



INSTITUTO BRASILEIRO DE ENSINO, DESENVOLVIMENTO E PESQUISA
CURSO DE ECONOMIA

ANÁLISE DA CRIMINALIDADE NO BRASIL: O IMPACTO DOS GASTOS PÚBLICOS
EM SEGURANÇA E EDUCAÇÃO

Pedro Ripp Carreira

Brasília - DF

2025

ANÁLISE DA CRIMINALIDADE NO BRASIL: O IMPACTO DOS GASTOS PÚBLICOS
EM SEGURANÇA E EDUCAÇÃO

Pesquisa Curso de Economia do Instituto Brasileiro de
Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa (IDP), como
requisito para obtenção do diploma de Economista.

Orientadora: Profa. Dra. Roberta Moreira Wichmann

Brasília - DF
2025

AGRADECIMENTOS

À Prof.^a Dr.^a Roberta Moreira Wichmann, minha orientadora, expresso minha mais profunda gratidão pela condução desta jornada acadêmica. A sua didática inspiradora despertou meu interesse pela disciplina, e a paciência com que esclareceu até mesmo as dúvidas mais complexas foi fundamental para meu desenvolvimento. Agradeço, especialmente, pelo contínuo incentivo desde o início deste trabalho até a sua conclusão, pela confiança demonstrada em meus esforços e pelo apoio incondicional nos momentos de maior dificuldade.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Evolução da Média de criminalidade por ano (2015-2021)	21
Figura 2 – Média de criminalidade por Estado.	23
Figura 3 – Diagramas de dispersão	24
Figura 4– Matriz de correlação de Pearson: Taxa de Criminalidade, PIB per capita, Gastos com Segurança, Gastos com Educação e Índice de Gini	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Definição das Variáveis	15
Tabela 2 – Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas no modelo para o Brasil no período de 2015 a 2021	20
Tabela 3 – Resultados da regressão estimada.....	29
Tabela 4 – Resultados do modelo GMM	31
Tabela 5 – Testes Aplicados	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas.

IDP Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa.

SPE Secretaria de Política Econômica do Ministério da Fazenda.

IPEA Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

GMM Estimador de Momentos Generalizados.

PIB Produto Interno Bruto

SUMÁRIO

1. Introdução	8
1.1 Contextualização do Tema	8
1.1.1 Objetivo Geral	10
1.1.2 Objetivos Específicos	10
2. Fundamentação teórica	12
2.1 Teoria da Escolha Racional e Dissuasão	12
2.2 Determinantes Socioeconômicos da Criminalidade	13
2.3 Evidências Empíricas no Contexto Brasileiro	15
3. Metodologia.....	16
3.1. Base de Dados	16
3.2. Estimador de Método dos Momentos Generalizado em Sistema de Arellano–Bond (GMM System AB)	18
3.2.1 Equação Geral do modelo GMM Sys AB	18
4. Resultados.....	21
4.1 Estatística descritivas.....	21
4.2 Diagramas de dispersão	26
4.2.1 Log Taxa de Criminalidade	26
4.2.2 Log do Produto Interno Bruto (PIB).....	27
4.2.3 Log de Gastos de Segurança.....	27
4.2.4 Log de Gastos de Educação.....	27
4.2.5 Log de Índice de Gini.....	28
4.3 Resultados empíricos	29
4.3.1 Correlação direta com a taxa de criminalidade	29
4.3.2 Inter-relações entre as variáveis independentes.....	30
4.3.3 Ajuste do modelo de regressão em painel	31
4.4 Resultado da estimação	33
5. Discussão	35
5.1 Implicações para políticas públicas	36
5.2 Limitações e sugestões para pesquisas futuras	36
6. Considerações finais	37
Referências Bibliográficas.....	39

1.Introdução

1.1Contextualização do Tema

A criminalidade é um dos principais desafios enfrentados pelo Brasil, com impactos profundos no bem-estar social e no desenvolvimento econômico do país. Nos últimos anos, o Brasil tem apresentado índices elevados de violência, em particular de homicídios, que persistem como um problema crítico, apesar dos esforços governamentais para mitigar esse quadro. Em 2024, a taxa de homicídios no país foi de aproximadamente 21,2 por 100.000 habitantes. Embora tenha sido registrada uma redução de 19% na taxa de homicídios entre 2018 e 2019, esses indicadores continuam alarmantes em comparação a padrões internacionais (COSTA, 2021; SCIELO, 2021), evidenciando a necessidade premente de formulação de políticas públicas mais eficazes e baseadas em evidências para promover maior eficiência na alocação de recursos e na redução da criminalidade.

No âmbito da economia do crime, investigações sobre a relação entre gastos públicos e redução da violência enfatizam o papel estratégico das políticas de segurança pública. Estudos teóricos e empíricos indicam que investimentos adequados em segurança atuam como instrumentos de dissuasão e prevenção da criminalidade. Contudo, a literatura nacional aponta que os resultados dessas políticas são frequentemente divergentes, em razão da eficiência na alocação de recursos, das condições socioeconômicas e das prioridades regionais adotadas pelos estados brasileiros (Rodrigues Gomes, 2018; Costa 2021; Becker, 1968).

No presente estudo, optou-se por concentrar a análise nas **taxas de homicídios intencionais**, calculadas como o número de homicídios dolosos por 100 000 habitantes, por serem reconhecidas como a proxy mais confiável de criminalidade no Brasil (SANTOS; KASSOUF, 2008). Essa escolha se justifica pela elevada qualidade de registro — dado o caráter médico-legal exigido para classificar um óbito como homicídio — e pela menor subnotificação em comparação a outras categorias, como roubos, furtos ou crimes patrimoniais. Reconhece-se, porém, que o efeito dos gastos públicos pode variar conforme o tipo de crime; por exemplo, investimentos em policiamento ostensivo tendem a reduzir com maior eficácia delitos violentos, enquanto programas educacionais exercem impacto mais pronunciado na prevenção de infrações patrimoniais e micro delitos. Em decorrência, embora o foco principal recaia sobre homicídios, este estudo incorpora, como variáveis de controle, indicadores de desigualdade de

renda e PIB per capita, capazes de capturar parte da heterogeneidade dos efeitos em diferentes tipologias criminais, sem desprezar a necessidade de investigações futuras que analisem especificamente roubos, furtos e demais delitos.

Este trabalho propõe-se a investigar como os gastos estaduais em segurança pública e em educação influenciam os índices de criminalidade no Brasil, no período de 2015 a 2021, com ênfase na taxa de homicídios. Ademais, busca-se compreender as disparidades na eficiência desses investimentos entre as unidades federativas, contribuindo para aprimorar o planejamento de políticas públicas. A pesquisa fundamenta-se na economia do crime, disciplina que analisa as decisões racionais dos agentes e os efeitos das políticas públicas sobre tais escolhas (Becker, 1968, *apud* Costa, 2021).

Assim, pretendeu-se responder a seguinte pergunta de pesquisa: **Como os gastos públicos destinados aos setores de educação e segurança impactaram as taxas de criminalidade nas Unidades da Federação do Brasil nos anos de 2015 a 2021?**

Assim, este estudo tem como propósito investigar a relação entre os investimentos públicos estaduais em educação e segurança e as taxas de homicídio nas Unidades da Federação do Brasil, no intervalo de 2015 a 2021. Considera-se a hipótese de que os recursos alocados nessas áreas impactam significativamente os níveis de criminalidade, evidenciando o papel das políticas públicas na redução da violência. A análise empírica é conduzida com base em dados em painel, permitindo testar a validade da hipótese nula, a qual assume a inexistência de efeitos dos gastos sobre a taxa de homicídios.

O estudo analisa a relação entre os gastos públicos em segurança e as taxas de criminalidade no Brasil no período de 2015 a 2021. A pesquisa se concentra em dados estaduais, com ênfase na taxa de homicídios, tendo em vista que esta é uma proxy para a criminalidade. São investigadas variáveis explicativas como gastos com Segurança Pública e Educação, desigualdade de renda (Índice de Gini) e Produto Interno Bruto (PIB), como variáveis para identificarmos o impacto dessas características na taxa de criminalidade.

Este estudo justifica-se por sua relevância teórica e prática. No âmbito acadêmico, ele contribui para o avanço da literatura sobre a economia do crime ao explorar a relação entre gastos públicos e criminalidade por meio de uma abordagem quantitativa robusta que utiliza modelos de dados em painel. Essa análise oferece um entendimento mais aprofundado das dinâmicas

entre políticas de segurança e indicadores socioeconômicos, como desigualdade de renda e desenvolvimento humano, temas amplamente discutidos, mas ainda pouco explorados no contexto brasileiro com a metodologia proposta.

Do ponto de vista prático, os resultados esperados fornecem subsídios relevantes para gestores públicos. Ao identificar como as despesas estaduais em segurança pública e em educação impactam a taxa de homicídios, o presente trabalho contribui para o aprimoramento das estratégias de alocação de recursos, promovendo políticas mais eficazes e ajustadas às realidades regionais. Além disso, a pesquisa pode orientar ações específicas voltadas a mitigar os efeitos de fatores como desemprego e desigualdade, reforçando o papel das condições socioeconômicas na prevenção de crimes.

Por fim, a relevância social do estudo reside em sua contribuição para a construção de uma sociedade mais segura e equitativa. A redução da criminalidade não apenas beneficia diretamente a população, mas também impulsiona o desenvolvimento econômico ao diminuir os custos associados à violência, tais como perdas de produtividade, danos materiais e gastos com saúde pública. Dessa forma, esta pesquisa atende tanto a demandas acadêmicas quanto práticas, oferecendo impacto significativo em múltiplas dimensões.

Assim, o objetivo deste estudo consiste em avaliar a relação entre os investimentos estaduais nos setores públicos e a criminalidade no Brasil, considerando também índices econômicos e sociais, por meio do Estimador de Método Generalizado de Momentos em Sistema de Arellano-Bover. Essa metodologia possibilita uma análise robusta das interações entre variáveis, fornecendo subsídios para a formulação de políticas mais eficazes na redução da violência.

1.1 1. Objetivo Geral

Analisar a influência dos gastos públicos e das principais variáveis sociais e econômicas sobre a taxa de criminalidade no Brasil.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Investigar os efeitos de gastos públicos com educação e segurança sobre a taxa de criminalidade no Brasil entre 2015 e 2021.

- Estimar o impacto de variáveis socioeconômicas selecionadas sobre a taxa de criminalidade utilizando o modelo dinâmico de dados em painel GMM Arellano-Bond *Two Ways One-step*.
- Revisar a literatura sobre políticas públicas na redução da taxa de criminalidade no contexto brasileiro.

A estrutura deste trabalho encontra-se organizada em 5 capítulos, além desta introdução: o primeiro contempla uma introdução e contextualização do tema; o segundo contempla a revisão da literatura; o terceiro detalha a metodologia adotada; o quarto apresenta e discute os resultados obtidos; e o quinto expõe as conclusões e as recomendações para pesquisas futuras. Dessa forma, espera-se que o estudo ofereça contribuições relevantes para a alocação eficiente de recursos públicos no enfrentamento à criminalidade no Brasil.

2. Fundamentação teórica

2.1 Teoria da Escolha Racional e Dissuasão

A abordagem econômica do crime, desenvolvida por Gary Becker (1968), interpreta o comportamento criminoso como resultado de uma escolha racional. Nessa perspectiva, o indivíduo avalia os custos e benefícios associados à prática do crime, decidindo por sua realização quando os ganhos esperados superam os riscos, como a probabilidade de punição e a severidade das sanções. Fatores econômicos e institucionais — como renda, escolaridade, gastos públicos em segurança e eficiência do sistema judicial — influenciam diretamente essa decisão, o que permitiu a incorporação de ferramentas da microeconomia à análise da criminalidade. Essa formulação teórica passou a fundamentar políticas públicas voltadas à prevenção da violência, com ênfase na elevação dos custos esperados do crime.

Apesar de seu caráter inovador, o modelo proposto por Becker apresenta limitações relevantes. Sua natureza estática e de curto prazo, aliada ao pressuposto de exogeneidade de parâmetros econômicos e sociais, restringe sua aplicabilidade empírica, especialmente em contextos marcados por heterogeneidade regional e institucional. O modelo tampouco considera simultaneamente variáveis como os gastos públicos em segurança e indicadores macroeconômicos, além de negligenciar a persistência temporal da criminalidade e os efeitos dinâmicos entre as variáveis envolvidas. Essas lacunas metodológicas foram apontadas por Clemente e Welters (2007), que criticam a rigidez dos parâmetros fixos e exógenos em

contextos de equilíbrio parcial. Diante disso, reforça-se a importância de abordagens empíricas mais sofisticadas, capazes de lidar com problemas de endogeneidade, capturar efeitos dinâmicos e considerar a heterogeneidade entre as Unidades da Federação.

Ehrlich (1973) representou um avanço ao incorporar evidência empírica à teoria de Becker, estimando regressões cross-section que relacionam renda média e desigualdade à participação em atividades ilícitas. Contudo, seu modelo apresentava limitações por utilizar apenas cortes transversais de condados nos Estados Unidos entre 1940 e 1950, omitindo a exploração da variação temporal. A aplicação de mínimos quadrados ordinários, sem o uso de instrumentos para corrigir a endogeneidade, deixava em aberto a distinção entre causa e efeito. Além disso, o estudo pressupunha uma homogeneidade de parâmetros entre as unidades e não contemplava a persistência do crime ao longo do tempo.

No estudo pioneiro de Cornwell e Trumbull (1994), os autores estimam o modelo econômico do crime em um painel de condados norte-americanos, aplicando efeitos fixos para controlar a heterogeneidade não observável entre jurisdições e corrigindo a correlação serial, segundo Bhargava et al. (1982). Apesar de avançar ao utilizar dados em painel, o trabalho permanece estático, pois não inclui termo defasado de criminalidade, deixando de capturar a persistência inerente ao fenômeno. Também não aborda a endogeneidade potencial entre gasto policial e taxa de crime, recorrendo apenas a um estimador de mínimos quadrados ordinários com efeitos fixos e erros padrão ajustados.

Esses pressupostos limitam a inferência causal, ou seja, não fica claro se o aumento com despesa em segurança reduz de fato o crime ou se estados mais violentos simplesmente desembolsam mais recursos. Sendo assim, a investigação do impacto de gastos públicos em segurança e de indicadores macro e socioeconômicos sobre a taxa de homicídios é crucial para avançar além desse escopo estático.

2.2 Determinantes Socioeconômicos da Criminalidade

O estudo de Chalfin e McCrary (2013) é um marco na literatura sobre os determinantes da criminalidade. Os autores empregaram técnicas de variáveis instrumentais e estimadores GMM para corrigir erros de medida no efetivo policial, estimando elasticidades do policiamento sobre diferentes tipos de crimes em cidades norte-americanas ao longo de cinco décadas. Os autores

concluem que a correção do erro de medição nos dados policiais revela que o efeito da polícia na redução do crime é substancialmente maior do que o sugerido por estimativas sem correção. Chalfin e McCrary (2013) fornecem as primeiras evidências estatisticamente robustas de que a polícia é mais eficaz na redução de crimes violentos do que crimes contra o patrimônio. Com base em uma análise de custo-benefício, eles sugerem um potencial sub policiamento nacional, embora isso dependa do valor atribuído à prevenção de fatalidades.

Estudos internacionais indicam que educação, desigualdade e investimentos em policiamento são determinantes cruciais para modular a criminalidade. Por exemplo, Halioglu (2012) demonstrou que níveis elevados de escolaridade reduzem significativamente a incidência de roubos, enquanto altas taxas de desemprego e recursos insuficientes para segurança pública se associam a aumentos na criminalidade. Esses achados reforçam a relevância de políticas públicas integradas que articulem educação, geração de emprego e fortalecimento das forças de segurança, de modo a prevenir o crime de maneira eficaz.

No contexto brasileiro, a literatura enfatiza o papel das condições socioeconômicas na determinação da violência letal. Lucas, Cunha e Bondezan (2020), em um estudo de econometria espacial nos municípios do Paraná no período de 2015, observaram uma associação positiva entre a taxa de homicídios e variáveis como desigualdade (Índice de Gini), desemprego, proporção de jovens do sexo masculino, atraso escolar e densidade demográfica.

O estudo conclui que municípios mais urbanizados, com alta proporção de jovens masculinos, maior desigualdade de renda, altas taxas de desemprego e atraso escolar, bem como uma maior proporção de famílias chefiadas por mães, tendem a apresentar maiores taxas de homicídio. Ademais, identificaram clusters criminais, ressaltando a importância das características locais e das áreas vizinhas para a dinâmica dos homicídios. Esses resultados demonstram que maior desigualdade e vulnerabilidade social elevam o risco de violência, enquanto a urbanização tende a concentrar a criminalidade em determinados espaços.

Dessa forma, a aplicação de técnicas espaciais amplia a compreensão das múltiplas dimensões a serem consideradas na análise do impacto dos gastos públicos e de indicadores macroeconômicos sobre a criminalidade no Brasil.

O PIB per capita, amplamente utilizado como indicador do nível de desenvolvimento econômico e das oportunidades formais de emprego, apresenta efeitos ambíguos sobre a criminalidade. Marchezini, Spolador e Jorge (2020), ao analisarem os municípios paulistas no

período de 2002 a 2018, verificaram elasticidade positiva e estatisticamente significativa entre o PIB per capita e a taxa de homicídios. Isso sugere que o aumento da renda média pode, paradoxalmente, elevar os incentivos à prática de crimes patrimoniais, ao incrementar o “prêmio” econômico esperado.

Por outro lado, a análise de correlação espacial revelou associação negativa e expressiva entre PIB per capita e homicídios, indicando que regiões mais prósperas – dotadas de melhor infraestrutura social e policiamento eficaz – tendem a registrar menores níveis de violência letal (MARCHEZINI; SPOLADOR; JORGE, 2020).

Adicionalmente, a desigualdade de renda configura-se como um dos determinantes estruturais mais relevantes da criminalidade. Em estudo aplicado a 141 municípios do estado de Mato Grosso, nos anos de 2000 e 2010, Olini et al. (2018) utilizaram modelos espaciais — *Spatial Error Model* e *Spatial Autoregressive* — e constataram que o Índice de Gini apresenta efeito positivo e estatisticamente significativo sobre as taxas de homicídio. A presença de autocorrelação espacial revelou que os efeitos da desigualdade transcendem os limites municipais, afetando também localidades vizinhas. Esses resultados reforçam a hipótese de que disparidades socioeconômicas acentuadas, tanto em nível local quanto regional, contribuem para o aumento do risco de violência letal. Tal evidência sustenta a incorporação do Gini como variável explicativa estrutural em modelos de painel dinâmico, estimados por meio do Método dos Momentos Generalizados (GMM) de Arellano–Bond, permitindo a análise dos efeitos diretos da desigualdade e de sua propagação territorial na dinâmica da criminalidade no Brasil.

Nesse contexto, justifica-se a adoção de um modelo econométrico de dados em painel com efeitos fixos, estimado via GMM Arellano–Bond, por sua capacidade de tratar simultaneamente problemas de endogeneidade, autocorrelação serial e heterogeneidade não observada. Esse arcabouço metodológico amplia o escopo analítico ao integrar variáveis como os gastos públicos em segurança e educação, o PIB per capita e o Índice de Gini, oferecendo uma abordagem robusta para investigar os determinantes da taxa de homicídios nas Unidades da Federação. Além disso, tal abordagem supera limitações de estudos anteriores ao incorporar a dinâmica temporal da criminalidade e a heterogeneidade institucional entre as regiões analisadas, aspectos essenciais para a compreensão da persistência e da distribuição da violência no país.

O Método dos Momentos Generalizados (GMM), originalmente proposto por Hansen (1982), tem se consolidado como uma técnica de estimação amplamente aplicada em modelos econométricos que enfrentam desafios como endogeneidade, heterocedasticidade e autocorrelação nos resíduos. Sua aplicação é especialmente apropriada em contextos com dados em painel dinâmico, nos quais a variável dependente depende de seus próprios valores defasados, como em estudos sobre crescimento econômico, produtividade, finanças públicas e, mais recentemente, segurança pública. A principal vantagem do GMM reside na possibilidade de se obter estimadores consistentes mesmo na presença de variáveis explicativas endógenas, por meio do uso de instrumentos internos — geralmente defasagens das próprias variáveis. Entre suas extensões, destacam-se os estimadores Difference GMM e System GMM, desenvolvidos por Arellano e Bond (1991) e Blundell e Bond (1998), que conferem maior eficiência às estimativas e aprimoram o controle sobre os efeitos fixos não observáveis. Dessa forma, o GMM tornou-se uma ferramenta fundamental na econometria aplicada, especialmente quando se busca modelar fenômenos com persistência temporal e estrutura de painel não balanceada, como é o caso da criminalidade no Brasil.

2.3 Evidências Empíricas no Contexto Brasileiro

Becker (1968) enfatiza a importância da análise dos crimes patrimoniais para o entendimento da criminalidade, com base na teoria da maximização da utilidade marginal. No entanto, Santos e Kassouf (2008) destacam as limitações do uso de dados em painel sobre crimes patrimoniais, em razão do elevado sub-registro nessas categorias. Diante dessa limitação, os autores defendem a utilização da taxa de homicídios intencionais como a proxy mais confiável para medir a criminalidade no Brasil, uma vez que esses eventos, por exigirem registro médico-legal e comunicação oficial às autoridades, apresentam níveis de subnotificação praticamente nulos. Assim, o uso da taxa de homicídios como variável dependente em modelos de painel segue a recomendação desses estudiosos, garantindo maior uniformidade e abrangência dos dados entre as unidades federativas.

No campo da economia do crime, Cerqueira e Lobão (2003) identificam duas vertentes principais: uma focada na repressão criminal, através do aparato judicial e policial, e outra que analisa a influência do contexto socioeconômico na propensão ao comportamento criminoso. Dessas abordagens decorrem os modelos que relacionam os gastos públicos às taxas de criminalidade, ancorados em distintas teorias do crime.

Dentro dessa linha, Loureiro e Raimundo (2007) propõem duas perspectivas para a modelagem com base em gastos públicos. A primeira examina o impacto geral desses gastos nas taxas de criminalidade, com atenção especial à taxa de homicídios; a segunda investiga como os investimentos sociais contribuem para a redução da criminalidade de modo mais amplo. Em ambas as abordagens, seus estudos evidenciam que os gastos públicos exercem um efeito negativo sobre as taxas de criminalidade analisadas.

A análise de Costa (2021), em sua monografia intitulada *A economia do crime no Brasil: O impacto resultante do gasto social e o gasto em segurança pública com a criminalidade*, corrobora essas evidências, ao demonstrar que investimentos em segurança pública impactam diretamente na redução de crimes violentos. Costa também ressalta a importância de programas sociais como complementares na mitigação da violência, apontando ainda que a desigualdade de renda, medida pelo índice de Gini, desempenha papel central na explicação das diferenças regionais nas taxas criminais.

Mais recentemente, Santos (2023) propôs que os investimentos públicos no sistema penitenciário tendem a produzir efeitos mais perceptíveis no longo prazo, ao passo que o aumento dos gastos em policiamento gera resultados imediatos. Sua análise sugere a adoção de um "mix de gastos" estratégico entre essas duas áreas, a fim de promover maior eficiência e eficácia no combate à criminalidade. Ao destacar a necessidade de alinhamento entre políticas de segurança pública e gestão orçamentária, Santos reforça a importância de uma alocação mais inteligente dos recursos públicos.

3. Metodologia

3.1. Base de Dados

Para a análise deste trabalho, foram utilizados dados de segurança pública, educação e taxa de homicídios, abrangendo os 26 estados brasileiros e o Distrito Federal. Esses dados foram fornecidos pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), cobrindo o período de 2015 a 2021, com uma frequência de estudo anual. As bases de dados incluem informações secundárias, obtidas dentro da plataforma de coleta do IPEAdata. Os dados foram organizados e processados em softwares estatísticos especializados (Python e R). A análise compreende,

primeiramente, as estatísticas descritivas, com a identificação de tendências centrais, dispersões e padrões sazonais nos indicadores coletados.

Além disso, as variáveis socioeconômicas, extraídas também do IPEA, como o Índice de Gini, PIB também foram incorporadas à análise. Essas variáveis permitem identificar correlações e possíveis relações de causalidade entre condições socioeconômicas e a criminalidade ao longo do período em estudo. A integração dessas variáveis contribui para a validade da análise e a geração de evidências empíricas relevantes para a formulação de políticas públicas mais eficazes.

A Tabela 1 abaixo, apresenta todas as definições das variáveis usadas dentro do modelo, a fonte de coleta e os sinais esperados delas dentro do modelo analisado.

Tabela 1: Definição das variáveis.

Variável	Descrição	Sinal Esperado	Fonte
- Taxa de Criminalidade.	Número de homicídios a cada 100.000 habitantes nos estados brasileiros.	Negativo (-)	IPEA
- PIB per capita	Produto Interno Bruto estadual per capita (R\$).	Negativo (-)	IPEA
-Gastos em Educação.	Total de gastos públicos estaduais em educação no ano (R\$).	Negativo (-)	IPEA
- Gastos em Segurança.	Total de gastos públicos estaduais em segurança no ano (R\$).	Negativo (-)	IPEA
-Índice de Gini.	Coefficiente de Gini estadual (medida de desigualdade, varia de 0 a 1).	Positivo (+)	IPEA
-log Crime.	Logaritmo natural da taxa de criminalidade a cada 100 mil habitantes.	Negativo (-)	IPEA
-log Gastos Segurança.	Logaritmo natural dos gastos em segurança.	Negativo (-)	IPEA
-log Gastos Educação..	Logaritmo natural dos gastos em educação.	Negativo (-)	IPEA

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2. Estimador de Método dos Momentos Generalizado em Sistema de Arellano–Bond (GMM System AB)

3.2.1 Equação Geral do modelo GMM Sys AB

O modelo Arellano–Bond (1991) consiste em um estimador de painéis dinâmicos que resolve simultaneamente três problemas clássicos: (i) a presença de efeitos fixos não observáveis que podem viesar estimativas, (ii) a endogeneidade intrínseca à defasagem da variável dependente e (iii) a correlação serial nos resíduos. Sua formulação baseia-se na transformação em diferenças para eliminar efeitos fixos e no uso de defasagens em níveis como instrumentos válidos para a equação em diferenças, o que garante consistência mesmo quando a unidade temporal é pequena (t) e o número de indivíduos (n) é relativamente grande. (Nickell, S., 1981).

Na prática, o estimador Arellano–Bond mostra-se especialmente adequado a este estudo por três razões principais. Em primeiro lugar, ao transformar a equação em diferenças, o método elimina automaticamente os efeitos fixos específicos de cada estado, neutralizando vieses que surgem de características não observáveis e constantes ao longo do tempo.

Em segundo lugar, a inclusão da defasagem da taxa de homicídios como variável explicativa introduz correlação com o termo de erro em níveis. No entanto, o uso de instrumentos internos — ou seja, defasagens mais remotas (por exemplo, $\log(y_{i,t-2})$) — resolve o problema de endogeneidade dinâmica e garante estimativas consistentes dos coeficientes que capturam a persistência da criminalidade.

Por fim, considerando que o painel utilizado possui 27 unidades federativas observadas ao longo destes anos ($t=7$), a aplicação do estimador System GMM, conforme Arellano–Bond, “é apropriado para contextos de n grande, t pequeno”, como neste estudo. Este método mitiga de forma eficaz o viés de Nickell, característico de estimadores de efeitos fixos convencionais. Assim, a versão one-step (ou two-step) com efeitos fixos específicos para unidades e anos (two-ways), é aplicada a este trabalho para estimar os coeficientes robustos que relacionam gastos em segurança, educação e outras variáveis socioeconômicas (PIB per capita, Índice de Gini) ao comportamento da taxa de homicídios, eliminando tanto vieses de omissão quanto problemas de endogeneidade.

Na Equação 1 é apresentada a especificação empírica geral, do modelo GMM Sys AB e suas explicações das variáveis:

$$y_{it} = \alpha y_{\{i,t-1\}} + x'_{it}\beta + \mu_i + \lambda_t + \epsilon_{it} \quad \text{(Equação 1)}$$

Onde:

- y_{it} corresponde à variável dependente, que neste trabalho é representada pelo logaritmo da taxa de criminalidade para a unidade i que representa as 27 unidades da federação, e para a unidade t que representa o período de 2015 a 2021;
- y_{it-1} é a defasagem de ordem 1 da variável dependente y_{it} ;
- x_{it} é o vetor de variáveis explicativas contemporâneas, como, logaritmo do PIB per capita, log (gastos em segurança), log (gastos em educação) e índice de Gini;
- β é o vetor de coeficientes correspondentes às variáveis explicativas de x_{it} ;
- α é o coeficiente associado ao efeito dinamismo (persistência) na variável dependente;
- μ_i representa o efeito fixo específico das unidades i , presumivelmente constante ao longo dos períodos;
- λ_t representa os efeitos fixos de tempo (captura choques comuns a todas as unidades em cada t);
- ϵ_{it} é o termo de erro idiossincrático.

3.3 Modelo Empírico

Arellano e Bond (1991) argumentam que, em modelos de painel dinâmico, a inclusão de defasagens da variável dependente gera correlação entre tais defasagens e o termo de erro idiossincrático, correlação esta que persiste mesmo após a remoção dos efeitos fixos por meio de diferenciação. Nesse sentido, o emprego do estimador GMM Arellano–Bond corrige esses vieses, o que foi identificado em modelagem preliminar ao incluir a defasagem da taxa de criminalidade.

Como o número de observações temporais ($T=7$) é relativamente reduzido em comparação ao número de indivíduos ($N=189$), há risco de presença de viés de Nickell, que torna inconsistente o estimador de efeitos fixos tradicionais. Diante desse cenário, o método Arellano–Bond mostra-se mais adequado, pois, além de eliminar os efeitos fixos, utiliza defasagens passadas como instrumentos internos, suprimindo o viés gerado por esses efeitos na especificação.

Com base na fundamentação teórica e nas evidências da literatura, propõe-se a seguinte especificação empírica para estimar o impacto dos gastos públicos em educação e segurança sobre as taxas de criminalidade no Brasil. O modelo incorpora efeitos dinâmicos e variáveis de controle socioeconômicas, sendo estimado por meio do método System GMM, de forma a lidar com possíveis problemas de endogeneidade e viés de variável omitida:

$$\log\text{Crime}_{i,t} = \alpha \log\text{Crime}_{i,t-1} + \beta_1 \log\text{GastoEducação}_{i,t} + \beta_2 \log\text{GastoSegurança}_{i,t} + \beta_3 \text{GINI}_{i,t} + X_{i,t} + \mu_{i,t} + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

- i : estado (UF);
- t : ano;
- $X_{i,t}$: vetor de variáveis de controle (log taxa de criminalidade $_{i,t-2}$, log taxa de criminalidade $_{i,t-3}$);
- μ_{it} : efeitos fixos não observáveis dos estados;
- λ_t : efeitos fixos de tempo (ex: choques nacionais);
- $\text{Crime}_{i,t-1}$: defasagem da variável dependente, justificando o uso de GMM.

4. Resultados

Foi realizado a modelagem econométrica, com a estimação de regressões em painel para testar as hipóteses relativas ao impacto dos gastos públicos em segurança e aos indicadores socioeconômicos sobre as taxas de criminalidade. Por fim, foram conduzidos testes de validade, com a avaliação da consistência dos resultados por meio de procedimentos complementares (por exemplo, heterocedasticidade, multicolinearidade e especificação de instrumentos), garantindo a validade das inferências. Esses procedimentos, em conjunto, reforçam a confiabilidade das estimativas e permitem uma interpretação rigorosa das relações estudadas.

4.1 Estatística descritivas

Antes da estimação do modelo empírico, é apresentada a análise descritiva das variáveis utilizadas, com o intuito de fornecer um panorama geral sobre a distribuição dos dados no período de 2015 a 2021 para as 27 unidades da federação. A Tabela 2 exhibe estatísticas resumidas, como média, desvio-padrão, valores mínimo e máximo, bem como os quartis das principais variáveis do estudo, incluindo taxa de criminalidade, gastos públicos em educação e segurança, PIB estadual, e índice de Gini. Esses valores ajudam a identificar a dispersão e a heterogeneidade entre os estados, aspectos importantes para a interpretação dos resultados do modelo econométrico.

Tabela 2: Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas no modelo para o Brasil no período de 2015 a 2021

Variável	Observações	Média	Desvio-padrão	Mínimo	25%	Mediana	75%	Máximo
Taxa de criminalidade (por 100 mil habitantes)	189	32,75	13,09	6,63	23,82	32,32	41,13	71,80
Gastos de educação (R\$ bilhões)	189	4,46	6,69	0,55	1,34	2,83	4,49	45,67
GINI ¹ (0 a 1)	189	0,516	0,0419	0,412	0,483	0,525	0,547	0,596
PIB (R\$ bilhões)	189	16,82	8,71	7,73	10,69	14,01	22,67	50,99
Gastos_Seguranca (R\$ bilhões)	189	2,93	3,47	0,23	0,91	1,53	3,19	16,4

Fonte: Elaborado pelo autor.

¹ O índice de Gini varia entre 0 e 1, sendo que valores mais próximos de 1 indicam maior desigualdade de renda, enquanto valores próximos de 0 indicam maior igualdade.

Entre 2015 e 2021, as taxas de homicídios nas Unidades da Federação apresentaram elevada heterogeneidade, evidenciando distintas condições de segurança e possíveis reflexos sobre os determinantes da criminalidade. Observa-se que a média nacional no período foi de 32,75 homicídios por 100.000 habitantes, valor que supera ligeiramente a mediana (32,32) em aproximadamente uma unidade, indicando leve assimetria positiva na distribuição. O desvio-padrão elevado (13,09) e o valor máximo observado (71,80 homicídios) reforçam a presença de possíveis outliers. Por essa razão, optou-se pela aplicação de uma transformação logarítmica na variável de taxa de criminalidade, com o objetivo de suavizar a influência de valores extremos e garantir maior estabilidade na variância dos resíduos do modelo. Além da variável dependente, outras variáveis relevantes também apresentaram significativa variabilidade entre as Unidades da Federação. Os gastos públicos em educação, por exemplo, variaram de R\$ 0,55 bilhão a R\$ 45,67 bilhões no período, com média de R\$ 4,46 bilhões e desvio-padrão elevado (R\$ 6,69 bilhões), indicando fortes desigualdades no volume de recursos investidos pelos estados. Comportamento semelhante é observado nos gastos com segurança pública, cuja média foi de R\$ 2,93 bilhões, mas com valores que oscilam de R\$ 0,23 bilhão até R\$ 16,4 bilhões, também sinalizando concentração de recursos em algumas unidades federativas.

O PIB per capita dos estados apresenta média de R\$ 16,82 bilhões, com alta dispersão (desvio-padrão de R\$ 8,71 bilhões), reforçando a existência de assimetrias econômicas regionais. Já o Índice de Gini, que varia entre 0,412 e 0,596, com média de 0,516, revela persistentes desigualdades de renda entre os estados ao longo do período.

Essas estatísticas reforçam a importância de considerar variáveis de controle no modelo empírico, como renda e desigualdade, uma vez que tanto os níveis de investimento público quanto as condições econômicas e sociais podem influenciar diretamente os padrões de criminalidade. A heterogeneidade nas distribuições também justifica o uso de modelos econométricos que corrijam possíveis problemas de endogeneidade e heterocedasticidade, como o estimador System GMM adotado neste estudo.

Ao analisar os gastos em educação, observa-se que os valores variaram entre R\$0,55 e R\$45,67 bilhões. Nota-se uma característica de assimetria positiva, evidenciada pela média (R\$4,46 bilhões) ser superior à mediana (R\$2,83 bilhões), o que indica elevada dispersão e presença de *outliers*. Esse fenômeno decorre, sobretudo, da influência dos valores mais elevados (cauda direita) ao elevar a média. Além disso, o desvio padrão estimado em R\$6,69 bilhões aproxima-se de quase três vezes a mediana, sugerindo forte concentração orçamentária em poucas

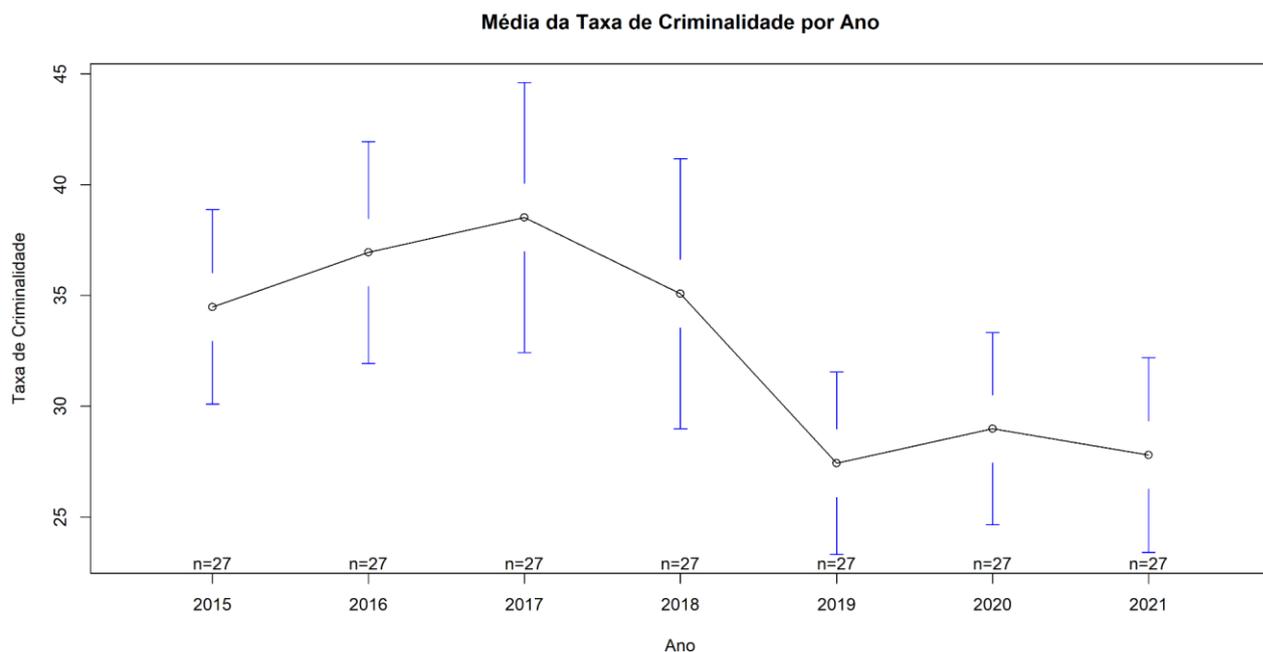
unidades federativas de maior porte econômico. Em vista disso, torna-se imprescindível expressar os gastos em educação em termos *per capita* ou por meio de transformação logarítmica, de modo a isolar os efeitos reais das políticas educacionais sobre a criminalidade, sem viés decorrente do tamanho populacional.

A variável referente aos gastos em segurança revela também elevada dispersão: o desvio padrão (R\$3,47 bilhões) supera a média (R\$2,93 bilhões), indicando desigualdade na alocação desses recursos entre as unidades federativas. Observa-se um padrão análogo ao dos gastos em educação, pois a média (R\$2,93 bilhões) excede a mediana (R\$1,53 bilhão), demonstrando assimetria positiva e concentração de valores na cauda direita da distribuição. A diferença entre a mediana e o valor máximo observado (R\$16,40 bilhões) reforça a presença de outliers, o que justifica a adoção de transformação logarítmica para atenuar o impacto de valores extremos na modelagem econométrica.

O coeficiente de Gini médio, fixado em 0,516, sinaliza desigualdade moderada na distribuição de renda entre as unidades federativas no período de 2015 a 2021. Verifica-se ainda que a variação desse índice foi relativamente baixa (0,0419), e a proximidade entre média e mediana sugere distribuição próxima à simetria.

Em suma, as estatísticas descritivas indicam: (i) forte heterogeneidade regional e temporal nos gastos públicos; (ii) presença de outliers que podem distorcer as estimativas sem a devida transformação; e (iii) necessidade de normalização das variáveis, seja por meio de índices per capita ou logarítmicos. Tais procedimentos asseguram maior validade das inferências relativas ao impacto dos gastos públicos e das condições macroeconômicas sobre a criminalidade.

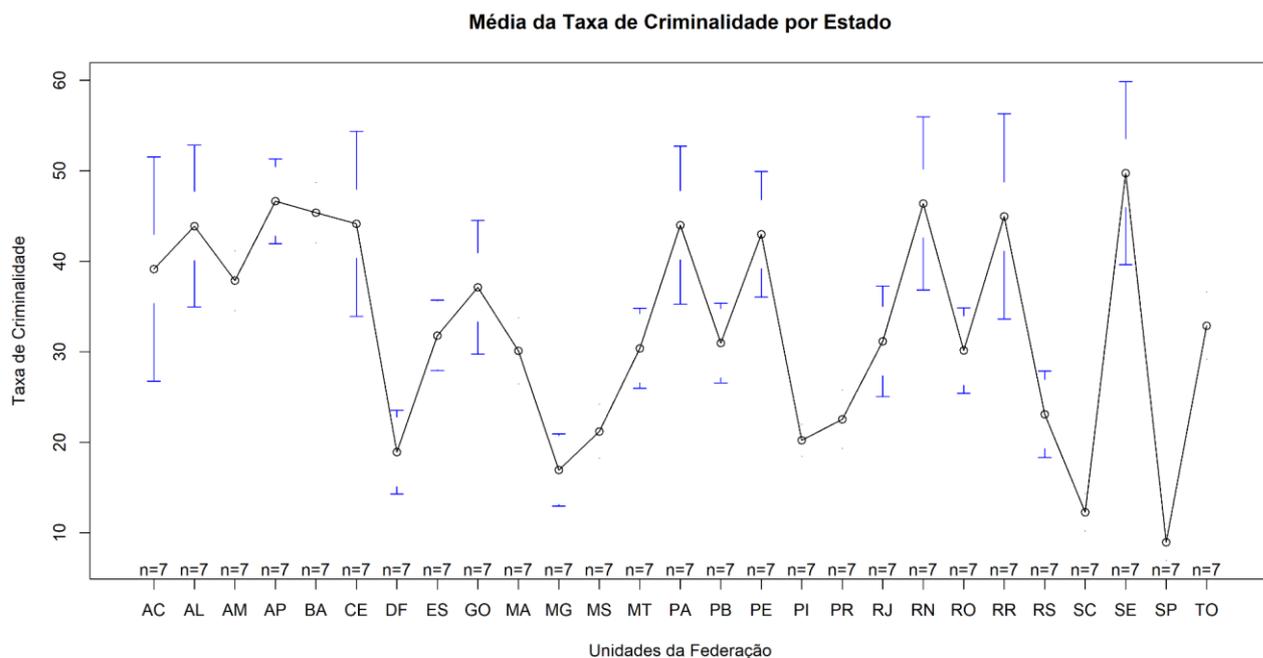
A Figura 1 apresenta a evolução da taxa média de homicídios por 100.000 habitantes ao longo do período de 2015 a 2021. Observa-se um crescimento entre 2015 e 2017, seguido por uma tendência de queda mais acentuada a partir de 2018, com os menores valores médios registrados entre 2019 e 2021. Essa redução pode estar relacionada, entre outros fatores, aos impactos da pandemia de COVID-19, que, ao restringir a circulação de pessoas, pode ter reduzido as oportunidades para a prática de crimes letais.



Fonte: Elaborado pelo autor.

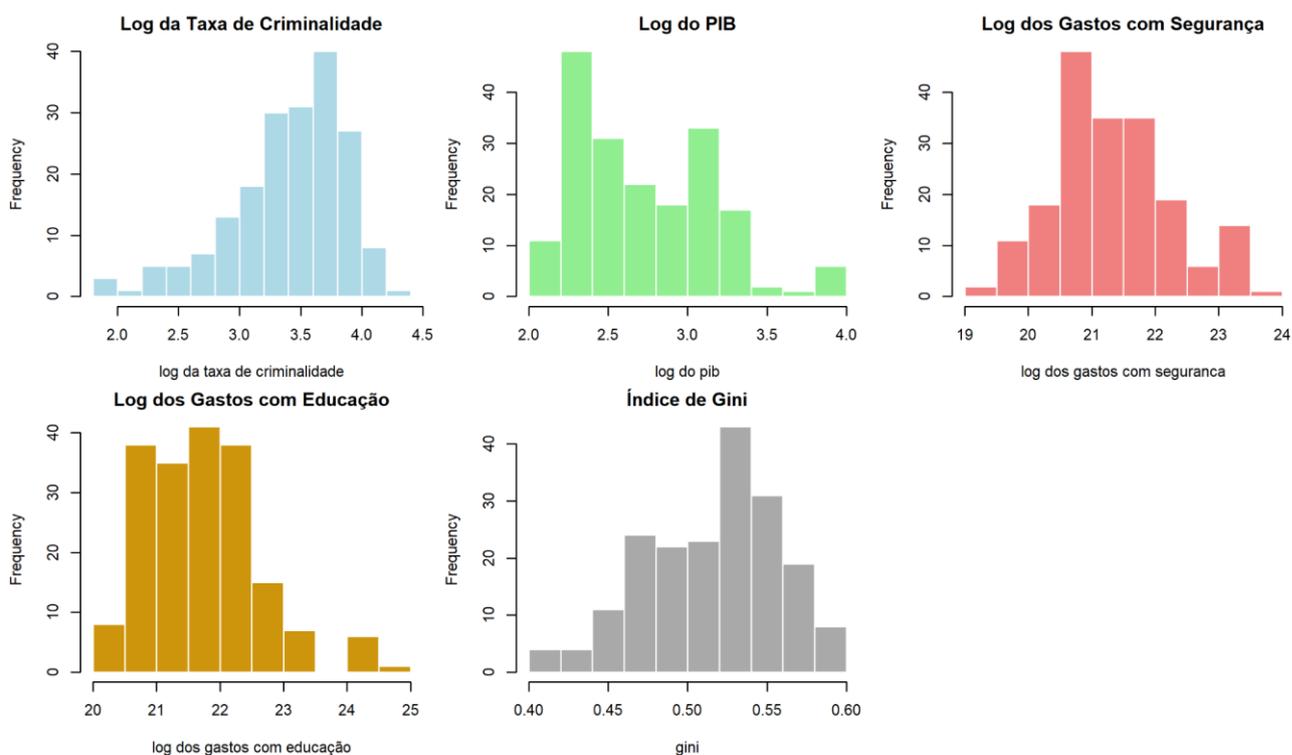
Figura 1: Evolução da Média de criminalidade por ano (2015-2021).

A Figura 2 apresenta a média da taxa de homicídios por 100.000 habitantes para cada Unidade da Federação, considerando o período de 2015 a 2021. Observa-se significativa variação entre os estados: Alagoas, Bahia e Pernambuco apresentam algumas das maiores médias no período, enquanto São Paulo, Santa Catarina e Minas Gerais registram as menores. Essa heterogeneidade reflete diferenças regionais em fatores como dinâmica do crime organizado, desigualdades sociais, efetividade das políticas de segurança pública e urbanização. Os intervalos de confiança ilustram a variabilidade das taxas ao longo do tempo em cada estado.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 2: Média da taxa de criminalidade por estado.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 3: Painel de diagramas de dispersão dos dados estaduais (2015-2021).

4.1.1 Log Taxa de Criminalidade

O histograma correspondente ao logaritmo da taxa de criminalidade revela uma distribuição levemente assimétrica à direita, com concentração dos valores entre 3,3 e 3,7. Observa-se que poucas unidades apresentam valores inferiores a 2,3 ou superiores a 4,0, evidenciando que a maior parte dos dados se situa no intervalo de 3,0 a 4,0. Tal padrão demonstra que, em termos logarítmicos, as ocorrências mais extremas de criminalidade são raras, concentrando-se em torno da mediana da distribuição.

O ponto de maior frequência localiza-se entre 3,5 e 4,0, o que sugere que muitas observações registram um nível médio de criminalidade equivalente a aproximadamente 42,5 homicídios por 100 mil habitantes (em termos não logarítmicos). Entretanto, existe um número reduzido de casos com valores de log próximos a 4,0, correspondendo a taxas de criminalidade muito elevadas (em torno de 54 homicídios por 100 mil), que se manifestam como uma "cauda longa" à direita da distribuição.

A assimetria positiva — manifestada pela cauda estendida à direita — reflete a presença de poucas unidades com níveis excessivamente altos de criminalidade. Esse comportamento reforça a decisão de adotar a transformação logarítmica, pois ela atenua o impacto dos valores extremos, aproximando a forma da distribuição de uma condição mais próxima da normalidade e aprimorando o desempenho de modelos baseados em regressão linear.

4.1.2 Log do Produto Interno Bruto (PIB)

No histograma do logaritmo do PIB, observa-se distribuição mais dispersa do que aquela registrada para a taxa de criminalidade, caracterizada por uma cauda positiva à direita. A maior parte das observações concentra-se entre 2,4 e 2,8, correspondendo a valores de PIB da ordem de 13,5 bilhões de reais (em termos não logarítmicos). Além disso, destaca-se um pico secundário entre 3,0 e 3,2, indicando que alguns municípios ou agregados apresentam PIB relativamente elevado, em torno de 22 bilhões de reais. Há poucos casos abaixo de 2,2 e acima de 3,6, o que denota heterogeneidade econômica mais acentuada entre as unidades analisadas.

A moda mais pronunciada situa-se no intervalo de 2,4 a 2,6, sinalizando que muitos municípios concentram seu PIB em patamares próximos a 12,2 bilhões de reais. A dispersão desse conjunto

de dados é maior do que a observada na taxa de criminalidade, o que se justifica pelas diferenças estruturais de tamanho econômico entre as unidades.

A assimetria positiva, caracterizada pela cauda à direita, aponta para a existência de algumas unidades com PIB bem elevado. A transformação logarítmica, ao comprimir valores extremos, reduz essa disparidade e contribui para satisfazer, nos modelos de regressão, a premissa de homoscedasticidade dos resíduos.

4.1.3 Log de Gastos de Segurança

O histograma do logaritmo dos gastos com segurança revela ligeira assimetria negativa, mas mantém alta concentração no intervalo entre 20,8 e 21,6. Pouquíssimos municípios apresentam valores inferiores a 20,1 ou superiores a 23,0. O pico de frequência localiza-se entre 21,0 e 21,4, o que equivale a gastos situados, em termos não logarítmicos, entre R\$1,2 bilhão e R\$1,8 bilhão.

A frequência máxima (por volta de 45 observações) concentra-se em 21,2, corroborando que vários municípios destinam verbas semelhantes à segurança pública. Apesar de existir heterogeneidade, esta é menos pronunciada do que no PIB, dado que os valores de log permanecem em intervalo relativamente estreito.

A leve assimetria negativa sugere que poucos municípios registram gastos excepcionalmente elevados — em escala logarítmica, essa assimetria se traduz em uma cauda à esquerda, mas, em termos lineares, refere-se a casos isolados de alocação orçamentária muito alta. De modo geral, a distribuição quase simétrica indica que a função logarítmica corrige discrepâncias moderadas sem eliminar por completo a variabilidade entre os valores.

4.1.4 Log de Gastos de Educação

No histograma do logaritmo dos gastos com educação, os valores concentram-se entre 21,0 e 22,0, com pico em torno de 21,6 — equivalente a gastos próximos de R\$1,0 bilhão. Observa-se leve assimetria positiva, pois poucos municípios apresentam montantes muito superiores, enquanto raros casos se situam abaixo de 20,5 ou acima de 23,5.

A frequência predominante (aproximadamente 40 observações) está entre 21,4 e 21,8, indicando que a maioria das unidades exerce investimentos educacionais bastante próximos. A dispersão, embora ligeiramente superior àquela dos gastos em segurança, permanece inferior à do PIB, refletindo padrões orçamentários relativamente uniformes no setor educacional.

A leve assimetria positiva — caracterizada pela cauda estendida à direita — evidencia que algumas unidades destinam montantes muito acima da média. Mesmo assim, a variação em escala logarítmica mantém-se moderada, justificando a utilização do logaritmo para evitar que valores extremos distorçam a estimação dos modelos econométricos.

4.1.5 Log de Índice de Gini

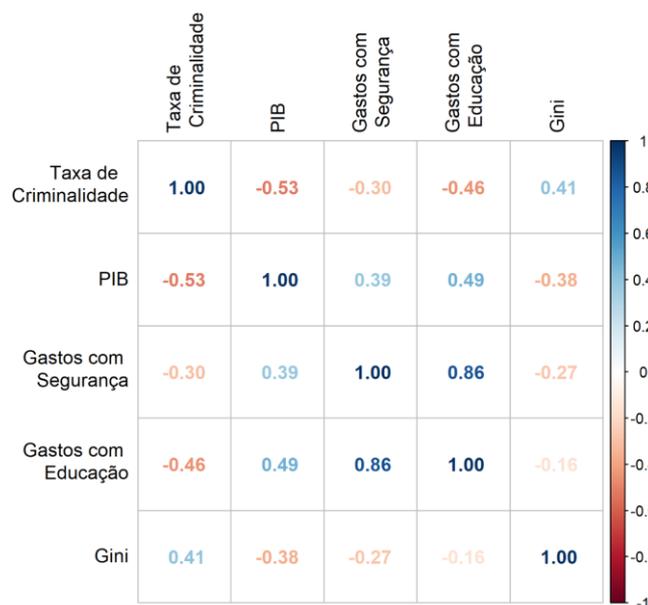
Embora o Índice de Gini não seja transformado pelo logaritmo, seu histograma demonstra que a maior parte das unidades se concentra em torno de 0,52 a 0,54, com poucas incidências inferiores a 0,46 ou superiores a 0,58. O pico principal se situa entre 0,52 e 0,54 (mais de 40 observações), indicando que níveis de desigualdade semelhantes são comuns na amostra.

A moda em 0,53 (faixa de 0,52 a 0,54) reforça a constatação de que o índice de desigualdade entre as unidades apresenta pouca variação. A dispersão é relativamente restrita, ou seja, poucos municípios exibem valores de Gini muito discrepantes em comparação à maioria.

A cauda da distribuição aparenta estar ligeiramente deslocada para a esquerda, com poucos casos abaixo de 0,45. Isso evidencia que a maior parte dos municípios mantém altos índices de desigualdade (acima de 0,50), enquanto níveis de desigualdade muito baixos são raros.

4.2 Resultados empíricos

Na Figura 4 apresenta-se a matriz de correlação de Pearson entre a variável dependente Taxa de Criminalidade e as principais variáveis explicativas do modelo (PIB per capita, Gastos com Segurança, Gastos com Educação e Índice de Gini), bem como as correlações mútuas entre essas variáveis independentes. Os valores evidenciam padrões de associação que corroboram hipóteses teóricas sobre os determinantes da criminalidade e orientam a formulação do modelo de regressão em painel.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 4 – Matriz de correlação de Spearman: Taxa de Criminalidade, PIB per capita, Gastos com Segurança, Gastos com Educação e Índice de Gini.

4.3.1 Correlação direta com a taxa de criminalidade

A correlação negativa, embora de intensidade menor, sugere que estados que destinam recursos absolutos mais elevados à segurança pública costumam registrar taxas de homicídios ligeiramente inferiores. Apesar de o coeficiente de correlação ($r=-0,30$) ser menos expressivo do que o observado para o PIB, ele confirma a literatura que atribui aos investimentos em policiamento e aparelhamento policial um papel relevante na contenção da criminalidade.

A associação negativa ($r=-0,46$) indica que o aumento dos gastos estaduais em educação (salários de professores, infraestrutura escolar, programas de qualificação, etc.) correlaciona-se com a redução da taxa de homicídios. Esse achado corrobora a hipótese de que o investimento em capital humano atua como fator preventivo de longo prazo, ao ampliar oportunidades laborais e reduzir incentivos ao crime.

A correlação positiva entre o índice de desigualdade de renda e a taxa de criminalidade ($r=+0,41$) revela que unidades federativas com maior disparidade de renda tendem a apresentar patamares mais elevados de homicídios. Esse resultado está em conformidade com teorias que

relacionam desigualdade estrutural à violência urbana, indicando que a concentração de renda pode gerar tensão social e favorecer comportamentos criminosos.

Em síntese, todas as variáveis explicativas apresentam sinais de correlação consonantes com a fundamentação teórica: PIB per capita, gastos com segurança e gastos com educação correlacionam-se negativamente com a criminalidade, enquanto o índice de Gini revela-se positivamente associado.

4.3.2 Inter-relações entre as variáveis independentes

Os coeficientes positivos indicam que as unidades federativas com maior PIB per capita alocam volumes mais elevados de recursos nos setores de segurança e de educação. Esse comportamento reflete a maior capacidade orçamentária dos estados mais desenvolvidos, reforçando a hipótese de que parte do efeito "redução da criminalidade" atribuído aos gastos públicos pode derivar, indiretamente, do próprio nível de desenvolvimento econômico.

A correlação extremamente alta evidencia forte movimento entre os gastos em segurança e em educação. Em termos práticos, sempre que um estado eleva significativamente o investimento em segurança pública, tende a aumentar, concomitantemente, os dispêndios educacionais — e vice-versa. Essa estreita associação sinaliza o potencial problema de multicolinearidade caso ambas as variáveis sejam incluídas simultaneamente em um mesmo modelo de regressão.

Adicionalmente, observa-se correlação negativa moderada entre o PIB per capita e o índice de desigualdade de renda. Esse padrão sugere que unidades federativas mais ricas apresentam níveis de desigualdade ligeiramente menores, indicando que o crescimento econômico pode, em certa medida, contribuir para uma distribuição de renda mais equilibrada, ainda que tal processo não seja uniforme ou automático.

De forma similar, as correlações negativas, embora de menor intensidade, entre os investimentos em segurança e em educação com o índice de Gini revelam que, nos estados que aplicam mais recursos nessas áreas, costumam ocorrer índices de desigualdade levemente inferiores. Esse resultado corrobora a visão defensora de que políticas públicas sociais e educacionais atuam como mecanismos de mitigação das disparidades de renda.

A correlação positiva entre o PIB e os gastos em segurança e educação indica que economias mais desenvolvidas destinam mais recursos aos serviços públicos, os quais, por sua vez, podem reduzir a criminalidade. Dessa forma, ao estimar um modelo que incluía simultaneamente "PIB per capita" e "gastos sociais", torna-se essencial considerar potenciais efeitos indiretos ou de endogeneidade. Por exemplo, um coeficiente negativo para "gastos com segurança" pode, em parte, refletir o fato de que estados com PIB elevado dispõem de orçamentos maiores; em última instância, é esse nível de renda que está associado a índices de violência mais baixos.

Em virtude da correlação muito alta entre os gastos com segurança e com educação, a inclusão simultânea dessas variáveis no mesmo modelo de regressão pode acarretar instabilidade nos coeficientes estimados.

4.3.3 Ajuste do modelo de regressão em painel

Tabela 4 - Resultados do modelo GMM

Variável	Estimativa	Erro Padrão	z-valor	p-valor
lag(log taxa _de_ criminalidade,1)	0,609	0,14	4,348	0,000014
log_pib	-0,125	0,063	-1,994	0,04614
log_gastos_seguranca	0,081	0,056	1,437	0,15065
log_gastos_edu	-0,169	0,083	-2,028	0,04255
Gini	1,47	0,686	2,145	0,03197

Fonte: Elaborado pelo autor

Para assegurar a aderência aos pressupostos econométricos e a consistência das estimativas, este trabalho aplicou procedimentos metodológicos específicos. Primeiramente, realizaram-se transformações logarítmicas, aplicando o logaritmo natural sobre o PIB per capita e sobre as variáveis de gasto em segurança e educação. O objetivo foi estabilizar a variância das séries temporais e reduzir o impacto de observações extremas (outliers), permitindo obter distribuições mais próximas da normalidade e facilitar a interpretação dos coeficientes em termos de elasticidades, mantendo o rigor conceitual da análise quantitativa de variáveis financeiras e socioeconômicas.

Em segundo lugar, utilizou-se o estimador GMM em sistema (Arellano–Bond) para o painel balanceado, que abrange as 27 unidades federativas brasileiras no período de 2015 a 2021. Este método corrigiu simultaneidade e autocorrelação de primeira ordem, inerentes à dependência temporal da taxa de criminalidade. Nesse procedimento, as defasagens internas da variável dependente foi empregado como instrumento, eliminando vieses de simultaneidade e o viés de Nickell associado a efeitos fixos. A escolha dessa técnica assegurou estimativas consistentes mesmo na presença de dinamicidade e endogeneidade no painel.

Por fim, para verificar a adequação do modelo e a confiabilidade dos resultados, foram realizados testes complementares de diagnóstico. Inicialmente, calculou-se o Fator de Inflação da Variância (VIF) para identificar eventuais problemas de multicolinearidade entre as variáveis explicativas. Em seguida, aplicou-se o teste de heterocedasticidade de Breusch–Pagan com o propósito de detectar variância não constante nos resíduos. Finalizando, procedeu-se ao teste Arellano–Bond AR(1) para confirmar a ausência de autocorrelação de primeira ordem nos resíduos do modelo dinâmico. Esses testes asseguraram que os pressupostos econométricos foram atendidos, garantindo a consistência dos coeficientes estimados

4.4 Resultado da estimação

Equação estimada:

$$\log\text{Crime}_{i,t} = 0,609\log\text{Crime}_{i,t-1} + 0,169\log\text{Gasto Educação}_{i,t} + 0,081\log\text{Gasto Segurança}_{i,t} + 1,47\text{GINI}_{i,t} + 0,125\log\text{PIB}_{i,t} + X_{i,t} + \mu_{i,t} + \lambda_t + \varepsilon_{it}$$

O coeficiente positivo e estatisticamente significativo ($p < 0,001$) evidencia forte persistência dinâmica na taxa de criminalidade. Em termos práticos, um acréscimo de 1% na taxa de homicídios observado no período anterior implica, *ceteris paribus*, elevação aproximada de 0,609% na taxa de homicídios do período subsequente. Essa dependência temporal reflete o fenômeno de inércia nos padrões criminais: regiões que já experimentaram níveis elevados de violência tendem a mantê-los, mesmo após o controle por variáveis explicativas.

Por sua vez, o coeficiente negativo e significativo ao nível de 5% ($p \approx 0,046$) indica que um aumento de 1% no PIB *per capita* relaciona-se, em média, com redução de 0,125% na taxa de

criminalidade, mantendo-se constantes as demais variáveis do modelo. Tal resultado corrobora a hipótese de que melhores condições socioeconômicas exercem efeito mitigador sobre a violência, possivelmente por meio da ampliação de oportunidades de emprego, da elevação da renda média e da melhoria de indicadores sociais que desencorajam práticas criminosas.

Em relação aos gastos estaduais absolutos com segurança pública, embora o sinal do coeficiente seja positivo, ele não se revela estatisticamente significativo ao nível de 5% ($p \approx 0,150$). Em outras palavras, não há evidência empírica robusta de que variações percentuais nesses dispêndios exerçam, isoladamente, impacto direto relevante sobre a taxa de criminalidade, considerando o controle simultâneo de PIB, gastos em educação, índice de Gini e dinâmica temporal. Esse achado pode indicar que parte do efeito dos gastos em segurança está sendo capturada indiretamente por outras variáveis (notadamente, PIB e Gini) ou que existe multicolinearidade que atenua a significância do parâmetro correspondente.

Por fim, o coeficiente positivo e significativo ao nível de 5% ($p \approx 0,032$) para o índice de Gini demonstra que um incremento de 0,01 nesse índice (equivalente a aumento de 1 ponto percentual em desigualdade de renda) relaciona-se, em média, a acréscimo de 0,01470 (ou 1,47%) na taxa de homicídios, observado o controle pelas demais variáveis e pela persistência temporal. Esse resultado alinha-se às teorias que associam níveis elevados de desigualdade estrutural a maior tensão social e, conseqüentemente, a predisposição ao comportamento violento.

4.5 Resultados dos testes

Tabela 5: Testes aplicados

Teste	Estatística	Valor-p	Interpretação
Teste de Sargan	$\chi^2(17) = 23,84918$	0,12359	Não rejeita validade dos instrumentos
Arellano–Bond AR(2)	$z = -0,45771$	0,64716	Não indica autocorrelação em 2. ^a ordem
Wald test coeficientes	$\chi^2(5) = 267,193$	$< 2,22 \times 10^{-16}$	Rejeita hipótese de coeficientes nulos
Wald test efeitos temporais	$\chi^2(5) = 171,4208$	$< 2,22 \times 10^{-16}$	Efeitos fixos temporais são relevantes

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para garantir a validade do modelo estimado, foram realizados diversos testes diagnósticos que avaliaram a adequação dos instrumentos, a presença de autocorrelação nos resíduos e a significância dos coeficientes estimados que estão demonstrado na Tabela 5.

O teste de Sargan apresentou estatística qui-quadrada de 23,9 com *p-value* de 0,12, indicando que não rejeitamos a hipótese nula de validade dos instrumentos. Isso sugere que os instrumentos utilizados são apropriados e não estão correlacionados com o erro, assegurando a consistência das estimativas.

O teste AR(2) para autocorrelação de segunda ordem apresentou estatística de $-0,70375$ com p-valor de 0,4816, não sendo possível rejeitar a hipótese nula de ausência de autocorrelação. Esse resultado confirma que não há evidências de autocorrelação de segunda ordem nos resíduos, o que garante a consistência dos estimadores no modelo dinâmico estimado.

O teste de Wald para os coeficientes do modelo resultou em estatística de 146,78 com *p-value* inferior a $2,22e-16$, rejeitando a hipótese nula de que todos os coeficientes sejam simultaneamente nulos. Isso indica que as variáveis explicativas têm efeito estatisticamente significativo sobre a variável dependente. De forma similar, o teste de Wald para efeitos fixos temporais apresentou estatística de 509,72 com p-valor também inferior a $2,22e-16$, evidenciando a relevância dos efeitos temporais para o modelo, o que reforça a necessidade de controlar choques e variações comuns entre os estados ao longo do tempo.

Em conjunto, esses testes indicam que o modelo dinâmico estimado pelo GMM é estatisticamente robusto, com instrumentos válidos, ausência de autocorrelação prejudicial e efeitos explicativos relevantes. Isso fortalece a confiabilidade das conclusões acerca do impacto dos gastos públicos e das variáveis socioeconômicas sobre a criminalidade no Brasil.

5. Discussão

Este trabalho investigou os determinantes da criminalidade nos estados brasileiros no período de 2015 a 2021, por meio de um modelo dinâmico em painel estimado pelo GMM Arellano–Bond one-step com efeitos fixos bidimensionais (two ways). Avaliou-se o papel da persistência temporal na taxa de homicídios (lag logarítmico da criminalidade), do PIB per capita, dos gastos estaduais em segurança pública e em educação, bem como do índice de Gini, sobre a evolução da violência. A seguir, apresentam-se a síntese dos principais achados, as implicações para as políticas públicas e as principais limitações, bem como sugestões para investigações futuras.

Dado o efeito protetor dos gastos em educação, é essencial que governos estaduais e federais priorizem programas de qualificação para jovens em situação de risco. Isso inclui reforço pedagógico, bolsas de estudo, atividades extracurriculares e iniciativas de Educação de Jovens e Adultos (EJA). Essas ações não só diminuem a evasão escolar, mas também oferecem alternativas concretas ao crime.

A influência negativa do PIB per capita na criminalidade mostra que políticas de geração de emprego, estímulo ao empreendedorismo e aumento da renda per capita ajudam a reduzir as taxas de homicídios. Dessa forma, estratégias que combinam o desenvolvimento local — como atração de investimentos e fomento a cadeias produtivas regionais — com programas de capacitação profissional para jovens têm um efeito duplo: dinamizam a economia e desestimulam comportamentos criminosos.

O impacto significativo do índice de Gini destaca que políticas de redistribuição de renda são cruciais para combater a causa estrutural da violência. Exemplos incluem programas de transferência de renda condicionada, tributação progressiva e subsídios a setores vulneráveis. Reduzir as disparidades econômicas vai além de medidas assistencialistas pontuais, exigindo reformas educacionais, habitacionais e tributárias de longo alcance.

A ausência de efeito estatisticamente significativo dos gastos em segurança sugere que o simples aumento de verbas destinadas a policiamento ou aquisição de equipamentos não garante redução imediata da criminalidade. É necessário, portanto, examinar a eficiência na alocação desses recursos, por meio da integração entre as polícias Civil e Militar, inteligência criminal, programas de mediação de conflitos em comunidades e foco em iniciativas de prevenção primária (por exemplo, políticas sociais em áreas de alta vulnerabilidade).

Embora este estudo apresente contribuições relevantes para compreender o fenômeno da violência no Brasil, algumas limitações devem ser ressaltadas. Primeiramente, o escopo temporal e a abrangência de variáveis são restritos; o painel utilizado abrange apenas sete anos (2015–2021) e 27 unidades (estados). Isso pode limitar a variação temporal disponível para capturar efeitos de políticas mais recentes, como iniciativas implementadas a partir de 2022. Pesquisas futuras poderiam, portanto, estender esse horizonte para incluir dados posteriores ou adotar painéis não balanceados que permitam incorporar municípios, aumentando o grau de assimetria cruzada e temporal.

Em segundo lugar, a composição qualitativa dos gastos não foi detalhada. O modelo considerou somente o valor agregado dos gastos em segurança pública e educação, sem discriminar entre tipos específicos (investimento em escolas técnicas, programas de reforço escolar, operações policiais comunitárias etc.). Investigações posteriores poderiam decompor esses dispêndios em categorias (prevenção, repressão, assistência social) e avaliar qual dimensão exerce maior poder explicativo sobre a criminalidade.

Adicionalmente, fatores institucionais e culturais não foram contemplados neste modelo puramente quantitativo. Aspectos referentes à qualidade da gestão pública, à capacitação dos quadros de segurança e ao nível de participação comunitária não foram incluídos. Estudos qualitativos ou investigações que incorporem variáveis proxy (como índice de percepção de corrupção, nível de organização social e indicadores de governança local) podem aprofundar o entendimento sobre como fatores institucionais e culturais modulam o efeito das variáveis socioeconômicas.

Por fim, a heterogeneidade espacial é outra limitação. A utilização de efeitos fixos bidimensionais controla choques comuns, mas não explora possíveis interdependências espaciais (efeito de contágio entre estados vizinhos) ou heterogeneidade não observada no interior dos estados (por exemplo, distinções entre centros urbanos e áreas rurais). Modelos

espaciais dinâmicos ou desagregações regionais mais finas (por mesorregião e microrregião) podem capturar tais vínculos espaciais e oferecer subsídios adicionais.

6. Considerações finais

O presente estudo investigou a influência dos gastos públicos estaduais em segurança e educação sobre a taxa de criminalidade no Brasil, adotando a taxa de homicídios como proxy mais confiável para mensuração da violência. A análise baseou-se em um painel balanceado composto pelas 27 unidades federativas, no período de 2015 a 2021, utilizando dados secundários provenientes do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Para estimar os efeitos das variáveis selecionadas, foi aplicado o Estimador de Momentos Generalizados em Sistema (System GMM) de Arellano–Bond, metodologia apropriada para painéis dinâmicos com baixa dimensão temporal (T) e número elevado de unidades (N). Essa abordagem permitiu contornar problemas comuns em dados longitudinais, como endogeneidade, autocorrelação serial e efeitos fixos não observáveis, assegurando maior robustez nas estimativas. O modelo incorporou como variáveis explicativas os logaritmos dos gastos com segurança e educação, o PIB per capita e o Índice de Gini, visando capturar os efeitos diretos e indiretos das condições socioeconômicas e das políticas públicas sobre a dinâmica da criminalidade no país.

Os resultados obtidos indicam que a criminalidade no Brasil é influenciada por fatores dinâmicos (como a persistência temporal), socioeconômicos (PIB per capita e desigualdade de renda) e por políticas públicas (especialmente os gastos em educação, que apresentaram efeito mitigador). Embora os gastos em segurança pública não tenham demonstrado impacto direto estatisticamente significativo, o conjunto das evidências empíricas sugere que estratégias mais eficazes de enfrentamento à violência devem priorizar o fortalecimento das políticas sociais e educacionais, assim como a redução das desigualdades estruturais, em vez de se basearem unicamente em medidas repressivas de curto prazo.

Ao confirmar a validade do modelo GMM Arellano–Bond (instrumentos válidos, ausência de autocorrelação e relevância conjunta dos coeficientes), este estudo fornece subsídios quantitativos para a formulação de políticas públicas amparadas em evidências empíricas. Espera-se que os resultados aqui apresentados sirvam como referência para gestores estaduais

e federais no planejamento de ações intersetoriais que integrem educação, desenvolvimento econômico e redução das desigualdades, promovendo, assim, uma abordagem sistêmica para a prevenção da violência no Brasil.

Referências Bibliográficas

ARAÚJO, Jr., A. F.; FAJNZYLBBER, P. O que causa a criminalidade violenta no Brasil? Uma análise a partir do modelo econômico do crime: 1981 a 1996. Texto de Discussão, n. 162, CEDEPLAR/UFMG, 2001. Disponível em :

https://d1wqtxtslxzle7.cloudfront.net/89686082/TD_20162-libre.pdf?1660562026=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DO_que_causa_a_criminalidade_violenta_no.pdf&Expires=1749521258&Signature=b24rdHXJ982BjUl9p4ha~YmuZYdA5LTZgjm8CYOvna4Ur8XiNPd6KkNNLde2gj02bOYTTvcy-H6WSvPJIAz7Ec9LEtkQo1lhEvkg3FTosCOHn2sEkOmG9Wt~a858zKff9zp3tqPpbfd7bePwkjW6zdtR0IevnivB-Ozq8os5NnV1CtXdqu32iuNDqVLP8TbKyh7xh7t0ew9K2dBIgV19~0D-d~Ep72~9cag0JhpEtNcw4DvpQmKQcT1kXuwmHQNVtjD2ohG8tAGLd0bJc~9NKxAllmrZNCz19KbX~BRzvTbA1lhwQIqnL1227~7GfHFx~YBGRoS6sRg3UDE3P6GA_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA. Acesso em: 09 jun. 2025.

ARAÚJO, A. F. Jr.; FAJNZYLBBER, P. O que causa a criminalidade violenta no Brasil? Uma análise a partir do modelo econômico do crime: 1981 a 1996. Texto de Discussão CEDEPLAR/UFMG, n. 162, 2001. Disponível em:

https://d1wqtxtslxzle7.cloudfront.net/89686082/TD_20162-libre.pdf?1660562026=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DO_que_causa_a_criminalidade_violenta_no.pdf&Expires=1749521725&Signature=U5YOVRkxC~-Zp9~p7QUTxosP0fsYq-WKFB6HtcByi4HRLC8PPaaK9e2jpmB2guRDuTCORmE80CaV19xLDus0No1SeVBCWKB36AsFXjl6M-1GF7eu5q9DP07Nu7ubbhfIQYu4jLHNaw0pZrXzo0zApK~BlihEoEvLYx24hdZTUoSKXv1zZ~xzF7GXB~ATCafNIIo5sE95uK0mqbjnMpr2qQZgiQMnR~FkeuTvKSEZy5YoaFR8VWTSjZVVn9D5mGs5ahTk7R03ZDMbp-RUBXu1x4JjWCADOXFvhuBOGCBypjcm~lcLDcWq~-

[1urwF5XKexsSZn5N9GW2JTZ0hl79lRQg_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA.](https://doi.org/10.1007/s10258-002-0009-9)

Acesso em: 09 jun. 2025.

ARELLANO, M.; BOND, S. Dynamic panel data models: A guide to micro data methods and practice. *Journal of Econometrics*, v. 87, n. 1, p. 115–147, 1991. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10258-002-0009-9>. Acesso em: 09 jun. 2025.

ARELLANO, M.; BOND, S. Dynamic Panel Data Estimation Using DPD98 for GAUSS: A Guide for Users. Mimeo, Institute for Fiscal Studies, 1991. Disponível em:

<https://www.ifs.org.uk/publications/1881>. Acesso em: 09 jun. 2025.

BECKER, G. S. Crime and punishment: An economic approach. *Journal of Political Economy*, v. 76, n. 2, p. 169–217, 1968. Disponível em:

<https://www.jstor.org/stable/1830482>. Acesso em: 09 jun. 2025.

BOND, S.; STEPHAN, R. Estimating Panel Data Models: A Practical Guide. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, v. 67, n. S1, p. 1–18, 2005. Disponível em:

<https://academic.oup.com/obes/article/67/s1/1/236433>. Acesso em: 09 jun. 2025.

BLUNDELL, R.; BOND, S. Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of Econometrics*, v. 87, n. 1, p. 115–143, 1998. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304407697000783>. Acesso em: 09 jun. 2025.

CHALFIN, A.; McCRARY, J. The Effect of Police on Crime: New Evidence from U.S. Cities, 1960–2010. NBER Working Paper Series, n. 18815, 2013. Disponível em:

<https://www.nber.org/papers/w18815>. Acesso em: 09 jun. 2025.

COSTA, G. G. A. da. A economia do crime no Brasil: o impacto resultante do gasto social e o gasto em segurança pública com a criminalidade. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Econômicas) – Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021. Disponível em:

<https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/72825>. Acesso em: 09 jun. 2025.

CORNWELL, C.; TRUMBULL, W. N. Estimating the Economic Model of Crime with Panel Data. *The Review of Economics and Statistics*, Cambridge, v. 76, n. 2, p. 360–366, May

1994. Disponível em: <https://www.mitpressjournals.org/doi/10.1162/003465394555696>.

Acesso em: 09 jun. 2025.

EHRlich, I. Participation in illegitimate activities: a theoretical and empirical investigation. *Journal of Political Economy*, v. 81, n. 3, p. 521–565, 1973. Disponível em:

<https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/260058> Acesso em: 09 jun. 2025.

HALIOĞLU, A. The impact of education and policing on crime rates: a time-series analysis. *Journal of Economic Studies*, v. 39, n. 2, p. 133–145, 2012. Disponível em:

<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/01443581211214463>. Acesso em: 09 jun. 2025.

HANSEN, L. P. Large sample properties of generalized method of moments estimators. *Econometrica*, v. 50, n. 4, p. 1029–1054, 1982. Disponível em:

<http://jstor.org/stable/1912775>. Acesso em: 09 jun. 2025.

LUCAS, M. S.; CUNHA, M. S. da; BONDEZAN, K. de L. Determinantes socioeconômicos da criminalidade no estado do Paraná: uma análise espacial. *Revista de Economia*, v. 41, n. 75, p. 248–281, 2020. Disponível em:

<https://revistas.ufpr.br/economia/article/viewFile/68314/41035>. Acesso em: 09 jun. 2025.

MARCHEZINI, B. R.; SPOLADOR, H. F. S.; JORGE, M. A. Crescimento econômico e criminalidade: uma análise de dados em painel para o estado de São Paulo. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2020. Disponível em:

<https://www.esalq.usp.br/publicacoes/2345>. Acesso em: 09 jun. 2025.

NICKELL, S. Biases in dynamic models with fixed effects. *Econometrica*, v. 49, n. 6, p. 1417–1426, 1981. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1911408>. Acesso em: 09 jun. 2025.

OLINI, R. M.; DALFOVO, W. C. T.; DANIEL, L. P.; ORLANDI, M.; SHIKIDA, P. F. A. Homicídio e desigualdade de renda: uma análise espacial para o Estado de Mato Grosso em 2000 e 2010. *Economic Analysis of Law Review*, Brasília, v. 9, n. 3, p. 107–130, set./dez.

2018. Disponível em: <https://www.analisedireito.com.br/article/view/6789>. Acesso em: 09 jun. 2025.

ROODMAN, D. How to Do xtabond2: An Introduction to “Difference” and “System” GMM in Stata. *Stata Journal*, v. 9, n. 1, p. 86–136, 2009. Disponível em: <https://www.stata-journal.com/article.html?article=st0253>. Acesso em: 09 jun. 2025.

RODRIGUES GOMES, C. Criminalidade e despesas públicas no Brasil: estimativa do impacto dos gastos públicos em segurança sobre as taxas de homicídio. Washington: BID, 2018. Disponível em: <https://publications.iadb.org/publications/portuguese/document/Criminalidade-e-despesas-públicas-no-Brasil.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2025.

SANTOS, R. F. Gastos estaduais em segurança pública, policiamento e sistema prisional: uma análise pela economia do crime. 2023. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Econômicas) – Universidade de Brasília, Brasília, 2023. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/0>. Acesso em: 09 jun. 2025.

SCIELO. Fatores fiscais e socioeconômicos que afetam a criminalidade no Brasil. *Revista Econômica do Nordeste*, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rene/a/exemplo>. Acesso em: 09 jun. 2025.

ZALUAR, A. Integração perversa: pobreza e tráfico de drogas. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2004. Disponível em: <https://www.editorafgv.br/livro/5432>. Acesso em: 09 jun. 2025.