



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA E MATEMÁTICA APLICADA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ESTATÍSTICA

ROMULO BARROS DE FREITAS

**ÍNDICE DE CRIMINALIDADE MUNICIPAL: CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DE UM
ÍNDICE COMPOSTO A PARTIR DE INDICADORES CRIMINAIS**

FORTALEZA

2025

ROMULO BARROS DE FREITAS

ÍNDICE DE CRIMINALIDADE MUNICIPAL: CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DE UM ÍNDICE
COMPOSTO A PARTIR DE INDICADORES CRIMINAIS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Graduação em Estatística do Centro
de Ciências da Universidade Federal do Ceará,
como requisito parcial à obtenção do grau de
bacharel em Estatística.

Orientador: Prof. Dr. Manoel Ferreira
dos Santos Neto.

Coorientador: Prof. Dr. Ronald Targino
Nojosa.

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F938Í Freitas, Romulo Barros de.

Índice de criminalidade municipal : construção e análise de um índice composto a partir de indicadores criminais / Romulo Barros de Freitas. – 2025.

71 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Estatística, Fortaleza, 2025.

Orientação: Prof. Dr. Manoel Ferreira dos Santos Neto.

Coorientação: Prof. Dr. Ronald Targino Nojosa.

1. Indicadores de criminalidade. 2. Análise estatística. 3. Análise espacial (Estatística). 4. Índice composto. 5. Segurança pública. I. Título.

CDD 519.5

ROMULO BARROS DE FREITAS

ÍNDICE DE CRIMINALIDADE MUNICIPAL: CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DE UM ÍNDICE
COMPOSTO A PARTIR DE INDICADORES CRIMINAIS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Graduação em Estatística do Centro
de Ciências da Universidade Federal do Ceará,
como requisito parcial à obtenção do grau de
bacharel em Estatística.

Aprovada em: 31 de julho de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Manoel Ferreira dos Santos
Neto (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Ronald Targino Nojosa (Coorientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Me. Franklin de Sousa Torres
Superintendência de Pesquisa e Estratégia de
Segurança Pública - Supesp

Prof. Dr. Juvêncio Santos Nobre
Universidade Federal do Ceará - UFC

À minha família, por significar o meu norte na busca por coisas maiores. Mãe, meu exemplo de fortaleza e determinação. Pai, meu exemplo de esforço e honestidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, pela vida e pela oportunidade de sempre poder tentar e não ter medo de errar.

Aos meus pais, Maria Gorette e Raimundo Nonato por serem os meus exemplos de honestidade, força e determinação. Apesar das dificuldades enfrentadas, não mediram esforços para educar a mim e aos meus irmãos. Aos meus irmãos, João Paulo, João Batista, Leidiane, João Victor e Gustavo por estarem sempre comigo e por serem os meus melhores amigos.

À Pró-Reitoria de Assistência Estudantil (PRAE) pela residência universitária e por todos os auxílios oferecidos durante a graduação, os quais foram fundamentais para a minha chegada até aqui.

Ao Prof. Dr. Manoel Ferreira dos Santos Neto, pela excelente orientação, pelos conselhos e pela disponibilidade em sempre me ajudar nos momentos de incerteza, por ele tenho um carinho e uma enorme admiração. Ao Prof. Dr. Ronald Targino Nojosa, pela excelente coorientação e por ter me dado a oportunidade de ser membro do PET-Estatística.

A todos os meus estágios que fiz na graduação (os bons e os ruins), por terem me proporcionado aprendizados práticos e principalmente aprendizados sobre a vida. Por me ajudarem a me entender e os meus objetivos e metas enquanto profissional e principalmente enquanto ser humano.

Ao professor João Maurício Araújo Mota por ter ministrado a melhor disciplina que fiz na graduação (Inferência Estatística I), a qual me possibilitou não só o conhecimento acerca da Estatística, mas me fez ver que através do esforço muitas coisas poderiam se tornar possíveis. Agradeço ao professor Gualberto Segundo A. Montalvo pelas seis excelentes disciplinas que cursei com ele durante a graduação, as quais contribuíram de maneira significativa para a qualidade da minha formação e pela oportunidade da bolsa de Iniciação Científica.

Ao Departamento de Estatística de Matemática Aplicada (DEMA) por ter sido a minha casa durante os anos da graduação. A todos os professores e a todos os funcionários da parte administrativa e da limpeza/manutenção do departamento, os quais me ajudaram diretamente e indiretamente a chegar até aqui.

Ao Prof. Me. Franklin de Sousa Torres por ter aceito o convite para compor a banca examinadora, por sempre estar disposto a me ajudar e tirar quaisquer dúvidas sobre o tema e pelas excelentes contribuições.

Ao Prof. Dr. Juvêncio Santos Nobre, por ser um excelente professor, por ter aceito o

convite para compor a banca examinadora e pelas valiosas contribuições.

A todos meus amigos do curso de Estatística da UFC (não irei citar nomes, pois não quero ser injusto com ninguém), pela parceria, pelos estudos e por todos os momentos compartilhados. Desejo imensamente que todos tenham sucesso.

"Birds fly in different directions, so fly high, so
fly high." (Imagine Dragons.)

RESUMO

O Índice de Criminalidade Municipal desenvolvido e apresentado nesse trabalho tem o objetivo de mensurar e acompanhar o nível de criminalidade dos 184 municípios cearenses ao longo do tempo. Ele utiliza a ideia do Índice de Desenvolvimento Municipal calculado pelo Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Os indicadores criminais foram organizados em dimensões de acordo com as características das vítimas, resultando em subíndices dimensionais e em um índice composto global de criminalidade. A padronização considerou a polaridade dos indicadores, e os valores resultantes foram agregados por meio da média geométrica simples para as dimensões, e posteriormente utilizou-se a média geométrica para o cálculo do índice composto global de criminalidade. A escala foi invertida para facilitar a interpretação dos subíndices e do índice global, onde valores próximos de zero indicam municípios com menor incidência de crimes, e valores próximos de um indicam municípios com maior ocorrência de crimes. A classificação dos municípios foi realizada por faixas definidas a partir do método das quebras naturais de Jenks, com posterior ajuste para pontos de corte arredondados. Os resultados apresentados neste trabalho abrangem os anos de 2021 a 2024, destacando a evolução temporal dos municípios cearenses nesse intervalo, possibilitando análises detalhadas e comparações ao longo do tempo, permitindo identificar se os municípios estão progredindo ou retrocedendo em seu desempenho. Além disso, por meio de mapas de calor é possível a identificação de padrões regionais, o que pode auxiliar gestores públicos na formulação de estratégias mais direcionadas à segurança pública.

Palavras-chave: indicadores de criminalidade; análise estatística; análise espacial; índice composto; segurança pública.

ABSTRACT

The Municipal Crime Index developed and presented in this study aims to measure and monitor the level of criminality across the 184 municipalities of Ceará over time. It draws on the concept of the Municipal Development Index calculated by the Institute for Research and Economic Strategy of Ceará. Crime indicators were organized into dimensions according to the characteristics of the victims, resulting in dimensional subindices and a global composite crime index. Standardization took into account the polarity of the indicators, and the resulting values were aggregated using the simple geometric mean for the dimensions, followed by the geometric mean for calculating the global composite crime index. The scale was inverted to facilitate the interpretation of the sub-indices and the global index, where values close to zero indicate municipalities with lower crime incidence, and values close to one indicate municipalities with higher crime occurrence. The classification of municipalities was carried out in ranges defined using the Jenks natural breaks method, with subsequent adjustment to rounded cut-off points. The results presented in this study cover the years 2021 to 2024, highlighting the temporal evolution of Ceará's municipalities during this period, enabling detailed analyses and comparisons over time, and allowing for the identification of whether municipalities are progressing or regressing in their performance. Furthermore, through heat maps, it is possible to identify regional patterns, which can assist public managers in formulating more targeted public security strategies.

Keywords: crime indicators; statistical analysis; spatial analysis; composite index; public security.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Dinâmica de geração de valor informacional a partir de dados estatísticos para indicadores sociais.	16
Figura 2 – Fluxo metodológico de construção de um índice composto.	19
Figura 3 – Distribuição da população dos municípios do Ceará por faixa populacional (2021–2024).	24
Figura 4 – Fluxograma de construção da base de dados com as taxas de criminalidade para os municípios do estado do Ceará.	26
Figura 5 – Estrutura Dimensional dos Indicadores do Índice de Criminalidade Municipal (ICM).	28
Figura 6 – Distribuição das taxas de criminalidade no Ceará em 2021.	37
Figura 7 – Distribuição das taxas de criminalidade no Ceará em 2022.	39
Figura 8 – Distribuição das taxas de criminalidade no Ceará em 2023.	40
Figura 9 – Distribuição das taxas de criminalidade no Ceará em 2024.	42
Figura 10 – Boxplots e curvas de densidade do Índice de Criminalidade Municipal (2021–2024).	44
Figura 11 – Desempenho por Dimensão do Índice de Criminalidade em Maracanaú (2021/2024).	46
Figura 12 – Desempenho por Dimensão do Índice de Criminalidade em Sobral (2021/2024).	47
Figura 13 – Desempenho por Dimensão do Índice de Criminalidade em Fortaleza (2021/2024).	48
Figura 14 – Classificação dos municípios do Ceará por faixas do Índice de Criminalidade Municipal (2021)	51
Figura 15 – Classificação dos municípios do Ceará por faixas do Índice de Criminalidade Municipal (2024)	52
Figura 16 – Boxplots e curvas de densidade para o ICM da dimensão Crimes Letais do Índice de Criminalidade Municipal, 2021–2024.	54
Figura 17 – Boxplots e curvas de densidade para a dimensão Crimes contra Grupos Vulneráveis do Índice de Criminalidade Municipal, 2021–2024.	57
Figura 18 – Boxplots e curvas de densidade para a dimensão Crimes Patrimoniais do Índice de Criminalidade Municipal, 2021–2024.	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição dos municípios cearenses por faixa populacional (2021–2024).	24
Tabela 2 – Estatísticas descritivas para as taxas de criminalidade, segundo o tipo de crime, no Ceará em 2021.	36
Tabela 3 – Estatísticas descritivas para as taxas de criminalidade no Ceará em 2022. . .	38
Tabela 4 – Estatísticas descritivas para as taxas de criminalidade no Ceará em 2023. . .	40
Tabela 5 – Estatísticas descritivas para as taxas de criminalidade no Ceará em 2024. . .	41
Tabela 6 – Estatísticas descritivas do Índice de Criminalidade Municipal, 2021–2024. .	43
Tabela 7 – Número de municípios segundo as classes do ICM – Ceará, 2021 a 2024. . .	44
Tabela 8 – Comparação entre os 10 municípios com maior e menor Índice de Criminalidade Municipal (ICM) em 2024 e seus respectivos valores em 2021.	45
Tabela 9 – Municípios com os maiores e os menores valores do Índice de Criminalidade Municipal em 2021 por faixa populacional.	49
Tabela 10 – Municípios com os maiores e os menores valores do Índice de Criminalidade Municipal (ICM) em 2024 por faixa populacional.	50
Tabela 11 – Estatísticas descritivas do ICM para a dimensão Crimes Letais por ano. . . .	53
Tabela 12 – Municípios com os maiores e os menores valores do ICM da dimensão Crimes Letais em 2021 por faixa populacional.	55
Tabela 13 – Municípios com os maiores e os menores valores do ICM da dimensão Crimes Letais em 2024 por faixa populacional.	56
Tabela 14 – Estatísticas descritivas da dimensão Crimes contra Grupos Vulneráveis do ICM–Ceará por ano.	57
Tabela 15 – Municípios com os maiores e os menores valores do ICM da dimensão Crimes contra Grupos Vulneráveis em 2021 por faixa populacional.	58
Tabela 16 – Municípios com os maiores e os menores valores do ICM da dimensão Crimes contra Grupos Vulneráveis em 2024 por faixa populacional.	59
Tabela 17 – Estatísticas descritivas do ICM para a dimensão Crimes Patrimoniais por ano.	60
Tabela 18 – Municípios com os maiores e menores valores da dimensão Crimes Patrimoniais em 2021 por faixa populacional.	61
Tabela 19 – Municípios com os maiores e menores valores da dimensão Crimes Patrimoniais em 2024 por faixa populacional.	62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Propriedades necessárias para a construção de um indicador.	17
Quadro 2 – Vantagens e desvantagens do uso de Indicadores Compostos	20
Quadro 3 – Valores de Referência dos Indicadores do Índice de Criminalidade Municipal (ICM).	31

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Organização do Trabalho	14
1.2	Uso de Ferramentas de Inteligência Artificial	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	Indicadores Sociais	16
2.2	Indicadores Compostos	18
3	METODOLOGIA	22
3.1	Obtenção das Estimativas Populacionais dos Municípios	22
3.2	Obtenção, Tratamento e Processamento dos Dados	25
3.3	Cálculo do índice de Criminalidade Municipal	28
3.3.1	<i>O ICM e as suas dimensões de criminalidade</i>	32
3.3.2	<i>Classificação por Quebras Naturais (Natural Breaks)</i>	34
4	RESULTADOS	36
4.1	Análise Descritiva	36
4.2	Resultados do Índice de Criminalidade Municipal - Ceará, 2021–2024 .	43
4.3	Resultados para as Dimensões do Índice de Criminalidade Municipal . .	52
4.3.1	<i>Dimensão Crimes Letais</i>	53
4.3.2	<i>Dimensão Crimes contra Grupos Vulneráveis</i>	56
4.3.3	<i>Dimensão Crimes Patrimoniais</i>	59
5	CONCLUSÕES	63
6	TRABALHOS FUTUROS	64
	REFERÊNCIAS	65
	APÊNDICE A –FICHA TÉCNICA DOS INDICADORES	67

1 INTRODUÇÃO

Conforme Jannuzzi (2017), indicadores sociais consistem em medidas quantitativas que operacionalizam conceitos sociais de natureza abstrata, possibilitando sua aplicação em análises empíricas. Utilizados tanto na pesquisa científica quanto no planejamento e avaliação de políticas públicas, esses indicadores fornecem evidências sobre condições ou dinâmicas sociais, funcionando como instrumentos metodológicos para monitorar mudanças na realidade social.

Os indicadores compostos, ou índices sintéticos, consistem em medidas agregadas que buscam captar, de forma resumida, diferentes dimensões de uma realidade social. Esses instrumentos têm sido amplamente utilizados para avaliar dinâmicas relacionadas ao desenvolvimento de populações, territórios e contextos socioambientais Schumann e Moura (2015).

De acordo com Neto *et al.* (2008), no Brasil, a utilização de indicadores compostos ganhou maior destaque a partir da década de 1990, período em que diversos índices foram criados com o propósito de representar, por meio de uma única medida, aspectos complexos da realidade social obtidos pela combinação de múltiplos indicadores quantificáveis. Desde então, medidas de bem-estar social, como o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) (UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME, 1990), desenvolvido pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), tornaram-se ferramentas relevantes tanto para a pesquisa acadêmica quanto para o planejamento e a gestão de políticas públicas.

Jannuzzi (2005) destaca diversos exemplos de indicadores sintéticos elaborados no Brasil por pesquisadores vinculados a universidades, órgãos públicos e centros de pesquisa. Entre os principais, encontram-se: o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) e o Índice de Condições de Vida (ICV), desenvolvidos pela Fundação João Pinheiro do estado de Minas Gerais; os Índices de Qualidade Municipal — verde, carências, necessidades habitacionais e sustentabilidade fiscal — da Fundação CIDE do estado do Rio de Janeiro; o Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS), o Índice de Vulnerabilidade Juvenil (IVJ) e o Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS), todos sob responsabilidade da Fundação SEADE do estado de São Paulo; o Índice Social Municipal Ampliado (ISMA), produzido pela Fundação de Economia e Estatística do estado do Rio Grande do Sul; os Índices de Desenvolvimento Social (IDS) e de Desenvolvimento Econômico (IDE), criados pela Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI/BA); além do Índice de Qualidade de Vida Urbana (IQVU) e do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), propostos pela Prefeitura de Belo Horizonte em parceria com a PUC Minas. Por fim, cita-se o Indicador Municipal de Desenvolvimento Educacional (IMDE),

desenvolvido conjuntamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais (INEP), Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas (Cedeplar) e o Núcleo de Estudos de População (NEPO). Esses exemplos ilustram os avanços na construção de medidas-síntese voltadas ao diagnóstico, planejamento e monitoramento de políticas públicas fundamentadas em evidências.

No contexto da criminalidade, a produção e divulgação de estatísticas anuais são fundamentais para o diagnóstico e monitoramento da violência no país. Duas das principais fontes nacionais de dados sobre criminalidade são o Atlas da Violência, elaborado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (ipea) e o Anuário Brasileiro de Segurança Pública, elaborado pelo Fórum Brasileiro de Segurança Pública (FBSP). Esses relatórios reúnem e analisam dados oriundos dos registros oficiais dos órgãos de segurança pública dos estados e da União, permitindo uma leitura sistematizada sobre os padrões da violência e suas transformações ao longo do tempo. Tais diagnósticos são essenciais para subsidiar políticas públicas mais eficazes e para fomentar debates qualificados sobre a segurança pública no Brasil.

1.1 Organização do Trabalho

A estrutura deste trabalho está organizada em seis capítulos, incluindo a Introdução. O Capítulo 2 apresenta uma breve fundamentação teórica sobre indicadores sociais e a construção de índices sintéticos. O Capítulo 3 descreve a metodologia adotada para a construção do Índice de Criminalidade Municipal, abordando as etapas de coleta, transformação e processamento dos dados. No Capítulo 4, são discutidos os resultados obtidos no índice, com ênfase na análise das dimensões que o compõem. No Capítulo 5, são apresentadas as conclusões do trabalho. Por fim, no Capítulo 6 são apresentados possíveis ajustes metodológicos na construção do índice, seguidas das Referências Bibliográficas.

1.2 Uso de Ferramentas de Inteligência Artificial

Durante o desenvolvimento desta monografia foram utilizadas ferramentas de Inteligência Artificial (IA), em especial o *ChatGPT* (OpenAI), como apoio técnico e redacional em diversas etapas do processo. O uso dessas ferramentas foi realizado de forma responsável, com supervisão constante do autor e revisão crítica de todos os conteúdos gerados. A seguir, detalham-se as principais formas de utilização:

Assistência na Programação

A ferramenta foi utilizada para aprimorar trechos de código em linguagem R, especialmente na definição de funções auxiliares para a manipulação e tratamento dos dados e no uso do pacote `tidyverse`. Foram sugeridas boas práticas de organização dos códigos.

Apoio à Redação Científica

A IA foi empregada como recurso de apoio para melhorar a clareza e coesão de trechos técnicos, especialmente na fundamentação teórica e descrição dos métodos. Foram também sugeridas reformulações textuais para adequação ao estilo acadêmico e à norma culta da língua portuguesa.

Em todas as etapas, o uso da IA teve caráter complementar, preservando-se o protagonismo intelectual e a análise crítica por parte do autor. O conteúdo final do trabalho reflete decisões fundamentadas no conhecimento estatístico e na revisão cuidadosa das contribuições assistidas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

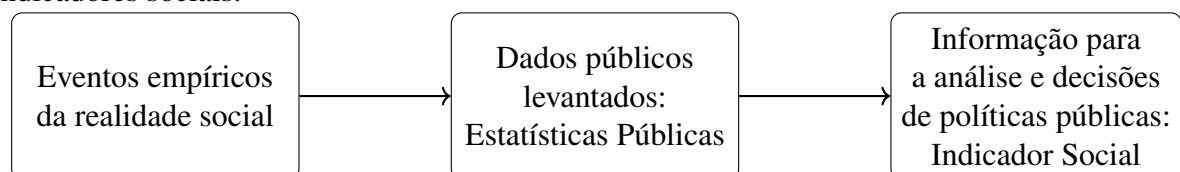
Este capítulo apresenta os conceitos de Indicadores Sociais e Índices Compostos (também denominados Índices Sintéticos), e aborda o contexto histórico, a relevância e as desvantagens existentes nessas medidas sínteses para a formulação e gestão de políticas públicas.

2.1 Indicadores Sociais

Conforme Jannuzzi (2017), indicadores sociais consistem em medidas quantitativas que operacionalizam conceitos sociais de natureza abstrata, possibilitando sua aplicação em análises empíricas. O aprimoramento científico dos indicadores sociais remonta à década de 1960, nos Estados Unidos, quando ganharam força os debates de que o crescimento econômico, por si só, não seria suficiente para assegurar condições de vida dignas à população. Em 1973, foi criado no Brasil pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) o Grupo Executivo de Indicadores Sociais, o qual realizava até o presente, a produção e análise de indicadores no contexto nacional.

Utilizados tanto na pesquisa científica quanto no planejamento e avaliação de políticas públicas, esses indicadores fornecem evidências sobre condições ou dinâmicas sociais, funcionando como instrumentos metodológicos para monitorar mudanças na realidade social. De maneira mais clara, os indicadores sociais são ferramentas que traduzem conceitos como pobreza, educação, saúde, emprego, habitação e segurança em medidas quantitativas passíveis de mensuração e comparação. Esses indicadores permitem avaliar o progresso social, identificar desigualdades e diagnosticar problemas estruturais, além de possibilitar o monitoramento dos efeitos de políticas públicas ao longo do tempo. Na Figura 1 é apresentado, por meio de um fluxograma, a dinâmica de geração de valor informacional a partir de dados estatísticos para indicadores sociais.

Figura 1 – Dinâmica de geração de valor informacional a partir de dados estatísticos para indicadores sociais.



Fonte: Adaptado de Jannuzzi (2017).

Além disso, os indicadores sociais possuem características importantes e desejáveis que interferem na sua qualidade e no seu poder de informação sobre um determinado campo social. No Quadro 1 são apresentadas essas características.

Quadro 1 – Propriedades necessárias para a construção de um indicador.

Propriedade	Relação
Relevância	O porquê da construção, dado o contexto e o objetivo da agenda política
Validade	Grau de proximidade e representação entre o conceito e a medida do indicador
Confiabilidade	Qualidade dos dados (coleta e fonte)
Cobertura	Grau de cobertura territorial e populacional (representatividade)
Sensibilidade	Monitoramento e avaliação das políticas públicas em prol da eficiência e efetividade da gestão pública
Especificidade	Capacidade de refletir alterações relacionadas à dimensão de interesse
Transparência	Transparência das decisões metodológicas e das escolhas subjetivas
Comunicabilidade	Compreensão por parte da população e dos demais agentes públicos
Factibilidade	Aos custos e à disponibilidade dos dados para o cálculo periódico
Periodicidade	Ao período de atualização do indicador
Desagregabilidade	Possibilidade de ser representativo para espaços geográficos reduzidos, grupos sociodemográficos, ou grupos vulneráveis específicos
Comparabilidade	Inferência de tendências e a avaliação de eventuais efeitos

Fonte: Adaptado de Jannuzzi (2017).

Por serem modelos simplificados de fenômenos sociais multifacetados, a construção de indicadores sociais é um processo complexo que envolve escolhas conceituais e metodológicas relevantes. Para que cumpram adequadamente sua função, é essencial que sejam construídos com base em dados confiáveis e alinhados com uma definição clara do que se pretende mensurar. Muitas vezes, os desafios não são apenas técnicos, mas conceituais, relacionados à dificuldade em definir com precisão aspectos como “pobreza”, “bem-estar”, “desemprego” ou “criminalidade”. A elaboração de um indicador exige refinamento contínuo, com revisões e ajustes à medida que se avança na compreensão do fenômeno em questão. Em razão dessas características, é importante reconhecer tanto as vantagens quanto as limitações desses instrumentos.

2.2 Indicadores Compostos

A complexidade metodológica envolvida na construção de um indicador pode ser utilizada como critério para classificá-lo em uma de duas categorias principais: simples ou composto. Os indicadores simples são elaborados a partir de uma única estatística social, relacionada a uma dimensão específica da realidade social (Jannuzzi, 2017). Já os indicadores compostos, também denominados indicadores sintéticos ou índices sociais, resultam da combinação de dois ou mais indicadores individuais em um único índice, fundamentado em um modelo conceitual subjacente. Um exemplo clássico é o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), que combina saúde, educação e renda. Esses indicadores compostos são especialmente úteis para representar conceitos multidimensionais, que não podem ser capturados de forma adequada por um único indicador isolado (Bandura, 2006).

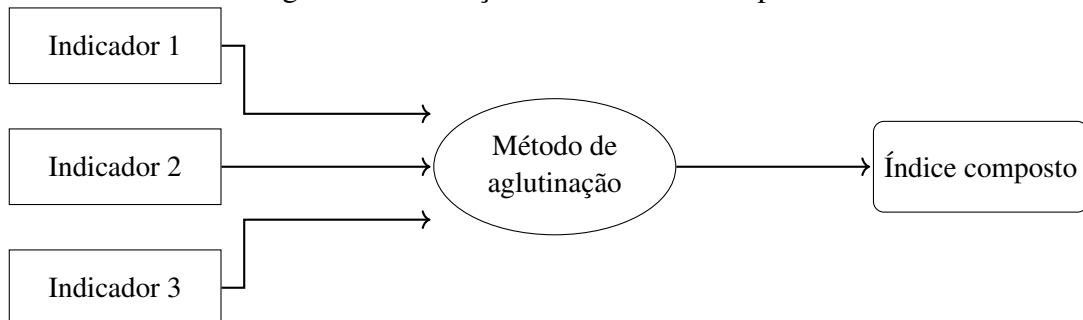
- **Dimensão:** é o nível hierárquico mais alto de análise e indica o escopo dos objetivos, indicadores individuais e variáveis. Por exemplo, um índice composto de sustentabilidade pode incluir dimensões econômica, social, ambiental e institucional.
- **Objetivo:** indica a direção desejada da mudança. Por exemplo, dentro da dimensão econômica, o PIB deve ser maximizado; na dimensão social, a exclusão social deve ser minimizada; na dimensão ambiental, as emissões de CO_2 devem ser minimizadas. Essa direção nem sempre é evidente: a mobilidade internacional de pesquisadores, por exemplo, pode ser minimizada quando a unidade de análise é um país e o objetivo é mensurar a fuga de cérebros. Por outro lado, pode ser maximizada quando se considera o conjunto de países da OCDE e a aprendizagem entre pares.
- **Indicador individual:** é a base da avaliação em relação a um determinado objetivo (cada objetivo pode envolver diferentes indicadores). Trata-se de uma função que associa a cada país uma variável indicadora de sua deseabilidade segundo os efeitos esperados associados ao mesmo objetivo — por exemplo: PIB, taxa de poupança e taxa de inflação no contexto do objetivo “maximização do crescimento”.
- **Variável:** é uma medida construída a partir de um processo que representa, em determinado ponto no tempo e no espaço, uma percepção compartilhada sobre o estado de coisas do mundo real, coerente com um indicador individual. Por exemplo, ao comparar dois países dentro da dimensão econômica, um objetivo pode ser “maximizar o crescimento econômico”; o indicador individual pode ser o desempenho em P&D, e a variável pode ser “número de patentes por milhão de habitantes”. Outro exemplo: um objetivo associado à

dimensão social pode ser “maximizar a atratividade residencial”; um possível indicador individual seria a “densidade residencial”, e a variável correspondente poderia ser a razão de pessoas por hectare.

- o **Indicador composto ou índice sintético:** é a agregação de todas as dimensões, objetivos, indicadores individuais e variáveis utilizadas. Isso implica que o que define formalmente um indicador composto é o conjunto de propriedades subjacentes à sua convenção de agregação.

Dessa forma, enquanto os indicadores simples apresentam a vantagem de serem facilmente relacionados com os conceitos que buscam medir, os indicadores compostos oferecem uma visão mais abrangente da realidade. No entanto, essa maior abrangência pode implicar na perda de nuances relevantes e, por vezes, perderem a capacidade de serem claros para os usuários que precisam de informações mais específicas. Na Figura 2 é a apresentado o fluxograma da construção hipotética de um índice composto.

Figura 2 – Fluxo metodológico de construção de um índice composto.



Fonte: Adaptado de Jannuzzi (2017).

No Quadro 2 são apresentadas as vantagens e as desvantagens do uso de indicadores compostos.

Quadro 2 – Vantagens e desvantagens do uso de Indicadores Compostos

Vantagens	
Aspecto	Descrição
Síntese da complexidade	Permitem resumir questões complexas ou multidimensionais, apoiando tomadores de decisão.
Facilidade de interpretação	Facilitam a visualização geral ("big picture") e a interpretação, em comparação com múltiplos indicadores isolados.
Classificação e ranking	Ajudam a ranquear países ou unidades em temas complexos.
Atração do interesse público	Fornecem um valor resumo que estimula a comparação entre países e o acompanhamento do progresso ao longo do tempo.
Otimização da apresentação	Reduzem o número visível de indicadores ou permitem incluir mais informações dentro de um espaço limitado.
Prestação de contas e comunicação	Facilitam a comunicação com o público e promovem a prestação de contas.
Desvantagens	
Aspecto	Descrição
Mensagens equivocadas	Podem transmitir mensagens enganosas ou não robustas, se mal construídos ou interpretados.
Risco de simplificação	Podem levar a conclusões políticas simplistas, ignorando as nuances dos subindicadores.
Julgamentos subjetivos	Envolvem escolhas subjetivas (modelo, pesos, tratamento de dados faltantes), exigindo transparência e base estatística sólida.
Disputas políticas	A seleção de indicadores e pesos pode ser alvo de disputas ou contestações políticas.
Alta exigência de dados	Requerem dados completos para todos os subindicadores e análises estatísticas confiáveis.

Fonte: Adaptado de Saisana e Tarantola (2016).

Nesse contexto, a construção e o uso de indicadores sociais são particularmente relevantes no campo da segurança pública, onde a identificação de padrões de criminalidade e a avaliação das ações estatais demandam medidas que se aproximem da realidade social. Dessa forma, indicadores como a taxa de homicídios, crimes contra o patrimônio, violência de gênero e apreensão de armas ganham destaque tanto em análises descritivas quanto na formulação de índices compostos voltados ao planejamento territorial de políticas públicas. Tais medidas são essenciais para a alocação estratégica de recursos, o monitoramento de áreas críticas e a definição de metas de redução da violência (OECD, 2008).

O índice apresentado neste trabalho baseia-se na metodologia do Índice de Desen-

volvimento Municipal (IDM), desenvolvido pelo Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE, 2025). O IDM adota uma abordagem multidimensional para mensurar o grau de desenvolvimento dos municípios cearenses, estruturando-se em quatro grandes dimensões: Ambiental, Econômica, Social e Governança Pública. Cada dimensão é composta por um conjunto específico de indicadores, totalizando trinta, que capturam aspectos diversos da realidade municipal, como cobertura de serviços públicos, desempenho econômico, características sociodemográficas e práticas administrativas. A escolha desses indicadores obedece a critérios de disponibilidade e qualidade de dados estatísticos, disponibilidade contínua e comparabilidade ao longo do tempo, com vistas a subsidiar o planejamento territorial e a alocação eficiente de recursos. Alinhado ao modelo de Gestão por Resultados (Wegenast *et al.*, 2017), o IDM visa não apenas diagnosticar desigualdades intermunicipais, mas também orientar políticas públicas baseadas em evidências e focadas em resultados mensuráveis, reforçando o papel dos indicadores como instrumentos estratégicos de monitoramento e avaliação de políticas públicas.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo são descritos os procedimentos metodológicos e técnicos adotados para a criação do Índice de Criminalidade Municipal (ICM), detalhando os indicadores que compõem o índice global e as três dimensões analisadas. Inicialmente, apresenta-se o processo de obtenção, tratamento e processamento das estimativas populacionais e dos registros criminais utilizados. Em seguida, detalham-se as abordagens analíticas e as técnicas estatísticas empregadas para o cálculo do ICM bem como as ferramentas computacionais utilizadas para a organização, análise e visualização dos resultados.

3.1 Obtenção das Estimativas Populacionais dos Municípios

Para a mensuração dos indicadores de criminalidade, optou-se pela padronização dos registros absolutos de ocorrências em relação ao tamanho da população exposta ao risco. Dessa forma, a obtenção de estimativas para os tamanhos populacionais atualizadas por município constitui uma etapa fundamental para o cálculo das taxas de criminalidade. As taxas foram calculadas com base no número de ocorrências por 100 mil habitantes, o que permite, a princípio, a comparação proporcional entre os municípios, independentemente de seu porte populacional.

Cabe destacar, que embora o uso de taxas por 100 mil habitantes seja uma prática amplamente adotada para padronizar indicadores de criminalidade entre diferentes municípios, esse procedimento assume uma relação linear entre o tamanho da população e o número de crimes. No entanto, Oliveira (2021) demonstra que essa suposição pode ser inadequada, uma vez que a relação entre população e criminalidade, em muitos contextos, é não linear. A pesquisa analisou dados de 12 países e revelou que certos tipos de crime, como furtos, tendem a crescer superlinearmente com o aumento da população. Outros crimes, como arrombamentos podem apresentar crescimento linear ou mesmo sublinear. Ou seja, cidades maiores não apenas registram mais crimes, mas esses crimes crescem a uma taxa proporcionalmente maior do que o crescimento populacional, o que pode inflar artificialmente as taxas *per capita* e distorcer rankings comparativos entre cidades.

O estudo sugere que, embora as taxas por 100 mil habitantes sejam úteis como medidas padronizadas, devem ser interpretadas com cautela, especialmente ao comparar localidades com diferentes tamanhos populacionais.

Nesse contexto, a estimativa do tamanho da população residente por município no

estado do Ceará foram obtidas a partir dos dados divulgados pelo IBGE, publicados no Diário Oficial da União em cumprimento ao Art. 102 da Lei n.º 8.443, de 16.07.1992, para os fins previstos no Inciso VI do Art. 1º da referida lei. As informações metodológicas referentes à estimação da população para cada ano analisado estão disponíveis nos relatórios oficiais do IBGE (IBGE, 2024).

As estimativas populacionais do Ceará, divulgadas pelo IBGE, evidenciam variações na composição demográfica estadual entre 2021 e 2024. Em 2021, a população total foi estimada em 9.240.580 habitantes, reduzindo ligeiramente para 9.233.656 habitantes em 2024, com pequenas oscilações intermediárias decorrentes do ajuste metodológico do Censo Demográfico 2022. Observa-se também uma redução discreta na participação relativa de Fortaleza, de 29,26% em 2021 para 27,88% em 2024.

Para fins de análise e categorização dos municípios segundo o faixa etária populacional, foi adotada a regra de Sturges (Sturges, 1926), um critério estatístico comumente utilizado para determinar o número adequado de classes em um conjunto de observações. A formulação da regra é dada por

$$k = 1 + \log_2(n),$$

em que k representa o número recomendado de classes e n corresponde ao total de observações. Considerando-se os 184 municípios do estado, a aplicação da regra resulta em:

$$k = 1 + \log_2(184) \approx 8,52,$$

justificando-se, portanto, a adoção de nove classes populacionais.

Com base na quantidade de classes obtida pela regra de Sturges, as amplitudes dos intervalos foram definidas por meio de consenso considerando a distribuição empírica das populações municipais, de modo a refletir a heterogeneidade observada. Adotaram-se faixas mais estreitas para os municípios de menor população, devido à maior concentração de municípios nesses intervalos, e faixas progressivamente mais amplas à medida que se avançava para os maiores contingentes populacionais, dada a menor quantidade de municípios nessas categorias. Adicionalmente, a capital Fortaleza foi isolada em uma categoria própria, em virtude de sua característica de *outlier*, apresentando população significativamente superior aos demais municípios. A Tabela 1 apresenta a quantidade de municípios por faixa populacional para cada um dos anos analisados.

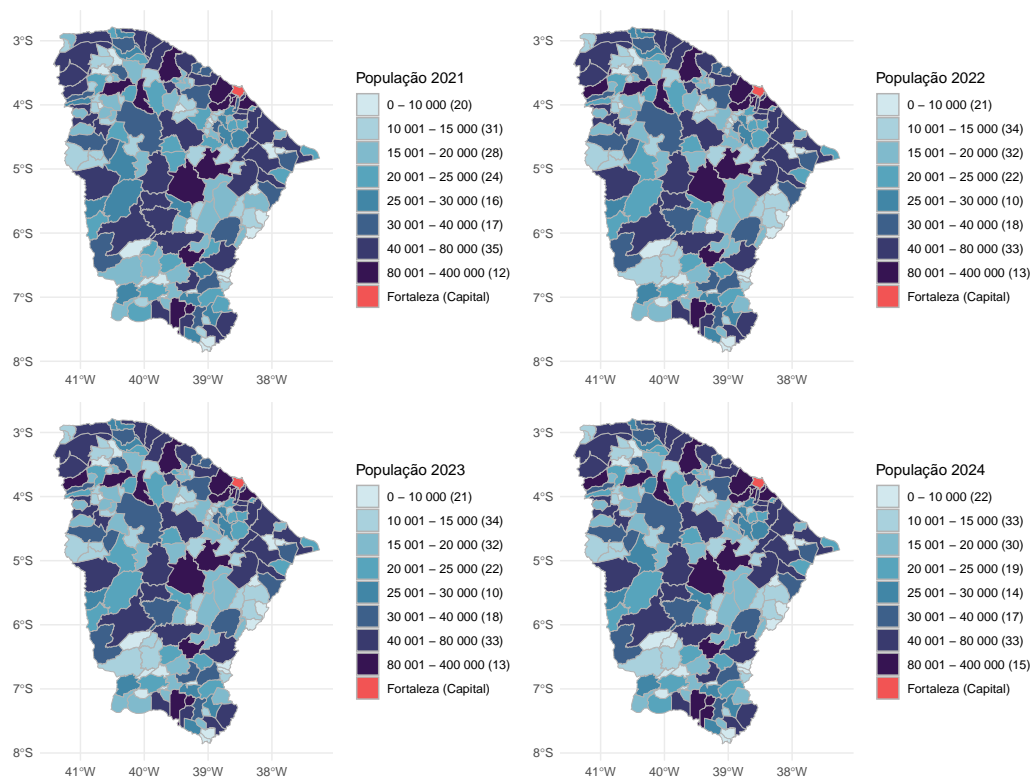
Tabela 1 – Distribuição dos municípios cearenses por faixa populacional (2021–2024).

Faixa Populacional (habitantes)	2021	2022	2023	2024
Até 10.000	20	21	21	22
10.001 a 15.000	31	34	34	33
15.001 a 20.000	28	32	32	30
20.001 a 25.000	24	22	22	19
25.001 a 30.000	16	10	10	14
30.001 a 40.000	17	18	18	17
40.001 a 80.000	35	33	33	33
80.001 a 400.000	12	13	13	15
Acima de 400.000 (Fortaleza)	1	1	1	1

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do IBGE.

Por fim, a Figura 3 apresenta, por meio de mapas de calor, a evolução das distribuições populacionais nos diferentes anos, destacando as alterações no porte populacional dos municípios ao longo do período analisado.

Figura 3 – Distribuição da população dos municípios do Ceará por faixa populacional (2021–2024).



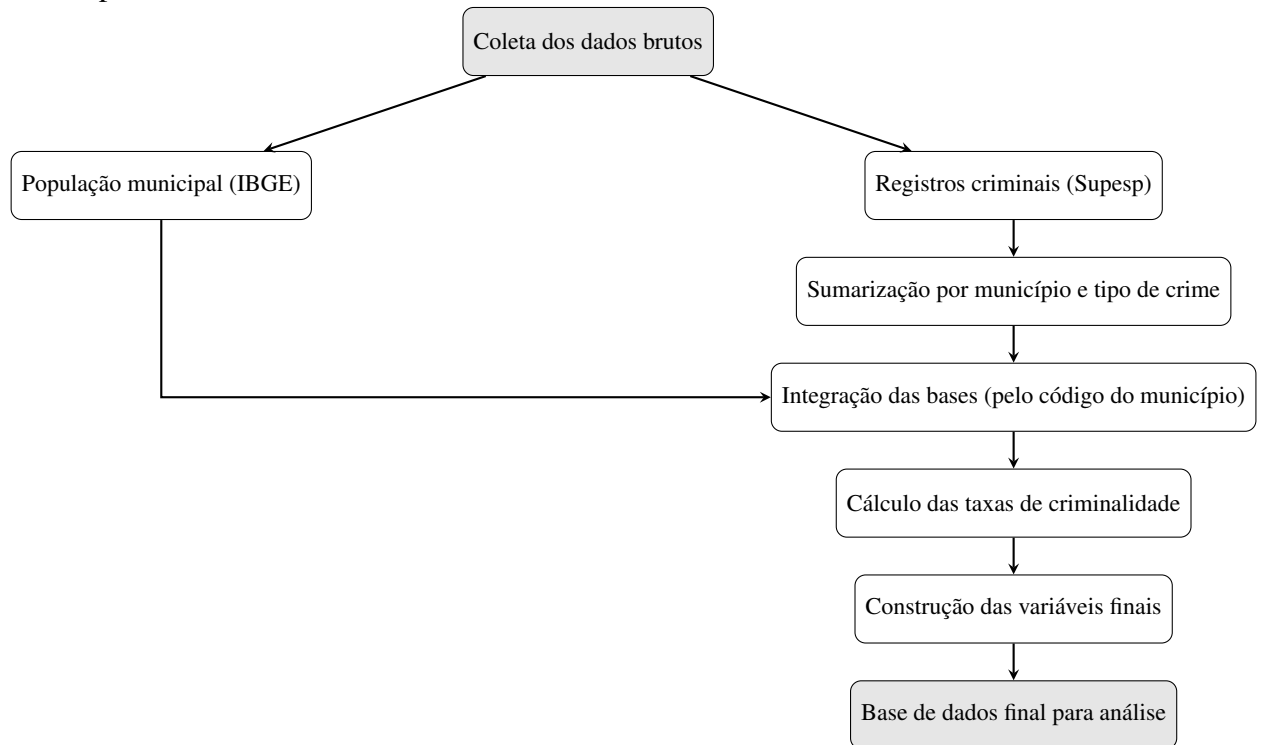
Fonte: Elaborado pelo autor.

É importante destacar que, segundo os dados disponibilizados pelo IBGE, os anos de 2022 e de 2023 apresentam as mesmas estimativas populacionais.

3.2 Obtenção, Tratamento e Processamento dos Dados

A obtenção dos registros de criminalidade no estado do Ceará foi realizada por meio da Secretaria de Segurança Pública e Defesa Social (SSPDS), a partir de dados de acesso público, disponíveis no endereço eletrônico: <https://www.sspds.ce.gov.br/indicadores-de-seguranca-publica>. Inicialmente, procedeu-se à sumarização dos dados criminais, com o cálculo do total de ocorrências para cada tipo de crime, agregadas por município. Na sequência, os dados foram integrados utilizando o código identificador de cada município, possibilitando o cruzamento com as estimativas populacionais disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A partir dessa integração, foi possível calcular as taxas específicas de criminalidade para cada tipo de delito por 100 mil habitantes, ajustadas à população de cada município. A base final apresentava as seguintes variáveis: código do município, nome do município, ano, taxa de crimes letais violentos e intencionais, taxa de mortes por intervenção policial, taxa de Crimes referentes à Lei Maria da Penha, taxa de crimes de preconceito de raça e cor, taxa de crimes violentos contra o patrimônio, taxa de furtos, taxa de crimes relacionados à homofobia e transfobia, taxa de crimes sexuais e taxa de crimes contra indígenas. Todo processo de tratamento e análise dos dados se deu por meio do programa computacional R (R CORE TEAM, 2024), livre e de código aberto. Na Figura 4 é apresentado o fluxograma da construção da base de dados.

Figura 4 – Fluxograma de construção da base de dados com as taxas de criminalidade para os municípios do estado do Ceará.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a construção do ICM foram utilizados os seguintes indicadores, os quais são expressos em taxas por cem mil habitantes:

- Taxa de Crimes Letais Violentos e Intencionais (CVLI);
- Taxa de Mortes Por Intervenção Policial;
- Taxa de Crimes Referentes à Lei Maria da Penha;
- Taxa de Crimes de Preconceito Racial;
- Taxa de Homofobia e Transfobia;
- Taxa de Crimes Contra Indígenas;
- Taxa de Crimes Sexuais;
- Taxa de Crimes Violentos Contra o Patrimônio (CVP);
- Taxa de Furtos.

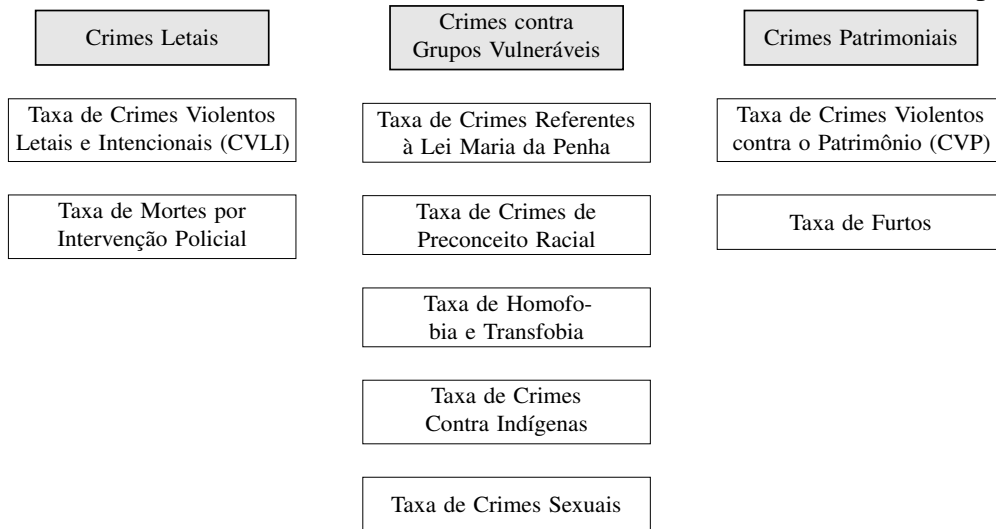
O ICM será composto por três dimensões: Crimes Letais, Crimes contra Grupos Vulneráveis e Crimes Patrimoniais, e fundamenta-se na natureza dos crimes e nos grupos populacionais diretamente afetados por eles. Buscou-se organizar os indicadores de forma a garantir coerência interna em cada dimensão, respeitando a especificidade das manifestações criminais e

seus impactos sociais.

A dimensão Crimes Letais foi composta por indicadores associados à perda de vidas humanas de forma intencional, direta ou institucionalmente mediada, refletindo o grau de letalidade da violência nos municípios. A inclusão da Taxa de Crimes Violentos Letais e Intencionais e da Taxa de Mortes por Intervenção Policial visa captar tanto a violência interpessoal quanto a letalidade decorrente da ação do Estado, apesar de que, tecnicamente o último não é considerado crime. Já a dimensão Crimes contra Grupos Vulneráveis concentra indicadores que evidenciam violações de direitos com recorte em marcadores sociais da diferença, como gênero, raça, etnia, orientação sexual e condição social. Assim, foram agregadas taxas de crimes que refletem situações de violência estrutural e discriminação historicamente enraizadas, tais como os crimes relacionados à Lei Maria da Penha, à homofobia/transfobia, ao racismo, aos crimes sexuais e às violências contra povos indígenas. É importante destacar que, entre os crimes que compõem cada dimensão, podem ocorrer intersecções nos registros, por exemplo, delitos enquadrados na Lei Maria da Penha podem também ser classificados como crimes sexuais ou crimes contra indígenas. Por fim, a dimensão Crimes Patrimoniais reúne indicadores que expressam a incidência de delitos contra bens materiais e patrimônio individual ou coletivo, refletindo tanto o ambiente de insegurança urbana quanto possíveis dinâmicas associadas a desigualdades econômicas. Foram considerados, nessa dimensão, a Taxa de Crimes Violentos contra o Patrimônio e a Taxa de Furtos.

Essa estruturação visa não apenas garantir a coerência conceitual entre os indicadores, mas também proporcionar uma leitura analítica mais precisa das diferentes expressões da criminalidade nos territórios. Além disso, contribui para a interpretabilidade do ICM, no sentido de permitir que gestores públicos, pesquisadores e a sociedade compreendam de forma clara o significado de cada dimensão e suas respectivas contribuições para o índice agregado. A segmentação por dimensões conceitualmente bem definidas facilita a identificação de padrões, a comparação entre municípios e o direcionamento de políticas públicas específicas para os diferentes tipos de criminalidade. Na Figura 5 é apresentada a estrutura dimensional do ICM.

Figura 5 – Estrutura Dimensional dos Indicadores do Índice de Criminalidade Municipal (ICM).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Esse alinhamento favorece a interpretabilidade do índice em relação às suas dimensões, um aspecto essencial para garantir sua utilidade prática e comunicabilidade, especialmente em contextos de formulação e avaliação de políticas públicas.

3.3 Cálculo do índice de Criminalidade Municipal

A construção do ICM segue o procedimento metodológico inspirado no modelo utilizado pelo IDM, adaptado para os indicadores de criminalidade. Assim, como no IDM, o ICM tem como proposta possibilitar o acompanhamento da evolução da criminalidade dos municípios cearenses ao longo dos anos. Essa metodologia emprega uma normalização baseada na técnica de distância a um ponto de referência e é apresentada no Manual para Construção de Indicadores Composto, da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 2008).

Esse método visa expressar o desempenho relativo de cada unidade (município) em relação a um valor de referência estabelecido previamente, o qual pode representar uma meta normativa, um percentil da distribuição dos dados ou um valor ideal obtido por consenso técnico ou político.

Esse método considera as razões entre o i -ésimo indicador $I_{i,m}$ para um município m , e o valor de referência VR_i . Dessa forma, o indicador padronizado será definido por

$$IP_i = \frac{I_i}{VR_i}.$$

A normalização dos dados brutos consiste em atribuir a cada indicador de cada município um valor padronizado no intervalo $[0, 1]$. Esse valor representa a proporção do desempenho municipal em relação ao valor de referência previamente definido, permitindo a comparabilidade entre os diferentes municípios e indicadores (IPECE, 2025).

Outro conceito fundamental para a construção do ICM é a definição da polaridade de cada indicador. A polaridade está relacionada à direção desejável dos valores dos indicadores, sendo determinada com base em sua natureza e interpretação no contexto criminal. Essa classificação é essencial para garantir que os valores padronizados reflitam corretamente o desempenho dos municípios em cada aspecto avaliado.

- **Polaridade negativa:** quanto menor o valor do indicador, melhor o desempenho do município.
- **Polaridade positiva:** quanto maior o valor do indicador, melhor o desempenho do município.

Iremos representar por $I_{d,i}$ o i -ésimo indicador da dimensão d , onde cada indicador representa o número de ocorrências do i -ésimo tipo de crime (da dimensão d) por cem mil habitantes, e $d = 1, 2, 3$, em que 1 : Dimensão Crimes Letais, 2 : Dimensão Crimes contra Grupos Vulneráveis e 3 : Crimes Patrimoniais. Além disso, $VR_{d,i}$ representa o valor de referência para o i -ésimo indicador da dimensão d .

Para os casos dos indicadores com polaridade positiva, aplica-se a seguinte regra:

$$IP_{d,i} = \begin{cases} \frac{I_{d,i}}{VR_{d,i}}, & \text{se } I_{d,i} < VR_{d,i} \\ 1, & \text{se } I_{d,i} \geq VR_{d,i}. \end{cases}$$

Assim, o município que apresenta um valor igual ou superior ao valor de referência recebe o índice máximo (igual a 1). Quando o valor observado é menor do que o valor de referência, calcula-se o índice pela razão inversa. Além disso, a definição para o $IP_{d,i}$ garante que $IP_{d,i} \geq 0$ e só é igual a zero se $I_{d,i} = 0$, para $d = 1, 2, 3$ e $i = 1, 2, \dots, n_d$, em que n_d é o número de indicadores da dimensão d .

Para os indicadores com polaridade negativa temos, que o i -ésimo indicador padronizado da dimensão d será:

$$IP_{d,i} = \begin{cases} \frac{VR_{d,i}}{I_{d,i}}, & \text{se } I_{d,i} > VR_{d,i} \\ 1, & \text{se } I_{d,i} \leq VR_{d,i}. \end{cases}$$

Assim, o município que apresenta um valor igual ou inferior ao valor de referência recebe o índice máximo (igual a 1). Quando o valor observado excede o valor de referência, calcula-se o índice pela razão inversa, de modo que maiores desvios em relação à meta estabelecida resultem em menores valores de $IP_{d,i}$. Além disso, a definição para o $IP_{d,i}$ garante que $0 < IP_{d,i} \leq 1$, para $d = 1, 2, 3$ e $i = 1, 2, \dots, n_d$, em que n_d é o número de indicadores da dimensão d .

No Quadro 3, são apresentados, por dimensão, os valores de referência estabelecidos para os indicadores que compõem o ICM, juntamente com a justificativa técnica para a definição desses valores.

Quadro 3 – Valores de Referência dos Indicadores do Índice de Criminalidade Municipal (ICM).

Dimensão Crimes Letais		
Indicador	Valor de Referência	Polaridade
Taxa de Crimes Violentos Letais e Intencionais (CVLI)	10,0000	Negativa
Justificativa: Valor fixado com base na meta internacional proposta pela ONU (Organização das Nações Unidas), que estabelece como parâmetro aceitável o limite máximo de 10 homicídios por 100 mil habitantes.		
Taxa de Mortes por Intervenção Policial	1,2508	Negativa
Justificativa: 65º percentil. Reflete o comportamento dos municípios com níveis moderados de ocorrência, considerando a distribuição assimétrica desse tipo de crime.		
Dimensão Crimes contra Grupos Vulneráveis		
Indicador	Valor de Referência	Polaridade
Taxa de Crimes Relacionados à Lei Maria da Penha	62,0177	Negativa
Justificativa: 5º percentil. Reflete municípios com menor incidência registrada de violência doméstica, considerando a distribuição desse tipo de crime nos municípios cearenses.		
Taxa de Homofobia e Transfobia	1,2020	Negativa
Justificativa: 70º percentil. Muitos municípios não apresentaram registros (prevalência de zeros), indicando provável subnotificação. Adota-se percentil superior como referência prudente.		
Taxa de Crimes ou Preconceito de Raça e Cor	0,7344	Negativa
Justificativa: 60º percentil. Muitos municípios não apresentaram registros (prevalência de zeros), indicando provável subnotificação. Adota-se percentil superior como referência prudente.		
Taxa de Crimes Contra Indígenas	1,3483	Negativa
Justificativa: 80º percentil. Muitos municípios não apresentaram registros (prevalência de zeros), indicando concentração de registros em poucos municípios, pois não há comunidades indígenas em todos os municípios. Adota-se percentil superior como referência prudente.		
Taxa de Crimes Sexuais	5,3972	Negativa
Justificativa: 10º percentil. Utiliza o decil inferior como referência de desempenho considerando a distribuição desse tipo de crime nos municípios cearenses.		
Dimensão Crimes Patrimoniais		
Indicador	Valor de Referência	Polaridade
Taxa de Crimes Violentos Contra o Patrimônio	5,3820	Negativa
Justificativa: 5º percentil. Reflete municípios com menor incidência registrada desse tipo de crime, considerando a distribuição entre os municípios cearenses.		
Taxa de Furtos	70,8751	Negativa
Justificativa: 5º percentil. Reflete municípios com menor incidência registrada de furtos, considerando a distribuição mais homogênea desse tipo de crime entre os municípios cearenses.		

Fonte: Elaborado pelo autor.

O detalhamento técnico de cada indicador está disponível no Apêndice A deste documento. O Algoritmo 1 apresenta o processo de padronização dos indicadores do ICM:

Algoritmo 1: Algoritmo Genérico de Padronização dos Indicadores

```

for cada município e para cada indicador I do
  if I possui polaridade negativa then
    if  $valor\_observado \leq valor\_referencia$  then
       $indice\_padronizado \leftarrow 1$  ;
    end
    else
       $indice\_padronizado \leftarrow \frac{valor\_referencia}{valor\_observado}$  ;
    end
  end
  else if I possui polaridade positiva then
    if  $valor\_observado \geq valor\_referencia$  then
       $indice\_padronizado \leftarrow 1$  ;
    end
    else
       $indice\_padronizado \leftarrow \frac{valor\_observado}{valor\_referencia}$  ;
    end
  end
end

```

3.3.1 O ICM e as suas dimensões de criminalidade

Seguindo a metodologia apresentada pelo IDM e a OCDE, os valores dos indicadores padronizados mais próximos de 1 indicam melhores desempenhos em relação à criminalidade, enquanto valores próximos de 0 indicam situações de maior criminalidade nos municípios. No entanto, como o objetivo deste trabalho é expressar a criminalidade por meio de uma estatística composta, optou-se por inverter a escala dos resultados após o processo de padronização e agregação, com o intuito de garantir maior coerência na interpretação dos valores obtidos. Dessa forma, municípios com valores próximos de zero no ICM indicam menores níveis de criminalidade, enquanto aqueles com valores próximos de um refletem maior incidência de crimes.

Para cada uma das dimensões definidas no ICM, procede-se ao cálculo de um

subíndice específico, com o objetivo de sintetizar o desempenho do município em relação ao conjunto de indicadores que compõem aquela dimensão. O subíndice de cada dimensão é calculado por meio do complementar da média aritmética simples dos valores padronizados dos indicadores associados a essa dimensão. Formalmente, para o município m e a dimensão d , o subíndice ICM_{md} é calculado segundo a seguinte expressão:

$$ICM_{md} = 1 - MIP_d, \quad MIP_d = \frac{\sum_{i=1}^{n_d} IP_{d,i}}{n_d} \quad (3.1)$$

em que,

- n_d representa o número de indicadores da dimensão d ;
- $IP_{d,i}$ representa o i -ésimo indicador padronizado na dimensão d ;
- MIP_d representa a média dos indicadores padronizados da dimensão d .

Após o cálculo dos subíndices para cada uma das dimensões definidas do ICM, procede-se à obtenção do índice global, o qual sintetiza o desempenho geral de cada município em relação à criminalidade. Para o cálculo do ICM global, é adotado a seguinte fórmula:

$$ICM = 1 - \sqrt[3]{MIP_1 \times MIP_2 \times MIP_3}, \quad (3.2)$$

em que,

- ICM representa o Índice de Criminalidade Municipal Global;
- MIP_1 corresponde ao subíndice de criminalidade municipal da dimensão Crimes Letais;
- MIP_2 corresponde ao subíndice de criminalidade municipal da dimensão Crimes contra Grupos Vulneráveis;
- MIP_3 corresponde ao subíndice de criminalidade municipal da dimensão Crimes Patrimoniais.

Uma proposta de índice de criminalidade médio para o estado do Ceará é dado por

$$\overline{ICM} = \frac{\sum_{i=1}^n ICM}{n}, \quad n = 184, \quad (3.3)$$

em que $n = 184$ corresponde ao número total de municípios do Ceará.

A escolha da média geométrica para o cálculo do índice global decorre de sua capacidade de atenuar a influência desproporcional de valores extremos em uma dimensão específica, promovendo uma avaliação mais equilibrada do desempenho dos municípios. Conforme destaca o PNUD (2015), essa propriedade da média geométrica é particularmente adequada para índices compostos, uma vez que evita que um elevado desempenho em uma dimensão compense, de forma excessiva, deficiências observadas em outras.

Para o cálculo dos subíndices dimensionais, optou-se pela média aritmética simples por conta das limitações observadas no contexto empírico. Embora uma alternativa fosse a utilização de médias ponderadas com pesos estatísticos derivados, por exemplo, de análises de componentes principais (Pliego-Martínez *et al.*, 2024) ou entropia de informação (Karagiannis; Karagiannis, 2020), tais métodos não podem ser utilizados pois se baseiam na estrutura de covariância dos dados, o que acaba impossibilitando a comparação temporal dos indicadores. Além disso, é importante destacar que pesos estatísticos nem sempre refletem a relevância social ou jurídica do fenômeno. Outro ponto é que, não foram identificadas diretrizes normativas ou bases legais consolidadas que atribuíssem pesos específicos aos diferentes tipos de violência analisados. Diante disso, e considerando que a atribuição arbitrária de pesos poderia comprometer a transparência e a legitimidade da medida, optou-se pela média aritmética simples como forma de garantir igualdade de tratamento entre os indicadores, mantendo a comparabilidade entre os municípios e a clareza metodológica.

3.3.2 Classificação por Quebras Naturais (*Natural Breaks*)

A definição das classes do ICM foi orientada pelo método de Quebras Naturais (Jenks, 1967), também conhecido como *Jenks Natural Breaks*. Essa técnica é amplamente utilizada na cartografia temática e na análise de indicadores socioeconômicos por buscar minimizar a variabilidade interna de cada classe e, ao mesmo tempo, maximizar as diferenças entre elas (Slocum, 2014). A base do método é uma otimização matemática conhecida como minimização da variância intra-classe, representada funcionalmente por

$$\text{Jenks} = \min \sum_{k=1}^m \sum_{x_j \in C_k} (x_j - \mu_k)^2,$$

em que,

- m é o total de classes;
- C_k é a k -ésima classe;
- x_j é o valor do j -ésimo elemento pertencente à classe C_k .

Assim como no Índice de Desenvolvimento Municipal (IPECE, 2025), os intervalos das classes foram inicialmente definidos com base no método de Jenks, e posteriormente ajustados para valores arredondados, visando facilitar tanto a interpretação quanto a aplicação prática dos resultados. No R, a definição das classes foi realizada por meio da função `classIntervals`,

pertencente ao pacote `classInt` (Bivand, 2024). Com base nessa metodologia, foram estabelecidas as seguintes categorias de criminalidade municipal segundo o ICM:

- **Classe 1:** Municípios com ICM maior do que 0,700;
- **Classe 2:** Municípios com ICM maior que 0,500 e menor ou igual que 0,700;
- **Classe 3:** Municípios com ICM maior que 0,300 e menor ou igual que 0,500;
- **Classe 4:** Municípios com ICM menor ou igual que 0,300.

Ressalta-se que essas faixas não devem ser interpretadas como definições absolutas de níveis alto, médio ou baixo de criminalidade. Elas funcionam como agrupamentos que organizam os municípios em quatro categorias, ordenadas dos maiores aos menores valores, de acordo com o cenário específico do estado do Ceará. Essa forma de classificação favorece uma leitura mais clara da distribuição da criminalidade municipal no território, permitindo a identificação de áreas prioritárias para a atuação de políticas públicas e alocação de recursos.

Além disso, é importante mencionar que os intervalos definidos para cada classe permanecerão constantes ao longo dos anos, o que assegura uma base comparativa estável para a análise evolutiva dos municípios. Essa estabilidade viabiliza o acompanhamento de tendências e transformações temporais, permitindo avaliar avanços ou retrocessos em termos de criminalidade local.

4 RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados obtidos na construção do Índice de Criminalidade Municipal. Inicialmente, são descritas as estatísticas descritivas das taxas de criminalidade que compõem o índice, com ênfase em medidas posição (média, mediana e percentis) e de dispersão (desvio padrão e coeficiente de variação). Também são analisadas as medidas de forma, como assimetria e curtose, visando caracterizar a distribuição empírica de cada indicador. Para complementar a análise descritiva, são apresentados boxplots que ilustram o comportamento das taxas para cada um dos anos considerados na análise. Em seguida, são apresentados os resultados do ICM para os municípios referente ao período de 2021 a 2024.

4.1 Análise Descritiva

Esta seção apresenta a análise descritiva das taxas de criminalidade nos 184 municípios do estado do Ceará, no período de 2021 a 2024. A análise inclui medidas descritivas que visam caracterizar a distribuição dos dados em cada um dos anos, fornecendo subsídios para as etapas posteriores da construção do índice. Na Tabela 2 são apresentadas as estatísticas descritivas de 2021 para os indicadores que compõem o ICM.

Tabela 2 – Estatísticas descritivas para as taxas de criminalidade, segundo o tipo de crime, no Ceará em 2021.

Tipo de crime	Média	P25	Mediana	P75	DP	CV (%)	Mínimo	Máximo	Assimetria	Curtose
Crimes contra indígenas	1,3532	0,0000	0,0000	0,0000	5,2579	388,57%	0,0000	47,6853	6,7448	51,4966
Mortes por intervenção policial	1,4194	0,0000	0,0000	0,7257	3,6287	255,64%	0,0000	25,5124	3,7564	16,6732
Crimes sexuais	20,9383	12,6186	20,0568	26,4947	12,4963	59,68%	0,0000	76,1615	1,0571	2,2528
Crimes letais violentos e intencionais (CVLI)	33,3994	12,6375	25,2856	42,7817	34,7459	104,03%	0,0000	304,3536	3,3071	19,3988
Crimes violentos contra o patrimônio (CVP)	152,3960	38,6393	92,0409	171,3320	195,5370	128,31%	0,0000	1180,7393	2,8254	9,3358
Furtos	205,7857	104,1363	164,4502	247,1788	151,6854	73,71%	9,6061	936,8604	1,6785	3,4078
Crimes relacionados à homofobia e transfobia	0,6744	0,0000	0,0000	0,0000	1,9513	289,32%	0,0000	17,0082	4,5597	28,1451
Lei Maria da Penha	140,5251	79,0051	126,2560	186,4773	77,8934	55,43%	13,2328	518,9937	1,0521	1,8956
Crimes de preconceito racial	0,4788	0,0000	0,0000	0,0000	1,3325	278,30%	0,0000	9,9093	3,7987	17,4815

Fonte: Elaborado pelo autor.

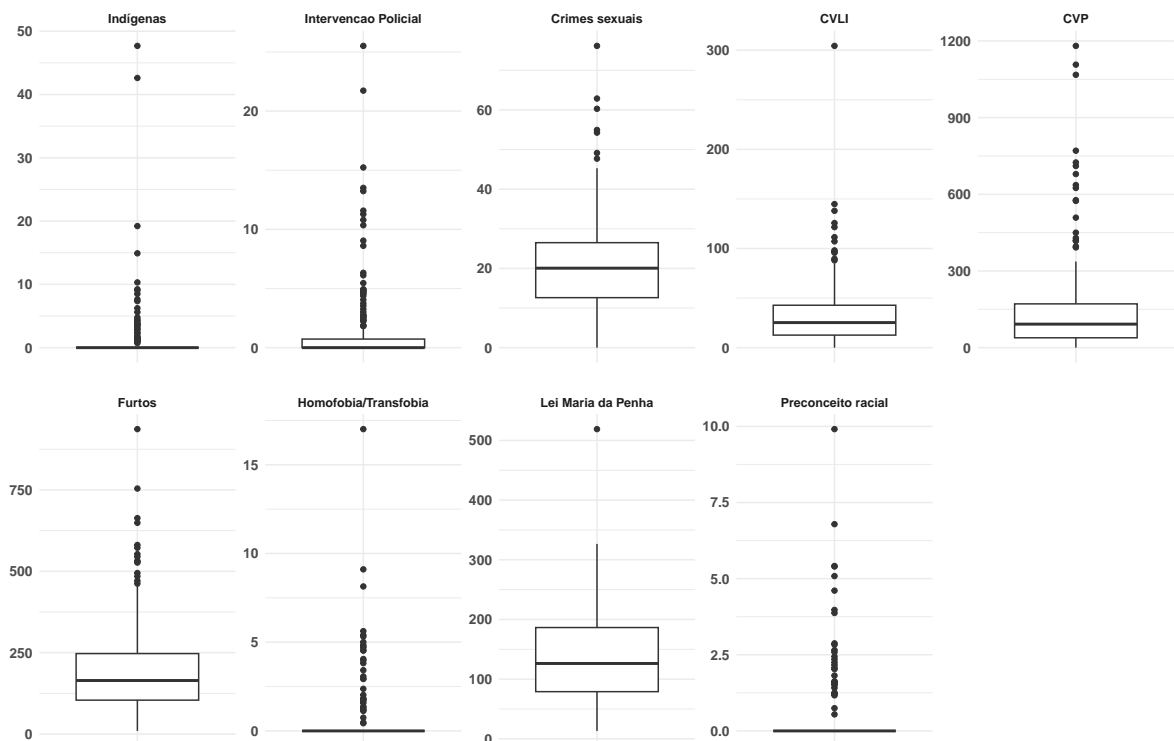
Nota: P25: 25º Percentil. P75: 75º Percentil. DP: Desvio Padrão. CV: Coeficiente de Variação.

Em 2021, os dados evidenciam distribuições assimétricas para as taxas de criminalidade no Ceará. A análise descritiva revela que para diversos tipos de crimes, as taxas apresentam alta assimetria positiva e curtose acentuada, como os crimes contra indígenas (assimetria = 6,7448; curtose = 51,4966) e os crimes de preconceito racial (assimetria = 3,7987; curtose = 17,4815), indicando concentração de valores próximos de zero e presença de poucos municípios com taxas extremamente elevadas nesses tipos de crime. Diante desse comportamento, a mediana

é adotada como medida mais robusta de tendência central, por ser menos sensível à presença de valores extremos do que a média. Em termos de mediana, destacam-se as taxas de furtos (164,4502), CVP (92,0409) e Lei Maria da Penha (126,2560) como as mais elevadas, refletindo maior ocorrência desses crimes em boa parte dos municípios. Por outro lado, vários tipos de crime apresentaram taxa mediana igual a zero, como crimes contra indígenas, preconceito racial e crimes de homofobia e transfobia, evidenciando que metade ou mais dos municípios não registraram esses tipos de crime no ano. A taxa de crimes relacionados à atuação policial também apresentou mediana igual a zero, com assimetria de 3,7564 e curtose de 16,6732, características que sugerem uma distribuição concentrada em valores baixos, com poucos municípios apresentando valores elevados. Os elevados coeficientes de variação reforçam a presença de grande dispersão relativa em indicadores de baixa frequência.

A Figura 6 apresenta os boxplots para cada taxa de criminalidade no ano de 2021, onde é possível verificar o alto número de municípios sem registros de crimes contra indígenas, crimes de homofobia e transfobia e crimes de preconceito racial.

Figura 6 – Distribuição das taxas de criminalidade no Ceará em 2021.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação ao ano de 2022, conforme apresentado na Tabela 3, observa-se um

padrão de assimetria positiva em grande parte das variáveis analisadas, assim como no ano anterior, indicando distribuições com caudas alongadas à direita. As maiores medianas foram observadas nas taxas de furtos (202,6563), CVP (76,1327) e casos relacionados à Lei Maria da Penha (130,1400), refletindo maior frequência desses crimes em boa parte dos municípios. Por outro lado, diversas variáveis apresentaram mediana igual a zero, como crimes contra indígenas, homofobia e transfobia, preconceito racial e crimes relacionados à atuação policial, o que evidencia que metade ou mais dos municípios não registraram ocorrências desses tipos de crime em 2022. É importante destacar também que, crimes contra indígenas e crimes de preconceito racial apresentaram o 75º percentil igual a zero, ou seja, pelo menos 75% dos municípios cearenses não apresentaram registros desse tipo de crime. A elevada assimetria e curtose dessas variáveis, como nos crimes contra indígenas (assimetria = 7,2286; curtose = 66,9443) e nos crimes relacionados à atuação policial (assimetria = 4,9123; curtose = 35,9424), indicam a concentração de registros em poucos municípios com valores muito superiores à média das observações.

Tabela 3 – Estatísticas descritivas para as taxas de criminalidade no Ceará em 2022.

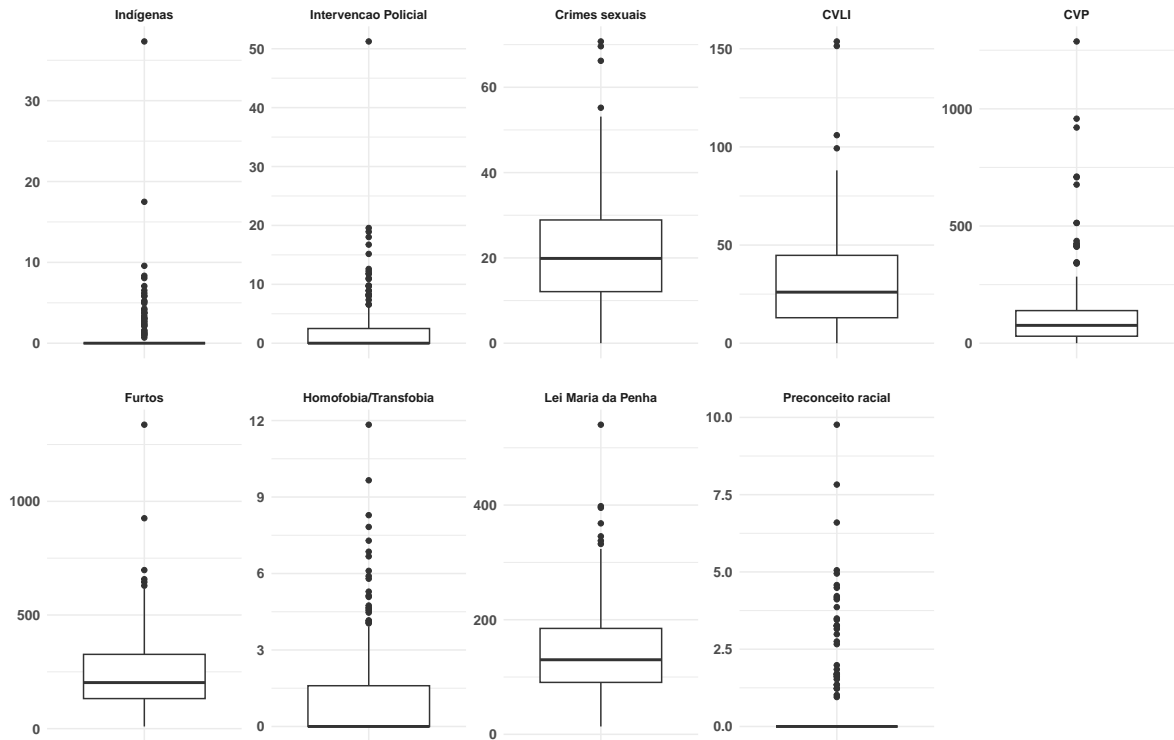
Tipo de crime	Média	P25	Mediana	P75	DP	CV (%)	Mínimo	Máximo	Assimetria	Curtose
Crimes contra indígenas	0,9990	0,0000	0,0000	0,0000	3,4540	345,74%	0,0000	37,3255	7,2286	66,9443
Mortes por intervenção policial	2,3423	0,0000	0,0000	2,4989	5,3974	230,43%	0,0000	51,2383	4,9123	35,9424
Crimes sexuais	21,4429	12,0956	19,8813	28,8965	13,2873	61,97%	0,0000	70,7464	0,9341	1,4510
Crimes letais violentos e intencionais (CVLI)	31,7207	12,9877	26,0119	44,7625	25,9639	81,85%	0,0000	153,7148	1,5828	3,9203
Crimes violentos contra o patrimônio (CVP)	127,0769	29,9049	76,1327	139,1889	176,0694	138,55%	0,0000	1287,5570	3,4122	14,6182
Furtos	253,3794	132,2888	202,6563	326,8437	178,4280	70,42%	9,5749	1337,1719	1,9351	7,0308
Crimes relacionados à homofobia e transfobia	1,1319	0,0000	0,0000	1,5984	2,1555	190,43%	0,0000	11,8371	2,1411	4,7033
Lei Maria da Penha	146,2465	90,6426	130,1400	184,8140	83,6008	57,16%	13,7297	540,2518	1,2766	2,4930
Crimes de preconceito racial	0,5906	0,0000	0,0000	0,0000	1,5069	255,15%	0,0000	9,7637	3,1294	11,1315

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: P25: 25º Percentil. P75: 75º Percentil. DP: Desvio Padrão. CV: Coeficiente de Variação.

A Figura 7 apresenta os boxplots para cada taxa de criminalidade no ano de 2022. Observa-se, um elevado número de municípios sem registros de crimes contra indígenas, crimes de homofobia e transfobia e crimes de preconceito racial. Esses padrões indicam distribuições assimétricas com forte concentração de valores próximos de zero, sugerindo que esses tipos de crime ocorreram de forma pontual em poucos municípios. A predominância de valores extremos nessas variáveis reflete a ocorrência de registros isolados com valores expressivamente superiores à maioria das observações.

Figura 7 – Distribuição das taxas de criminalidade no Ceará em 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação ao ano de 2023, conforme apresentado na Tabela 4, observa-se novamente a predominância de distribuições assimétricas à direita nas taxas de criminalidade, com várias variáveis apresentando mediana igual a zero. Esse padrão é evidenciado nos crimes contra indígenas, crimes de preconceito racial, crimes de homofobia e transfobia e nas mortes por intervenção policial, indicando que mais da metade dos municípios não registraram esses tipos de crime no período analisado. As elevadas medidas de assimetria e curtose dessas variáveis, como nas mortes por intervenção policial (assimetria = 3,2823; curtose = 12,0588) e nos crimes contra indígenas (assimetria = 12,5328; curtose = 162,1511), reforçam a presença de valores extremos em poucos municípios. As maiores medianas foram observadas nas taxas de furtos (221,9996), CVP (57,9228) e casos relacionados à Lei Maria da Penha (154,5354), revelando uma presença mais consistente desses crimes em diversos municípios. Por outro lado, o alto CV em variáveis como crimes contra indígenas ($CV = 647,33\%$) e mortes por intervenção policial ($CV = 236,96\%$) demonstra grande dispersão relativa, refletindo a natureza desigual da distribuição espacial da criminalidade no estado.

Tabela 4 – Estatísticas descritivas para as taxas de criminalidade no Ceará em 2023.

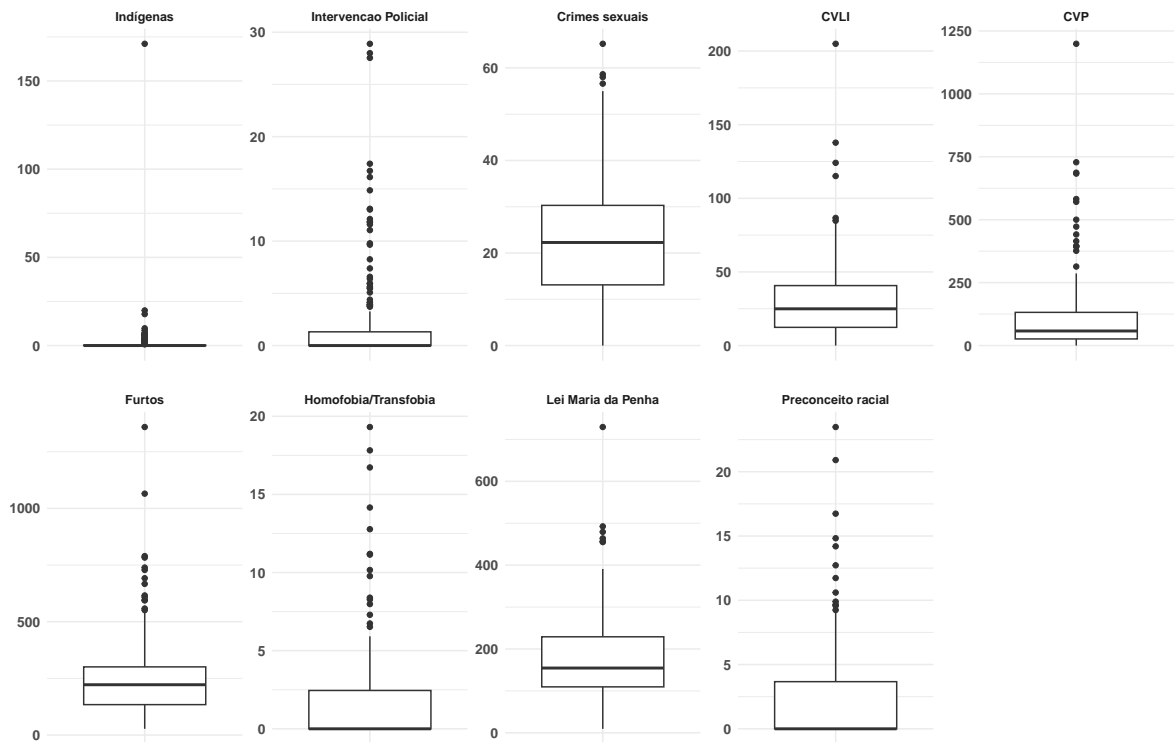
Tipo de crime	Média	P25	Mediana	P75	DP	CV (%)	Mínimo	Máximo	Assimetria	Curtose
Crimes contra indígenas	1,9787	0,0000	0,0000	0,1906	12,8086	647,33%	0,0000	171,0828	12,5328	162,1511
Mortes por intervenção policial	2,0814	0,0000	0,0000	1,3146	4,9321	236,96%	0,0000	28,8906	3,2823	12,0588
Crimes sexuais	23,4198	13,1153	22,2764	30,2959	13,9103	59,40%	0,0000	65,2209	0,5342	-0,0265
CVLI	30,3485	12,3666	24,9592	40,7283	27,0412	89,10%	0,0000	204,9530	2,3738	9,9848
CVP	110,8203	26,3155	57,9228	131,8824	155,8250	140,61%	0,0000	1199,0326	3,3615	15,0283
Furtos	260,5027	134,2168	221,9996	300,7771	187,6514	72,03%	27,5406	1358,9530	2,1566	7,3141
Crimes de homofobia e transfobia	1,7817	0,0000	0,0000	2,4534	3,4472	193,48%	0,0000	19,3125	2,6575	7,9266
Lei Maria da Penha	179,3459	109,6456	154,5354	229,0986	101,7559	56,74%	9,5749	729,4926	1,5996	4,4611
Crimes de preconceito racial	2,2958	0,0000	0,0000	3,6680	4,0678	177,18%	0,0000	23,4788	2,2994	6,2559

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: P25: 25º Percentil. P75: 75º Percentil. DP: Desvio Padrão. CV: Coeficiente de Variação.

A Figura 8 apresenta os boxplots das taxas de criminalidade no Ceará em 2023, evidenciando a presença de assimetrias acentuadas e valores extremos em diversas variáveis. Nota-se a grande quantidade de municípios com ausência de registros para crimes como mortes decorrentes de intervenção policial, crimes contra indígenas, homofobia/transfobia e preconceito racial, ao passo que crimes como furtos, CVP, CVLI e casos da Lei Maria da Penha apresentam maior concentração e dispersão, refletindo seu maior alcance territorial.

Figura 8 – Distribuição das taxas de criminalidade no Ceará em 2023.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em 2024, os dados mantêm o padrão observado nos anos anteriores, evidenciando

elevada assimetria e dispersão nas taxas de criminalidade entre os municípios cearenses. De acordo com a Tabela 5, as maiores medianas foram registradas nas taxas de furtos (209,2316), Lei Maria da Penha (188,4950) e CVP (50,3159), refletindo a recorrência desses tipos de crime em um número expressivo de municípios. As taxas de crimes contra indígenas, preconceito racial e mortes por intervenção policial apresentaram novamente medianas iguais a zero, indicando ausência de registros em pelo menos metade dos municípios do estado no ano de 2024. Tais padrões estão associados a distribuições com assimetria positiva acentuada e caudas pesadas, como no caso dos crimes contra indígenas (assimetria = 13,0739; curtose = 172,1426) e das mortes por intervenção policial (assimetria = 3,6475; curtose = 18,2439), caracterizando a concentração de valores baixos, com poucos municípios apresentando ocorrências extremamente elevadas. O coeficiente de variação reforça esse cenário de alta variabilidade relativa, sobretudo nos crimes contra indígenas (CV = 837,47%), crimes de homofobia e transfobia (CV = 214,74%) e nas mortes por intervenção policial (CV = 204,75%).

Tabela 5 – Estatísticas descritivas para as taxas de criminalidade no Ceará em 2024.

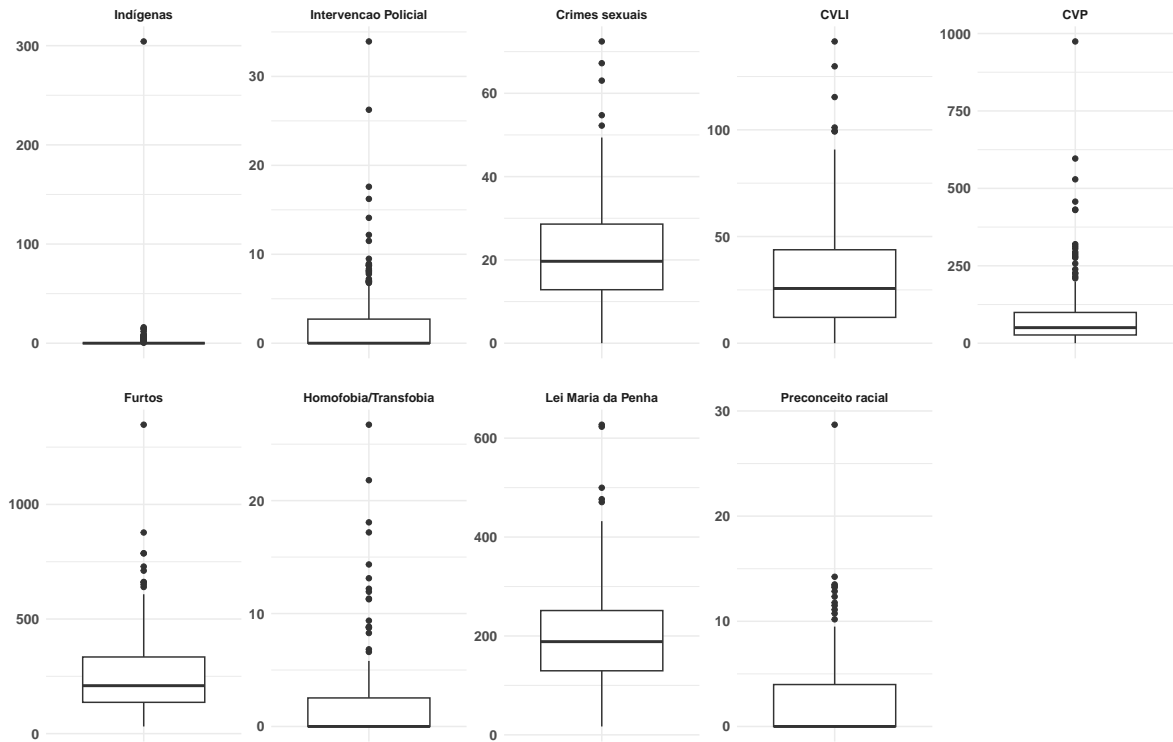
Tipo de crime	Média	P25	Mediana	P75	DP	CV (%)	Mínimo	Máximo	Assimetria	Curtose
Crimes contra indígenas	2,6877	0,0000	0,0000	0,0000	22,5091	837,47%	0,0000	304,2720	13,0739	172,1426
Mortes por intervenção policial	2,1662	0,0000	0,0000	2,7121	4,4352	204,75%	0,0000	33,9305	3,6475	18,2439
Crimes sexuais	21,3777	12,8466	19,6680	28,6005	13,2063	61,78%	0,0000	72,4463	0,8338	1,3375
CVLI	31,0981	12,1105	25,6560	43,8024	25,8530	83,13%	0,0000	141,4302	1,3632	2,4497
CVP	88,5173	26,5993	50,3159	99,4117	117,3289	132,55%	0,0000	974,3973	3,7067	19,5023
Furtos	258,7672	136,5754	209,2316	334,4675	183,7339	71,00%	31,2147	1347,8806	2,0346	6,6501
Crimes de homofobia e transfobia	1,9051	0,0000	0,0000	2,5272	4,0909	214,74%	0,0000	26,7237	3,1302	11,5750
Lei Maria da Penha	201,6267	129,5478	188,4950	251,3720	106,0064	52,58%	16,9434	627,2064	1,1009	1,9692
Crimes de preconceito racial	2,4380	0,0000	0,0000	3,9872	4,0920	167,84%	0,0000	28,6944	2,4250	8,7947

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: P25: 25º Percentil. P75: 75º Percentil. DP: Desvio Padrão. CV: Coeficiente de Variação.

A Figura 9 apresenta os boxplots com a distribuição das taxas de criminalidade nos municípios do Ceará no ano de 2024. Nota-se a permanência de um padrão fortemente assimétrico em diversas variáveis, com presença de valores extremos, caracterizando distribuições com caudas pesadas especialmente nos crimes contra indígenas, mortes por intervenção policial e preconceito racial. Esses valores extremos confirmam a elevada dispersão dos dados e a concentração de ocorrências em um número reduzido de municípios. Ademais, observa-se a ausência de registros em ao menos metade dos municípios nas variáveis crimes de homofobia e transfobia, crimes contra indígenas e mortes por intervenção policial, evidenciada pela posição da mediana sobre o zero.

Figura 9 – Distribuição das taxas de criminalidade no Ceará em 2024.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nesse contexto, a análise descritiva reforça a adequação do uso da mediana e de medidas baseadas em percentis para descrever o comportamento das distribuições das taxas de criminalidade no Ceará, já que estas são menos sensíveis à influência de valores extremos. Ao longo do período de 2021 a 2024, observou-se um padrão persistente de forte assimetria positiva nas distribuições das taxas de criminalidade entre os municípios cearenses, especialmente em crimes de baixa frequência, como os contra indígenas, de preconceito racial e mortes por intervenção policial. A presença recorrente de medianas iguais a zero em algumas dessas variáveis revela que a maior parte dos municípios não registrou ocorrências desses crimes, enquanto poucos apresentaram taxas significativamente elevadas. Por outro lado, crimes como CVLI, furtos, CVP e crimes relacionados à Lei Maria da Penha demonstraram maior recorrência, com medianas altas e dispersão relativamente menor, indicando distribuição mais ampla desses delitos no território. A análise descritiva, portanto, revela não apenas a heterogeneidade espacial da criminalidade, mas também destaca a importância de estatísticas robustas para uma caracterização mais precisa da criminalidade.

4.2 Resultados do Índice de Criminalidade Municipal - Ceará, 2021–2024

O Índice de Criminalidade Municipal (ICM) para o estado do Ceará sintetiza o nível de criminalidade nos 184 municípios cearenses, a partir de um conjunto de nove indicadores que refletem diferentes tipos de crimes. Esta seção apresenta os resultados do ICM para os anos de 2021 a 2024, oferecendo uma visão geral da evolução dos níveis de criminalidade no estado ao longo desse período. Após o cálculo do índice para todos os municípios, as estatísticas descritivas são apresentadas na Tabela 6.

A média dos ICM, definida pela Fórmula 3.3 mostrou um leve crescimento ao longo dos anos, saindo de 0,4898 em 2021 para 0,5391 em 2024, sugerindo um aumento geral na intensidade dos registros criminais no estado. Observa-se também certa estabilidade na dispersão entre os municípios, dado que o desvio padrão oscilou pouco no período analisado. Já os valores de assimetria negativos indicam que a distribuição do índice tende a se concentrar em valores mais altos, com uma cauda voltada para valores baixos.

Tabela 6 – Estatísticas descritivas do Índice de Criminalidade Municipal, 2021–2024.

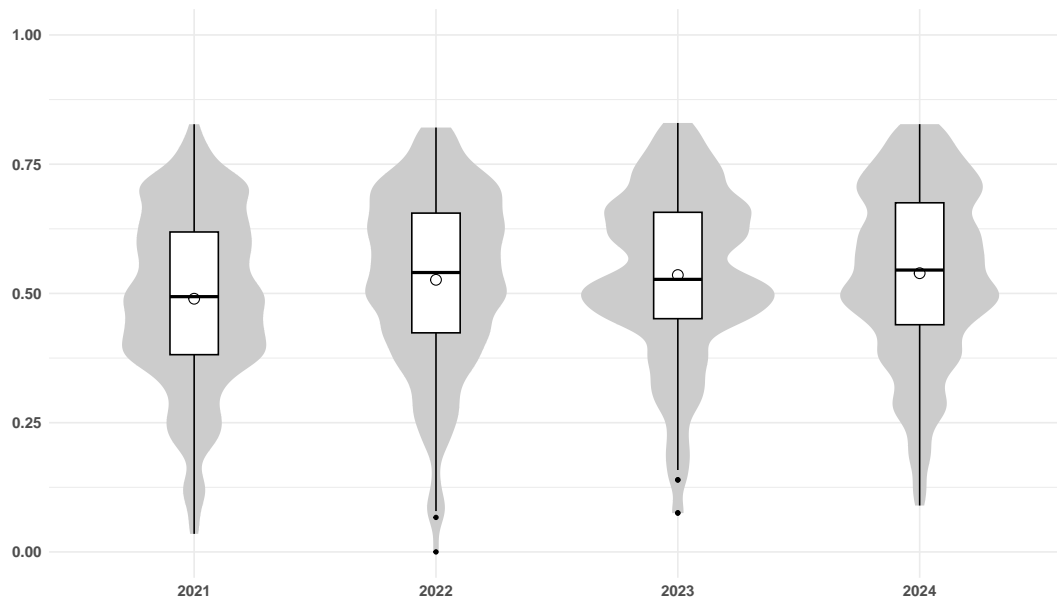
Ano	Mínimo	Máximo	P25	Média	DP	CV (%)	Mediana	P75	Assimetria	Curtose
2021	0,0350	0,8273	0,3816	0,4898	0,1653	33,76%	0,4938	0,6189	-0,3143	-0,3935
2022	0,0000	0,8209	0,4238	0,5264	0,1679	31,89%	0,5405	0,6554	-0,5920	0,0450
2023	0,0751	0,8297	0,4512	0,5356	0,1607	30,00%	0,5272	0,6569	-0,5054	-0,0329
2024	0,0898	0,8274	0,4395	0,5391	0,1648	30,57%	0,5452	0,6753	-0,3786	-0,4379

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: P25: 25^o Percentil. P75: 75^o Percentil. DP: Desvio Padrão. CV: Coeficiente de Variação.

A Figura 10 apresenta os gráficos de violino, em que é possível observar a distribuição do ICM para cada um dos anos analisados. As curvas de densidade revelam distribuições assimétricas à esquerda, sugerindo a existência de um número menor de municípios com baixos índices e uma maior concentração em faixas mais elevadas do ICM. Além disso, a presença de valores extremos nas caudas inferiores em 2022 e 2023 reforça que alguns municípios mantiveram níveis de criminalidade significativamente abaixo da média estadual. De modo geral, os dados apontam para uma tendência de crescimento do índice, acompanhada de uma relativa estabilidade na variabilidade, o que pode indicar uma homogeneização dos padrões de criminalidade entre os municípios ao longo dos anos analisados.

Figura 10 – Boxplots e curvas de densidade do Índice de Criminalidade Municipal (2021–2024).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em 2021, o maior número de municípios (73) se concentrava na faixa intermediária $0,300 < \text{ICM} \leq 0,500$; em 2024, esse número reduziu-se para 55. Por outro lado, o $\text{ICM} > 0,700$, que representa os municípios com os níveis mais elevados de criminalidade segundo o índice, passou de 21 para 36 municípios no mesmo período. Já a $\text{ICM} \leq 0,300$, correspondente aos municípios com menor criminalidade, apresentou uma redução de 24 para 18 municípios, sugerindo um leve avanço na redução dos níveis críticos. Esses resultados evidenciam um deslocamento progressivo na distribuição das faixas do índice, com diminuição nos extremos inferiores e aumento nos superiores.

Tabela 7 – Número de municípios segundo as classes do ICM – Ceará, 2021 a 2024.

Classe	2021	2022	2023	2024
$\text{ICM} > 0,700$	21	29	28	36
$0,500 < \text{ICM} \leq 0,700$	66	81	84	75
$0,300 < \text{ICM} \leq 0,500$	73	55	56	55
$\text{ICM} \leq 0,300$	24	19	16	18

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Tabela 8 são apresentados os municípios com os 10 maiores e os 10 menores ICM em 2024 e seu respectivos valores e ranking em 2021. Maracanaú apresentou maior valor

do ICM em 2024, seguido pelos municípios de Sobral e de Fortaleza. A seguir, serão analisados os três municípios com os maiores índices, destacando as dimensões que mais influenciaram suas classificações.

Tabela 8 – Comparação entre os 10 municípios com maior e menor Índice de Criminalidade Municipal (ICM) em 2024 e seus respectivos valores em 2021.

Município	ICM 2021	Rk 2021	ICM 2024	Rk 2024	VPA (%)
Maracanaú	0,7137	14	0,8274	1	15,93
Sobral	0,7239	11	0,8179	2	12,99
Fortaleza	0,7793	3	0,8168	3	4,81
Baturité	0,6952	24	0,8149	4	17,22
Crato	0,7094	18	0,8118	5	14,43
Caucaia	0,7774	4	0,8102	6	4,22
Quixadá	0,6939	25	0,7992	7	15,18
Cedro	0,4795	98	0,7970	8	66,21
Forquilha	0,7197	12	0,7866	9	9,30
Juazeiro do Norte	0,7083	19	0,7862	10	11,00
Ararendá	0,3779	141	0,2607	175	-31,01
Pires Ferreira	0,4497	110	0,2382	176	-47,03
Solonópole	0,3970	131	0,2247	177	-43,40
Potiretama	0,3308	155	0,2094	178	-36,70
Porteiras	0,2754	164	0,1857	179	-32,57
Pacoti	0,2830	162	0,1806	180	-36,18
Piquet Carneiro	0,2462	169	0,1798	181	-26,97
Dep. Irapuan Pinheiro	0,1503	178	0,1309	182	-12,91
Granjeiro	0,1244	180	0,1215	183	-2,33
Santana do Cariri	0,0350	184	0,0898	184	156,57

Fonte: Elaborado pelo autor.

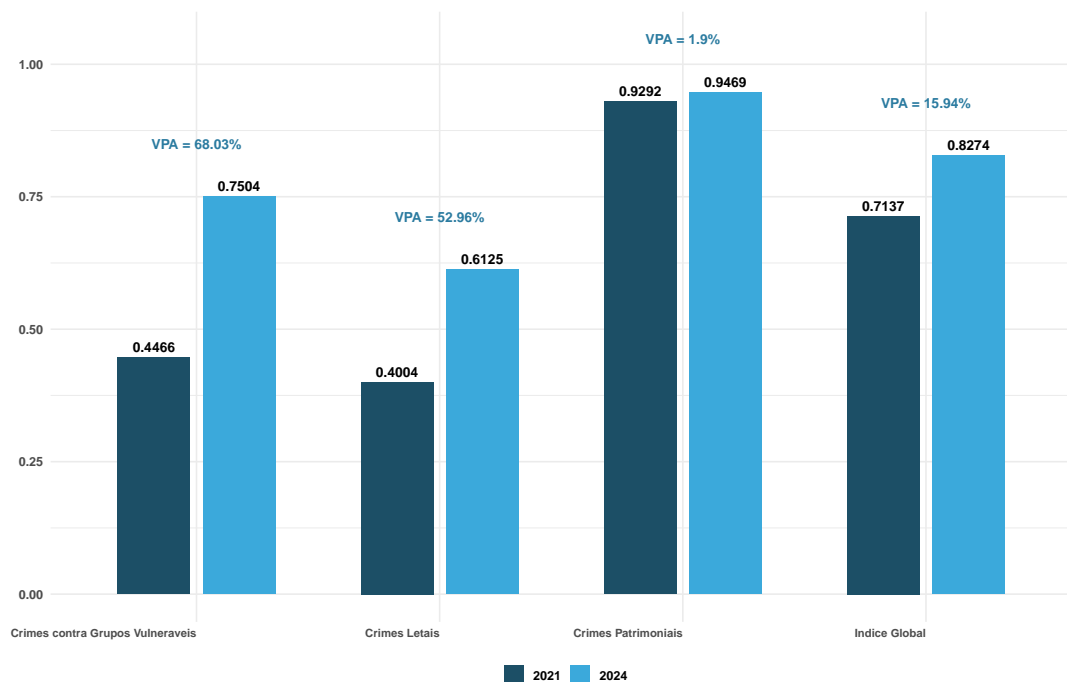
Nota: Rk = Ranking; VPA = Variação Percentual Anual.

A Figura 11 apresenta o desempenho do município de Maracanaú em relação ao Índice de Criminalidade Municipal (ICM) e suas três dimensões nos anos de 2021 e 2024. Em 2024, os maiores índices foram observados nas dimensões Crimes Patrimoniais ($ICM_3 = 0,9469$)

e Crimes contra Grupos Vulneráveis ($ICM_1 = 0,7504$), demonstrando que essas dimensões contribuíram de forma significativa para o valor elevado do $ICM = 0,8274$ no município. A dimensão Crimes Letais obteve índice de 0,6125, situando-se abaixo do ICM, que alcançou 0,8274 no mesmo ano.

Na análise da VPA 2021 e 2024, observa-se que a dimensão Crimes contra Grupos Vulneráveis apresentou o maior crescimento relativo, com uma alta de 68,03%, seguida pela dimensão Crimes Letais, com aumento de 52,96%. Já os Crimes Patrimoniais registraram variação mais modesta, de apenas 1,9%. O ICM do município cresceu 15,9% no período analisado. Esses resultados revelam um cenário de elevação expressiva em dimensões associadas à letalidade e a grupos vulneráveis, refletindo possíveis agravamentos em aspectos mais críticos da criminalidade local ao longo do tempo.

Figura 11 – Desempenho por Dimensão do Índice de Criminalidade em Maracanaú (2021/2024).



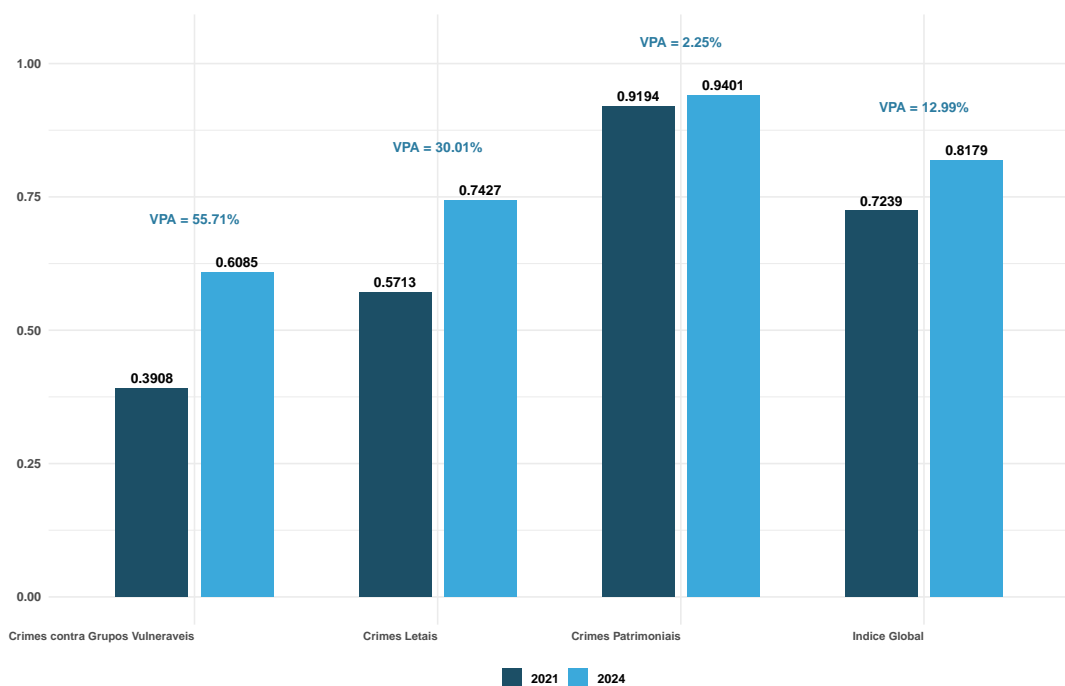
Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 12 apresenta o desempenho do município de Sobral no Índice de Criminalidade Municipal e em suas respectivas dimensões nos anos de 2021 e 2024. Em 2024, destacam-se as dimensões Crimes Patrimoniais ($ICM_3 = 0,9401$) e Crimes Letais ($ICM_1 = 0,7427$) como aquelas com os maiores índices. A dimensão Crimes contra Grupos Vulneráveis apresentou o menor valor no período, com um índice de 0,6085, embora ainda superior ao valor obser-

vado em 2021. O ICM de Sobral em 2024 atingiu 0,8179, abaixo apenas da dimensão Crimes Patrimoniais.

No que se refere à variação percentual entre os anos de 2021 e 2024, observa-se que a dimensão Crimes contra Grupos Vulneráveis apresentou o maior crescimento, com uma elevação de 55,71%, seguida pela dimensão Crimes Letais, que aumentou 30,01%. Já a dimensão Crimes Patrimoniais teve uma variação mais discreta, de 2,25%. O ICM Global teve um crescimento de 12,99% no período analisado.

Figura 12 – Desempenho por Dimensão do Índice de Criminalidade em Sobral (2021/2024).



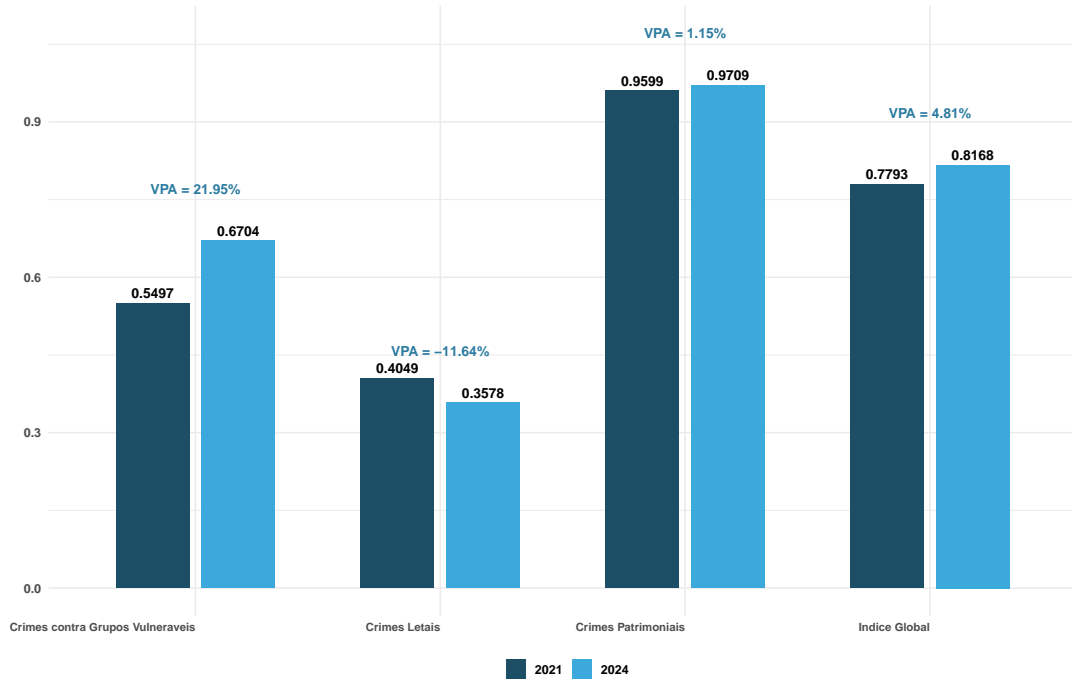
Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 13 apresenta o desempenho do município de Fortaleza em relação ao Índice de Criminalidade Municipal e suas dimensões nos anos de 2021 e de 2024. Em 2024, as dimensões com maiores índices foram Crimes Patrimoniais ($ICM_3 = 0,9709$) e Crimes contra Grupos Vulneráveis ($ICM_2 = 0,6704$). Já a dimensão com menor índice foi Crimes Letais, com 0,3578. O ICM do município alcançou o valor de 0,8168 no ano de 2024.

No que se refere à análise da variação percentual entre 2021 e 2024, observa-se que a dimensão Crimes contra Grupos Vulneráveis apresentou o maior aumento, com crescimento de 21,95%. A dimensão Crimes Patrimoniais teve uma variação discreta de 1,15%, mantendo-se em patamar elevado. Em contrapartida, a única melhoria foi registrada na dimensão Crimes Letais,

que apresentou redução de 11,64%, indicando uma diminuição nos casos de mortes violentas.

Figura 13 – Desempenho por Dimensão do Índice de Criminalidade em Fortaleza (2021/2024).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Afim de analisar os resultados do ICM por faixa populacional, a Tabela 9 apresenta os três municípios com os maiores e os menores valores do ICM no ano de 2021, organizados segundo as respectivas faixas populacionais definidas previamente neste trabalho. Cabe destacar que, ao longo do período analisado, alguns municípios podem ter migrado entre faixas populacionais em decorrência de variações demográficas. Tal mobilidade populacional pode afetar a comparabilidade dos resultados intra-faixa entre os anos, uma vez que o município pode estar inserido em diferentes grupos populacionais em distintos períodos de tempo.

Tabela 9 – Municípios com os maiores e os menores valores do Índice de Criminalidade Municipal em 2021 por faixa populacional.

Faixa Populacional	Maiores Índices	Menores Índices
Até 10.000	São João do Jaguaribe (0,8273), Pacujá (0,6720) e Guaramiranga (0,6433)	Granjeiro (0,1244), Deputado Irapuan Pinheiro (0,1503) e Baixo (0,2105)
10.001 – 15.000	Aratuba (0,7246), São Luís do Curu (0,6009) e Frecheirinha (0,5460)	Abaiara (0,1245), Ipaporanga (0,1968) e Miraíma (0,2080)
15.001 – 20.000	Santana do Acaraú (0,7341), Varjota (0,7175) e Monsenhor Tabosa (0,6744)	Aiuaba (0,1000), Pereiro (0,2428) e Piquet Carneiro (0,2462)
20.001 – 25.000	Jijoca de Jericoacoara (0,7639), Pindoretama (0,7482) e Forquilha (0,7197)	Hidrolândia (0,0647), Catarina (0,1138) e Barro (0,2249)
25.001 – 30.000	Cruz (0,6491), Ibiapina (0,5780) e Aracoiaba (0,5558)	Caririaçu (0,3648), Marco (0,4043) e Milagres (0,4060)
30.001 – 40.000	Itaitinga (0,7363), Paraipaba (0,7014) e Baturité (0,6952)	Parambu (0,3943), Nova Russas (0,4021) e Lavras da Mangabeira (0,4301)
40.001 – 80.000	Horizonte (0,7971), Cascavel (0,7601) e Aracati (0,7132)	Santana do Cariri (0,0350), Mauriti (0,3151) e Mombaça (0,4024)
80.001 – 400.000	Caucaia (0,7774), Sobral (0,7239) e Maracanaú (0,7137)	Itapipoca (0,5031), Maranguape (0,5972) e Quixeramobim (0,6250)
Capital	Fortaleza (0,7793)	–

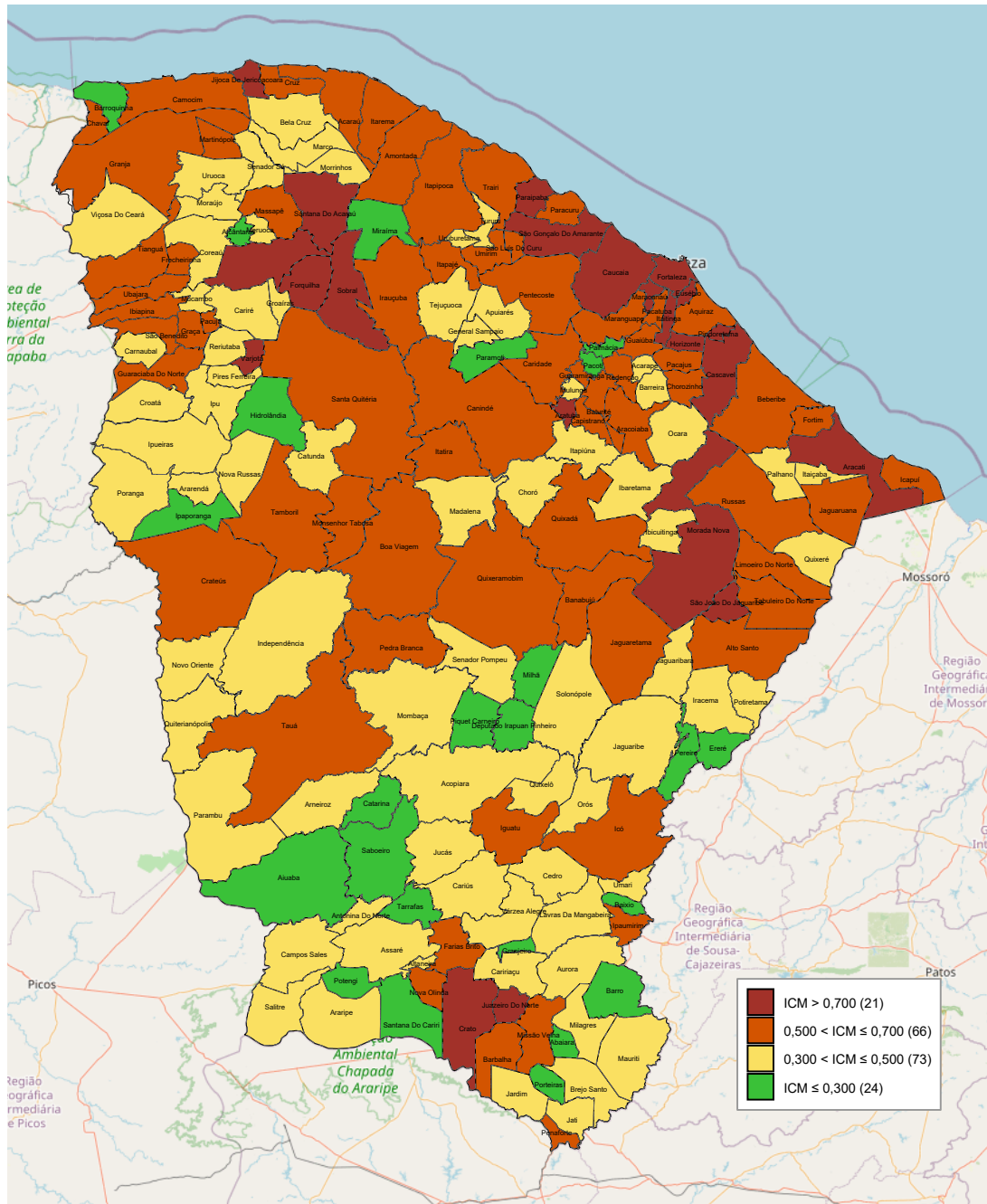
A Tabela 10 apresenta os três municípios com os maiores e menores valores do ICM no ano de 2024.

Tabela 10 – Municípios com os maiores e os menores valores do Índice de Criminalidade Municipal (ICM) em 2024 por faixa populacional.

Faixa Populacional	Maiores Índices	Menores Índices
Até 10.000	Guaramiranga (0,6170), Antonina do Norte (0,6032) e Penaforte (0,6008)	Granjeiro (0,1215), Deputado Irapuan Pinheiro (0,1309) e Potiretama (0,2094)
10.001 – 15.000	Alto Santo (0,7144), Graça (0,7141) e Acarape (0,6958)	Pacoti (0,1806), Pires Ferreira (0,2382) e Ararendá (0,2607)
15.001 – 20.000	Varjota (0,7291), Itapiúna (0,6427) e Fortim (0,6240)	Piquet Carneiro (0,1798), Porteiras (0,1857) e Solonópole (0,2247)
20.001 – 25.000	Cedro (0,7970), Icapuí (0,7193) e Ibiapina (0,7180)	Itatira (0,2861), Aurora (0,3276) e Assaré (0,3889)
25.001 – 30.000	Forquilha (0,7866), Jijoca de Jericoacoara (0,7618) e Caririaçu (0,7044)	Milagres (0,4769), Tamboril (0,4894) e Marco (0,5056)
30.001 – 40.000	Baturité (0,8149), Ubajara (0,7558) e Pentecoste (0,6879)	Lavras da Mangabeira (0,3908), Bela Cruz (0,4189) e Missão Velha (0,4406)
40.001 – 80.000	Beberibe (0,7715), Itarema (0,7647) e Aracati (0,7630)	Santana do Cariri (0,0898), Mauriti (0,4396) e Brejo Santo (0,4874)
80.001 – 400.000	Maracanaú (0,8274), Sobral (0,8179) e Crato (0,8118)	Quixeramobim (0,6165), Barbalha (0,6367) e Pacatuba (0,6563)
Capital	Fortaleza (0,8168)	–

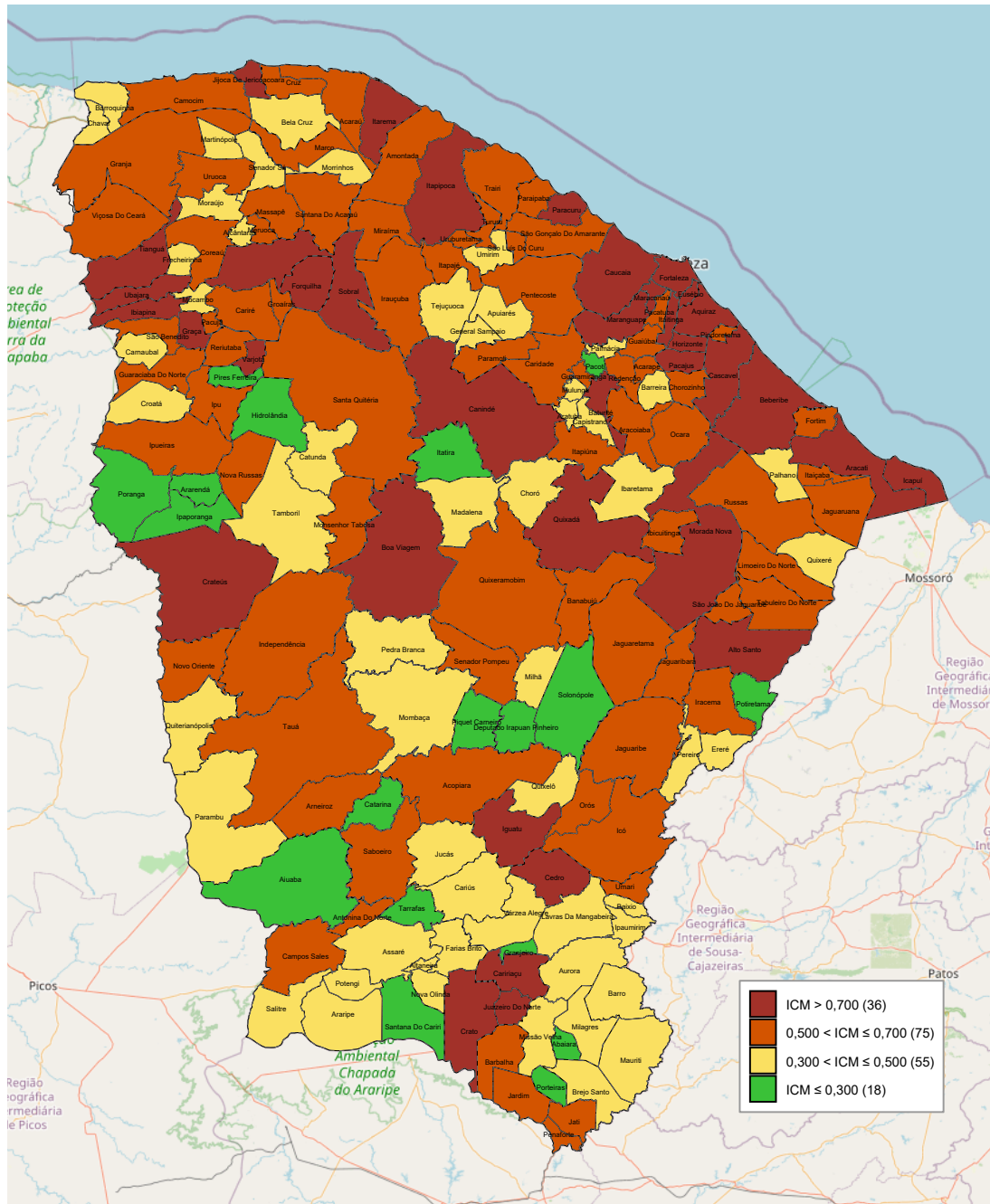
Os mapas a seguir exibem a distribuição geográfica do ICM Global para os anos de 2021 e 2024, permitindo uma análise comparativa tanto temporal quanto espacial das classes de criminalidade dos municípios cearenses.

Figura 14 – Classificação dos municípios do Ceará por faixas do Índice de Criminalidade Municipal (2021)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 15 – Classificação dos municípios do Ceará por faixas do Índice de Criminalidade Municipal (2024)



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3 Resultados para as Dimensões do Índice de Criminalidade Municipal

O Índice de Criminalidade Municipal foi desenvolvido com base em três subíndices, correspondentes às dimensões Crimes Letais, Crimes contra Grupos Vulneráveis e Crimes Patrimoniais. Cada dimensão é composta por indicadores específicos, representando diferentes

tipos de criminalidade, permitindo uma avaliação sistemática por dimensão. Nesta seção, são apresentados os resultados obtidos para cada uma dessas dimensões em nível estadual, destacando as principais tendências observadas ao longo do período analisado.

4.3.1 Dimensão Crimes Letais

A Tabela 11 apresenta as estatísticas descritivas da dimensão Crimes Letais do ICM, no período de 2021 a 2024. Observa-se que os valores mínimos permaneceram constantes em 0,0000 durante os quatro anos, o que indica que alguns municípios não registraram crimes dessa natureza em determinado ano. Já os valores máximos mantiveram-se elevados, acima de 0,9000 nos quatro anos analisados refletindo uma grande amplitude na distribuição dos indicadores entre os municípios. A média da dimensão aumentou ligeiramente de 0,3241 em 2021 para 0,3636 em 2024, indicando uma piora na situação da criminalidade letal ao longo do período.

Tabela 11 – Estatísticas descritivas do ICM para a dimensão Crimes Letais por ano.

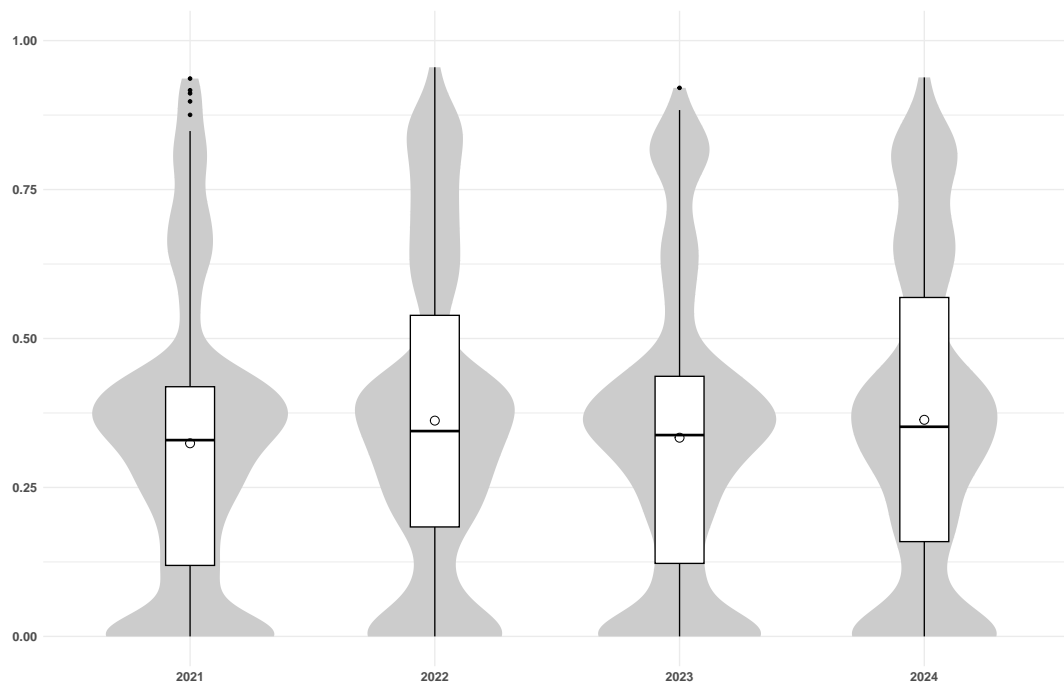
Ano	Mínimo	Máximo	P25	Média	DP	CV (%)	Mediana	P75	Assimetria	Curtose
2021	0,0000	0,9363	0,1191	0,3241	0,2437	75,20%	0,3295	0,4191	0,5056	-0,3086
2022	0,0000	0,9553	0,1837	0,3622	0,2643	72,98%	0,3446	0,5389	0,3684	-0,7513
2023	0,0000	0,9207	0,1225	0,3335	0,2491	74,68%	0,3379	0,4366	0,4393	-0,4973
2024	0,0000	0,9382	0,1591	0,3636	0,2687	73,92%	0,3519	0,5689	0,2690	-0,9441

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: P25: 25º Percentil. P75: 75º Percentil. DP: Desvio Padrão. CV: Coeficiente de Variação.

A Figura 16 complementa as medidas descritivas da Tabela 11. A assimetria positiva ao longo dos anos evidencia a concentração da maior parte dos municípios em valores mais baixos, com poucos casos apresentando valores muito elevados. Por sua vez, os valores negativos de curtose indicam uma distribuição mais achatada que a normal, com menor concentração de valores extremos do que o esperado sob uma distribuição normal. Esses resultados revelam um cenário de elevada desigualdade territorial no que diz respeito aos crimes letais.

Figura 16 – Boxplots e curvas de densidade para o ICM da dimensão Crimes Letais do Índice de Criminalidade Municipal, 2021–2024.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 12 apresenta os três municípios com os maiores e menores valores do subíndice da dimensão Crimes Letais em 2021, organizados por faixa populacional. Cabe destacar que valores nulos não implicam ausência absoluta de ocorrências, mas sim um número extremamente reduzido de registros, que quando padronizados, resultam em número próximos de zero. Entre os municípios com até 10.000 habitantes, São João do Jaguaribe se destaca com um $ICM_1 = 0,9363$. Em contrapartida, entre os municípios que possuem população entre 80.001 e 400.000, Caucaia apresentou o maior ICM_1 , seguido por Sobral ($ICM_1 = 0,5713$) e Quixadá ($ICM_1 = 0,5288$), respectivamente.

Tabela 12 – Municípios com os maiores e os menores valores do ICM da dimensão Crimes Letais em 2021 por faixa populacional.

Faixa Populacional	Maiores Índices	Menores Índices
Até 10.000	São João do Jaguaribe (0,9363), Pacujá (0,6307) e Antonina do Norte (0,4537)	Altaneira (0,0000), Arneiroz (0,0000) e Baixio (0,0000)
10.001 – 15.000	Aratuba (0,9167), Pires Ferreira (0,6546) e Ibicuitinga (0,4602)	Abaiara (0,0000), Alcântaras (0,0000) e Chaval (0,0000)
15.001 – 20.000	Monsenhor Tabosa (0,9115), Santana do Acaraú (0,8979) e Nova Olinda (0,8354)	Aiuaba (0,0000), Barroquinha (0,0000) e Meruoca (0,0000)
20.001 – 25.000	Caridade (0,8753), Chorozinho (0,8369) e Forquilha (0,8045)	Barro (0,0000), Catarina (0,0000) e Hidrolândia (0,0000)
25.001 – 30.000	Guaiúba (0,4490), Independência (0,4181) e Aracoiaba (0,4169)	Caririaçu (0,0000), Milagres (0,0000) e Senador Pompeu (0,0000)
30.001 – 40.000	Itaitinga (0,7060), Paraipaba (0,7047) e Pentecoste (0,6502)	Lavras da Mangabeira (0,0000), Ipueiras (0,0242) e Bela Cruz (0,1715)
40.001 – 80.000	Horizonte (0,8482), Morada Nova (0,7836) e Cascavel (0,7159)	Crateús (0,0000), Mauriti (0,0000) e Santana do Cariri (0,0000)
80.001 – 400.000	Caucaia (0,7409), Sobral (0,5713) e Quixadá (0,5288)	Itapipoca (0,0885), Quixeramobim (0,2422) e Iguatu (0,2927)
Capital	Fortaleza (0,4049)	–

A Tabela 13 apresenta os três municípios com os maiores e menores valores do subíndice da dimensão Crimes Letais em 2024. Entre os municípios com até 10.000 habitantes, Arneiroz se destaca com um $ICM_1 = 0,4762$. Em contrapartida, entre os municípios que possuem população entre 80.001 e 400.000, Itapipoca apresentou o maior ICM_1 , seguido por Quixadá ($ICM_1 = 0,7498$) e Sobral ($ICM_1 = 0,7427$), respectivamente. Um ponto importante a se destacar é que Itapipoca estava entre os três municípios com o menor ICM_1 em 2021 e saltou para a liderança dos municípios na faixa populacional de 80.001 a 400.000 habitantes.

Tabela 13 – Municípios com os maiores e os menores valores do ICM da dimensão Crimes Letais em 2024 por faixa populacional.

Faixa Populacional	Maiores Índices	Menores Índices
Até 10.000	Arneiroz (0,4762), General Sampaio (0,4505) e Itaiçaba (0,4352).	Baixio (0,0000), Ererê (0,0000) e Granjeiro (0,0000).
10.001 – 15.000	Miraíma (0,9382), Ibicuitinga (0,8502) e Alto Santo (0,8377).	Alcântaras (0,0000), Apuiarés (0,0000) e Ararendá (0,0000).
15.001 – 20.000	Caridade (0,8118), Varjota (0,7985) e Itapiúna (0,7949).	Croatá (0,0000), Farias Brito (0,0000) e Hidrolândia (0,0000).
20.001 – 25.000	Uruburetama (0,8492), Cedro (0,8481) e Orós (0,7747).	Aurora (0,0000), Barreira (0,0000) e Quiterianópolis (0,0000).
25.001 – 30.000	Forquilha (0,8712), Jijoca de Jericoacoara (0,7982) e Caririaçu (0,6755)	Redenção (0,2164), Tamboril (0,0778) e Jardim (0,0000).
30.001 – 40.000	Ubajara (0,8332), Baturité (0,8202) e Cruz (0,6871)	Ipueiras (0,0000), Jaguaruana (0,0000) e Lavras da Mangabeira (0,0000).
40.001 – 80.000	Itarema (0,9259), Boa Viagem (0,8525), Beberibe (0,7448)	Ipu (0,1419), Guaraciaba do Norte (0,0000) e Santana do Cariri (0,0000).
80.001 – 400.000	Itapipoca (0,8374), Quixadá (0,7498) e Sobral (0,7427)	Eusébio (0,2992), Barbalha (0,2641) e Quixeramobim (0,0710)
Capital	Fortaleza (0,3578)	–

4.3.2 Dimensão Crimes contra Grupos Vulneráveis

A Tabela 14 apresenta as estatísticas descritivas da dimensão Crimes contra Grupos Vulneráveis do ICM, abrangendo o período de 2021 a 2024. Observa-se uma elevação progressiva dos valores médios ao longo dos anos, passando de 0,2762 em 2021 para 0,3768 em 2024. Esse crescimento pode estar relacionado à subnotificação desses tipos de crimes durante o período da pandemia de Covid-19, considerando-se que há uma relativa estabilidade entre os anos de 2023 e 2024. Tal padrão sugere uma possível retomada da capacidade de registro e denúncia, refletindo dados mais consistentes nos anos mais recentes.

Tabela 14 – Estatísticas descritivas da dimensão Crimes contra Grupos Vulneráveis do ICM–Ceará por ano.

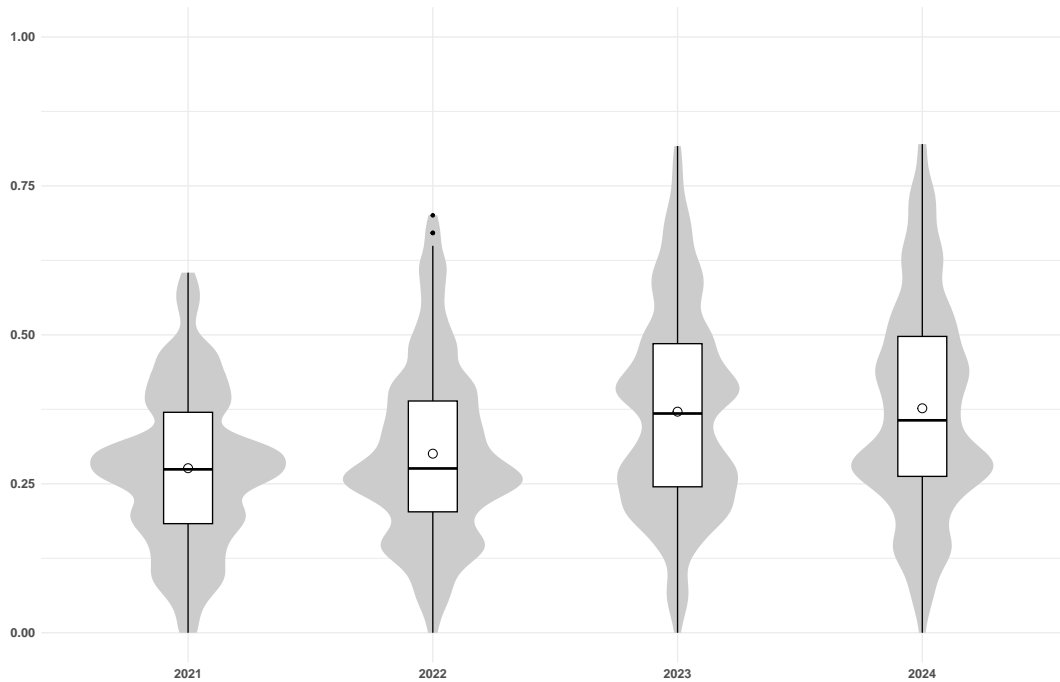
Ano	Mínimo	Máximo	P25	Média	DP	CV (%)	Mediana	P75	Assimetria	Curtose
2021	0,0000	0,6044	0,1831	0,2762	0,1287	46,60%	0,2743	0,3700	0,1886	-0,3150
2022	0,0000	0,7007	0,2030	0,3006	0,1452	48,29%	0,2758	0,3890	0,5055	-0,0924
2023	0,0000	0,8169	0,2450	0,3711	0,1677	45,18%	0,3680	0,4852	0,3222	-0,4281
2024	0,0000	0,8202	0,2625	0,3768	0,1766	46,86%	0,3566	0,4974	0,3215	-0,5015

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: P25: 25º Percentil. P75: 75º Percentil. DP: Desvio Padrão. CV: Coeficiente de Variação.

A Figura 17 complementa as medidas descritivas da Tabela 14.

Figura 17 – Boxplots e curvas de densidade para a dimensão Crimes contra Grupos Vulneráveis do Índice de Criminalidade Municipal, 2021–2024.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 15 apresenta os três municípios com os maiores e menores valores do subíndice da dimensão Crimes contra Grupos Vulneráveis em 2021. Entre os municípios com até 10.000 habitantes, Penaforte se destaca com um $ICM_2 = 0,3109$. Em contrapartida, entre os municípios que possuem população entre 80.001 e 400.000, Juazeiro no Norte apresentou o maior ICM_2 , seguido por Caucaia ($ICM_2 = 0,4807$) e Pacatuba ($ICM_2 = 0,4686$), respectivamente.

Tabela 15 – Municípios com os maiores e os menores valores do ICM da dimensão Crimes contra Grupos Vulneráveis em 2021 por faixa populacional.

Faixa Populacional	Maiores Índices	Menores Índices
Até 10.000	Penaforte (0,3109), Jati (0,3033) e Altaneira (0,3021)	São João do Jaguaribe (0,0000), Potiretama (0,0399) e General Sampaio (0,0624)
10.001 – 15.000	Aratuba (0,4009), Ararendá (0,3926) e Catunda (0,3298)	Mucambo (0,0428), Ibaretama (0,0616) e Jaguaribara (0,0750)
15.001 – 20.000	Varjota (0,5739), Capistrano (0,3825) e Umirim (0,3801)	Barroquinha (0,0000), Aiuaba (0,0102) e Banabuiú (0,0887)
20.001 – 25.000	Araripe (0,4856), Assaré (0,4750) e Pindoretama (0,4396)	Barro (0,0334), Quiterianópolis (0,0682) e Caridade (0,0758)
25.001 – 30.000	Ibiapina (0,6044), Tamboril (0,5597) e Cruz (0,4321)	Ocara (0,1371), Marco (0,1430) e Independência (0,1647)
30.001 – 40.000	Ubajara (0,4719), Missão Velha (0,4650) e Itaitinga (0,4477)	Tabuleiro do Norte (0,1343), Nova Russas (0,2007) e Parambu (0,2142)
40.001 – 80.000	Crateús (0,5910), Amontada (0,5720) e São Gonçalo do Amarante (0,5387)	Santana do Cariri (0,1013), Pacajus (0,2024) e Mauriti (0,2273)
80.001 – 400.000	Juazeiro do Norte (0,5183), Caucaia (0,4807) e Pacatuba (0,4686)	Aquiraz (0,2610), Iguatu (0,2638) e Maranguape (0,3117)
Capital	Fortaleza (0,5497)	–

A Tabela 16 apresenta os três municípios com os maiores e menores valores do subíndice da dimensão Crimes contra Grupos Vulneráveis em 2024. Entre os municípios com até 10.000 habitantes, Altaneira se destaca com um $ICM_2 = 0,6636$. Em contrapartida, entre os municípios que possuem população entre 80.001 e 400.000, Maracanaú apresentou o maior ICM_2 , seguido por Crato ($ICM_2 = 0,7389$) e Iguatu ($ICM_2 = 0,7069$), respectivamente.

Tabela 16 – Municípios com os maiores e os menores valores do ICM da dimensão Crimes contra Grupos Vulneráveis em 2024 por faixa populacional.

Faixa Populacional	Maiores Índices	Menores Índices
Até 10.000	Altaneira (0,6636), Antonina do Norte (0,6373) e Penaforte (0,5329)	Potiretama (0,0480), Ererê (0,0678) e Granjeiro (0,0975)
10.001 – 15.000	Ipaumirim (0,7045), Ararendá (0,5031) e Saboeiro (0,4708)	Miraíma (0,0000), Ibicuitinga (0,1353) e Pires Ferreira (0,1409)
15.001 – 20.000	Monsenhor Tabosa (0,6120), Quixelô (0,4987) e Jaguaratama (0,4172)	Piquet Carneiro (0,0365), Caridade (0,0727) e Barro (0,1129)
20.001 – 25.000	Irauçuba (0,7664), Ibiapina (0,6291) e Quiterianópolis (0,5468)	Chorozinho (0,0880), Icapuí (0,1477) e Morrinhos (0,1681)
25.001 – 30.000	Senador Pompeu (0,7408), Caririaçu (0,7134) e Campos Sales (0,5068)	Marco (0,0709), Guaiúba (0,2486) e Aracoiaba (0,2799)
30.001 – 40.000	Nova Russas (0,8202), Baturité (0,7278) e Ubajara (0,6588)	Pentecoste (0,1923), Bela Cruz (0,2091) e Lavras da Mangabeira (0,2595)
40.001 – 80.000	Crateús (0,8074), Aracati (0,6659) e Itapajé (0,6320)	Santana do Cariri (0,2459), Amontada (0,2825) e Acaraú (0,3461)
80.001 – 400.000	Maracanaú (0,7504), Crato (0,7389) e Iguatu (0,7069)	Barbalha (0,3376), Pacatuba (0,4296) e Quixeramobim (0,4425)
Capital	Fortaleza (0,6704)	–

4.3.3 Dimensão Crimes Patrimoniais

A Tabela 17 apresenta as estatísticas descritivas do ICM para a dimensão Crimes Patrimoniais para os anos de 2021 a 2024. Observa-se que a média se mantém relativamente estável ao longo do período, com valores próximos de 0,700, o que indica um desempenho moderado dos municípios cearenses nessa dimensão do índice.

Tabela 17 – Estatísticas descritivas do ICM para a dimensão Crimes Patrimoniais por ano.

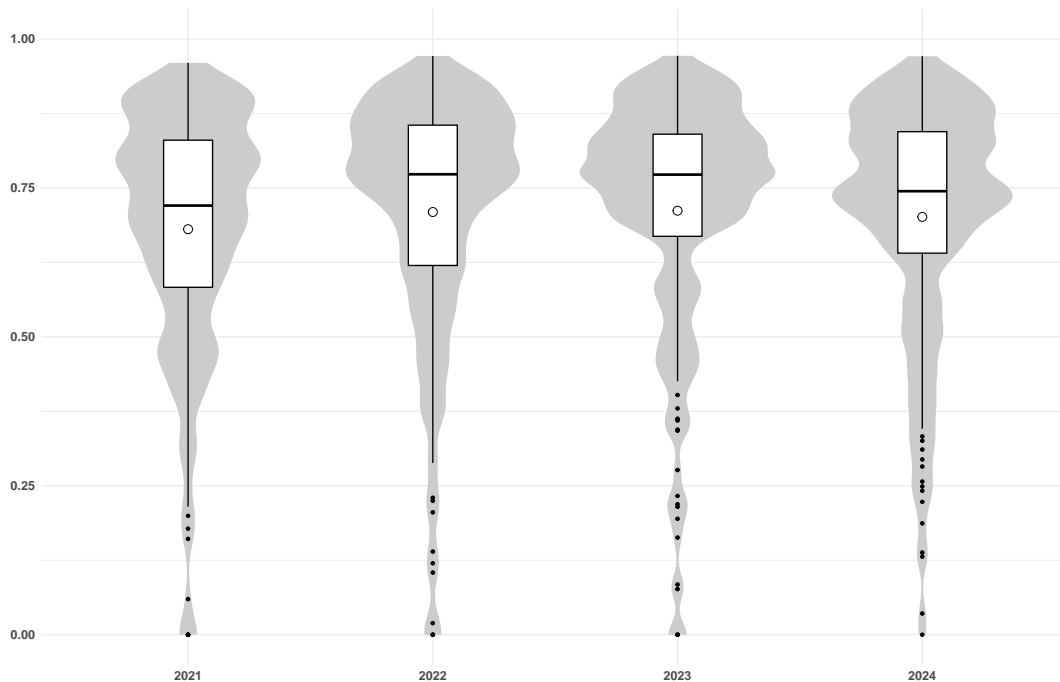
Ano	Mínimo	Máximo	P25	Média	DP	CV (%)	Mediana	P75	Assimetria	Curtose
2021	0,0000	0,9599	0,5831	0,6806	0,2085	30,63%	0,7203	0,8300	-1,2194	1,3935
2022	0,0000	0,9714	0,6198	0,7095	0,2089	29,44%	0,7728	0,8553	-1,4996	2,0597
2023	0,0000	0,9717	0,6687	0,7117	0,2052	28,83%	0,7723	0,8401	-1,5274	2,1341
2024	0,0000	0,9709	0,6404	0,7013	0,1997	28,47%	0,7444	0,8444	-1,2389	1,1414

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: P25: 25º Percentil. P75: 75º Percentil. DP: Desvio Padrão. CV: Coeficiente de Variação.

A Figura 18 complementa as medidas descritivas da Tabela 17. A distribuição apresenta assimetrias negativas acentuadas em todos os anos, o que indica que a maior parte dos municípios concentrou-se em escores elevados da dimensão, havendo poucos casos com escores muito baixos.

Figura 18 – Boxplots e curvas de densidade para a dimensão Crimes Patrimoniais do Índice de Criminalidade Municipal, 2021–2024.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 18 apresenta os três municípios com os maiores e menores valores do subíndice da dimensão Crimes Patrimoniais em 2021. Entre os municípios com até 10.000 habitantes, São João do Jaguaribe ($ICM_3 = 0,9191$) e Guaramiranga ($ICM_3 = 0,9139$) se destacam com os maiores índices. Em contraste, entre os municípios que possuem população

entre 80.001 e 400.000, Aquiráz apresentou o maior ICM_3 , seguido por Maracanaú ($ICM_3 = 0,9292$) e Crato ($ICM_3 = 0,9290$), respectivamente.

Tabela 18 – Municípios com os maiores e menores valores da dimensão Crimes Patrimoniais em 2021 por faixa populacional.

Faixa Populacional	Maiores Índices	Menores Índices
Até 10 000	São João do Jaguaribe (0,9191), Guaramiranga (0,9139) e Pacujá (0,8726)	Deputado Irapuan Pinheiro (0,0000), Granjeiro (0,1609) e Ererê (0,3048)
10 001 – 15 000	São Luís do Curu (0,8716), Chaval (0,8320) e Ipaumirim (0,8298)	Abaiara (0,1780), Potengi (0,1996) e Ipaporanga (0,3143)
15 001 – 20 000	Fortim (0,8577), Alto Santo (0,8287) e Jaguaretama (0,8231)	Pereiro (0,0599), Aiuaba (0,2634) e Salitre (0,3876)
20 001 – 25 000	Icapuí (0,9284), Pindoretama (0,9069) e Jijoca de Jericoacoara (0,9045)	Catarina (0,0000), Hidrolândia (0,0000) e Araripe (0,2151)
25 001 – 30 000	Cruz (0,8811), Senador Pompeu (0,8032) e Aracoiaba (0,7930)	Marco (0,6140), Novo Oriente (0,6211) e Tamboril (0,6315)
30 001 – 40 000	Paracuru (0,9004), Baturité (0,8896) e Itaitinga (0,8870)	Parambu (0,6526), Nova Russas (0,6759) e Jaguaribe (0,6841)
40 001 – 80 000	Eusébio (0,9334), Cascavel (0,9287) e Horizonte (0,9222)	Santana do Cariri (0,0000), Mauriti (0,5842) e Amontada (0,6150)
80 001 – 400 000	Aquiraz (0,9306), Maracanaú (0,9292) e Crato (0,9290)	Itapipoca (0,7855), Maranguape (0,8609) e Pacatuba (0,8724)
Capital	Fortaleza (0,9599)	–

A Tabela 19 apresenta os três municípios com os maiores e menores valores do subíndice da dimensão Crimes Patrimoniais em 2024. Entre os municípios com até 10.000 habitantes, Pacujá ($ICM_3 = 0,8778$) e Guaramiranga ($ICM_3 = 0,8656$) se destacam com os maiores índices. Em contraste, entre os municípios que possuem população entre 80.001 e 400.000, Maracanaú apresentou o maior ICM_3 , seguido por Juazeiro do Norte ($ICM_3 = 0,9458$) e Sobral ($ICM_3 = 0,9401$), respectivamente.

Tabela 19 – Municípios com os maiores e menores valores da dimensão Crimes Patrimoniais em 2024 por faixa populacional.

Faixa Populacional	Maiores Índices	Menores Índices
Até 10 000	Pacujá (0,8778), Guaramiranga (0,8656) e Jati (0,8284)	Deputado Irapuan Pinheiro (0,0357), Potiretama (0,1380) e Granjeiro (0,2489)
10 001 – 15 000	Uruoca (0,8651), Acarape (0,8378) e São Luís do Curu (0,8292)	Ararendá (0,1869), Pacoti (0,2416) e Abaiara (0,2571)
15 001 – 20 000	Fortim (0,8929), Varjota (0,8850) e Banabuiú (0,8424)	Solonópole (0,1311), Porteiras (0,2230) e Salitre (0,2823)
20 001 – 25 000	Icapuí (0,9116), Pindoretama (0,9075) e Cedro (0,8863)	Itatira (0,3108), Assaré (0,3457) e Uruburetama (0,4182)
25 001 – 30 000	Forquilha (0,8710), Jijoca de Jericoacoara (0,8660) e Aracoiaba (0,8198)	Milagres (0,3489), Marco (0,7044) e Caririaçu (0,7222)
30 001 – 40 000	Pentecoste (0,8852), Baturité (0,8705) e Paraipaba (0,8522)	Mombaça (0,6625), Lavras da Mangabeira (0,6946) e Bela Cruz (0,7062)
40 001 – 80 000	Horizonte (0,9499), Aracati (0,9366) e Cascavel (0,9227)	Santana do Cariri (0,0000), Mauriti (0,5717) e Brejo Santo (0,6081)
80 001 – 400 000	Maracanaú (0,9469), Juazeiro do Norte (0,9458) e Sobral (0,9401)	Itapipoca (0,8159), Pacatuba (0,8801) e Maranguape (0,8847)
Capital	Fortaleza (0,9709)	–

5 CONCLUSÕES

Os indicadores sociais, enquanto medidas quantitativas que visam traduzir aspectos complexos da realidade social em informações mensuráveis, desempenham papel fundamental na análise de fenômenos como a criminalidade. Neste trabalho, sua aplicação permitiu a construção do Índice de Criminalidade Municipal (ICM) para os 184 municípios do Ceará, com base em nove indicadores criminais organizados em três dimensões analíticas.

A utilização de taxas por 100 mil habitantes, embora metodologicamente consolidada na literatura, revelou limitações importantes em contextos de elevada heterogeneidade populacional, como é o caso dos municípios cearenses. Pequenos números absolutos de ocorrências em localidades com baixa densidade populacional, como observado em Miraíma, geraram subíndices desproporcionalmente elevados, distorcendo a leitura comparativa frente a municípios maiores e mais populosos. Os resultados obtidos evidenciaram, ainda, a concentração de elevados níveis de criminalidade em determinadas regiões do estado, ao passo que os agrupamentos por faixas populacionais se mostraram uma alternativa metodológica eficaz para mitigar distorções e oferecer interpretações mais coerentes com a realidade local.

Visando uma interpretação mais justa e comparável dos resultados, os municípios foram agrupados por faixas populacionais definidas a partir da regra de Sturges, metodologia estatística comumente utilizada para discretizar variáveis contínuas. Esse agrupamento buscou reduzir os efeitos distorcivos causados por pequenas variações absolutas em municípios com populações reduzidas, que resultam em taxas proporcionalmente elevadas.

Os resultados revelaram que, em 2024, os municípios de Maracanaú, Sobral e Fortaleza, apresentaram os maiores valores do ICM, refletindo elevados níveis de criminalidade em diferentes regiões do estado. Tais achados reforçam a importância de um olhar territorializado sobre os dados, considerando o contexto demográfico e social de cada município. Apesar de suas contribuições, o índice apresenta limitações, como a sensibilidade aos valores nulos e a ausência de pesos normativos ou legais na composição dos subíndices, o que levou à adoção da média aritmética simples como estratégia de agregação para o cálculo do ICM das dimensões.

Como contribuição, o ICM oferece uma ferramenta útil para a gestão pública e o planejamento de políticas de segurança baseadas em evidências. No entanto, reconhece-se que o índice reflete uma simplificação da realidade, sendo sensível à qualidade dos dados disponíveis e à forma como os fenômenos criminais são conceituados, registrados e tratados estatisticamente.

6 TRABALHOS FUTUROS

Para futuras versões do ICM, recomenda-se a incorporação de ajustes metodológicos que contribuam para a melhoria de sua robustez e legitimidade analítica. Entre eles, destaca-se o uso de suavização estatística para o cálculo de taxas em municípios com pequenas populações, bem como a adoção de pesos definidos com base em diretrizes legais ou processos de participação social para a construção do ICM das dimensões. No cálculo do ICM, como alternativa à média geométrica, a média harmônica ou outros tipos de média poderiam ser utilizadas com o propósito de atenuar a influência de valores extremos. Outra possibilidade é a expressão das taxas por dez mil habitantes, em substituição ao uso por cem mil habitantes. No processo de categorização, recomenda-se a substituição da regra de Sturges por métodos mais robustos frente à distribuição dos dados, como a regra de Scott ou a regra de Freedman–Diaconis.

REFERÊNCIAS

- BANDURA, R. **A Survey of composite indices measuring country performance: 2006 update.** [S.l.], 2006. Acesso em: 01 jul 2025. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/273697960_Composite_Indicators_of_Country_Performance_A_Critical_Assessment.
- BIVAND, R. **classInt**: Choose univariate class intervals. [S.l.], 2024. Acesso em: jun. 2025. Disponível em: <https://cran.r-project.org/package=classInt>.
- IBGE. **Estimativas da população residente para os Municípios e para as Unidades da Federação brasileiros, com data de referência em 1º de julho de 2024.** Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Acesso em: 11 abr. 2025. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv102112.pdf>.
- IPECE. **Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM).** Fortaleza, Ceará, 2025. Acesso em: 01. jul 2025. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2025/02/IDM_2019-2022.pdf.
- JANNUZZI, P. d. M. Indicadores para diagnóstico, monitoramento e avaliação de programas sociais no Brasil. **Revista do Serviço Público**, Brasília, v. 56, n. 2, p. 137–159, 2005. Acesso em: 25 maio 2025. Disponível em: <https://revista.enap.gov.br/index.php/RSP/article/view/572>.
- JANNUZZI, P. d. M. **Indicadores sociais no Brasil**: conceitos, fontes de dados e aplicações. 6a ed. rev. e ampl.. ed. Campinas, SP: Alínea Editora, 2017.
- JENKS, G. F. **The data model concept in statistical mapping.** 1967. Kenneth Spencer Research Library, University of Kansas.(George F. Jenks map research projects collection).
- KARAGIANNIS, R.; KARAGIANNIS, G. Constructing composite indicators with Shannon entropy: the case of human development index. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 70, p. 100701, jun. 2020. Acesso em 22 jul. 2025. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0038012118300375>.
- NETO, W. J. S.; JANNUZZI, P. M.; SILVA, P. L. N. E. Sistemas de indicadores ou indicadores sintéticos: do que precisam os gestores de programas sociais. In: **Anais do XVI Encontro Nacional de Estudos Populacionais.** Caxambu, Brasil: [s.n.], 2008.
- OECD. **Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide.** Paris: OECD, 2008.
- OLIVEIRA, M. More crime in cities? On the scaling laws of crime and the inadequacy of per capita rankings—a cross-country study. **Crime Sci**, v. 10, n. 1, dez. 2021. Acesso em: 28 jul. 2025. Disponível em: <https://crimesciencejournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40163-021-00155-8>.
- PLIEGO-MARTÍNEZ, O.; MARTÍNEZ-REBOLLAR, A.; ESTRADA-ESQUIVEL, H.; CRUZ-NICOLÁS, E. D. L. An integrated attribute-weighting method based on pca and entropy: case of study marginalized areas in a city. **Applied Sciences**, Chesterton, Ind., v. 14, n. 5, p. 2016, fev. 2024. ISSN 2076-3417. Acesso em: 25 jul. 2025. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3417/14/5/2016>.
- R CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria, 2024. Acesso em: 30 maio 2025. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

SAISANA, M.; TARANTOLA, S. **State-of-the-art report on current methodologies and practices for composite indicator development**. Unpublished, 2016. Acesso em: 15 jul 2025. Disponível em: <http://rgdoi.net/10.13140/RG.2.1.1505.1762>.

SCHUMANN, L. R. M. A.; MOURA, L. B. A. Índices sintéticos de vulnerabilidade: uma revisão integrativa de literatura. **Ciênc. saúde coletiva**, v. 20, n. 7, p. 2105–2120, jul. 2015. Acesso em: 14 maio 2025. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232015000702105&lng=pt&tlng=pt.

SLOCUM, T. A. (Ed.). **Thematic cartography and geovisualization**. 3. ed., pearson new internat. ed. ed. Harlw: Pearson education limited, 2014. (Always learning). ISBN 978-1-292-04067-7.

STURGES, H. A. The choice of a class interval. **Journal of the American Statistical Association**, ASA Website, v. 21, n. 153, p. 65–66, 1926. Acesso em: 30. maio 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01621459.1926.10502161>.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME. **Human development report 1990**. New York, 1990. Acesso em: 30 maio 2025. Disponível em: <http://hdr.undp.org/en/reports/global/hdr1990>.

WEGENAST, T. A.; JUNIOR, A.; TREVENZOLI, M. R. Práticas e metodologias de gestão para resultados: análise de benchmarking. In: **CONGRESSO CONSAD DE GESTÃO PÚBLICA**. Brasília: [s.n.], 2017. p. 1–20. Acesso em: jun. 2025. Disponível em: https://consad.org.br/wp-content/uploads/2017/05/Painel-16_03.pdf.

APÊNDICE A – FICHA TÉCNICA DOS INDICADORES

Dimensão Crimes Letais

Taxa de Crimes Letais Violentos Intencionais

- Descrição do Indicador:
- Valor de Referência: 10,0000
- Fórmula: (número de mortes letais violentas e intencionais / população total estimada) × 100 mil
- Unidade de Medida: Óbitos por 100 mil habitantes
- Intervalo de Variação: Número
- Polaridade: Quanto maior, pior
- Periodicidade: Anual
- Ano da Informação: 2021 a 2024
- Fonte: Superintendência de Pesquisa e Estratégia de Segurança Pública (Supesp)

Taxa de Mortes Por Intervenção Policial

- Descrição do Indicador:
- Valor de Referência: 1,2508
- Fórmula: (número de mortes por intervenção policial / população total estimada) × 100 mil
- Unidade de Medida: Óbitos por 100 mil habitantes
- Intervalo de Variação: Número
- Polaridade: Quanto maior, pior
- Periodicidade: Anual
- Ano da Informação: 2021 a 2024
- Fonte: Superintendência de Pesquisa e Estratégia de Segurança Pública (Supesp)

Dimensão Crimes contra Grupos Vulneráveis

Taxa de Crimes Referentes à Lei Maria da Penha

- Descrição do Indicador:

- Valor de Referência: 62,0177
- Fórmula: (número de apreensões de armas de fogo / população total estimada) × 100 mil
- Unidade de Medida: Crimes referentes à Lei 11.340/2006 por 100 mil habitantes
- Intervalo de Variação: Número
- Polaridade: Quanto maior, melhor
- Periodicidade: Anual
- Ano da Informação: 2021 a 2024
- Fonte: Superintendência de Pesquisa e Estratégia de Segurança Pública (Supesp)

Taxa de Crimes de Preconceito Racial

- Descrição do Indicador:
- Valor de Referência: 0,7344
- Fórmula: (número de apreensões de armas de fogo / população total estimada) × 100 mil
- Unidade de Medida: Crimes de preconceito de raça e cor por 100 mil habitantes
- Intervalo de Variação: Número
- Polaridade: Quanto maior, pior
- Periodicidade: Anual
- Ano da Informação: 2021 a 2024
- Fonte: Superintendência de Pesquisa e Estratégia de Segurança Pública (Supesp)

Taxa de Crimes de Homofobia e Transfobia

- Descrição do Indicador:
- Valor de Referência: 1,2020
- Fórmula: (número de casos de homofobia e transfobia / população total estimada) × 100 mil
- Unidade de Medida: Casos de homofobia e transfobia por 100 mil habitantes
- Intervalo de Variação: Número
- Polaridade: Quanto maior, pior
- Periodicidade: Anual
- Ano da Informação: 2021 a 2024
- Fonte: Superintendência de Pesquisa e Estratégia de Segurança Pública (Supesp)

Taxa de Crimes Contra Indígenas

- Descrição do Indicador:
- Valor de Referência: 1,3483
- Fórmula: (número de casos de crimes contra indígenas / população total estimada) × 100 mil
- Unidade de Medida: Casos de crimes contra indígenas por 100 mil habitantes
- Intervalo de Variação: Número
- Polaridade: Quanto maior, pior
- Periodicidade: Anual
- Ano da Informação: 2021 a 2024
- Fonte: Superintendência de Pesquisa e Estratégia de Segurança Pública (Supesp)

Taxa de Crimes Sexuais

- Descrição do Indicador:
- Valor de Referência: 5,3972
- Fórmula: (número de casos de crimes sexuais / população total estimada) × 100 mil
- Unidade de Medida: Casos de crimes sexuais por 100 mil habitantes
- Intervalo de Variação: Número
- Polaridade: Quanto maior, pior
- Periodicidade: Anual
- Ano da Informação: 2021 a 2024
- Fonte: Superintendência de Pesquisa e Estratégia de Segurança Pública (Supesp)

Dimensão Crimes Patrimoniais

Taxa de Crimes Violentos Contra o Patrimônio

- Descrição do Indicador:
- Valor de Referência: 5,3820
- Fórmula: (número de apreensões de armas de fogo / população total estimada) × 100 mil
- Unidade de Medida: Crimes contra o patrimônio por 100 mil habitantes
- Intervalo de Variação: Número

- Polaridade: Quanto maior, pior
- Periodicidade: Anual
- Ano da Informação: 2021 a 2024
- Fonte: Superintendência de Pesquisa e Estratégia de Segurança Pública (Supesp)

Taxa de Furtos

- Descrição do Indicador:
- Valor de Referência: 70,8751
- Fórmula: $(\text{número de furtos} / \text{população total estimada}) \times 100 \text{ mil}$
- Unidade de Medida: Furtos por 100 mil habitantes
- Intervalo de Variação: Número
- Polaridade: Quanto maior, pior
- Periodicidade: Anual
- Ano da Informação: 2021 a 2024
- Fonte: Superintendência de Pesquisa e Estratégia de Segurança Pública (Supesp)