ribeira; Salinas; Santos Reis
r224	Vulnerabilidade Muito Alta	Abolicao	Lagoa Azul; Lagoa Nova; N.S. da Apresentaç; Pajuçara; Ponta Negra; Potengi
	Vulnerabilidade Alta	Aeroporto; Alto de São Manoel; Alto do Sumaré; Nova Betânia; Santo Antônio	Alecrim; Candelária; Capim Macio; Cidade da Esperança; Felipe Camarão; Igapó; Neópolis; Pitimbu; Planalto; Quintas; Tirol
	Vulnerabilidade Moderada	Barrocas; Bom Jardim; Centro; Dom Jaime Câmara; Lagoa do Mato; Planalto Treze de Maio; Presidente Costa e Silva; Rincão; Santa Delmira.	Bom Pastor; Cidade Nova; Dix-Sept Rosado; Guarapes; N.S. do Nazaré; Petrópolis; Redinha
	Vulnerabilidade Baixa	Belo Horizonte; Boa Vista; Dix Sept Rosado; Doze Anos; Pintos; Redencao	Barro Vermelho; Cidade Alta; Mãe Luiza; Nova Descoberta; Rocas
	Vulnerabilidade Muito Baixa	Alagados; Alto da Conceicao; Bom Jesus; Itapetinga; Paredoes	Areia Preta; Lagoa Seca; Nordeste; Parque das Dunas; Praia do Meio; Ribeira; Salinas; Santos Reis
r323	Vulnerabilidade Muito Alta	Centro	Candelária; Capim Macio; Lagoa Nova
	Vulnerabilidade Alta	Abolicao; Alto de Sao Manoel; Nova Betania; Santo Antonio	Alecrim; Cidade Alta; Neópolis; Pitimbu; Potengi; Tirol
	Vulnerabilidade Moderada	Aeroporto; Alto da Conceição; Boa Vista; Bom Jardim; Doze Anos; Paredões; Planalto Treze de Maio; Presidente Costa e Silva	Felipe Camarão; Lagoa Seca; N.S. da Apresentaç; Pajuçara; Petrópolis; Ponta Negra; Quintas; Rocas

	Vulnerabilidade Baixa	Barrocas; Dom Jaime Câmara; Lagoa do Mato; Rincão; Santa Delmira	Areia Preta; Cidade da Esperança; Dix-Sept Rosado; Igapó; Mãe Luiza; N.S. do Nazaré; Nova Descoberta; Parque das Dunas; Planalto; Praia do Meio; Redinha; Ribeira
	Vulnerabilidade Muito Baixa	alagados; alto do sumare; belo horizonte; bom jesus; dix sept rosado; itapetinga; pintos; redencao	Barro Vermelho; Bom Pastor; Cidade Nova; Guarapes; Lagoa Azul; Nordeste; Salinas; Santos Reis
r324	Vulnerabilidade Muito Alta	Alto de Sao Manoel; Centro	Candelária; Capim Macio; Lagoa Nova
	Vulnerabilidade Alta	Abolicao; Alto da Conceicao; Doze Anos; Nova Betania; Santo Antonio	Alecrim; Cidade Alta; Neópolis; Pitimbu; Potengi; Tirol
	Vulnerabilidade Moderada	Aeroporto; Boa Vista; Bom Jardim; Paredoes; Planalto Treze de Maio; Presidente Costa e Silva	Lagoa Seca; N.S. da Apresentaç; Pajuçara; Petrópolis; Ponta Negra; Quintas; Rocas
	Vulnerabilidade Baixa	Barrocas; Dom Jaime Camara; Lagoa do Mato; Rincao; Santa Delmira	Areia Preta; Barro Vermelho; Cidade da Esperança; Dix-Sept Rosado; Felipe Camarão; Igapó; Mãe Luiza; N.S. do Nazaré; Nova Descoberta; Parque das Dunas; Planalto; Praia do Meio; Redinha; Ribeira
	Vulnerabilidade Muito Baixa	Alagados; Alto do Sumare; Belo Horizonte; Bom Jesus; Dix Sept Rosado; Itapetinga; Pintos; Redencao	Bom Pastor; Cidade Nova; Guarapes; Lagoa Azul; Nordeste; Salinas; Santos Reis

Fonte: Elaboração própria.

APÊNDICE D– BAIRROS DE MOSSORÓ E NATAL CLASSIFICADOS POR NÍVEIS DE VULNERABILIDADE (MODELO 2)

Ranking	Classe	Bairros Mossoró	Bairros Natal
r123_p	Vulnerabilidade Muito Alta	Centro	Lagoa Nova
	Vulnerabilidade Alta	Aeroporto; Alto Do Sumare; Nova Betania; Planalto Treze De Maio; Rincao	Alecrim; Cidade Alta; Tirol
	Vulnerabilidade Moderada	Abolicao; Barrocas; Belo Horizonte; Boa Vista; Bom Jesus; Dix Sept Rosado; Dom Jaime Camara; Itapetinga; Lagoa Do Mato; Redencao; Santa Delmira; Santo Antonio	Candelária; Petrópolis; Ponta Negra; Potengi
	Vulnerabilidade Baixa	Alto Da Conceicao; Alto De Sao Manoel; Bom Jardim; Paredoes	Areia Preta; Bom Pastor; Capim Macio; Cidade da Esperança; Felipe Camarão; Guarapes; Igapó; Lagoa Azul; Mãe Luiza; N.S. da Apresentaç; N.S. do Nazaré; Neópolis; Nordeste; Pajuçara; Pitimbu; Planalto; Praia do Meio; Quintas; Redinha; Rocas; Salinas; Santos Reis
	Vulnerabilidade Muito Baixa	Alagados; Doze Anos; Pintos; Presidente Costa E Silva	Barro Vermelho; Cidade Nova; Dix-Sept Rosado; Lagoa Seca; Nova Descoberta; Parque das Dunas; Ribeira

r124_p	Vulnerabilidade Muito Alta	Centro	Lagoa Nova
	Vulnerabilidade Alta	Aeroporto; Alto Do Sumare; Nova Betania; Planalto Treze De Maio; Rincao	Alecrim; Cidade Alta; Petrópolis; Tirol
	Vulnerabilidade Moderada	Abolicao; Barrocas; Belo Horizonte; Boa Vista; Bom Jesus; Dix Sept Rosado; Dom Jaime Camara; Itapetinga; Lagoa Do Mato; Redencao; Santa Delmira; Santo Antonio	Candelária; Capim Macio; Igapó; Planalto; Ponta Negra; Potengi; Praia do Meio; Salinas
	Vulnerabilidade Baixa	Alto Da Conceicao; Alto De Sao Manoel; Doze Anos; Paredoes	Areia Preta; Bom Pastor; Cidade Nova; Cidade da Esperança; Dix-Sept Rosado; Felipe Camarão; Guarapes; Lagoa Azul; Mãe Luiza; N.S. da Apresentaç; N.S. do Nazaré; Neópolis; Nordeste; Pajuçara; Pitimbu; Quintas; Redinha; Rocas; Santos Reis
	Vulnerabilidade Muito Baixa	Alagados; Bom Jardim; Pintos; Presidente Costa E Silva	Barro Vermelho; Lagoa Seca; Nova Descoberta; Parque das Dunas; Ribeira
r223_p	Vulnerabilidade Muito Alta	Centro	Lagoa Nova
	Vulnerabilidade Alta	Abolicao; Aeroporto; Alto De Sao Manoel; Santo Antonio	Alecrim; N.S. da Apresentaç; Ponta Negra
	Vulnerabilidade Moderada	Alto Do Sumare; Barrocas; Belo Horizonte; Boa Vista; Lagoa Do Mato; Planalto Treze De Maio; Presidente Costa E Silva; Rincao	Felipe Camarão; Pajuçara; Petrópolis; Pitimbu; Planalto; Potengi; Quintas; Tirol
	Vulnerabilidade Baixa	Bom Jardim; Bom Jesus; Dix Sept Rosado; Dom Jaime Camara; Itapetinga; Nova Betania; Redencao; Santa Delmira	Areia Preta; Bom Pastor; Cidade Alta; Cidade da Esperança; Guarapes; Lagoa Azul; Mãe Luiza; Neópolis; Nordeste; Praia do Meio; Redinha; Ribeira; Rocas; Salinas; Santos Reis
	Vulnerabilidade Muito Baixa	Alagados; Alto Da Conceicao; Doze Anos; Paredoes; Pintos	Barro Vermelho; Candelária; Capim Macio; Cidade Nova; Dix-Sept Rosado; Igapó; Lagoa Seca; N.S. do Nazaré; Nova Descoberta; Parque das Dunas
r224_p	Vulnerabilidade Muito Alta	Centro	Lagoa Nova
	Vulnerabilidade Alta	Abolicao; Aeroporto; Alto De Sao Manoel; Santo Antonio	Alecrim; Ponta Negra; Tirol
	Vulnerabilidade Moderada	Alto Do Sumare; Barrocas; Belo Horizonte; Boa Vista; Lagoa Do Mato; Planalto Treze De Maio; Presidente Costa E Silva; Rincao	Felipe Camarão; N.S. da Apresentaç; Pajuçara; Petrópolis; Pitimbu; Planalto; Potengi; Quintas
	Vulnerabilidade Baixa	Bom Jardim; Bom Jesus; Dix Sept Rosado; Dom Jaime Camara; Itapetinga; Nova Betania; Redencao; Santa Delmira	Areia Preta; Bom Pastor; Cidade Alta; Guarapes; Igapó; Lagoa Azul; Mãe Luiza; Neópolis; Nordeste; Praia do Meio; Redinha; Ribeira; Rocas; Salinas; Santos Reis

	Vulnerabilidade Muito Baixa	Alagados; Alto Da Conceicao; Doze Anos; Paredoes; Pintos	Barro Vermelho; Candelária; Capim Macio; Cidade Nova; Cidade da Esperança; Dix-Sept Rosado; Lagoa Seca; N.S. do Nazaré; Nova Descoberta; Parque das Dunas
r323_p	Vulnerabilidade Muito Alta	Centro	Lagoa Nova
	Vulnerabilidade Alta	Abolicao; Aeroporto; Nova Betania; Planalto Treze De Maio; Rincao	Cidade Alta
	Vulnerabilidade Moderada	Alto Do Sumare; Barrocas; Belo Horizonte; Boa Vista; Bom Jesus; Dix Sept Rosado; Dom Jaime Camara; Itapetinga; Lagoa Do Mato; Redencao; Santa Delmira	Alecrim; Candelária; Capim Macio; Potengi
	Vulnerabilidade Baixa	Alto Da Conceicao; Alto De Sao Manoel; Santo Antonio	Areia Preta; Bom Pastor; Felipe Camarão; Guarapes; Igapó; Lagoa Azul; Mãe Luiza; N.S. da Apresentaç; Neópolis; Nordeste; Pajuçara; Petrópolis; Pitimbu; Planalto; Ponta Negra; Praia do Meio; Quintas; Redinha; Rocas; Salinas; Santos Reis; Tirol
	Vulnerabilidade Muito Baixa	Alagados; Bom Jardim; Doze Anos; Paredoes; Pintos; Presidente Costa E Silva	Barro Vermelho; Cidade Nova; Cidade da Esperança; Dix-Sept Rosado; Lagoa Seca; N.S. do Nazaré; Nova Descoberta; Parque das Dunas; Ribeira
r324_p	Vulnerabilidade Muito Alta	Centro	Lagoa Nova
	Vulnerabilidade Alta	Abolicao; Aeroporto; Nova Betania; Planalto Treze De Maio; Rincao	Cidade Alta
	Vulnerabilidade Moderada	Alto Do Sumare; Barrocas; Belo Horizonte; Boa Vista; Bom Jesus; Dix Sept Rosado; Dom Jaime Camara; Itapetinga; Lagoa Do Mato; Redencao; Santa Delmira	Alecrim; Candelária; Capim Macio; Petrópolis
	Vulnerabilidade Baixa	Alto Da Conceicao; Alto De Sao Manoel; Doze Anos; Santo Antonio	Areia Preta; Bom Pastor; Felipe Camarão; Guarapes; Igapó; Lagoa Azul; Mãe Luiza; N.S. da Apresentaç; Neópolis; Nordeste; Pajuçara; Pitimbu; Planalto; Ponta Negra; Potengi; Praia do Meio; Quintas; Redinha; Rocas; Salinas; Santos Reis; Tirol
	Vulnerabilidade Muito Baixa	Alagados; Bom Jardim; Paredoes; Pintos; Presidente Costa E Silva	Barro Vermelho; Cidade Nova; Cidade da Esperança; Dix-Sept Rosado; Lagoa Seca; N.S. do Nazaré; Nova Descoberta; Parque das Dunas; Ribeira

Fonte: Elaboração própria.