



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Sociais Aplicadas
Programa de Pós-Graduação em Economia

Ensaio em Avaliação de Políticas Públicas de Infraestrutura Rodoviária e Segurança Pública no Estado da Paraíba

OTONIEL RODRIGUES DOS ANJOS JUNIOR

João Pessoa - PB
2021

OTONIEL RODRIGUES DOS ANJOS JUNIOR

**Ensaio em Avaliação de Políticas Públicas de
Infraestrutura Rodoviária e Segurança Pública no Estado
da Paraíba**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal da Paraíba - UFPB como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Economia.

Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Sociais Aplicadas
Programa de Pós-Graduação em Economia

Orientador: Prof. Dr. Aléssio Tony Cavalcanti de Almeida

João Pessoa - PB
2021

A599e Anjos Junior, Otoniel Rodrigues dos.

Ensaio em Avaliação de Políticas Públicas de
Infraestrutura Rodoviária e Segurança Pública no Estado
da Paraíba / Otoniel Rodrigues Dos Anjos Junior. - João
Pessoa, 2021.

116 f. : il.

Orientação: Aléssio Tony Cavalcanti de Almeida.
Tese (Doutorado) - UFPB/CCSA.

1. Controle do transporte. 2. Políticas públicas. 3.
Eficiência técnica. 4. Infraestrutura rodoviária. 5.
Caminhos da Paraíba. 6. Paraíba Unida pela Paz. I.
Almeida, Aléssio Tony Cavalcanti de. II. Título.

UFPB/BC

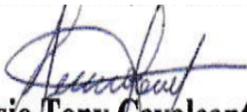
CDU 656.07(043)

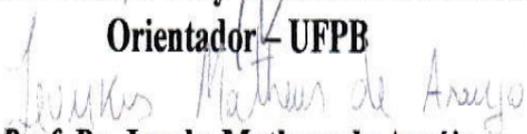
OTONIEL RODRIGUES DOS ANJOS JUNIOR

Ensaio em Avaliação de Políticas Públicas de Infraestrutura Rodoviária e Segurança Pública no Estado da Paraíba

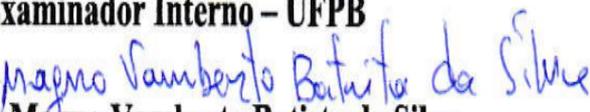
Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal da Paraíba como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Economia, submetida e **APROVADA** pela Comissão Examinadora que assina abaixo.

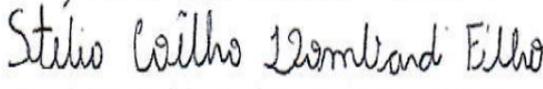
Defesa realizada no Campus I da UFPB em João Pessoa, Paraíba, no dia 25 de Fevereiro de 2021, às 09:00.


Prof. Dr. Aléssio Tony Cavalcanti de Almeida
Orientador – UFPB


Prof. Dr. Jevuks Matheus de Araújo
Examinador Interno – UFPB


Prof. Dr. Wallace Patrick Santos de Farias Souza
Examinador Interno – UFPB


Prof. Dr. Magno Vamberto Batista da Silva
Examinador Externo – UFPB


Prof. Dr. Stélio Coêlho Lombardi Filho
Examinador Externo – UFBA

João Pessoa - PB

2021

*Tudo tem o seu tempo determinado,
e há tempo para todo o propósito
debaixo do céu.
Eclesiastes 3.1*

Agradecimentos

Deus obrigado por mais uma conquista, pela força e saúde, pois foram elementos essenciais para sobrepor mais uma etapa em minha vida acadêmica. Um período marcado por aprendizados, esforços, transformações, desenvolvimento e crescimento profissional.

A minha esposa, Ângela, pelo apoio e compreensão, e aos meus dois filhos, Davi e Laís, pois juntos são o alicerce de tudo que faço. Aos meus familiares que acreditaram na realização desse projeto, especialmente, a minha mãe e irmãos.

Ao professor Aléssio Tony Cavalcanti de Almeida (orientador) pelos ensinamentos, apoio, paciência e confiança na construção deste trabalho.

Aos professores Jevuks Matheus de Araújo, Magno Vamberto Batista da Silva, Stélio Coêlho Lombardi Filho e Wallace Patrick Santos de Farias Souza pela disponibilidade de participar da comissão examinadora e pelas valiosas contribuições para a finalização desta tese.

Aos amigos que cultivei durante esta caminhada, estudando em grupo, escrevendo artigos e participando de congressos, todos contribuíram com a minha formação profissional.

Aos funcionários e professores do Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal da Paraíba (PPGE-UFPB), pois foram fundamentais para confecção desta pesquisa.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram com a realização deste trabalho, direta ou indiretamente.

Resumo

Esta tese é composta por dois ensaios voltados à avaliação de políticas públicas implantadas no Estado da Paraíba na última década. O Capítulo 2, correspondente ao primeiro ensaio, discute os efeitos de investimentos em infraestrutura rodoviária sobre o desenvolvimento local. Para tanto, empregou-se o método de Diferenças em Diferenças ponderado pelos pesos do balanceamento por entropia. A base de dados foi obtida junto ao Departamento de Estradas de Rodagens (DER) da Paraíba, contemplando o período de 2011 a 2017. Os resultados encontrados mostram que a hipótese de relação positiva entre investimentos em infraestrutura rodoviária e crescimento econômico não pode ser rejeitada. Os impactos mais expressivos são observados no saldo de emprego dos municípios beneficiados, sobretudo naqueles que receberam obras de pavimentação e foram retirados do isolamento. Nesse caso, os municípios criaram, em média, aproximadamente 87 novas vagas de emprego no mercado de trabalho formal. Já nos municípios beneficiados com obras de restauração e suplementação, houve aumento no saldo de emprego em 82 e 85 vagas, respectivamente. No mais, verificou-se crescimento no PIB real (13%) e no VAB do setor de serviços (16%), ambos restritos aos municípios que receberam obras de suplementação (duplicação, viadutos, acessos, trevos, contornos, dentre outros). Por sua vez, o Capítulo 3, referente ao segundo ensaio, objetiva analisar a eficiência técnica do programa "Paraíba Unida pela Paz" a partir de um conjunto de *inputs* e *outputs* selecionados. Para este fim, utilizou-se o método MDEA-S e o algoritmo de *Machine Learning* DBSCAN. A base de dados empregada consiste no registro de 429.699 ocorrências policiais dos anos de 2017, 2018 e 2019, e foram obtidos junto à Secretaria de Estado da Segurança e da Defesa Social do Estado da Paraíba (SES DSPB). Os resultados mostram que cerca de 40% das unidades contempladas pelo "Prêmio Paraíba Unida pela Paz" não deveriam ter recebido a bonificação. Ao simular o ajuste pelos *scores* de eficiência do método MDEA-S, encontrou-se que seria possível ter economizado aproximadamente 58% dos recursos investidos no programa entre 2017 e 2019. Em conjunto, situações em que o policial recebeu o prêmio, mas não deveria, com as situações em que ele deveria receber, mas não recebeu, informam o erro total no pagamento do prêmio: 46,04% das situações. Logo, há indícios de que os critérios empregados pelo programa não conseguem distinguir de forma justa e técnica quem deve ser contemplado pelo prêmio e quem não deve. Ademais, os *scores* de eficiência das AISPs se mostram muito concentrados nas classes mais baixas de eficiência, principalmente até o valor de 0,600. Também ficou evidente que a eficiência para ser atingida sem folgas (*slacks*), seria necessário uma redução do efetivo policial (20,43%) e da quantidade de viaturas (26,27%). Já os resultados do DBSCAN permitiram a identificação de *hotspots* de crimes que revelaram que a região do Centro de João Pessoa se destaca por possuir uma taxa de furtos e roubos de automóvel bem mais elevada do que a registrada nas demais localidades. Além disso, o período noturno (das 18:00 às 23:59) mostrou maior destaque, com 1.640 ocorrências registradas neste horário. O maior *hotspot* observado encontra-se localizado na região compreendida pelos bairros do Ernesto Geisel, Costa e Silva, Funcionários, Grotão e João Paulo II (228 observações ou 17,56%), ao passo que o menor se situa na região do Bairro do Cabo Branco (21 pontos ou 1,28%).

Palavras-chave: Políticas Públicas. Eficiência Técnica. Infraestrutura Rodoviária. Caminhos da Paraíba. Paraíba Unida pela Paz.

Abstract

This Thesis consists of two essays aimed at evaluating public policies implemented in the State of Paraíba in the last decade. Chapter 2, corresponding to the first essay, discusses the effects of investments in road infrastructure on the local development of Paraíba's municipalities. For this purpose, the Difference-in-Difference method reweighted by the weights of entropy balancing was employed. The database was obtained from the Departamento de Estradas de Rodagens (DER) of Paraíba, covering the period from 2011 to 2017. The results show the hypothesis of a positive relationship between investments in road infrastructure and economic growth cannot be rejected. The most significant impacts are observed on the employment balance of the benefited municipalities, especially in those that received paving works and were removed from isolation. In this case, the municipalities created, on average, approximately 87 new job openings in the formal job market. In the municipalities benefiting from restoration and supplementation, there was an increase in the employment balance of 82 and 85 vacancies, respectively. In addition, there was growth in real GDP (13%) and in GVA service sector (16%), both restricted to the municipalities that received supplementation works (duplication, viaducts, accesses, clovers, contours, among others). In turn, Chapter 3, referring to the second essay, aims to analyze the technical efficiency of the "Paraíba Unida pela Paz" program from a set of selected inputs and outputs. For this purpose, the MDEA-S method and the DBSCAN Machine Learning algorithm were adopted. The database used consists of the record of 429.699 police cases from the years 2017, 2018 and 2019, and were obtained from the Secretaria de Estado da Segurança e da Defesa Social do Estado da Paraíba (SESDSPB). The results show that about 40% of the units covered by the "Prêmio Paraíba Unida pela Paz" should not have received the bonus. When simulating the adjustment by the efficiency scores of the MDEA-S method, it was found that it would have been possible to have saved approximately 58% of the resources invested in the program between 2017 and 2019. Together, situations in which the policeman had received the premium, but should have not, with the situations in which he should have receive, but did not, inform the total error in the payment of the premium: 46,04% of the situations. Therefore, there are indications that the criteria employed by the program fail to distinguish fairly and technically who should be considered for the prize and who should not. Furthermore, the AISP's efficiency scores are very concentrated in the lower efficiency classes, mainly up to the value of 0,600. It was also evident that the efficiency of AISP's could be improved by reducing the number of police officers (20,43%) and the number of vehicles (26,27%). The results of the DBSCAN, on the other hand, allowed the identification of crimes hotspots that revealed that João Pessoa's downtown region stands out for having a much higher rate of car theft and robbery than that registered in other locations. In addition, the night time (from 18:00 to 23:59) showed greater prominence, with 1.640 occurrences recorded at this time. The largest observed hotspot is located in the region comprised by the neighborhoods of Ernesto Geisel, Costa e Silva, Funcionários, Grotão and João Paulo II (228 observations or 17,56%), while the smallest is located in the Cabo Branco region (21 points or 1,28 %).

Keywords: Public Policy. Technical Efficiency. Road Infrastructure. Caminhos da Paraíba. Paraíba Unida pela Paz.

Lista de tabelas

Tabela 1 – Dados Globais do Programa Caminhos da Paraíba	23
Tabela 2 – Programa Caminhos da Paraíba: Estatísticas Descritivas por Tipo de Tratamento	24
Tabela 3 – Programa Caminhos da Paraíba: Diferença de Média entre Municípios Tratados e Controles	30
Tabela 4 – Programa Caminhos da Paraíba: Teste de Diferença de Média por Período	30
Tabela 6 – Resultados do Balanceamento por Entropia	32
Tabela 5 – Programa Caminhos da Paraíba: Teste de Diferença de Média por Mesorregião	33
Tabela 7 – Efeitos do Programa Caminhos da Paraíba sobre Indicadores de Atividade Econômica e Mercado de Trabalho	34
Tabela 8 – Efeitos do Programa Caminhos da Paraíba sobre Indicadores de Atividade Econômica e Mercado de Trabalho	37
Tabela 9 – Ocorrências no Estado da Paraíba (2017 a 2019)	62
Tabela 10 – Situação do Crime na Paraíba (2017 a 2019)	62
Tabela 11 – Situação Final das Ocorrência Consumadas na Paraíba (2017 a 2019)	63
Tabela 12 – Natureza das Ocorrências que Compõem os Grupos Utilizados na Pesquisa e sua Frequência (2017 a 2019)	66
Tabela 13 – Indicadores para Construção dos <i>Inputs</i> e <i>Outputs</i> Utilizados no Modelo MDEA-S	67
Tabela 14 – Estratégia de Reorganização dos Indicadores de <i>Outputs</i> do Modelo MDEA-S	67
Tabela 15 – Frequência de Ocorrência na Paraíba por dia da Semana (2017 a 2019)	69
Tabela 16 – Frequência de Crimes dado a Natureza da Ocorrência (2017 a 2019)	71
Tabela 17 – Frequência de <i>Inputs</i> e <i>Outputs</i> por AISPs (2017 a 2019)	73
Tabela 18 – Municípios Sedes das AISPs do Estado da Paraíba	74
Tabela 19 – Descritiva dos <i>Inputs</i> e <i>Outputs</i> Utilizados no Modelo DEA	75
Tabela 20 – Resultados da Estimação do Modelo MDEA-S - 1º Semestre	77
Tabela 21 – Resultados da Estimação do Modelo MDEA-S - 2º Semestre	78
Tabela 22 – Descrição dos <i>scores</i> de eficiência do modelo MDEA-S	79
Tabela 23 – AISPs Contempladas Pelo Prêmio Paraíba Unida pela Paz e AISPs que Receberiam o Prêmio pelo Critério do MDEA-S	84
Tabela 24 – Diferença entre Valor Pago por meio do PPUP e Expectativa pelo Método MDEA-S - AISP e REISP	85
Tabela 25 – Valores Atuais e Projetados dos Insumos por AISP e REISP	88
Tabela 26 – Ocorrências na Paraíba e João Pessoa (2017 a 2019)	89
Tabela 27 – Ocorrências em João Pessoa (2017 a 2019)	90
Tabela 28 – Frequência de furtos e roubos de automóveis em João Pessoa	91
Tabela 29 – Bairros com maiores números de ocorrências por 100 mil habitantes no município de João Pessoa (2017 a 2019)	92
Tabela 30 – Número de <i>clusters</i> por dia da semana e turno	95
Tabela A.1 – Municípios da I Região Integrada de Segurança Pública do Estado da Paraíba	114

Tabela A.2–Municípios da II Região Integrada de Segurança Pública do Estado da Paraíba	115
Tabela A.3–Municípios da III Região Integrada de Segurança Pública do Estado da Paraíba	116
Tabela A.4– <i>Inputs e Outputs</i> distribuição por AISP e REISP (2017 a 2019)	117
Tabela A.5–Resultados da Estimação do Modelo MDEA-S	118

Lista de ilustrações

Figura 1 – Distribuição das Obras do Programa Caminhos da Paraíba	22
Figura 2 – Comportamento dos homicídios no Estado da Paraíba (2000 a 2017)	49
Figura 3 – Áreas Integrada de Segurança Pública no Estado da Paraíba	50
Figura 4 – Principais ocorrências consumadas na Paraíba (2017 a 2019)	64
Figura 5 – Ocorrências consumadas por hora e dia da semana na Paraíba (2017 a 2019)	64
Figura 6 – Scores de Eficiência do Modelo MDEA-S por AISP	81
Figura 7 – Boxplot dos Scores de Eficiência do Modelo MDEA-S por AISP	82
Figura 8 – Frequência de Erros e Acertos do PPUP, segundo o Método MDEA-S	83
Figura 9 – Índice de roubos e furtos de veículos em João Pessoa (por 100 mil habitantes)	91
Figura 10 – Ocorrências por hora e dia da semana em João Pessoa (2017 a 2019)	92
Figura 11 – Ocorrências conforme os meses do ano em João Pessoa (2017 a 2019)	93
Figura 12 – Número de <i>clusters</i> produzidos pelo algoritmo DBSCAN	94
Figura 13 – Número de <i>hotspots</i> por turno em João Pessoa (2017 a 2019)	96
Figura A.1–Beneficiários do Programa Caminhos da Paraíba por tipo de obra	113
Figura A.2–Beneficiários do Programa Caminhos da Paraíba por ano de conclusão da obra	113

Lista de abreviaturas e siglas

AISP	Área Integrada de Segurança Pública
CIBAN	Crimes patrimoniais contra Instituições Bancárias
CRS	<i>Constant Returns to Scale</i>
CVLI	Crimes Violentos Letais Intensionais
CVP	Crimes Violentos Patrimoniais
DBSCAN	<i>Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise</i>
DEA	<i>Data Envelopment Analysis</i>
DER	Departamento de Estradas de Rodagem
DMU	<i>Decision Making Unit</i>
MTPA	Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil
NACE	Núcleo de Análise Criminal e Estatística
PPUP	Prêmio Paraíba Unida Pela Paz
PUP	Programa Paraíba Unida Pela Paz
PB	Paraíba
PMPB	Polícia Militar da Paraíba
REISP	Região Integrada de Segurança Pública
SIVA	Subtração Ilegal de Veículo Automotor
SESDS	Secretaria de Estado da Segurança e da Defesa Social
SFA	<i>Stochastic Frontier Analysis</i>
SIG	Sistema de Informação Geográfica
UNODC	<i>United Nations Office on Drugs and Crime</i>
UPP	Unidade de Polícia Pacificadora
VRS	<i>Variables Returns to Scale</i>

Lista de símbolos

α	Alfa
β	Beta
\emptyset	Conjunto vazio
δ	Delta
ϵ	Epsilon
\equiv	Equivalente
ϕ	Fi
Γ	Gama maiúsculo
γ	Gama minúsculo
∞	Infinito
\cap	Intersecção
λ	Lambda
\forall	Para todo
\in	Pertence
π	Pi
ρ	Rô
Σ	Somatório
\subseteq	Subconjunto próprio
Θ	Teta (maiúsculo)
θ	Teta (minúsculo)
\cup	União

Sumário

1	INTRODUÇÃO	16
2	EFEITOS DE INVESTIMENTOS EM INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA SOBRE A DINÂMICA ECONÔMICA LOCAL: EVIDÊNCIAS PARA O ESTADO DA PARAÍBA	19
2.1	Introdução	19
2.2	O Programa Caminhos da Paraíba	21
2.3	Aspectos Metodológicos	24
2.3.1	Bases de Dados e Descrição das Variáveis	25
2.3.2	Estratégia Empírica: Diferenças em Diferenças e Balanceamento por Entropia	26
2.4	Resultados	29
2.4.1	Efeitos Homogêneos	30
2.4.2	Balanceamento por Entropia	32
2.4.3	Efeitos Heterogêneos	35
2.5	Conclusões	38
3	O PAGAMENTO DE PRÊMIO POR PRODUTIVIDADE A POLICIAIS: UMA ANÁLISE DE EFICIÊNCIA DO PROGRAMA PARAÍBA UNIDA PELA PAZ	40
3.1	Introdução	40
3.2	Revisão da Literatura	43
3.3	A Política de Segurança Pública no Brasil	47
3.3.1	Programa Paraíba Unida pela Paz	48
3.4	Aspectos Metodológicos	54
3.4.1	Análise Envoltória de Dados	55
3.4.2	Análise Envoltória de Dados Múltipla Sequencial (MDEA-S)	57
3.4.3	Algoritmos de <i>Machine Learning</i>	59
3.4.3.1	<i>Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise (DBSCAN)</i>	59
3.4.4	Fonte e Tratamento dos Dados	60
3.4.5	Variáveis da Pesquisa	65
3.5	Resultados	68
3.6	Análise Descritiva	68
3.7	Resultados da Estimação do modelo MDEA-S	75
3.8	Técnicas de <i>Machine Learning</i> como Alternativa para Aumentar a Eficiência das Rondas Policiais no Município de João Pessoa	89
3.8.1	Identificando <i>Hotspots</i>	93
3.9	Conclusões	98
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	100
	REFERÊNCIAS	102

A	APÊNDICE	113
----------	---------------------------	------------

1 Introdução

A avaliação de uma política pública é considerada uma etapa fundamental para um melhor controle dos recursos, ações, produtos e resultados de uma dada intervenção. De modo geral, ela permite conhecer melhor os resultados planejados e os efeitos colaterais indesejados, possibilitando a detecção de falhas para que a correção seja realizada em tempo hábil (KISSLER; HEIDEMANN, 2006). O Brasil tem experimentado avanços importantes relacionados às avaliações de políticas, em especial quanto aos estudos de avaliação de impacto e de eficiência de programas e serviços públicos. A contribuição deixada por estas avaliações são primordiais para melhorar o desenho de políticas e programas mal formulados, de modo a promover uma melhor alocação de recursos e aumentar o conhecimento sobre o que funciona e, principalmente, o que não funciona.

Neste contexto, considera-se exitosa a intervenção que exhibe os efeitos pretendidos sobre a população beneficiada, sendo bem-sucedida em modificar para melhor uma dada realidade ou cenário. Especificamente, as avaliações de impacto visam isolar os efeitos causais da intervenção para encontrar mudanças que podem ser direta ou indiretamente atribuídas à política em questão (GERTLER et al., 2015).

Em geral, as avaliações são usadas para responder questões relacionadas ao desenho, implementação e/ou resultados de políticas públicas. Sendo assim, os principais motivos da realização de uma avaliação de impacto podem ser elencados: a) melhorar o programa (realiza-se a avaliação como forma de coletar informações com vistas a aperfeiçoar o desenho da intervenção, encontrar desenhos alternativos ou mesmo encerrar um programa); b) aumentar a eficiência dos gastos públicos, ou seja, auxiliar na identificação dos programas com maior custo-efetividade de forma a melhorar a alocação de recursos; e c) gerar conhecimento de interesse comum, visando a transparência da informação.

Em ambientes marcados pela escassez de recursos, os gestores precisam fazer escolhas de políticas públicas que promovam os melhores resultados para a população ao menor custo possível. Nesse caso, políticas públicas relacionadas à educação, saúde, segurança e infraestrutura, por exemplo, precisam ser elaboradas com foco na maximização dos efeitos, mas de forma a não negligenciar a questão da eficiência. O ideal é promover intervenções que sejam capazes de, ao mesmo tempo, atender as demandas sociais, impactar de forma perene a vida das pessoas e, ainda, apresentar menor estrutura de custos frente a outras alternativas.

Sobretudo na última década, o Brasil tem passado por transformações que vêm impulsionando na população um certo amadurecimento no sentido de fiscalizar os gastos públicos. O cidadão mediano parece estar mais interessado por temas relacionados à aplicação, retorno e transparência no uso do dinheiro público. Conforme apontado por Azzoni (2001), o Brasil é um país marcado por disparidades de renda e desenvolvimento entre e intra regiões. Dessa forma, torna-se um cenário propício ao surgimento de diversas políticas e programas sociais todos os anos, em todas as esferas de governo. Porém, para a grande maioria dessas intervenções, pouco se sabe acerca da existência e magnitude de seus reais efeitos. Logo, apesar da diversidade de

alternativas de programas no país, ainda há pouca informação sobre a eficiência e o impacto das mesmas.

No Estado da Paraíba, apesar dos esforços já realizados, ainda persistem fortes desigualdades socioeconômicas. Isso porque minimizar esses percalços sociais não é tarefa simples, são necessários programas robustos de investimentos e, acima de tudo, proposituras de programas que funcionem de forma eficiente, eficaz e efetiva. Dentre as várias iniciativas do Governo da Paraíba com foco na redução de disparidades regionais e sociais, destacam-se os programas "Caminhos da Paraíba" e "Paraíba Unida pela Paz", ambos analisados em detalhes nesta Tese.

No primeiro ensaio, correspondente ao segundo capítulo desta Tese, realizou-se uma avaliação de impacto do programa "Caminhos da Paraíba", buscando aferir seus efeitos sobre indicadores de dinâmica econômica dos municípios paraibanos. Em tempo, destaca-se que o referido programa foi uma iniciativa do Governo do Estado com o objetivo de melhorar a infraestrutura da malha rodoviária paraibana. Dessa forma, o foco do programa foi promover acessibilidade rodoviária a todas as cidades paraibanas e, em especial, retirar do isolamento asfáltico 54 cidades que até aquele momento não possuíam sua principal via de acesso pavimentada.

É importante considerar que o isolamento asfáltico de alguns municípios prejudicava mais de 300 mil habitantes, acarretando perdas aos usuários e à economia local devido aos elevados valores dos fretes, que impactavam os custos e os preços das mercadorias (DER-PB, 2017). Além disso, rodovias ruins podem causar repulsa a diversos agentes como, por exemplo, empresários, autônomos e investidores em geral, que ao longo do tempo poderiam melhorar a dinâmica econômica local. Visando minimizar essas distorções, entre 2011 e 2017, o "Caminhos da Paraíba" investiu mais de R\$ 1,7 bilhão, com aproximadamente 3.500 km de rodovias melhoradas. No total, foram 178 obras concluídas até 2017, sendo 53 obras de pavimentação, 71 de restauração e 54 de suplementação. Contudo, mesmo diante do elevado valor investido, o programa ainda carecia de uma avaliação sobre seus efeitos nas regiões beneficiadas. Este ensaio buscou preencher esta lacuna.

Por seu turno, no segundo ensaio da Tese, referente ao terceiro capítulo, realizou-se uma avaliação de eficiência técnica do programa "Paraíba Unida pela Paz" (PUP). A implantação desse programa teve como pano de fundo conter o avanço da criminalidade violenta, principalmente os denominados Crimes Violentos Letais Intencionais (CVLIs). O programa consiste no pagamento de prêmios financeiros a fim de recompensar policiais pelo atingimento de metas de redução da violência em suas respectivas Áreas Integradas de Segurança Pública (AISP). A ideia central do programa é a de que o pagamento do prêmio seria um estímulo para alavancar a produtividade policial no Estado.

A proposta de analisar a eficiência do PUP partiu da observação de que a premiação oferecida pelo programa não considera para efeito do atingimento das metas os recursos empregados por cada AISP. No entanto, para uma análise mais justa e adequada é imprescindível que se considere tanto os *inputs* utilizados quanto os *outputs* gerados. Por esta razão, optou-se por empregar o método de Análise Envoltória de Dados Múltiplos (*Multiple Data Envelopment Analysis - MDEA*) na sua versão sequencial (MDEA-S), considerando as AISPs como Unidades Tomadoras de Decisão (*Decision Making Units - DMUs*). Dessa forma, a avaliação de eficiência do

PUP por meio do MDEA-S visou identificar quais AISP's podem ser consideradas mais eficientes e comparar os resultados dessa abordagem com as AISP's que efetivamente foram selecionadas pelo programa para receber o prêmio. Os resultados deste capítulo levantam discussões relevantes sobre esta intervenção, sinalizando para a necessidade de critérios mais justos e rigorosos na escolha das unidades a serem premiadas.

Por fim, além desta introdução, a Tese encontra-se distribuída em mais três capítulos. O Capítulo 2, primeiro ensaio, discute os efeitos de investimentos em infraestrutura rodoviária sobre o desenvolvimento local na Paraíba. O Capítulo 3, segundo ensaio, avalia a eficiência do programa "Paraíba Unida pela Paz". Já no Capítulo 4 apresentam-se as considerações finais, destacando-se a relevância dos resultados para fins de planejamento, gestão e redesenho de políticas públicas na Paraíba.

2 Efeitos de Investimentos em Infraestrutura Rodoviária sobre a Dinâmica Econômica Local: Evidências para o Estado da Paraíba

2.1 Introdução

Os potenciais impactos positivos de uma boa infraestrutura rodoviária sobre o bem-estar dos indivíduos têm impulsionado pesquisas em diversos locais do mundo. São trabalhos realizados para países como Estados Unidos (DURANTON; TURNER, 2012), Espanha (ALBALATE; FERNÁNDEZ; YARYGINA, 2013), França (FRITSCH; PRUD'HOMME, 1997), México (OBREGÓN-BIOSCA; CHÁVEZ; QUEZADA, 2014), Índia (GHANI; GOSWAMI; KERR, 2016), Cabo Verde (FARINHA, 2015), Quênia e África do Sul (LAMONT; LEE, 2015), dentre outros. As rodovias são consideradas um importante insumo para diversos setores da economia mundial. Segundo Gibbons et al. (2012), os transportes rodoviários de carga ou de passageiros dominam a estrutura de transporte na maioria dos países do globo.

A qualidade da infraestrutura rodoviária é um dos fatores-chave para o desenvolvimento econômico e social de qualquer país (OBREGÓN-BIOSCA; CHÁVEZ; QUEZADA, 2014). Na literatura, há certo consenso de que o investimento em rodovias pode resultar em diversos benefícios, a exemplo de ganhos de produtividade nos setores de manufatura e produção agrícola, maior segurança e redução no tempo das viagens, diminuição da intensidade do tráfego, integração de novos centros de consumo, aumento da lucratividade de empresas, promoção do crescimento econômico local e melhorias na saúde pública (WEITKAMP; MARTÍN; PABLO-MARTI, 2008; ANANTARAM, 2010; ALBALATE; BEL, 2012; MOCTEZUMA; RAMÍREZ, 2015; MAGAÑA; ORGANERO, 2015; STAFF, 2016).

Segundo Anantaram (2010), investir no desenvolvimento de estradas gera melhorias na conectividade e aumento na oferta de oportunidades econômicas. A melhoria na infraestrutura rodoviária diminui os custos de transporte, melhora o acesso aos mercados e ao trabalho, promove a integração econômica, estimula a concorrência, gera economias de aglomeração, dentre outros benefícios econômicos (GIBBONS et al., 2019).

Cabe destacar que autores clássicos das chamadas Teorias da Localização já apontavam desde cedo a importância da minimização de custos de transporte como forma de explicar a dinâmica da atividade econômica (CHRISTALLER, 1933; DUNN, 1954; LÖSCH, 1954; ISARD, 1956; LÖSCH, 1967). Ademais, a acessibilidade e o tamanho dos mercados parecem funcionar como guias que direcionam o padrão de localização das empresas em uma economia de mercado (THÜNEN, 1826; WEBER, 1909; OBREGÓN-BIOSCA; CHÁVEZ; QUEZADA, 2014).

Também existem evidências de que a melhoria da infraestrutura de transportes

impacta o emprego e a produtividade das empresas, aumenta o acesso ao mercado de trabalho, causa mudança na composição do comércio e melhora a organização e eficiência da atividade manufatureira (KELEJIAN; ROBINSON, 1997; GIBBONS et al., 2012; SANCHIS-GUARNER et al., 2012; DURANTON; MORROW; TURNER, 2014; GHANI; GOSWAMI; KERR, 2016). Além disso, quando efetuado em áreas isoladas, pode servir como importante indutor de fluxos turísticos, facilitando o movimento de pessoas e a criação de novos mercados. A entrada do turismo como atividade econômica, por sua vez, pode substituir tradicionais práticas comerciais, como a agricultura de subsistência e a pecuária, por modernas práticas comerciais vinculadas à esta nova atividade (ESPINER; STEWART; LAMA, 2017; HUSSAIN; FISHER; ESPINER, 2017).

A fim de ilustrar como investimentos em rodovias podem provocar profundas mudanças na realidade local, tem-se o conhecido caso da região de Gilgit-Baltistan, no Paquistão. A mesma era isolada até a construção da rodovia que fez a sua interligação com a China. A obra permitiu a conexão da região com o mundo exterior e possibilitou que mais visitantes optassem por conhecê-la, proporcionando o desenvolvimento do setor de serviços e uma maior inclusão social (HUSSAIN; FISHER; ESPINER, 2017). Outro exemplo relevante ocorreu na Espanha, com a construção do eixo transversal na região da Catalunha. Tal obra, com cerca de 154 km de comprimento, influenciou a ordenação territorial, o crescimento demográfico, a mobilidade populacional e o desenvolvimento econômico (OBREGÓN-BIOSCA; JUNYENT-COMAS, 2010).

Voltando agora a atenção para o Brasil, é possível encontrar estudos que se propuseram a analisar os efeitos de investimentos em infraestrutura sobre uma série de indicadores. Mendes, Teixeira e Salvato (2009), por exemplo, analisaram os efeitos dessa modalidade de investimento sobre a produtividade total dos fatores (PTF) na agricultura. Os autores observaram que a infraestrutura afeta a PTF logo nos primeiros anos, com retorno ocorrendo em até dois anos. Além disso, os investimentos específicos em infraestrutura rodoviária mostraram maior impacto sobre a PTF, comparativamente aos realizados em pesquisa, telecomunicações, irrigação e energia elétrica. Nessa mesma linha, os achados de Cruz, Teixeira e Braga (2010) indicaram impacto positivo da melhoria na infraestrutura rodoviária sobre a PTF, além de elevar a renda *per capita* da população.

Castro (2016) empregou o modelo de Diferenças-em-Diferenças com controle da dependência espacial para avaliar os impactos do programa de infraestrutura rodoviária ProAcesso sobre o crescimento econômico dos municípios mineiros. O autor identificou que ter a principal via de acesso pavimentada pareceu não contribuir para o crescimento econômico dos municípios. Já Amarante (2017) fez uso de dados em painel para testar se houve impactos da pavimentação das rodovias interestaduais BR 101 e BR 116 sobre o crescimento econômico de um conjunto de municípios. Os resultados apontaram que a taxa de crescimento do PIB dos municípios beneficiados ficou acima da média em comparação com os não beneficiados.

Como se sabe, o Brasil possui vasta dimensão territorial. É o quinto maior país do mundo, atrás apenas da Rússia, Canadá, Estados Unidos e China. O país possui 1.435.856 quilômetros de malha rodoviária, sendo 94,7% rodovias estaduais e municipais, e apenas 5,3% federais (LESSA, 2017b). Segundo o Anuário Estatístico de Transporte 2010-2016, do Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil (MTPA), houve investimento de 8 bilhões de reais em obras rodoviárias, apenas em 2017, sendo

61,25% (4,9 bilhões) direcionados à manutenção, 22,5% (1,8 bilhão) para adequação de capacidade e 16,25% (1,3 bilhão) para a construção e pavimentação (LESSA, 2017a).

No esteio desse processo, o programa Caminhos da Paraíba, implantado no Estado da Paraíba em 2011, investiu em seis anos aproximadamente 1,7 bilhão de reais, melhorando mais de três mil quilômetros de estradas. O programa beneficiou 145 municípios e executou 178 obras que mudaram a dinâmica do transporte rodoviário no Estado. Essencialmente, o programa interligou todas as cidades paraibanas à malha rodoviária estadual e/ou federal, tirando 53 cidades do isolamento até 2017. Houve melhorias na logística de transporte, além de oferecer mais segurança aos motoristas e reduzir os custos de transporte de cargas e de passageiros. Em 2010, antes da implantação do programa, a Paraíba apresentava um dos piores níveis de desenvolvimento do Brasil (7º pior Índice de Desenvolvimento Humano em 2010). Dentro de seu território, apenas 5 municípios eram considerados desenvolvidos, ao passo que 66 eram de médio e 152 de baixo nível de desenvolvimento, respectivamente.

Tendo isso em vista, a presente pesquisa se propõe a analisar os efeitos dos investimentos em infraestrutura rodoviária proporcionados pelo Caminhos da Paraíba sobre indicadores de dinâmica econômica dos municípios paraibanos. Busca-se verificar se tal intervenção foi bem-sucedida em promover o desenvolvimento econômico das regiões beneficiadas.

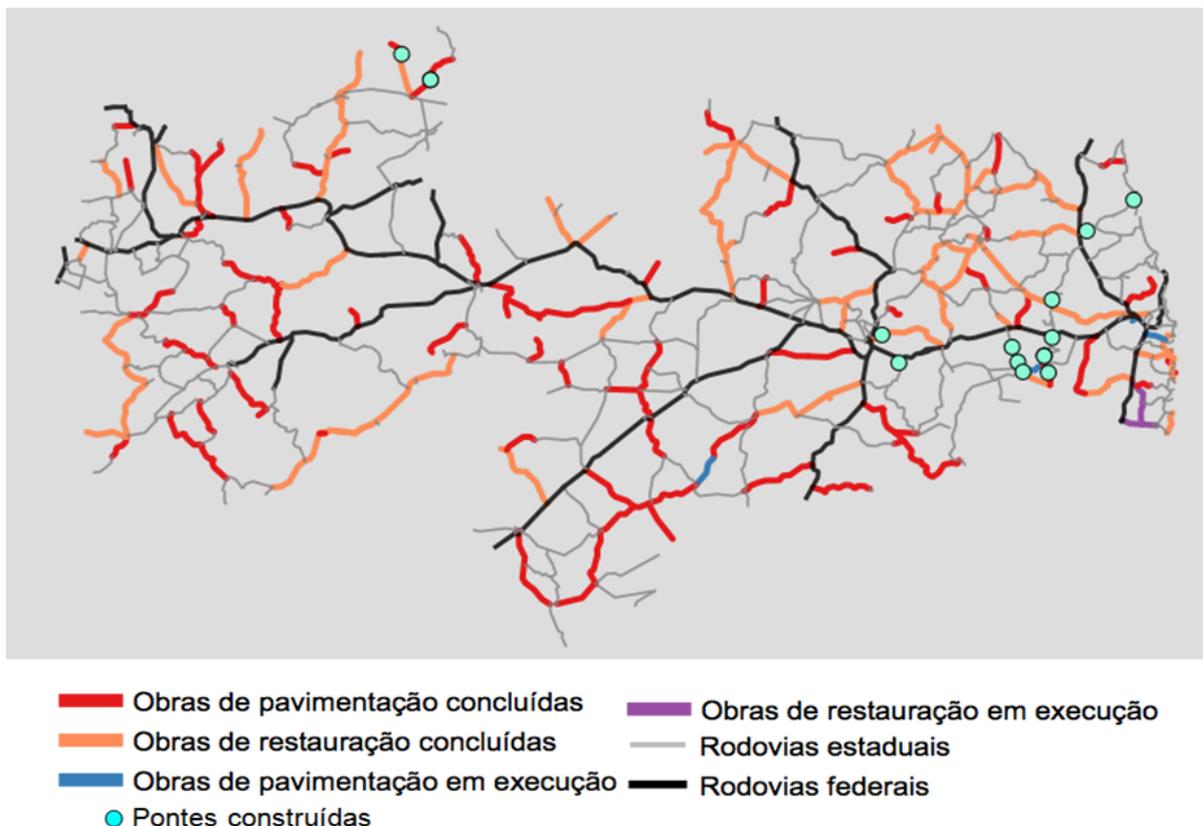
Além desta introdução, o artigo está estruturado em mais quatro seções. A seção 2.2 apresenta em detalhes o programa Caminhos da Paraíba, explicando a sua implementação e o aporte de recursos investidos. Em seguida, a seção 2.3 descreve os aspectos metodológicos do estudo. A seção 2.4, por sua vez, contempla a análise e discussão dos resultados. Por fim, na seção 2.5 são tecidas as considerações finais.

2.2 O Programa Caminhos da Paraíba

O Programa Caminhos da Paraíba é uma iniciativa do Governo do Estado visando minimizar distorções na infraestrutura rodoviária paraibana. Ele surgiu a partir de um diagnóstico elaborado em 2011 pelo Departamento de Estradas de Rodagem da Paraíba (DER-PB), órgão responsável pela gestão estadual das rodovias. O estudo do DER externou as péssimas condições em que se encontravam as rodovias paraibanas. Mesmo em municípios que possuíam sua principal via de acesso asfaltada, em vários casos estas sofriam de desgaste natural ocorrido ao longo do tempo, falta de manutenção, sinalização insipiente e baixa acessibilidade (duplicação, pontes, viadutos, rotatórias, passagens molhadas etc.). Sendo assim, o DER apresentou uma proposta de investimentos no setor como forma de melhorar a logística do transporte rodoviário no Estado.

O programa, conduzido pela Secretaria de Infraestrutura, Recursos Hídricos, Meio Ambiente e Ciência e Tecnologia, em parceria com o DER, priorizou investimentos na implantação, ampliação, modernização, restauração e rejuvenescimento de trechos em toda a Paraíba. A Figura 1 mostra a distribuição de obras do Caminhos da Paraíba entre 2011 e 2017. As obras são divididas em três segmentos: obras de pavimentação (concluídas ou em execução), obras de restauração (concluídas ou em execução) e pontes construídas.

Figura 1 – Distribuição das Obras do Programa Caminhos da Paraíba



Fonte: Departamento de Estradas e Rodagens do Estado da Paraíba

O objetivo do Caminhos da Paraíba é proporcionar maior qualidade e fluidez às rodovias estaduais e, sobretudo, retirar do isolamento 54 cidades paraibanas que até 2011 não possuíam sua principal via de acesso asfaltada. O acesso à estas localidades se dava via estradas de barro, as quais são bastante vulneráveis aos intempéries climáticas (tais como a chuva, lama e buracos). Logo, a iniciativa visou principalmente criar acesso rodoviário permanente entre essas cidades e as rodovias estaduais e/ou federais, ou mesmo ligá-las à outras cidades vizinhas. Esta situação de isolamento prejudicava mais de 300 mil habitantes, acarretando perdas aos usuários e à economia local devido aos elevados valores dos fretes, que impactavam os custos e os preços das mercadorias (DER-PB, 2017). Por fim, a falta de boas rodovias também tem como consequência indesejada a repulsa por parte de diversos atores da sociedade, a exemplo de empresários, profissionais de saúde (médicos, enfermeiros, dentistas, etc) e professores dentre outros. Logo, essa deficiência pode impactar de forma perversa o desenvolvimento socioeconômico local.

O programa investiu mais de R\$ 1,7 bilhão entre 2011 e 2017, com cerca de 3.433 km de rodovias já melhoradas. No total, foram 145 municípios beneficiados até 2017, o que representa 65% dos municípios paraibanos. As obras do programa se distribuem em três grandes eixos, doravante denominados tipos de tratamento: I -

obras de pavimentação¹; II - obras de restauração²; e III - obras de suplementação³.

Com isso, tem-se que o programa apresenta diferentes tipos de tratamento (tipos I, II e III), podendo haver também a situação em que o mesmo município recebe mais de um tipo de intervenção⁴. No total, foram 178 obras concluídas até 2017, sendo 53 obras de pavimentação, 71 de restauração e 54 de suplementação (Apêndice A.1). A Tabela 1 apresenta informações referentes à extensão das obras e ao valor dos investimentos, por tipo de tratamento.

Tabela 1 – Dados Globais do Programa Caminhos da Paraíba

	Tratamento		Extensão		Investimento	
	Freq. Absoluta	%	Km	%	R\$ Milhões	%
Tipo I	43	29,66	905,30	26,37	692,69	40,43
Tipo II	48	33,10	1.798,40	52,38	410,92	23,87
Tipo III	21	14,48	287,60	8,38	187,50	10,89
Tipo I e II	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tipo I e III	10	6,90	113,09	3,29	101,78	5,91
Tipo II e III	23	15,86	328,76	9,58	328,76	19,10
Tipo I, II e III	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Municípios tratados	145	65,02	-	-	-	-
Municípios não tratados	78	34,98	-	-	-	-
Total	223	100	3.433,15	100	1.721,64	100

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do DER-PB.

Observa-se que os 43 municípios tratados do tipo I representam quase 30% dos beneficiados totais, ao passo que cerca de 33% são do tipo II e 14,5% do tipo III. Além disso, 33 municípios receberam mais de um tipo de tratamento ao longo dos anos, organizados da seguinte forma: 10 municípios receberam tratamento do tipo I e III; e 23 municípios foram contemplados pelos tipos II e III. Esses representam, respectivamente, 6,9% e 15,86% dos tratados no período. Em ambos os casos ocorreu suplementação, dado que os municípios já apresentavam certa estrutura, mas acabaram sendo beneficiado com algum tipo de obra.

Destaca-se, ainda, que os tratados do tipo II correspondem a mais da metade da extensão total das obras concluídas, com investimento de quase 24% do montante total. Já os tratados do tipo I representam aproximadamente 26% da extensão, mas com investimento pouco acima de 40% dos recursos finais. Portanto, tem-se que as obras de restauração (tipo II) se configuram em um tipo de serviço de custo menor que as obras de pavimentação (tipo I).

Na Tabela 2 tem-se algumas estatísticas descritivas do programa Caminhos da Paraíba. Como é possível observar, as obras de restauração (tipo II) apresentam a

¹ Tipo I - Município que ainda não tinha sua principal via de acesso asfaltada.

² Tipo II - Município que apresentava sua principal via de acesso asfaltada, mas em condições de uso precárias (obras de recapeamento).

³ Tipo III - Município que possuía sua principal via de acesso asfaltada, em boas condições de uso, mas foi beneficiado com melhorias, tais como: duplicação, rejuvenescimento, sinalização, viadutos, passagens molhadas, trevos, dentre outros.

⁴ Mais detalhes consultar Apêndice A.1.

maior extensão média (37,47 km), seguido pelas obras de pavimentação (tipo I). Por sua vez, as obras de suplementação (tipo I e III e tipo II e III) apresentam média de 11,31 km e 14,29 km de rodovias, respectivamente.

Ao passo em que se analisa o valor médio dos investimentos nas obras é possível notar que a pavimentação se destaca frente à suplementação e restauração. Isso ocorre, pois, na pavimentação a obra se inicia onde não existe nada ("se começa do zero"). Já na restauração parte-se de alguma coisa previamente construída, de modo que por mais que as condições da via sejam ruins, os custos acabam se tornando menores. Finalmente, com relação à suplementação, as características das obras são similares à pavimentação, dado que a maioria das iniciativas (viadutos e pontes, por exemplo) geralmente partem do zero. Com isso, o valor médio do quilômetro construído da pavimentação e suplementação são superiores ao observado para a restauração⁵.

Tabela 2 – Programa Caminhos da Paraíba: Estatísticas Descritivas por Tipo de Tratamento

	Extensão da Obra (Km)				Investimento (R\$ Milhões)			
	Média	Desv.Pad	Mínimo	Máximo	Média	Desv.Pad.	Mínimo	Máximo
Tipo I	21,05	17,30	2,00	69,70	16,11	17,19	1,25	66,05
Tipo II	37,47	27,25	1,50	116,10	8,50	8,28	0,43	37,38
Tipo III	13,69	10,77	0,10	35,9	8,93	8,04	0,35	33,62
Tipo I e III	11,31	9,47	3,20	32,26	11,31	9,32	3,24	32,26
Tipo II e III	14,29	13,95	1,24	66,05	14,29	13,93	1,24	66,05
Total	23,70	22,00	0,10	116,10	11,95	12,01	0,35	66,05

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do DER-PB. Tipo I - Retirados do isolamento; Tipo II - Restauração; Tipo III - Suplementação.

Enfim, um ponto importante a ser ressaltado é que a participação do município no programa ocorre de forma heterogênea, com as unidades tornando-se tratadas em diferente momentos do tempo⁶. Neste artigo, considera-se o município como sendo tratado apenas a partir da conclusão da obra, uma vez que durante a realização do serviço o município ainda enfrenta problemas de tráfego similares aos encontrados pré-intervenção⁷.

2.3 Aspectos Metodológicos

A pesquisa busca isolar os efeitos do programa Caminhos da Paraíba sobre indicadores (*outcomes*) de renda e emprego dos municípios beneficiados. Dessa forma, testa-se a hipótese de relação positiva entre investimentos em infraestrutura rodoviária e melhorias na dinâmica econômica e do mercado de trabalho.

⁵ Gasto médio por quilômetro (em milhões): Tipo I - R\$ 760; Tipo II - R\$ 252; e Tipo III - R\$ 726.

⁶ Municípios tratados pelo Caminhos da Paraíba entre 2011 e 2017: 2011 (4,14%), 2012 (19,31%), 2013 (15,17%), 2014 (15,86%), 2015 (22,07%), 2016 (8,97%), 2017 (14,48%). Além disso, o Apêndice A.2 mostra a entrada em termos absolutos.

⁷ Rodovias em obras apresentam baixa velocidade de tráfego e altos custos de frete e manutenção de veículos, devido aos desvios, paradas obrigatórias, máquinas trabalhando, poeira etc.

É importante ter em mente que o Caminhos da Paraíba possui características que impedem uma avaliação direta via comparação da média das variáveis de resultado entre os municípios tratados e os não tratados, uma vez que a seleção ao programa não se deu por aleatorização. Além disso, simplesmente comparar o que ocorreu com as unidades tratadas antes e depois do programa também pode acarretar em forte viés na estimação de seu impacto, dado que há uma série de outros fatores que podem ter afetado os *outcomes* ao longo do tempo. Sendo assim, isolar o efeito causal do programa requer cuidado na construção de um grupo de controle que represente um contrafactual adequado do que teria ocorrido aos municípios beneficiados na ausência do tratamento.

Esta seção busca descrever os aspectos metodológicos do estudo, detalhando os procedimentos empregados para identificar o efeito da intervenção. Inicialmente, apresenta-se a fonte e o tratamento dos dados considerados na análise. Em seguida, o foco recai sobre a estratégia empírica adotada, que consiste na estimação do modelo de Diferenças em Diferenças combinado com o método de balanceamento por entropia. Tal estratégia tem como principal vantagem lidar com o viés de seleção associado à características não observáveis (invariantes no tempo) e também fornece uma amostra equilibrada (balanceada) de municípios tratados e não tratados.

2.3.1 Bases de Dados e Descrição das Variáveis

A base de dados utilizada neste estudo corresponde a um painel no qual os 223 municípios paraibanos são acompanhados nos anos de 2007 a 2017, totalizando 2.453 observações. As informações referentes ao programa Caminhos da Paraíba foram obtidas junto ao Departamento de Estradas de Rodagem da Paraíba. Os dados fornecidos indicam quais municípios foram beneficiados pela política e o tipo de obra realizada, além de detalhar o início e o final de cada obra, bem como o valor investido e a extensão da mesma.

A fim de aferir o impacto do programa, considerou-se indicadores municipais de atividade econômica e do mercado de trabalho (Quadro 1). Conforme discutido anteriormente, melhorias na infraestrutura rodoviária estão associadas à redução dos custos de transporte, ganhos de produtividade e maior dinâmica do emprego (OBREGÓN-BIOSCA; CHÁVEZ; QUEZADA, 2014; GIBBONS et al., 2019). Para mensurar os impactos da política sobre o desempenho econômico foram selecionados o Produto Interno Bruto total e o Valor Adicionado Bruto (VAB) dos setores de serviços e indústria. Já para captar os efeitos sobre o mercado de trabalho, as variáveis de saldo de movimentação de empregos e massa salarial foram escolhidas. Vale ressaltar que os dados de PIB e VAB da indústria e serviços foram deflacionados pelo IGP-DI, ao passo que a massa salarial foi deflacionada pelo INPC, ambos tendo 2017 como ano base.

Quadro 1: Indicadores de Resultado

Código	Descrição	Fonte
PIB Real	Logaritmo do Produto Interno Bruto real	IBGE
VAB Indústria	Logaritmo do Valor Adicionado Bruto real do setor industrial	IBGE
VAB Serviços	Logaritmo do Valor Adicionado Bruto real do setor de serviços	IBGE
Saldo de Emprego	Saldo de movimentação de empregos no mercado de trabalho	CAGED
Massa Salarial	Logaritmo da massa salarial real dos trabalhadores	CAGED

Fonte: Elaboração própria.

Para controlar pela heterogeneidade dos municípios paraibanos e obter uma amostra mais homogênea em termos de características observáveis, foi realizado um balanceamento utilizando-se as variáveis descritas no Quadro 2. As covariadas de base aliada e proporção de votos no governador eleito têm como objetivo controlar pelo efeito de cunho político que potencialmente está relacionado à seleção dos municípios ao programa. É provável que nos municípios cujo prefeito é aliado político do governador, bem como naqueles em que o governador recebeu uma margem expressiva de votos, as chances de receber o tratamento sejam mais elevadas. As demais variáveis visam controlar pelo porte populacional do município, características de bem-estar urbano e especificidades regionais.

Quadro 2: Variáveis de Controle para o Balanceamento

Código	Descrição	Fonte
Base aliada	Dummy que assume valor 1 se o prefeito é da base aliada do governador; 0 caso contrário	TSE
Prop. de votos no gov. eleito	Proporção de votos recebidos pelo governador eleito	TSE
População	Logaritmo da população	IBGE
Abast. de água e esgot. sanit.	Proporção de indivíduos com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados	IBGE
Pobreza extrema	Proporção de indivíduos na extrema pobreza	IBGE
Mesorregião	Dummies de mesorregião	IBGE

Fonte: Elaboração própria

2.3.2 Estratégia Empírica: Diferenças em Diferenças e Balanceamento por Entropia

O método de Diferenças em Diferenças (*Diff-in-Diff*) é amplamente empregado em estudos de avaliação de impacto de políticas públicas e programas sociais (ABADIE, 2005). De acordo com Wooldridge (2010), tal método é adequado para avaliar os efeitos dos chamados experimentos naturais ou quase experimentos, nos quais ocorre uma alteração exógena no ambiente de decisão de indivíduos, famílias, firmas e sociedade como um todo. Logo, o mesmo possui características que permitem captar adequadamente o impacto de intervenções via políticas públicas capazes de alterar a

qualidade da saúde, educação, transportes, infraestrutura, legislações, treinamentos, etc.

A aplicação do *Diff-in-Diff* exige a disponibilidade de informações em ao menos um período anterior e um período posterior ao início do programa, tanto para as unidades tratadas como para os controles. A principal hipótese necessária para a identificação do efeito da intervenção é a de que a trajetória temporal da variável de resultado do grupo de controle represente o contrafactual do que teria acontecido com o grupo de tratamento na ausência do programa. Com isso, na ausência do tratamento ambos os grupos evoluiriam paralelamente, de forma que desvios das trajetórias paralelas indicam o impacto do programa (GALIANI; GERTLER; SCHARGRODSKY, 2005; ATHEY; IMBENS, 2006; CAMERON; TRIVEDI, 2005; FOGEL et al., 2012).

Conforme descrito anteriormente, os dados empregados nesse estudo compõem um painel dos municípios da Paraíba. A estimação se dá via modelo de efeitos fixos, de acordo com a seguinte especificação:

$$y_{it,k} = \sum_j \beta_{j,k} Programa_{j,it} + \alpha_i + \lambda_t + \epsilon_{it,k} \quad (2.1)$$

Em que: $y_{it,k}$ corresponde ao indicador de resultado k para o município i no tempo t ; $Programa$ é uma variável *dummy* que assume valor 1 se o município i no tempo t recebeu o tipo de tratamento j ; α_i é o efeito fixo de município; λ_t representa as *dummies* de tempo; e $\epsilon_{it,k}$ é o termo de erro aleatório. Os parâmetros estimados $\hat{\beta}_{j,k}$ fornecem os efeitos médios (ATTs) dos cinco tipos de tratamento do programa Caminhos da Paraíba sobre os *outcomes* de interesse.

Abadie (2005) ressalta como a hipótese de tendências paralelas é difícil de ser satisfeita na prática, sobretudo em virtude da heterogeneidade entre os grupos de tratamento e controle no que diz respeito às características pré-tratamento associadas com a dinâmica do *outcome* de interesse. A fim de minimizar esse problema tem sido comum na literatura a combinação do modelo de *Diff-in-Diff* com algum método de pareamento (HECKMAN; ICHIMURA; TODD, 1998; HIRANO; IMBENS; RIDDER, 2003). Uma estratégia bastante recorrente consiste em estimar o modelo de regressão utilizando como fator de reponderação um peso construído a partir do score de propensão. Busca-se com isso obter uma amostra balanceada em termos de características observáveis, de modo que a variável de atribuição do tratamento fique mais próxima de ser independente dos demais fatores que influenciam a variável de resultado (HIRANO; IMBENS, 2001; FREEDMAN; BERK, 2008; WOOLDRIDGE, 2010; HAINMUELLER, 2012; STUART et al., 2014).

Nesse contexto, Hainmueller (2012) propôs um método de reponderação multivariado, chamado balanceamento por entropia, em que as distribuições das covariadas nos dados reponderados dos grupos de tratamento e controle atendam a um conjunto de condições de momentos definidos pelo pesquisador. De forma mais clara, o procedimento consiste em reponderar as unidades do grupo de controle para que as mesmas igualem, na medida do possível, os momentos das covariadas das unidades tratadas. Desse modo, obtém-se um conjunto de dados balanceado em termos de características observáveis. Como resultado, a amostra se torna mais equilibrada e há um potencial efeito de redução do viés na estimação do impacto do tratamento.

Para compreender mais formalmente o método, seguindo [Hainmueller e Xu \(2013\)](#), considere a média contrafactual estimada dada por:

$$E[Y(0)|\widehat{D} = 1] = \frac{\sum_{\{i|D=0\}} Y_i d_i}{\sum_{\{i|D=0\}} d_i} \quad (2.2)$$

Um procedimento bastante usual é atribuir para cada unidade do grupo de controle um peso dado por $d_i = \frac{\hat{p}(x_i)}{1-\hat{p}(x_i)}$, sendo $\hat{p}(x_i)$ o escore de propensão estimado parametricamente (via modelo *logit* ou *probit*, por exemplo).

Todavia, se houver erro de especificação na estimação do escore de propensão, as covariadas não estarão adequadamente balanceadas entre os grupos, o que pode acarretar em viés na estimação do efeito do tratamento. O balanceamento por entropia, por sua vez, busca resolver este problema generalizando a abordagem do escore de propensão ao estimar os pesos diretamente e considerar um conjunto de restrições de equilíbrio sobre as condições de momentos ([HAINMUELLER; XU, 2013](#)).

A média contrafactual estimada passa a ser:

$$E[Y(0)|\widehat{D} = 1] = \frac{\sum_{\{i|D=0\}} Y_i w_i}{\sum_{\{i|D=0\}} w_i} \quad (2.3)$$

em que w_i é o peso do balanceamento por entropia para cada unidade do grupo de controle. Os pesos são definidos por um esquema de reponderação que minimiza a métrica de distância da entropia:

$$\min_{w_i} H(w) = \sum_{\{i|D=0\}} w_i \log(w_i/q_i) \quad (2.4)$$

sujeita às seguintes restrições:

$$\sum_{\{i|D=0\}} w_i c_{ri}(X_i) = m_r, \text{ com } r \in 1, \dots, R \quad (2.5)$$

$$\sum_{\{i|D=0\}} w_i = 1 \quad (2.6)$$

$$w_i \geq 0 \quad \forall i \text{ tal que } D = 0 \quad (2.7)$$

Em que: $q_i = 1/n_0$ é o peso base e $c_{ri}(X_i)$ descreve o conjunto das R restrições de equilíbrio impostas sobre os momentos das covariadas do grupo de controle ([HAINMUELLER; XU, 2013](#)).

Em termos práticos, o primeiro passo para implementar o balanceamento por entropia é a escolha das covariadas a serem incluídas no esquema de reponderação. Em seguida, para cada covariada o pesquisador especifica um conjunto de restrições de equilíbrio, equação (2.5), de modo a igualar os momentos das distribuições dessas variáveis entre o grupo de tratamento e o grupo de controle reponderado. As opções de restrições de momentos são a média, a variância e a assimetria.

O balanceamento por entropia, então, procura um dado conjunto de pesos $W = [w_i, \dots, w_{n_0}]^T$ que minimiza a equação (2.4), isto é, a distância de entropia entre W e o vetor de pesos base $Q = [q_i, \dots, q_{n_0}]^T$, sujeita à restrição de equilíbrio na equação (2.5), à restrição de normalização da equação (2.6) e à restrição de não-negatividade da equação (2.7).

Por fim, calcula-se o efeito do tratamento (via modelo de regressão, por exemplo) utilizando os pesos obtidos como um fator de reponderação dos dados. As unidades tratadas recebem peso 1, ao passo que as unidades do grupo de controle recebem os pesos w_i, \dots, w_{n_0} .

Hainmueller e Xu (2013) citam algumas vantagens do balanceamento por entropia em comparação com os métodos de pareamento. Em primeiro lugar, obtém-se um relativo alto grau de equilíbrio das covariadas entre os grupos, uma vez que as restrições podem ir além do primeiro momento central da distribuição (a média). Além disso, o procedimento é mais flexível de modo a garantir que menos informação seja perdida, mantendo a eficiência para a análise subsequente. Uma terceira vantagem deste método é a sua versatilidade, o que permite que este seja combinado com diferentes formas de estimação do efeito do tratamento. Por último, o método não é intensivo em termos computacionais, o que facilita a sua implementação.

Tendo em vista o exposto, optou-se nesse estudo por estimar o impacto do programa Caminhos da Paraíba empregando-se o modelo de *Diff-in-Diff* com os dados reponderados pelos pesos obtidos por meio do balanceamento por entropia⁸. As variáveis selecionadas para o balanceamento são referentes ao ano de 2010, último período pré-tratamento, e encontram-se descritas no Quadro 2. Buscou-se incluir covariadas associadas às chances de participação do município no Caminhos da Paraíba. Como critérios de restrição adotou-se o primeiro e o segundo momento (ou seja, a média e a variância). De posse dos pesos calculados, a etapa seguinte consistiu em estimar o modelo da equação (2.1) para cada indicador de resultado considerado.

2.4 Resultados

Nesta seção discute-se os resultados da pesquisa, que têm por objetivo identificar os efeitos do Caminhos da Paraíba sobre os indicadores de resultado selecionados (vide Quadro 1). Primeiramente, apresentam-se os resultados da avaliação descritiva, também conhecida como método “ingênuo” de avaliação, que consiste em simplesmente comparar a média dos *outcomes* entre os municípios do grupo de tratamento e controle. Na sequência, são descritos os resultados da avaliação de impacto, referentes às estimativas obtidas pelos modelos econométricos.

⁸ Cabe ressaltar que essa combinação de métodos já foi empregada em estudos da literatura nacional e internacional. Ver, por exemplo, Freier, Schumann e Siedler (2015), Kern, Vieira e Freguglia (2018), Castro, Freitas e Assis (2019) e Ruhose, Thomsen e Weilage (2019).

2.4.1 Efeitos Homogêneos

A Tabela 3 apresenta as diferenças de média entre os municípios que receberam obras do programa Caminhos da Paraíba (grupo de tratamento) e os que não receberam (grupo de controle), no que diz respeito aos indicadores de interesse. Os resultados descritivos apontam para uma diferença positiva e estatisticamente significativa em favor das unidades tratadas, para maioria dos *outcomes*.

Tabela 3 – Programa Caminhos da Paraíba: Diferença de Média entre Municípios Tratados e Controles

Indicador	A	B	(A-B)
PIB Real	11,284	11,178	0,106*
VAB Indústria	8,354	8,177	0,177**
VAB Serviços	9,802	9,677	0,125*
Saldo de Emprego	14,472	1,419	13,052
Massa Salarial	11,030	10,819	0,211*

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do DER-PB, do IBGE e do CAGED.

Nota: A - Tratado; B - Controle.

Nota: ***p <0,01, **p <0,05, *p <0,1.

Desse modo, apesar de todas as restrições e limitações inerentes a esse tipo de análise, há indícios preliminares de que o programa melhorou alguns indicadores de atividade econômica e mercado de trabalho para os municípios que receberam investimentos. Entretanto, também é importante verificar se estes efeitos mudam com o tempo e se são distintos para as diferentes regiões do Estado. Sendo assim, essa radiografia inicial do programa permitirá entender melhor como se dá a dinâmica dos efeitos homogêneos do programa Caminhos da Paraíba no tempo e no espaço.

A Tabela 4 avança no sentido de buscar captar a diferença de média entre tratados e controles em diferentes recortes temporais. Em tempo, destaca-se que essa é uma informação importante, sobretudo para ajudar a compreender melhor o tempo de maturação do investimento realizado.

Tabela 4 – Programa Caminhos da Paraíba: Teste de Diferença de Média por Período

	2011-2013			2011-2015			2011-2017		
	A	B	(A-B)	A	B	(A-B)	A	B	(A-B)
PIB Real	11,214	11,114	0,100	11,262	11,159	0,103	11,284	11,178	0,106*
VAB Indústria	8,305	8,141	0,164	8,348	8,182	0,165*	8,354	8,177	0,177**
VAB Serviços	9,662	9,547	0,115	9,750	9,628	0,122	9,802	9,677	0,125*
Saldo de Emprego	81,232	9,795	71,437**	41,323	5,923	35,399	14,472	1,419	13,052
Massa Salarial	10,986	10,784	0,202	11,055	10,817	0,238*	11,030	10,819	0,211*

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do DER-PB.

Nota: A - Tratado; B - Controle.

Nota: ***p <0,01, **p <0,05, *p <0,1.

Observa-se que a incorporação gradual de períodos de tempo trazem à tona três informações interessantes: (a) em geral, a diferença de média entre tratados e controles aumenta quando se alonga a janela de análise; (b) conforme aumenta-se o período de tempo do programa, mais variáveis de resultado passam a ser significativas; (c) a análise considerando efeitos homogêneos, ou seja, que não incorpora o fato de o programa apresentar diferentes tipos de tratamento, mostra que não há diferença significativa no saldo de empregos para períodos mais longos.

O estado da Paraíba possui 223 municípios distribuídos em 23 microrregiões⁹ e quatro mesorregiões¹⁰. Optou-se por também analisar as diferenças de efeitos do programa por mesorregião, uma vez que estas apresentam uma expressiva heterogeneidade entre si em aspectos como, por exemplo, clima, população, renda, mercado de trabalho, produção, dentre outros.

A mesorregião da Zona da Mata é a que reúne o maior conjunto de características favoráveis ao ambiente de negócios. O principal destaque recai sobre a região da grande João Pessoa, formada pelos municípios de Bayeux, Cabedelo, João Pessoa e Santa Rita. Esse conjunto de municípios possui infraestrutura benéfica à compra e à venda de mercadorias e serviços, destacando-se como importante mercado consumidor dentro do Estado, com presença de porto, aeroporto, distritos industriais de relevância, empresas de serviços e centros de distribuição de mercadorias. A região ostenta os maiores índices de desenvolvimento econômico, humano e social dentro do Estado. Além disso, apresenta os maiores índices de urbanização, renda e emprego, concentrando importante quantitativo de hospitais, escolas, universidades, etc.

A Tabela 5 apresenta os resultados dos testes de diferença de média por mesorregiões. Com isso, busca-se capturar como as diferentes características locais absorveram de forma distinta os impactos advindos da intervenção do programa de infraestrutura rodoviária Caminhos da Paraíba.

De fato, os resultados sinalizam que o programa não afeta as regiões de forma similar. Nesse caso, não se mostrou estatisticamente significativo para impactar a atividade econômica ou o mercado de trabalho da mesorregião do Agreste. Já na mesorregião da Borborema e do Sertão, impactou negativamente o nível da atividade econômica. Por fim, os resultados se mostram positivos e significativos tanto para os indicadores de atividade econômica quanto de massa de salário da região da Zona da Mata, mas sem significância estatística sobre o saldo de emprego.

A diferença observada nos efeitos, quando empregado o recorte mesorregional, pode ser reflexo da infraestrutura já existente nesses locais, pois podem influenciar positivamente a localização de empresas, geração de emprego, produção e renda dos municípios ao longo dos anos. Sendo assim, um investimento em infraestrutura rodoviária em uma região que o ambiente de negócios já está melhor organizado pode surtir maiores efeitos comparativamente aos demais, isso vale para a atividade econômica, mercado de trabalho, dentre outros.

Além disso, essa divisão por mesorregião, expõe outros fatores locais impor-

⁹ Microrregiões da Paraíba em ordem alfabética: Brejo paraibano, Cajazeiras, Campina Grande, Cariri Ocidental, Cariri Oriental, Catolé do Rocha, Curimataú Ocidental, Curimataú Oriental, Esperança, Umbuzeiro, Guarabira, Itabaiana, Itaporanga, João Pessoa, Litoral Norte, Litoral Sul, Sapé, Patos, Piancó, Seridó Ocidental, Seridó Oriental, Serra do Teixeira e Sousa.

¹⁰ Mesorregiões da Paraíba em ordem alfabética: Agreste, Borborema, Sertão e Zona da Mata.

tantes e que também podem influenciar as relações de produção e de trabalho como, por exemplo, o regime de chuvas, temperatura, poluição, cultura, dentre outros. Entretanto, para que de fato se possa ter indícios mais robustos acerca dos impactos dessa intervenção é preciso recorrer a métodos que permitam uma melhor identificação dos efeitos das ações do programa sobre os indicadores de resultado.

2.4.2 Balanceamento por Entropia

A Tabela 6 exibe os resultados do balanceamento por entropia para as covariadas escolhidas. Como é possível observar, o método foi bem-sucedido em ajustar a média e a variância para todas as variáveis, ficando seus valores muito próximos entre os grupos de tratamento e controle. Logo, os pesos obtidos por este procedimento fornecem uma amostra equilibrada em termos de fatores observáveis para o cálculo dos efeitos do programa.

Tabela 6 – Resultados do Balanceamento por Entropia

	Grupo de Tratamento		Grupo de Controle	
	Média	Variância	Média	Variância
Base aliada	0,8069	0,1569	0,8076	0,1574
Prop. de votos no gov. eleito	50,6000	118,4000	50,6300	118,5000
População	9,0230	1,1410	9,0280	1,1420
Abast. de água e esgot. sanit.	18,9000	187,2000	18,9100	187,3000
Pobreza extrema	19,4700	51,1900	19,4800	51,230
Mesorregião (Sertão Paraibano)	0,3448	0,2245	0,3447	0,2288
Mesorregião (Borborema)	0,2345	0,1807	0,2341	0,1816
Mesorregião (Agreste Paraibano)	0,2897	0,2072	0,2894	0,2083
Número de observações	145		78	

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do DER-PB, do IBGE e do CAGED.

Nota: ***p <0,01, **p <0,05, *p <0,1.

Os impactos homogêneos do programa Caminhos da Paraíba sobre indicadores de atividade econômica e mercado de trabalho (Tabela 7) são expostos em dois modelos: o tipo (1) que corresponde ao *Diff-in-Diff* puro e o tipo (2) que incluem-se a reponderação pelos pesos do balanceamento pelo método de entropia. Sendo assim, o que se percebe com os modelos estimados é que os *outcomes* da pesquisa não são estatisticamente significativos.

A estratégia de efeitos homogêneos negligencia a existência de múltiplos tratamentos no programa Caminhos da Paraíba. Nesse caso, considera-se apenas tratados e controles, independente do tipo de tratamento recebido. No entanto, como já visto, essa estratégia parece não ser capaz de externar os verdadeiros impactos da intervenção. Dessa forma, os resultados já expostos, indicam a necessidade de recorrer a estratégias estatisticamente mais adequadas, sobretudo que sejam capazes de incorporar a existência de múltiplos tratamentos. Por fim, incorporar esses aspectos relativo à existência de diferentes grupos de tratamentos poderá ajudar externar melhor os resultados do Caminhos da Paraíba no concernente a atividade econômica e mercado de trabalho.

Tabela 5 – Programa Caminhos da Paraíba: Teste de Diferença de Média por Mesorregião

	Agreste		Borborema		Sertão		Zona da Mata					
	A	B	(A-B)	A	B	(A-B)	A	B	(A-B)			
PIB Real	11,5078	11,3940	0,1137	10,6575	11,0438	-0,3862***	10,8982	11,0853	-0,1871**	12,9237	11,1058	1,8178***
VAB Indústria	8,5717	8,4115	0,1602	7,5981	8,1847	-0,5866***	7,7844	8,0261	-0,2417**	10,7260	8,1122	2,6138***
VAB Serviços	9,9991	9,8798	0,1193	9,1173	9,5909	-0,4735***	9,4043	9,6349	-0,2306**	11,6367	9,4393	2,1974***
Saldo de Emprego	21,5510	-1,9702	23,5212	1,8950	1,1429	0,7521	14,3657	2,1775	12,1882	21,6090	6,7922	14,8168
Massa Salarial	11,3832	11,2810	0,1022	9,9483	10,8106	-0,8623***	10,2404	10,3525	-0,1120	14,0734	11,1804	2,8929***

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do DER-PB, do IBGE e do CAGED.

Nota: A - Tratado; B - Controle.

Nota: ***p <0,01, **p <0,05, *p <0,1.

Tabela 7 – Efeitos do Programa Caminhos da Paraíba sobre Indicadores de Atividade Econômica e Mercado de Trabalho

	PIB Real		VAB Indústria		VAB Serviços		Saldo de Emprego		Massa Salarial	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Programa	0,0128	0,0049	0,0166	-0,0036	0,0204	0,0176	-63,2688	-36,6799	-0,0541	-0,0418
Efeito fixo de município	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Efeito fixo de período	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Balanceamento por Entropia	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x
Número de observações	2.453	2.453	2.453	2.453	2.453	2.453	2.453	2.453	2.453	2.453

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do DER-PB, do IBGE e do CAGED.

Nota: ***p <0,01, **p <0,05, *p <0,1.

2.4.3 Efeitos Heterogêneos

Na Tabela 8 encontram-se as estimações dos impactos do programa Caminhos da Paraíba sobre os indicadores de atividade econômica e mercado de trabalho. Os modelos do tipo (1) correspondem ao *Diff-in-Diff* puro, enquanto que os modelos do tipo (2) incluem a reponderação pelos pesos do balanceamento. É importante salientar que os efeitos foram estimados incorporando-se separadamente os diferentes tipos de tratamento do programa, de modo a identificar que tipos de ações podem ser consideradas mais eficazes.

Inicialmente é possível observar que os resultados com e sem balanceamento se mostraram distintos para a maioria dos *outcomes*, indicando, conforme esperado, que não é possível assumir que a hipótese de tendências paralelas esteja sendo satisfeita. Nesse caso, as análises devem priorizar os modelos do tipo (2), dado que o balanceamento por entropia permite comparações mais fidedignas entre os grupos, uma vez que o mesmo ajustou de maneira satisfatória a média e a variâncias das covariadas.

Tendo isso em mente, os resultados apontam para um crescimento médio de cerca de 13% no PIB real dos municípios que receberam o tratamento do tipo III (obras de suplementação). Vale lembrar que estes municípios partiram de uma situação inicial mais favorável, pois já apresentavam um sistema de rodovias em pleno funcionamento, sofrendo apenas com gargalos que surgem ao longo do tempo e que podem ser minimizados por meio de obras específicas, a exemplo de duplicação, viadutos, acessos e trevos. Sendo assim, é compreensível que eliminando esses entraves os municípios passem a apresentar ganhos expressivos de renda. Já nos demais tipos de tratamento é preciso um tempo de maturação maior para que os municípios passem a experimentar os benefícios das ações. No referente ao tempo de maturação do investimento em infraestrutura de transporte, [Ferreira \(1998\)](#) aponta uma relação positiva entre infraestrutura de transporte e produto só no longo prazo.

[Castro \(2016\)](#) observou que para os municípios mineiros, ter a sua principal via de acesso pavimentada, o que no Caminhos da Paraíba equivale ao tratamento do tipo I (obras de pavimentação), pareceu não contribuir para o crescimento econômico no período em análise. É provável que mais tempo seja necessário para que ocorram mudanças na dinâmica econômica local, o que inclui a atração de novas indústrias e a expansão do comércio e das demais atividades do setor de serviços, para que só então algum impacto seja observado.

Além disso, muito do impacto das melhorias nas estradas podem ser de natureza redistributiva. Dessa forma, um investimento rodoviário ligando uma região periférica (atrasada) a uma região central (avançada) pode levar à migração da atividade econômica da região periférica para o centro, ao contrário do impacto pretendido que seria promover a migração de atividade do centro para a periferia ([HOLVAD; PRESTON, 2005](#)). Os efeitos positivos e negativos percebidos pelas externalidades podem acabar se compensando, de modo a anular o impacto dos investimentos da infraestrutura de transportes sobre a taxa de crescimento econômico local ([SACTRA, 1999; HOLVAD; PRESTON, 2005; CASTRO, 2016](#)).

Para o setor da indústria não foi encontrado impacto significativo das ações do programa. Nesse caso, é possível que tais resultados ocorram porque outros fatores são tão ou mais relevantes para a sua expansão do que a infraestrutura rodoviária. Questões como acesso à matérias-primas, mão de obra qualificada, mercado consumidor local,

isenções fiscais e infraestrutura urbana são cruciais para atrair novas indústrias ou estimular decisões de expansão.

No que se refere aos serviços, novamente as obras de suplementação exibiram efeitos significativos. Mais especificamente, os investimentos do tipo III tiveram como impacto um crescimento de 16% no VAB deste setor. Tal resultado certamente foi o que impulsionou o crescimento do PIB nos municípios tratados. Conforme já discutido, a qualidade das rodovias está associada com ganhos de produtividade, aumento da lucratividade de empresas e mudanças na composição do comércio.

Finalmente, acerca dos indicadores do mercado de trabalho, os resultados indicam uma expressiva melhora no saldo de empregos para as unidades tratadas. Municípios beneficiados com obras do tipo I, do tipo II e do tipo I e III registraram aumentos significativos no nível de emprego, em comparação com os municípios que não foram alvo da intervenção. Vale lembrar que os municípios que receberam o tratamento do tipo I foram aqueles retirados do isolamento. Para os mesmos, verificou-se um aumento de aproximadamente 87 novas vagas de trabalho. Esse é um resultado importante porque diz respeito à municípios de pequeno porte e com baixa dinâmica econômica. Assim, este resultado fornece evidências de que melhorias na infraestrutura de fato conseguem impulsionar o emprego local e promover alguma reorganização da produção nas empresas existentes (GIBBONS et al., 2019). Ademais, a literatura mostra que investimentos no desenvolvimento de estradas impulsionam a conectividade e o aumento na oferta de oportunidades econômicas (ANANTARAM, 2010).

Segundo Weitkamp, Martín e Pablo-Marti (2008), o benefício social mais significativo de projetos de investimento em infraestrutura de transporte é a economia de tempo nas viagens. A melhoria na infraestrutura rodoviária de uma região acaba reduzindo os custos de oportunidade de acessar novos postos de trabalho através de dois movimentos: (a) trabalhadores podem sair do município para acessar outros mercados; (b) trabalhadores de outras regiões também podem acessar o mercado de trabalho local a custos relativamente mais baixos. Dessa forma, reduções no tempo de viagem entre regiões têm consequências diretas sobre o tamanho efetivo do mercado de trabalho (SANCHIS-GUARNER et al., 2012) e sobre o nível de emprego dos municípios (DURANTON; TURNER, 2012).

Tabela 8 – Efeitos do Programa Caminhos da Paraíba sobre Indicadores de Atividade Econômica e Mercado de Trabalho

	PIB Real		VAB Indústria		VAB Serviços		Saldo de Emprego		Massa Salarial	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Tipo I	-0,0129	-0,0083	0,4552	0,0319	0,0283*	0,0408	61,7444*	86,4687**	-0,0565	0,0449
Tipo II	0,0228	0,0233	0,0473	0,0361	0,0203	0,0265	59,7146*	82,1037**	0,0261	0,0464
Tipo III	0,0496	0,1283**	0,0071	0,0789	0,0445	0,1600*	-26,6373	10,8753	-0,2729*	-0,2758
Tipo I e III	0,0094	0,0151	0,0992	0,1221	-0,0052	0,0135	61,7024*	85,1508**	-0,1715	-0,1076
Tipo II e III	0,0262**	0,0283	-0,0235	-0,0364	0,0367	0,0470	-470,1393	-448,1670	0,0841	0,0860
Efeito fixo de município	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Dummies de período	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Balanceamento por Entropia	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x
Número de observações	2.453	2.453	2.453	2.453	2.453	2.453	2.453	2.453	2.453	2.453

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do DER-PB, do IBGE e do CAGED.

Nota: ***p <0,01, **p <0,05, *p <0,1.

2.5 Conclusões

Programas de investimento em infraestrutura rodoviária com foco na malha estadual são raros no Brasil. No estado da Paraíba, em 2011, foi dado início a um programa de construção e melhoramento de rodovias, o "Caminhos da Paraíba". A iniciativa visou melhorar a qualidade de vida dos paraibanos e retirar do isolamento asfáltico 54 municípios espalhados em diversas regiões do Estado.

Nesse contexto, este estudo buscou avaliar os impactos do referido programa sobre indicadores de atividade econômica e mercado de trabalho dos municípios alvos da intervenção. A estratégia de identificação adotada empregou o método de *Diff-in-Diff* com reponderação pelos pesos do balanceamento por entropia. Os dados, por sua vez, foram obtidos junto ao Departamento de Estradas de Rodagens (DER) da Paraíba, contemplando o período de 2011 a 2017.

O "Caminhos da Paraíba" investiu mais de R\$ 1,7 bilhão entre 2011 e 2017, com cerca de 3,5 mil quilômetros de rodovias melhoradas. No total, foram 145 municípios beneficiados até 2017, o que representa 65% dos municípios paraibanos. Foram 178 obras concluídas até 2017, sendo 53 obras de pavimentação, 71 de restauração e 54 de suplementação em todo o Estado. Desse modo, o programa teve um nível de investimento com potencial de estimular o desenvolvimento local.

Os resultados encontrados mostram que a hipótese de relação positiva entre investimentos em infraestrutura rodoviária e crescimento econômico não pode ser rejeitada. No entanto, os impactos mais expressivos foram aqueles relacionados ao saldo de emprego dos municípios tratados, sobretudo daqueles municípios que receberam obras de pavimentação e foram retirados do isolamento. Esses municípios criaram aproximadamente 87 novas vagas de emprego no mercado de trabalho formal. Já para os municípios beneficiados com obras de restauração e suplementação, houve aumento do saldo de emprego em 82 e 85 vagas, respectivamente.

Além disso, foi verificado também um aumento no PIB real (13%) e no VAB do setor de serviços (16%), ambos os resultados restritos aos municípios que receberam obras de suplementação (tais como duplicação, viadutos, acessos, trevos, contornos, dentre outros). Ressalta-se que estes municípios já apresentavam condições mais favoráveis ao ambiente de negócios, mesmo antes da intervenção pelo programa.

Todavia, é importante considerar que os achados da pesquisa precisam ser vistos com cautela, principalmente devido ao potencial viés de seleção que pode persistir mesmo com a estratégia metodológica adotada. Ademais, os efeitos considerados referem-se a mudanças de curto prazo e oriundos de uma análise de equilíbrio parcial. Dessa forma, podem existir efeitos de equilíbrio geral, ou mesmo de *spillover* espacial, que não puderam ser controlados, e passam a fazer parte de uma agenda de pesquisas futuras.

Finalmente, os achados dessa pesquisa podem fornecer importantes subsídios no desenho e redesenho de políticas públicas de infraestrutura rodoviária. Observou-se que os impactos decorrentes deste tipo de intervenção tendem a não serem homogêneos entre os beneficiários. Ou seja, os efeitos podem apresentar diferentes intensidades a depender da infraestrutura já estabelecida nas unidades beneficiadas.

Os resultados expostos não são alentadores e devem servir como estímulo para a elaboração de novas pesquisas, a fim de trazer outros resultados para essa importante

área do conhecimento. Nesse caso, outros cenários podem ser considerados como, por exemplo, os efeitos desses investimentos sobre indicadores de educação, saúde, violência, acidentes de trânsito e até mesmo sobre a vida silvestre das regiões tratadas.

3 O pagamento de prêmio por produtividade a policiais: uma análise de eficiência do programa Paraíba Unida pela Paz

3.1 Introdução

A atuação policial frente a criminalidade é um dos principais instrumentos de promoção da ordem pública. A atividade policial é dinâmica e o desempenho profissional exige não apenas preparo técnico, psicológico e físico, mas também recursos, sobretudo aqueles dotados de tecnologia. Os incrementos tecnológicos, tais como o emprego de sistemas computadorizados e a compilação e análise de dados, por exemplo, podem melhorar o trabalho policial e potencializar os indicadores de segurança e prevenção de crimes (SATHYADEVAN et al., 2014; PATEL et al., 2018). A tecnologia pode aumentar os níveis de desempenho relativo das forças policiais, dado que potencializa o capital humano disponível nessas instituições. Já se discute, inclusive, o desempenho relativo das forças policiais como importante indicador a ser empregado pelos governos, tendo em vista a alocação de recursos para este segmento (WU; CHEN; YEH, 2010).

Mais recentemente, vem recebendo atenção o modo como as inovações no campo da Tecnologia da Informação (TI) podem contribuir para a compreensão e tomada de decisão acerca de questões relacionadas à criminalidade, principalmente visando o aumento da eficiência da polícia. Pesquisas têm adotado ferramentas de Inteligência Artificial (IA) para tratar de temas como fraudes financeiras (PACHECO-JUNIOR, 2019), lavagem de dinheiro (PAULA, 2016) e corrupção (VIEIRA, 2019). A utilização destes instrumentos vem se expandindo devido a sua capacidade de tratamento de grandes bases de dados, fornecendo cenários e identificando padrões de comportamento que, em última instância, podem guiar as ações da polícia, a alocação de viaturas, o ajustamento de rondas e o emprego do efetivo policial.

Os sistemas computadorizados e os analistas de dados auxiliam policiais no processo de resolução de crimes, em uma abordagem que une ciência da computação e justiça criminal (SATHYADEVAN et al., 2014). Diariamente, uma enorme quantidade de dados sobre diferentes tipos de crimes ocorridos, em diversas localizações geográficas, é coletada e armazenada: data, local, tipo de crime, identificação do criminoso, vítima, possíveis testemunhas e objetos envolvidos na ação (carros, armas, viaturas, drogas, etc.). Assim, um campo adequado para o emprego de ferramentas de IA (como técnicas de aprendizado de máquinas, por exemplo), dado que são instrumentos que podem desempenhar um papel notável na revelação das tendências e padrões do comportamento criminoso (KUMAR; NAGPAL, 2019; BISWAS; BASAK, 2019).

Em termos de políticas públicas, uma das estratégias mais adotadas pelos órgãos de segurança na atualidade consiste em policiar com maior intensidade os chamados

hotspots. Parte da literatura considera esta estratégia como sendo eficaz para garantir o controle dos índices de criminalidade (BRAGA; PAPACHRISTOS; HUREAU, 2014; WEISBURD et al., 2017), uma vez que essas áreas aparentam ser as mais responsáveis pela dinâmica da criminalidade local (RATCLIFFE, 2010). Ocorre que alguns locais acabam apresentando melhores condições e se tornando mais propícios à práticas ilícitas (CHANEY; MONTEIRO, 2019). Dessa forma, uma aplicação mais ampla de policiamento nos *hotspots* poderia impactar significativamente os níveis gerais de criminalidade nas áreas urbanas (WEISBURD et al., 2017), pois o aumento de efetivo policial aumentaria os custos associados ao comportamento criminoso (SULIANO; OLIVEIRA, 2015).

De fato, a elaboração de uma estratégia na área de segurança pública não pode negligenciar o fato de o criminoso agir preferencialmente em alguns locais em detrimento de outros. Tal preferência decorre de determinadas características que favorecem a prática criminosa em certas localidades, a exemplo do nível de renda, aspectos demográficos e fatores geográficos (ANJOS-JÚNIOR; LOMBARDI-FILHO; AMARAL, 2018). As evidências de que a criminalidade não se espalha de maneira homogênea no espaço urbano são amplas (WEISBURD; MORRIS; GROFF, 2009; ANDRESEN; MALLESON, 2011; WEISBURD, 2015; PAULA, 2016; GILL; WOODITCH; WEISBURD, 2017; PACHECO-JUNIOR, 2019; CHANEY; MONTEIRO, 2019; VIEIRA, 2019). Ambientes específicos, tais como ruas, bairros e cidades, podem exibir resultados bem distintos uns dos outros no que se refere à incidência de atividades criminosas. Por esta razão, a polícia precisa dispor de instrumentos capazes de analisar dados e colher informações que possam guiar sua atuação e aumentar sua eficiência no enfrentamento da criminalidade.

Da mesma forma que qualquer atividade produtiva que foca na melhoria dos processos e na otimização dos resultados, a atividade policial também depende de *inputs* (e.g. custo de mão de obra, custos operacionais e custos de aquisição de equipamentos) e gera *outputs* (e.g. número de roubos esclarecidos, número de crimes violentos solucionados, dentre outros serviços prestados). No entanto, modelar a função de produção do policiamento não é tarefa simples, e nem é fácil fazer análises comparativas, especialmente quando algumas atividades não são facilmente mensuráveis (WU; CHEN; YEH, 2010). De acordo com Akdogan (2012), a atividade de policiamento é um daqueles casos em que a determinação dos *inputs* e *outputs* pode ser muito difícil devido à complexidade do trabalho. Em síntese, uma vez que o papel da polícia não está definido claramente, os policiais são solicitados para uma variedade de funções (VERMA; GAVIRNENI, 2006). Mas é importante ter em mente que o principal objetivo das organizações policiais é fornecer segurança nos bairros para os seus cidadãos (AKDOGAN, 2012).

A literatura se encarregou de mostrar a eficiência da atividade policial associada à resolução de crimes (DIEZTICIO; MANCEBON, 2002; WU; CHEN; YEH, 2010; AKDOGAN, 2012). Nesta linha, um crime é considerado resolvido quando pelo menos uma pessoa é presa, acusada e entregue ao tribunal para acusação (NYHAN; MARTIN, 1999). Porém, é importante compreender que o serviço policial visa minimizar as ocorrências em uma região, de forma que zerar o número de chamados seria o melhor resultado possível. O problema, neste caso, recai na dificuldade de se medir os crimes evitados (AKDOGAN, 2012). Em geral, o policiamento atua *ex-ante*, objetivando minimizar a incidência de crimes; mas uma vez ocorrido algum delito, ou seja, *ex-*

post, todo o foco recai em solucioná-lo de forma a punir legalmente os culpados. Conforme Drake e Simper (2005), o trabalho de policiamento cobre uma ampla gama de atividades, incluindo detecção e punição de crimes tradicionais, mas também aspectos não tradicionais, a exemplo de reuniões comunitárias. Todavia, o foco principal do policiamento permanece sendo a detecção e a prevenção de crimes.

É certo que a criminalidade produz efeitos danosos sobre a renda e a saúde física e mental dos indivíduos, principalmente devido aos elevados custos ocasionados pela mortalidade (SANTOS; SANTOS-FILHO, 2011; GOMES et al., 2017). Além disso, impacta negativamente no convívio humano, causando medo (CARDIA; CINOTO et al., 2012), problemas psicológicos (ANDRADE et al., 2012), reduzindo o capital humano (KOPPENSTEINER; MENEZES, 2019), aumentando os custos das atividades econômicas (CERQUEIRA, 2014) e gerando perdas sociais irreversíveis (SOARES et al., 2015). A dinâmica da criminalidade parece encontrar refúgio na falta de punição (SHERMAN; BERK, 1984), ausência de autocontrole dos indivíduos (GIBBS; GIEVER; MARTIN, 1998) e no aumento dos ganhos individuais devido à ação ilícita (BECKER, 1968). Porém, todo esse cenário adverso pode ser minimizado diante de instituições mais eficientes voltadas ao combate da criminalidade, sobretudo à criminalidade violenta.

É importante destacar que as consequências da violência causam maiores danos na população jovem. No Brasil, por exemplo, a taxa de mortalidade entre jovens representa aproximadamente 54% de todas as mortes registradas nos últimos anos (WAISELFISZ, 2013). Já no Estado da Paraíba, foco do estudo, cerca de 50% das mortes são de jovens com idade entre 15 e 29 anos (ANJOS JÚNIOR, 2015). Entre 2000 e 2010, o Estado enfrentou um incremento na mortalidade violenta de 180,73%, saindo de 519 casos, em 2000, e alcançando 1.457, em 2010. No período, foram 9.063 homicídios distribuídos, em sua maioria, na região da Grande João Pessoa (Bayeux, Cabedelo, João Pessoa e Santa Rita) (ANJOS JÚNIOR, 2015). Para se ter ideia, o crescimento populacional no mesmo intervalo temporal foi de apenas 9,37%; além disso, mais de 58% dos municípios paraibanos apresentam população menor que 9.063 habitantes (IBGE, 2020).

No esteio deste processo de escalada da violência, no ano de 2011 o Governo da Paraíba iniciou a implantação de um conjunto de medidas que viriam a culminar no programa Paraíba Unida pela Paz. A intervenção tem como foco a redução da violência a partir do pagamento de prêmio a policiais que conseguem atingir determinadas metas associadas à melhoria da segurança pública. Para se ter noção da dimensão da referida política, apenas entre 2017 e 2019 mais de 18 milhões de reais foram gastos. Todavia, o programa ainda não foi avaliado e carece de estudos mais detalhados acerca de seus benefícios.

Uma questão relevante é que o Paraíba Unida pela Paz não considera como critério para pagamento do prêmio os *inputs* envolvidos no processo, procedimento já criticado por (MELLO et al., 2005) no contexto de uma política no Rio de Janeiro. Por considerar apenas *outputs*, ou seja, indicadores de resultado, o programa pode penalizar unidades mais eficientes que alcançam melhores resultados a custos menores.

Haja vista o exposto, este ensaio tem por objetivo geral analisar a eficiência das unidades de polícia do Estado da Paraíba para, em seguida, examinar de forma detalhada o programa Paraíba Unida pela Paz e verificar se as unidades premiadas também são as unidades mais eficientes do ponto de vista técnico (isto é, levando-se

em conta os *inputs* empregados e os *outputs* gerados). De modo mais específico, este estudo busca: *i*) mostrar quais Áreas Integradas de Segurança Pública (AISP) podem ser consideradas mais eficientes; *ii*) apontar quais Regiões Integradas de Segurança Pública (REISP) são mais eficientes; e *iii*) comparar os valores efetivamente pagos pelo Paraíba Unida pela Paz com aqueles que seriam pagos caso fosse adotado como critério de seleção um procedimento que incorporasse medidas de eficiência relativa. Além disso, ao final do estudo emprega-se ainda um modelo de aprendizado de máquinas (*machine learning*) para identificar padrões de roubos e furtos de veículos no município de João Pessoa, a fim de que o mesmo possa servir como ferramenta para potencializar a eficiência das equipes policiais locais.

O ensaio está estruturado em mais 4 seções, além desta introdução. Nas seções 3.2 e 3.3 apresentam-se a revisão de literatura e a fundamentação teórica relacionada ao problema de pesquisa, respectivamente. A seção 3.4 é dedicada aos aspectos metodológicos destacando a estratégia empírica e a fonte de dados empregada. A seção 3.5 contempla a análise de resultados enquanto a na seção 3.9 apresenta-se as conclusões da pesquisa.

3.2 Revisão da Literatura

A eficiência das instituições, sobretudo públicas, tem sido cada dia mais discutida e, por vezes, questionada. O interesse dos indivíduos em relação ao tema se deve, pelo menos em parte, ao fato de que são eles mesmos, os cidadãos comuns, quem pagam a conta dos bens e serviços consumidos e ofertados na esfera pública. As pessoas que financiam esses bens e serviços querem saber se os custos de aquisição já são razoáveis, ou se ainda poderiam ser reduzidos. Nesse contexto, a aplicação do método de Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis - DEA*) tem sido uma ferramenta útil para comparar o desempenho de escolas, hospitais, leis, órgãos públicos, dentre outros. Recentemente, a questão da eficiência da força policial se tornou um tema que vem atraindo a atenção dos pesquisadores ao redor do mundo. Com isso, vários estudos sobre o desempenho policial baseados na metodologia DEA podem ser encontrados na literatura internacional (WU; CHEN; YEH, 2010). Neste sentido, esta seção tem como mote fazer uma breve revisão da literatura acerca dos principais estudos nacionais e internacionais que se debruçaram sobre esta questão.

A fim de analisar o desempenho policial na Inglaterra e no País de Gales, Thanassoulis (1995) empregou o modelo DEA. Ele observou que a eficiência policial pode ser prejudicada em locais carentes econômica e socialmente, uma vez que nessas comunidades é mais difícil resolver crimes, pois muitos suspeitos não possuem endereço fixo e a população, em geral, não costuma cooperar com a polícia. Ainda sobre a Inglaterra e o País de Gales, Drake e Simper (2002) encontraram efeitos de escala e divergências consideráveis nos níveis de eficiência relativa entre as forças policiais de ambas as regiões. Posteriormente, Drake e Simper (2004) identificaram que apenas dez dentre as unidades policiais desses países apresentavam eficiência técnica. Nesse caso, foram empregados como *inputs*: os custos totais de pessoal, transportes e capital, juntamente com outros custos para representar a força de trabalho. Acerca dos *outputs*, foram considerados: número de reclamações por oficial, número médio de dias perdidos por oficial, número de crimes resolvidos, número de chamadas de emergência, número de chamadas de emergência respondidas dentro de um prazo

determinado e número de testes de bafômetro.

Carrington et al. (1997) utilizaram um modelo em dois estágios para testar a eficiência técnica do serviço policial em New South Wales (NSW), Austrália. Inicialmente, o DEA foi utilizado para calcular os *scores* de eficiência das delegacias de polícia. Em seguida, foi utilizada uma regressão *tobit* para testar a influência de fatores externos e dos ambientes operacionais sobre esta eficiência. Com base nos achados da pesquisa, os autores sugerem melhorias visando elevar a eficiência nos distritos policiais. Desse modo, é sugerido uma diminuição no uso de insumos em 6%, juntamente com a reestruturação dos distritos para alcançar a escala ideal; ou até mesmo uma redução de 13,5%, a partir de melhorias na gestão dessas unidades policiais.

Nessa mesma linha, Nyhan e Martin (1999) empregaram dados de 20 municípios Norte Americanos para testar a robustez do modelo DEA em uma avaliação de desempenho dos serviços policiais locais. O estudo deixa claro que o DEA é adequado para análises de eficiência que façam uso de vários *inputs* e *outputs*, tornando possível derivar pesos ótimos para essas entradas e saídas. Além disso, esta metodologia também permite identificar oportunidades de *benchmarking* para municípios ineficientes e estimar economias de custos potenciais. Nessa mesma linha, Drake e Simper (2000) mostraram que o desempenho policial de Surrey, condado situado no sudeste da Inglaterra, poderia ser mantido mesmo reduzindo-se os recursos em aproximadamente 31%. Além disso, os achados sugerem que a força policial de Surrey apresenta desempenho 38% menor que seu conjunto de referência.

De acordo com Drake e Simper (2003), o DEA e a Análise de Fronteira Estocástica (*Stochastic Frontier Analysis - SFA*) são procedimentos adequados para classificar forças policiais da melhor para a pior. A eficiência é uma medida de desempenho da polícia no cumprimento de suas metas e objetivos, dado o investimento realizado. Drake e Simper (2005) utilizaram o DEA e a SFA para avaliar os níveis de eficiência relativa das Unidades Básica de Comando (BCU) inglesas, e verificou a existência de divergências consideráveis nos níveis de eficiência das forças policiais da Inglaterra.

Em aplicação para a Ásia, Sun (2002) utilizou o método DEA para verificar a eficiência relativa de 14 distritos policiais da cidade de Taipei, em Taiwan. Os resultados apontaram que a população residente e os fatores de localização aparentam não ter influência significativa nos níveis de eficiência das delegacias de polícia. Por outro lado, o estudo de Wu, Chen e Yeh (2010), também para Taiwan, mostrou que a maior parte dos distritos policiais da região eram tecnicamente eficientes, com média para todas as Unidades Tomadoras de Decisão (DMUs) de até 98,46%. Além disso, esses *benchmarks* de desempenho tornaram-se a base para a alocação de financiamento governamental e outros recursos escassos.

Barros (2006) empregou o modelo DEA para estimar a variação na produtividade das delegacias policiais de Lisboa, Portugal. Para tal fim, utilizou um conjunto de *inputs* (número de policiais, custo do trabalho, carros e outros custos) e *outputs* (esclarecimentos de furtos, assaltos, roubos de carros e crimes relacionados à drogas, além de informações sobre operações de busca, operações de tráfego e ofensas menores). O autor concluiu que alguns distritos experimentaram aumento de produtividade, mesmo que um pequeno grupo tenha exibido redução.

Para os Estados Unidos, Gorman e Ruggiero (2008) estudaram a eficiência das forças policiais estaduais. A estratégia adotada permitiu observar que cerca de 30%

das unidades eram ineficientes. Os autores concluem que o ideal seria a contração de insumos e a consequente redução do custo médio para alcançar resultados mais eficientes.

Enfim, Akdogan (2012) investigou a eficiência das delegacias de polícia da cidade de Ancara, na Turquia. Nesse caso, verificou que 52,6% das delegacias eram eficientes. Além disso, os resultados também apontaram que, a fim de aumentar a eficiência das unidades, deveria haver uma redução do número de incidentes ocorridos ou um aumento do número de incidentes resolvidos.

Partindo agora para a literatura nacional, Feitosa, Schull e Hein (2014) analisaram a eficiência dos gastos em segurança pública das Unidades Federativas (UFs) brasileiras por meio de um modelo DEA. Os achados mostraram que, dentre as UFs, 52,28% puderam ser classificadas como eficientes. Ademais, os autores argumentam não existir unidade que possa ser classificada como tendo baixo grau de eficiência. No entanto, vale ressaltar que a proposta de eficiência empregada pelos autores focou na diminuição dos gastos com segurança pública de forma a manter os atuais índices de criminalidade. Nesse caso, dois pontos chamam a atenção: i) não há garantias de que os *outputs* da pesquisa (homicídio doloso, latrocínio, homicídio culposo de trânsito, tráfico de entorpecentes e estupro) já estejam em níveis satisfatórios, de sorte que poderia ser de interesse da população reduzir estes indicadores de criminalidade, mesmo que isso aumentasse um pouco os gastos com segurança; e ii) o *input* utilizado é o gasto em segurança pública nos estados brasileiros¹, mas a variável pode omitir resultados mais eficientes porque incorpora gastos como, por exemplo, os despendidos com defesa civil² e demais subfunções³.

De acordo com o estudo de Pereira Filho (2016), os entes federados brasileiros registraram, no período de 2008 a 2011, em média, um nível de eficiência relativa de aproximadamente 66,6%, quando considerado Retornos Constantes de Escala (*Constant Returns to Scale - CRS*), e de 75,9% ao se considerar Retornos Variáveis de Escala (*Variables Returns to Scale - VRS*). Os maiores destaques foram os Estados de Santa Catarina, com CRS de 9,13%, e São Paulo, com VRS de 100%. Além disso, os resultados sugerem que os impactos ambientais e aleatórios pouco alteraram o quadro relativo de ineficiências gerenciais que predomina na provisão da segurança pública no Brasil. Por fim, o autor argumenta que essa ineficiência gerencial é relativamente assimétrica, com possibilidades de incrementos gerenciais nas UFs.

Freitas Júnior et al. (2020) empregaram dados entre 2011 e 2015 para identificar os fatores que influenciam o desempenho dos gastos com segurança dos Estados brasileiros. O modelo empregado utilizou como *input* a despesa *per capita* em segurança pública, e como *outputs* o inverso dos seguintes indicadores: quantitativo de homicídios dolosos, latrocínios, crimes violentos letais intencionais e estupros. Além disso, após

¹ Composto pela soma dos gastos com policiamento, defesa civil, informação e inteligência e demais subfunções.

² Proteção e defesa civil: conjunto de ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação destinadas a evitar desastres e minimizar seus impactos sobre a população e a promover o retorno à normalidade social, econômica ou ambiental. Mais detalhes: consultar a Instrução Normativa nº 02, de 20 de dezembro de 2016 do Ministério da Integração Nacional.

³ Investimentos que não são ligados diretamente ao combate da criminalidade como, por exemplo, assistência hospitalar, material de expediente, academias de polícias, dentre outros gastos (ARAÚJO, 2016).

calculados os *scores* do DEA, foi realizado um segundo estágio visando compreender a relação entre o nível de eficiência dos Estados e variáveis como o efetivo policial, o nível educacional, receitas próprias e o quantitativo populacional. Observou-se que o melhor desempenho relativo ficou por conta da Paraíba, ao passo que Rondônia foi o pior. Adicionalmente, Estados com maior efetivo policial, maiores receitas próprias e maior quantitativo populacional tendem a apresentar melhores índices de eficiência.

Para o contexto do Rio de Janeiro há importantes estudos sobre a questão da eficiência policial empregando o método DEA. Os resultados indicam que a maioria das unidades eficientes estão localizadas no interior do Estado, em detrimento de unidades situadas na capital e na região metropolitana. Além disso, alguns estudos reforçam que os índices criminais são maiores nos grandes centros urbanos porque a atuação policial é mais difícil nesses ambientes (GOMES et al., 2003; MELLO et al., 2005). Sobre a questão da eficiência das Unidades de Polícia Pacificadora (UPP), Jesus, Gomes e Angulo-Meza (2014) apontaram fontes de ineficiência relacionadas à utilização de insumos. Os autores concluem que o desempenho policial poderia ser melhorado a partir da redução de 56% do efetivo policial das unidades ineficientes.

Por fim, Scalco, Amorim e Gomes (2012) mostraram que, em média, os municípios menores do Estado de Minas Gerais apresentam os maiores níveis de eficiência policial. Os municípios mais eficientes são aqueles com menor número de policiais por grupo de mil habitantes, menores taxas de Crimes Violentos Contra a Pessoa (CVPE), menores taxas de Crimes Violentos Contra o Patrimônio (CVPA) e maior taxa de prisões por policial tanto em CVPE quanto CVPA.

A revisão de literatura aqui discutida mostra a diversidade de ambientes em que o DEA já foi empregado com vistas a verificar o desempenho policial. Além disso, mostra que os resultados dos estudos são bem heterogêneos a depender da região analisada e das informações consideradas. Como sugere Nyhan e Martin (1999), algumas questões devem ser previamente resolvidas ao se propor um DEA, a saber: i) determinar que Unidades Tomadoras de Decisão serão incluídas no estudo; ii) selecionar bem os *inputs* e *outputs*, inclusive possíveis transformações; iii) considerar potenciais variáveis ambientais a serem incluídas; e iv) selecionar o modelo DEA a ser usado na análise (se CRS ou VRS). As próximas duas seções irão discutir a política de segurança pública no Brasil e suas nuances, juntamente com os aspectos metodológicos do trabalho. Como será visto, o modelo DEA juntamente com as extensões propostas ao longo da pesquisa (seção 3.4) possuem relevantes desdobramentos para análises de eficiência de programas de incentivo financeiro.

3.3 A Política de Segurança Pública no Brasil

Em 2019, o Brasil gastou R\$ 95 bilhões com segurança pública, um aumento de 0,4% em relação ao ano anterior. O comportamento dessa despesa se caracterizou pela redução nos gastos da União (3,8%) e aumento nos gastos dos Estados (0,6%) e municípios (5,3%). Além disso, a maior parte do desembolso foi realizado pelos Estados (81,37%) e em menor parcela pela União (11,89%) e municípios (6,63%), respectivamente (FBSP, 2020). Ou seja, os Estados brasileiros são responsáveis pela maior parte dos gastos em segurança pública do país. São entes com autonomia para elaborar sua própria política de controle e combate à criminalidade como proposto pela Constituição Federal Brasileira de 1988 (BRASIL, 2016)⁴.

A autonomia das Unidades Federativas no que concerne a tomada de decisão no campo da segurança pública tem originado iniciativas exitosas em todo o país. Dentre essas iniciativas, destacam-se os seguintes programas: Fica Vivo (Minas Gerais), Pacto Pela Vida (Pernambuco), Unidade de Polícia Pacificadora (Rio de Janeiro), Estado Presente (Espírito Santo) e Paraíba Unida pela Paz (Paraíba).

Segundo [Silveira et al. \(2010\)](#), a cidade de Belo Horizonte experimentou um aumento de 171% na quantidade de homicídios entre os anos de 1990 e 2001. Devido a esse cenário de criminalidade violenta, no ano de 2002 o Governo do Estado iniciou o Programa de Controle de Homicídios que viria ser chamado de Programa Fica Vivo. O programa foi efetivamente instituído através do Decreto Nº 43.334/2003, que direcionou o foco da segurança pública à contração e prevenção de homicídios intencionais de jovens com idade entre 12 e 24 anos, sobretudo moradores de comunidades com maior incidência de crimes dolosos contra a vida. Os eixos de atuação do programa focavam em proteção social a partir da mobilização comunitária e intervenção estratégica com atuação de instituições como a polícia militar, polícia civil, judiciário e a Universidade Federal de Minas Gerais. [Castro \(2014\)](#) mostrou que para o ano de 2012 a participação neste programa esteve associado à uma redução de 9,66% na taxa média de homicídios nos setores da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Além disso, [Silveira et al. \(2010\)](#) encontraram uma redução de 69% no número médio de homicídios no aglomerado Morro das Pedra, para os primeiros seis meses de funcionamento do programa.

Uma outra intervenção importante foi realizada no Estado de Pernambuco, intitulada Pacto Pela Vida (PPV). O conjunto de medidas adotadas pelo programa vem sendo considerado exitoso no combate à criminalidade violenta em várias regiões do Estado, em particular no referente à diminuição dos crimes contra a vida ([RATTON; GALVÃO; FERNANDEZ, 2014](#); [OLIVEIRA; ARCARO, 2016](#)). O programa PPV foi implantado em pernambuco como política de segurança pública no ano de 2007. Para se ter ideia, a taxa média de mortalidade estadual no quinquênio 2000-2005 foi de aproximadamente 54 por grupo de 100 mil habitantes, sendo que taxas acima de 10 por 100 mil já são consideradas epidêmicas.

Para [Ratton, Galvão e Fernandez \(2014\)](#), a implementação do PPV colocou em

⁴ Art. 144. A segurança pública, dever do Estado, direito e responsabilidade de todos, é exercida para a preservação da ordem pública e da incolumidade das pessoas e do patrimônio, através dos seguintes órgãos: I) polícia federal; II) polícia rodoviária federal; III) polícia ferroviária federal; IV) polícias civis; V) polícias militares e corpos de bombeiros militares; VI) polícias penais federal, estaduais e distrital.

marcha uma série de estratégias de repressão e prevenção da criminalidade, sobretudo homicídios, sendo responsável pela diminuição de 39% da taxa de Crimes Violentos Letais Intencionais (CVLI) em Pernambuco, e de 60% na cidade do Recife, entre janeiro de 2007 e dezembro de 2013. Segundo [Neto et al. \(2014\)](#), utilizando a metodologia de Controle Sintético, o PPV foi bem sucedido em reduzir as taxas de homicídios em Pernambuco entre os anos de 2007 e 2011.

As Unidades de Polícia Pacificadora, denominadas UPPs, implantadas no Rio de Janeiro em 2008, constituem outro exemplo de política de segurança pública com foco na redução da violência. A estratégia de policiamento teve como pano de fundo a ocupação das favelas cariocas, visando a contenção do tráfico de drogas e a violência. O programa de instalação de unidades de polícia dentro das comunidades visava incentivar o policiamento de proximidade, o chamado policiamento comunitário, com vistas a recuperar os territórios ocupados por grupos criminosos e promover a pacificação dessas comunidades. O trabalho de [Cardoso et al. \(2016\)](#) sinaliza queda mais acentuada nos homicídios dolosos no pós instalação do programa de UPP, isso para o período entre 2009 e 2013. Além disso, os autores sugerem que a instalação das 38 UPPs podem ter impactado os índices de homicídios não só da cidade, mas do Estado do Rio de Janeiro. [Ribeiro \(2020\)](#), por sua vez, argumenta que houve diminuição da violência armada logo após a instalação das UPPs, com redução dos tiroteios, das operações policiais e da ostensividade das armas de fogo, sinalizando que o programa gerou benefícios para as comunidades tratadas.

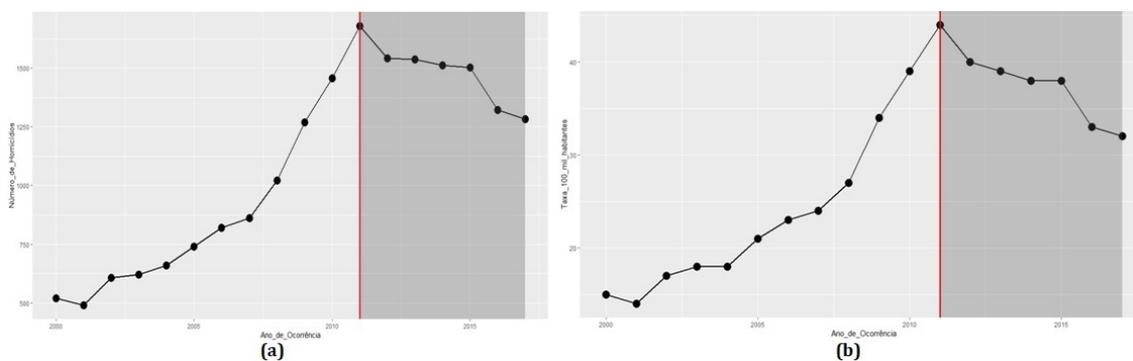
No Espírito Santo, a implantação do programa Estado Presente, no ano de 2011, é outro exemplo de política de segurança pública exitosa no referente a melhoria dos índices de criminalidade das regiões beneficiadas. A iniciativa tinha como objetivo reduzir o índice de homicídios de locais mais vulneráveis e que já concentravam expressivo quantitativo dos Crimes Letais Intencionais (por exemplo, áreas específicas da Grande Vitória e alguns municípios do interior capixaba). Segundo [Cerqueira et al. \(2020\)](#), ocorreu reversão da tendência de crescimento dos homicídios após a implementação da política. As conclusões dos autores indicam que 1.751 homicídios deixaram de ser cometidos por causa do programa. Dessa forma, se não fosse o Estado Presente o número de homicídios teria aumentado 29% entre 2010 e 2014.

Com base nessas evidências, fica claro que os Estados brasileiros vêm propondo medidas locais buscando a solução de seus problemas de criminalidade, em especial com foco na redução da mortalidade violenta. Nesse contexto, tem-se o programa Paraíba Unida pela Paz, iniciativa implantada no Estado da Paraíba em 2011, tendo por objetivo encerrar um panorama perverso de aumento no índice de criminalidade violenta. A próxima subseção descreve em detalhes esta política e o seu funcionamento.

3.3.1 Programa Paraíba Unida pela Paz

Como ponto de partida, a Figura 2 apresenta a escalada da violência paraibana em termos absolutos (a) e relativos (b), no período entre 2000 e 2017. Notadamente, o período até 2011 foi marcado por dois fenômenos: i) aumento na quantidade absoluta de homicídios (a); e ii) aumento na taxa de homicídios por 100 mil habitantes (b).

Figura 2 – Comportamento dos homicídios no Estado da Paraíba (2000 a 2017)



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da SESDSPB.

O cenário de violência na Paraíba levou o Governo do Estado a propor no ano de 2011 a implantação de um programa de segurança pública com o objetivo de reduzir a mortalidade violenta (CVLIs). A iniciativa seria composta por elementos já utilizados em programas similares de outras Unidades da Federação. Dessa forma, deu-se início, ainda nos primeiros meses de 2011, aos estudos que levariam a elaboração do Paraíba Unida pela Paz. A ideia central da iniciativa era propor uma nova dinâmica de gestão dos recursos da segurança pública de forma a melhorar a comunicação entre os órgãos operativos que formam o sistema de segurança pública do Estado (Polícia Militar, Polícia Civil e Bombeiros Militares), com vistas a melhorar os resultados e acabar com os problemas de gestão de recursos no setor. Nessa linha, [Costa e Balestreri \(2010\)](#) argumentam que a má gestão dos recursos da segurança pública é um fenômeno que acaba potencializando o problema da violência devido a ineficiência preventiva e a baixa taxa de elucidação de crimes.

A gestão da segurança pública pode ser penalizada pela falta de um modelo a ser seguido, especialmente um com foco em resultados, dado que alocar recursos para esse setor sem que se discuta eficiência pode replicar um modelo de polícia esgotado e de resultados pouco alentadores ([CERQUEIRA; LOBÃO, 2003](#)). A maior parte dos Estados brasileiros sofre com deficiência de recursos na área de segurança pública, sejam estes recursos humanos, gerenciais ou financeiros, mas a inexistência de um modelo de gestão adequado que possibilite o emprego racional e otimizado dos insumos é, dentre todos, o mais grave ([VIAPIANA, 2006](#)).

O programa Paraíba Unida pela Paz, doravante chamado de PUP, é uma política de Estado, liderada pela Secretaria de Estado da Segurança e Defesa Social (SESDES) e conduzida pelo poder executivo estadual. Desde do início, o PUP visou promover a integração entre os órgãos operativos da SESDES, compartilhar responsabilidades, articular com os poderes públicos e a sociedade, e monitorar indicadores de desempenho com foco no cumprimento de metas para a redução da criminalidade, conforme Art. 1º da Lei 11.049 de 2017 ⁵.

Como forma de atingir melhores resultados, o PUP estabeleceu a criação do comitê de governança, fórum permanente liderado pelo governador do Estado, com participação de diversas autoridades, a saber: Secretário de Estado da Segurança e da

⁵ Lei nº 11.049 de 2017 instituiu o programa Paraíba Unida pela Paz no Estado.

Defesa Social, Secretário de Estado da Administração Penitenciária, Delegado Geral de Polícia Civil, Comandante Geral da Polícia Militar, Comandante Geral do Corpo de Bombeiros Militar, Poder Judiciário, Poder Legislativo, Ministério Público e Defensoria Pública estadual. Além desses, outros órgãos também poderiam ser convocados a participar.

A reunião do referido comitê ocorria bimestralmente com o intuito de monitorar, discutir e direcionar políticas públicas no setor mas, acima de tudo, focando nas melhorias dos indicadores de criminalidade na Paraíba. A dinâmica da reunião guarda similaridade com o formato adotado nos Estados do Espírito Santo, Pernambuco e Minas Gerais. Segundo [Cerqueira et al. \(2020\)](#), são reuniões para debater metas e discutir o que deveria ter sido feito e implementado, bem como os resultados da evolução do número de crimes para cada Região Integrada de Segurança Pública (REISP) e Área Integrada de Segurança Pública (AISP).

Como forma de responsabilizar cada gestor por sua área de atuação, foi necessário compatibilizar o território paraibano. A Lei Complementar nº 111, de 14 de Dezembro de 2012, foi a maneira encontrada para redistribuir os 223 municípios em três grandes Regiões Integradas de Segurança Pública (REISP) (Figura 3). Iniciativas similares também já haviam sido adotadas no Rio de Janeiro ([MELLO et al., 2005](#)), Pernambuco ([RATTON; GALVÃO; FERNANDEZ, 2014](#)), Distrito Federal ([MACIEL, 2019](#)), Espírito Santo ([CERQUEIRA et al., 2020](#)), dentre outras UFs.

A Figura 3 ilustra como foi reorganizado o território paraibano após a compatibilização. São três REISPs no âmbito da Polícia Militar da Paraíba (PMPB), chamadas de Comando de Policiamento Regional Metropolitano (CPRM), Comando de Policiamento Regional I (CPR I) e Comando de Policiamento Regional II (CPR II) com sede em João Pessoa, Campina Grande e Patos, respectivamente. Nesse caso, são 21 AISPs distribuídas no Estado, sendo sete no CPRM, oito no CPR I e seis no CPR II.

Figura 3 – Áreas Integrada de Segurança Pública no Estado da Paraíba



Fonte: Coordenadoria de Tecnologia da Informação da PMPB.

A integração entre os órgãos operativos da SESDS é uma medida que visou apresentar a mesma responsabilidade territorial à Polícia Civil, Polícia Militar e Corpo de Bombeiros Militar. Dessa forma, uma REISP qualquer é uma área territorial gerida por um delegado de Polícia Civil, um comandante de Polícia Militar e um comandante de Bombeiro Militar. As AISP apresentam a mesma lógica operacional, mas existe uma hierarquia em que cada AISP é subordinada à sua respectiva REISP e, por sua vez, atende a política de segurança pública da SESDS.

Segundo [Ratton, Galvão e Fernandez \(2014\)](#), a territorialização do trabalho policial realizada em Pernambuco permitiu o acompanhamento de forma sofisticada da situação das áreas ao longo do tempo, além de trazer avanços na identificação de como a criminalidade homicida toma forma no espaço. Assim, os diferentes padrões da criminalidade violenta puderam ser melhor identificados ao passo que se mudava de área integrada. Logo, essa reordenação permitiu perceber que o crime não se desenvolve de forma homogênea no território, possibilitando que as polícias pudessem atuar de maneira mais inteligente e planejada no combate aos homicídios.

Acerca dos instrumentos que estruturam o funcionamento do PUP, verifica-se que estes não foram instalados de imediato. Houve um amadurecimento contínuo das medidas, as quais foram sendo implantadas individualmente ao longo do tempo, em um intervalo que se estendeu entre os anos de 2011 e 2017. O Quadro 3 elenca os principais acontecimentos referentes ao programa.

Como pode ser observado, no ano de 2011 houveram quatro eventos importantes para que fosse dado início ao Paraíba Unida pela Paz, no que pode ser considerada uma fase embrionária do programa. Primeiramente, o governador eleito em 2010, Ricardo Vieira Coutinho, assume o Governo do Estado. Em seguida, Cláudio Coelho Lima é nomeado para assumir a SESDS, sendo que o mesmo já havia participado entre 2007 e 2010 da gestão que implantou o Pacto pela Vida no Estado de Pernambuco. Essa experiência foi importante para desenhar o programa que viria a ser implantado na Paraíba. Pouco tempo depois, o governo estadual organizou o I Fórum Paraíba Unida pela Paz, visando estimular a participação popular no campo das políticas públicas de combate a violência, principalmente colhendo demandas e discutindo possíveis soluções para o problema. Finalmente, é estabelecido o monitoramento de dados criminais de forma continuada através do Núcleo de Análise Criminal e Estatística (NACE).

Em 2012 os principais acontecimentos relativos ao PUP foram a compatibilização do território (conforme visto na Figura 3) e o início do pagamento de bonificações aos policiais pela apreensão de armas de fogo. Por sua vez, o ano de 2014 ficou marcado pelo estabelecimento de metas para a concessão do Prêmio Paraíba Unida pela Paz. Assim, passou a ser definida uma meta de diminuição de 10% nos CVLIs ⁶ em relação ao semestre equivalente do ano anterior. Além disso, a meta prevista também é

⁶ Os tipos penais abarcados no indicador CVLI são: Homicídio, art. 121, Lesão corporal dolosa seguida de morte, art. 129, § 3º, Roubo seguido de morte, art. 157, § 3º, Rixa seguida de morte, art. 137, parágrafo único, Extorsão seguida de morte, art. 158, § 3º, Extorsão mediante sequestro seguida de morte, art. 159 § 3º, Estupro seguido de morte, art. 213 § 2º, Estupro de vulnerável seguido de morte, art. 217-A, § 4º, Incêndio doloso seguido de morte, art. 250, § 1º, concomitante com o art. 258, Explosão dolosa seguida de morte, art. 251, § 1º e § 2º, concomitante com o art. 258, Uso doloso de gás tóxico ou asfixiante, art. 252, caput, concomitante com o art. 258, Inundação dolosa, art. 254, concomitante com o art. 258, Desabamento ou desmoronamento doloso, art. 256, caput, concomitante com o art. 258, Perigo de desastre ferroviário na forma dolosa, art. 260, § 1º,

Quadro 3: Programa Paraíba Unida pela Paz		
2011	Ricardo Coutinho é o novo governador da Paraíba	Ricardo Vieira Coutinho eleito, no ano de 2010, o governador do Estado da Paraíba.
2011	Cláudio Coelho Lima nomeado secretário da SESDS	Havia sido secretário executivo de defesa social de Pernambuco, entre 2007 e 2010, quando participou da implantação do programa Pacto pela Vida. Dessa forma, iniciaram-se os estudos que culminariam na implantação de um programa com características similares na Paraíba.
2011	Marco inicial do Programa Paraíba Unida Pela Paz	I Fórum Paraíba Unida pela Paz visava, sobretudo, estimular a participação social na formação de políticas públicas para segurança; promover a redução da violência; fortalecer a cidadania e o apoio de outros órgãos.
2011	Lei nº 9.641/2011	Estabelece a política de monitoramento e transparência dos indicadores criminais na Paraíba; determina a publicação trimestral dos dados através do Núcleo de Análise Criminal e Estatística (NACE).
2012	Lei nº 111/2012	Compatibiliza os territórios de segurança através da criação de áreas de atuação menores e compatíveis a fim de responsabilizar os órgãos operativos da SESDS.
2012	Lei nº 9.708/2012	Estabelece bonificações por apreensão de armas de fogo pelas forças policiais.
2014	Portaria nº58/2014 define metas e parâmetros para acesso ao Prêmio Paraíba Unida pela Paz	Art. 9º estabelece a redução de 10% nos Crimes Violentos Letais Intencionais (CVLI) em relação ao semestre anterior; define critérios metodológicos de elaboração de relatórios estatísticos dos CVLI's no Estado; dentre outras outras metas e parâmetros.
2014	Lei nº 10.327/2014	Estabelece o Prêmio Paraíba Unida Pela Paz (PPUP) para premiar bombeiros militares, policiais civis e militares que reduzirem os CVLI's nos territórios; estabelece diretrizes únicas e harmônicas de atuação dos órgãos de segurança como, por exemplo, acompanhamento diário, assim como, diagnóstico e monitoramento dos indicadores.
2015	Medida provisória nº 230/2015	Efetiva legalmente o Núcleo de Análise Criminal e Estatística (NACE).
2017	Lei nº 11.049/2017	Institui legalmente o programa Paraíba Unida pela Paz definindo seus princípios, objetivos, eixos de atuação e diretrizes, conectando todos os demais atos.

Fonte: Elaboração própria a partir do exposto na Lei Nº 11.49 de 21 de dezembro de 2017.

concomitante com o art. 263, Atentado doloso contra a segurança de transporte marítimo, fluvial ou aéreo, art. 261, § 1º, e § 2º, concomitante com o art. 263, Atentado doloso contra a segurança de outro meio de transporte, art. 262, § 1º, concomitante com o art. 263, Arremesso de projétil seguido de morte, art. 264, parágrafo único, Epidemia dolosa seguida de morte, art. 267, § 1º, todos do

aplicada ao Estado, aos territórios das REISPs e AISPs. No mesmo ano de 2014, foi também publicada a Lei nº 10.327, criando efetivamente o Prêmio Paraíba Unida pela Paz, doravante chamado de PPUP, com vistas a premiar os operadores de segurança que atingissem as metas de redução de crimes em seus respectivos territórios.

Já em 2015, a medida provisória nº 230/2015 passou a estabelecer as obrigações e a forma de funcionamento das atividades do NACE ⁷, que tem como finalidade produzir relatórios e análises estatísticas dos indicadores de criminalidade e violência da SESDS. Por fim, a Lei nº 11.049 de 2017 instituiu o programa Paraíba Unida Pela Paz como política de Estado, conectando todos os atos anteriores. O programa PUP teria como objetivo, sobretudo, aumentar a comunicação entre os órgãos operativos da SESDS, promovendo a integração com vistas a melhorar os resultados globais da segurança pública paraibana. O programa PUP se desenvolveu de forma capilarizada para atender os seus diferentes eixos temáticos, conforme Quadro 4. Ademais, esses eixos temáticos apresentam ações vinculadas tendo em vista atenuar os índices de criminalidade paraibana.

Código Penal Brasileiro, e Tortura seguida de Morte, art. 1º, § 3º, da Lei 9.455/97.

⁷ Detalhes: <http://static.paraiba.pb.gov.br/2015/01/Diario-Oficial-03-01-2015.pdf>

Quadro 4: Programa Paraíba Unida pela Paz	
Eixo Temático	Principais Ações do Programa PUP
I - Prevenção e repressão qualificada da violência	Focar a política de segurança pública nos grupos mais vitimados: jovens, negros, baixa renda e baixa escolaridade; fortalecer as investigações de homicídios dolosos com metas de elucidação; intensificar operações preventivas; combater os crimes patrimoniais com foco nas instituições financeiras; coibir circulação de armas ilegais; integrar os órgãos operativos da SESDS.
II - Aperfeiçoamento institucional	Aperfeiçoar a estrutura organizacional da SESDS; promover a integração dos órgãos operativos com diretrizes únicas; coordenar e integrar as ações operacionais; gerir e articular as relações operacionais; ampliar e aperfeiçoar o atendimento ao cidadão por meio do CIOP; divulgar os dados da criminalidade; aperfeiçoar a atuação das UPS; reestruturar e ampliar o atendimento das delegacias e do Instituto de Polícia Científica; ampliar as ações do SOS Cidadão, Mulher Protegida e SOS Mulher; aperfeiçoar e ampliar as comunicações dos órgãos operativos da SESDS com sistema de radiocomunicação digital em todo Estado.
III - Informação e gestão do conhecimento	Produzir e compartilhar informações em relatórios de análise criminal para orientação das atividades da SESDS; disponibilizar sistematicamente a divulgação dos dados como política de transparência pública; construir diálogo com o meio acadêmico ou outros órgãos para parceiras institucionais com a SESDS.
IV - Formação e capacitação	Qualificar de forma contínua os profissionais de órgãos operativos da SESDS; desenvolver políticas de readequação do efetivo de policiais e bombeiros com realizações de concursos públicos.
V - Prevenção social do crime e da violência	Articular políticas transversais e programas de prevenção em localidades vulneráveis; ampliar o Programa de Erradicação das Drogas e da Violência - PROERD; otimizar os programas Bombeiro Mirim e Bombeiro na Escola; implementar o programa Criança Cidadã.
VI - Integração e articulação institucional	Promover a participação do Tribunal de Justiça e da Procuradoria Geral de Justiça no Comitê Gestor da SESDS; ampliar parcerias institucionais com municípios, Unidades da Federação; Governo Federal; DETRAN, dentre outros.
VII - Valorização profissional	Valorizar os servidores por meio de reajustes salariais periódicos, premiações por desempenho e cumprimento de metas, bonificações, além de uma sistemática de promoções e ascensão funcional; equipar os órgãos operativos da SESDS.

Fonte: Elaboração própria a partir do exposto na Lei Nº 11.49 de 21 de dezembro de 2017.

3.4 Aspectos Metodológicos

Esta seção discute os procedimentos metodológicos empregados no estudo. Inicialmente, apresenta-se brevemente o método de Análise Envoltória de Dados tradicional. Em seguida, demonstra-se os avanços e vantagens obtidos a partir da aplicação

do *Multiple Data Envelopment Analysis* Sequencial (MDEA-S). Na seção subsequente é descrito o Algoritmo de *Machine Learning* empregado com o objetivo de identificar padrões de concentração de roubos de automóveis no município de João Pessoa, como alternativa para aumentar os *scores* de eficiência das Unidades Tomadores de Decisão (DMUs). Finalmente, discute-se a fonte e o tratamento dos dados, assim como as variáveis utilizadas na pesquisa.

3.4.1 Análise Envoltória de Dados

A escassez de recursos e a demanda constante por melhorias têm incentivado diversos países do mundo a avaliarem o desempenho profissional de sua força policial. Uma metodologia amplamente empregada para este fim é a Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* - DEA), que por meio de um modelo determinístico não-paramétrico constrói indicadores de eficiência via análise de fronteira. A metodologia vem se mostrando adequada para este propósito, de modo que já foi empregada em estudos realizados para países como Taiwan (SUN, 2002; WU; CHEN; YEH, 2010), Inglaterra e País de Gales (DRAKE; SIMPER, 2002; DRAKE; SIMPER, 2005), Estados Unidos (GORMAN; RUGGIERO, 2008), Espanha (GARCÍA-SÁNCHEZ, 2007), Índia (VERMA; GAVIRNENI, 2006), Turquia (AKDOGAN, 2012), Brasil (MELLO et al., 2005; BOHN et al., 2015; MACIEL, 2019), dentre outros.

Historicamente, o DEA surgiu da necessidade de avaliação de um programa norte-americano chamado *Program Follow Through* (PFT), que visava atender crianças carentes que estudavam em escolas públicas (COOPER; SEIFORD; TONE, 2007). Dadas as dificuldades de se averiguar a efetividade do PFT por meio dos métodos econométricos até então empregados, Charnes, Cooper e Rhodes (1978), tomando por base o trabalho de Farrell (1957), apresentaram uma nova formulação matemática para o cálculo da eficiência através do método de análise de fronteira não-paramétrica, o qual chamaram de DEA. O aspecto essencial do método DEA é a construção de uma fronteira composta pelas Unidades Tomadoras de Decisão (DMUs) mais eficientes, que servem de referência (*benchmark*) para as demais unidades. Assim, as DMUs situadas na fronteira, ou muito próximas a ela, são consideradas unidades eficientes (medida de eficiência igual a 1 ou 100%), enquanto as mais afastadas são tidas como ineficientes (COOPER; SEIFORD; TONE, 2007; CARVALHO; SOUSA, 2014).

Para a construção da referida fronteira, o DEA faz uso de programação matemática linear, medindo o desempenho relativo das DMUs ao ponderar a razão entre produtos (*outputs*) e insumos (*inputs*). Dessa forma, obtêm-se um único indicador de eficiência para cada unidade investigada, o chamado *score* de eficiência (ALMEIDA; FILHO, 2014). A medida de eficiência gerada pelo DEA pode ser interpretada sob duas óticas: orientada para o insumo, onde se avalia em quanto se poderia reduzir os insumos para alcançar o nível de produção de uma DMU situada na fronteira; ou orientada para o produto, que indica qual nível de produção seria eficiente para um dado nível de insumos.

Com relação às vantagens da metodologia DEA, Vilela (2009), Cooper, Seiford e Zhu (2011), Carvalho e Sousa (2014) destacam: o método é de fácil aplicação e requer poucas hipóteses; o indicador de eficiência é estimado para cada unidade individual; por ser uma técnica não-paramétrica, sua aplicação não requer que a forma funcional que relaciona insumos a produtos seja conhecida; é possível considerar múltiplos

produtos e insumos simultaneamente; e são indicadas as práticas de produção que servem como referência para as DMUs ineficientes (SIMAR; WILSON, 2008).

Tendo isso em vista, nota-se que o DEA é uma metodologia que se adéqua bem à avaliação de eficiência de patrulhas policiais, a exemplo do programa Paraíba Unida pela Paz. Nesse caso, devido à relativa rigidez orçamentária comum no setor de segurança pública, sobretudo por conta de sua legislação, aspectos burocráticos e contratos, o que dificulta uma realocação rápida de recursos dentro do setor, a análise de eficiência utilizada foi a orientada ao produto.

O programa Paraíba Unida pela Paz foi implantado na Paraíba com vistas a premiar semestralmente unidades policiais que se destacarem frente ao combate da criminalidade. Conforme visto anteriormente, para mensurar os resultados o território paraibano foi dividido em três REISPs, que possuem um gestor de Polícia Militar, um de Bombeiro Militar e um gestor de Polícia Civil. Além disso, as REISPs são divididas em AISPs, que seguem a mesma lógica de administração das REISPs. O prêmio é atribuído às AISPs, em cada região, que atingirem os indicadores de produção pré estabelecidos ⁸, já explicado na subseção 3.3.1 quando se destacou os critérios estabelecidos para a premiação. Aos moldes atuais, os critérios de premiação do programa omitem os meios utilizados para se realizar as ações, ou seja, negligencia os (*inputs*) utilizados, focando apenas nos *outputs*. Sendo assim, o DEA foi empregado com o intuito de realizar a análise de forma adequada, ordenando-se as AISPs segundo um índice de eficiência (MELLO et al., 2005) e confrontando seus resultados com os da premiação. Em outras palavras, busca-se verificar se as unidades que efetivamente receberam o PPUP são também as mais eficientes.

Outro ponto importante é que a heterogeneidade entre as AISPs permite seguir nessa pesquisa o exposto por Banker, Charnes e Cooper (1984), que assume retornos variáveis de escala (RVE), orientação para produto, mas não assume proporcionalidade entre *inputs* e *outputs*.

Acerca de seu funcionamento, de acordo com Boueri (2015) as DMUs têm por objetivo transformar insumos em produtos (ou serviços). Os insumos são entradas, tais como os recursos disponíveis, e são representados pelo vetor $x = (x_1, x_2, \dots, x_I)$. Já os produtos, por sua vez, são representados pelo vetor $y = (y_1, y_2, \dots, y_J)$.

A Equação 3.1 evidencia o modelo de programação matemática linear, na versão envoltória, que foi usada para calcular o nível de eficiência (θ) das AISPs.

$$Max\theta_{\theta,\lambda} \tag{3.1}$$

Sujeito a:

$$x_{i0} - \sum_{i=1}^I x_{is}\lambda_s \geq 0, \forall_s \tag{3.2}$$

⁸ A Lei nº 11.049/2017 dispõe sobre o programa Paraíba Unida pela Paz, política de Estado, conduzida pelo Poder Executivo Estadual e liderada pela Secretaria de Estado da Segurança e da Defesa Social da Paraíba (SESDS).

$$x_{i0} - \sum_{j=1}^J y_{js} \lambda_s - \theta y_{j0} \geq 0, \forall_s \quad (3.3)$$

$$\sum_{s=1}^S \lambda_s = 1 \quad (3.4)$$

$$\lambda_s = 1 \geq 0 \quad (3.5)$$

Em que θ é um escalar que indica o índice de eficiência, com $\theta \in [1, +\infty]$; λ é um vetor de pesos não negativos; $\sum_{s=1}^S \lambda_s = 1$ é a restrição de convexidade para RVE; $s = 1, \dots, S$ refere-se ao número de DMUs analisadas; e I e J representam, respectivamente, a quantidade total de *inputs* e *outputs*.

As AISP foram avaliadas a partir da construção de uma fronteira de produção empírica, sendo que: i) as AISP que estiverem sob a fronteira são consideradas eficientes; ii) aquelas localizadas abaixo da fronteira são ineficientes; e iii) pontos acima da fronteira são tecnicamente inviáveis. Segundo [Boueri \(2015\)](#), é preciso mensurar a eficiência levando em conta que há especificidades em cada uma das DMUs. Portanto, é importante que os pesos escolhidos para o cálculo das DMUs sejam distintos. Além disso, cada AISP tem sua prioridade e, por consequência, cada uma tem sua especificidade. Finalmente, para fins interpretativos, o *score* de eficiência com orientação para o produto ficará restrito ao intervalo entre 0 e 1 por meio da seguinte transformação: $\theta_0 = 1/\theta$. Com isso, garante-se que $\theta_0 \in [0,1]$.

Apesar de sua vasta aplicação, os resultados da modelagem DEA padrão costumam perder poder discriminativo nas situações em que há um número relativamente pequeno de DMUs diante do número de *inputs* e *outputs* considerados. Além disso, os resultados do DEA são sensíveis à presença de *outliers*. Por esta razão, nesta pesquisa será empregada uma extensão do método DEA padrão, que como será visto na próxima subseção mostra-se mais adequado para a estrutura de dados disponível e problemática abordada.

3.4.2 Análise Envoltória de Dados Múltipla Sequencial (MDEA-S)

A Análise Envoltória de Dados Múltipla (*Multiple Data Envelopment Analysis - MDEA*) surgiu como uma estratégia para lidar com cenários em que o número de DMUs é relativamente pequeno frente ao número de *inputs* e *outputs*. Para se dimensionar essa questão, nesta pesquisa as Unidades Tomadoras de Decisão são definidas pelas AISP, que contam com 21 áreas no Estado da Paraíba.

Nessas situações, um número expressivo de DMUs passa a ser considerada eficiente por padrão, de modo que o DEA tradicional perde poder classificatório (condição conhecida como maldição da dimensionalidade) ([STOSIC; FITTIPALDI, 2007](#)), não conseguindo discriminar de forma adequada a eficiência técnica.

Na prática, encontrar os *scores* de eficiência do modelo MDEA consiste em estimar vários modelos DEA padrão para diferentes escolhas de subconjuntos de

variáveis de *inputs* e *outputs*, para todas as DMUs e em cada escolha particular. Segundo [Stosic e Fittipaldi \(2007\)](#), essas combinações removem a parametrização, reduzem a dimensionalidade do espaço de parâmetros, removem a degeneração da análise DEA tradicional e permitem que todas as DMUs tenham a mesma chance de serem avaliadas nos diferentes contextos possíveis.

Inicialmente, identifica-se os maiores conjuntos de N *inputs* e M *outputs* de forma que se possa fazer escolhas sucessivas dos diferentes subconjuntos de $n \in \{1, 2, \dots, N\}$ *inputs* e $m \in \{1, 2, \dots, M\}$ *outputs*. Como existem $\binom{N}{n}$ maneiras possíveis de escolher um subconjunto de n *inputs* do total de N , então, existem $\sum_{n=1}^N \binom{N}{n} = 2^N - 1$, escolhas possíveis de *inputs* e, analogamente, $2^M - 1$ escolhas de *outputs*. Dessa forma, tem-se uma combinação de subconjuntos de *inputs* e *outputs* do DEA padrão para todas as DMUs. Os resultados são armazenados até o limite de $NC \equiv (2^N - 1)(2^M - 1)$ combinações para cada período analisado. Ao final deste processo, cada DMU recebe pontuações de eficiência NC , correspondendo a uma comparação com as outras DMUs em um contexto específico de escolha de *inputs* e *outputs*. Para [Stosic e Fittipaldi \(2007\)](#), este conjunto de valores de eficiência representa provavelmente a forma mais justa de avaliar uma determinada DMU em comparação com as outras, pois contém todos os contextos de avaliações possíveis.

Conforme será apresentado na subseção 3.4.4, a função de produção estimada pelo MDEA foi construída considerando 3 variáveis de entrada e 3 variáveis de saída, resultando em 49 combinações possíveis de *inputs* e *outputs* para cada período investigado. Desta maneira, considerando a distribuição de frequência de eficiência de cada DMU no t -ésimo período, a eficiência robusta do MDEA é estabelecida pela média das combinações.

Tendo em vista à necessidade de também incorporar a dimensão temporal na análise para avaliar a performance das DMUs, este trabalho acrescenta o conceito de fronteira sequencial ao MDEA, dando origem ao MDEA sequencial (MDEA-S). Para tanto, deve existir informações para *inputs* e *outputs* em vários momentos do tempo. Dessa forma, os n planos de produção podem ser avaliados por meio da Equação 3.6.

$$\Gamma_0^{KT} = \left\{ (x^{kt}, y^{kt}) \mid x^{kt} \in \mathbb{R}_+^I, y^{kt} \in \mathbb{R}_+^J, k = 1, \dots, n, t = 1, \dots, m \right\} \quad (3.6)$$

Em que K e T referem-se, respectivamente, ao conjunto de DMUs e período de tempo. Como destacado por [Almeida et al. \(2018\)](#), o cálculo da fronteira sequencial requer o conjunto de produção de referência (CPR) para cada período. Para tanto, usa as observações do ponto no tempo $\gamma = 1$ até $\gamma = t$ de forma que o subconjunto de referência que deve ser considerado para fins da estimação do *score* de eficiência é selecionada para m sucessivos CPR sequenciais, de forma que: $\Gamma_0^{K(1,t)} = \bigcup_{\gamma=1}^t \Gamma_0^{k,\gamma}$ e $\Gamma_0^{K(1,t)} = \{ (x^{k\gamma}, y^{k\gamma}) \mid k = 1, \dots, n, \gamma = 1, \dots, t \}$, com $t = 1, \dots, m$.

A escolha pela abordagem MDEA-S implica em desdobramentos relevantes para a presente análise, a saber: i) correção de possíveis erros de classificação das AISP, melhorando o poder discriminatório do método; ii) os *scores* são calculados para todas as possíveis combinações de *inputs* e *outputs*, corrigindo potenciais vieses; iii) corrige o problema de sensibilidade a *outliers*; iv) exclui a possibilidade de retrocesso técnico na função de produção, isto é, o desempenho auferido por uma dada AISP

no passado (t_0) ainda deve ser factível no presente (t_1) e v) reduções de eficiência ao longo do tempo podem ser atribuídas ao gerenciamento, à reputação e/ou a fatores exógenos (por exemplo, uma fuga em massa de apenados na região de localização da AISP). Tendo isso em vista, este foi o procedimento adotado neste estudo.

3.4.3 Algoritmos de *Machine Learning*

A fim de explorar a distribuição das ocorrências policiais no tempo e no espaço de modo a fornecer uma ferramenta que possa melhorar a eficiência das unidades policiais, utilizou-se um algoritmo de clusterização. Esse tipo de algoritmo procura classificar observações em grupos específicos (*clusters*), agrupando observações com características semelhantes. Nesta pesquisa, as características utilizadas foram a localização geográfica e o horário de cada ocorrência.

Os diferentes algoritmos de *clusters* se diferenciam por suas estratégias de mensuração de similaridade. Algoritmos particionais precisam que o número de *clusters*, K , seja definido *a priori*, a exemplo do $K - Means$ (MACQUEEN et al., 1967), mensuram a similaridade a partir do valor médio dos objetos de um *cluster*. Por outro lado, algoritmos baseados em densidade procuram agrupar em *clusters* os objetos que formam uma região de alta densidade.

Os algoritmos baseados em densidade, tais como o Clusterização Espacial Baseada em Densidade de Aplicações com Ruído (*Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise*, DBSCAN), OPTICS, DENCLUE e CURD, têm a vantagem de não exigirem a predeterminação de K . O DBSCAN, em particular, é capaz de identificar grupos de objetos com formatos arbitrários em qualquer banco de dados X (ESTER et al., 1996). Isso o distingue de outros algoritmos particionais, que são apropriados apenas para *clusters* convexos e esféricos. Essa flexibilidade o torna mais adequado para dados de crimes, que geralmente se agrupam em formatos arbitrários. Além disto, o DBSCAN permite a identificação de ruídos e *outliers*. Por estas razões, optou-se por empregar tal método neste estudo.

3.4.3.1 *Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise (DBSCAN)*

Dado um conjunto de dados X contendo N objetos, $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, o processo de particionar X em $C = \{C_1, \dots, C_k\}$ baseado em alguma medida de similaridade é chamado de clusterização. Nesta especificação, cada C_i representa um *cluster*, de modo que $C_i \subseteq X$, ($i = 1, 2, \dots, k$), $\bigcap_{i=1}^k C_i = \emptyset$ e $\bigcup_{i=1}^k C_i = D$.

No algoritmo DBSCAN, a densidade associada com um ponto é obtida ao se contar o número de pontos em uma região de raio especificada ao redor do ponto. Pontos com uma densidade acima de um valor especificado são construídos como *clusters*. Essa densidade local é denotada densidade (x_i) na vizinhança do i -ésimo objeto $x_i \in X$, onde $N_\epsilon(x_i)$ representa os objetos vizinhos na vizinhança de um raio ϵ de x_i . Logo, $N_\epsilon(x_i) = \{x_j | \forall_j, \text{dist}(x_j, x_i) < \epsilon\}$.

Dentro desta vizinhança, três tipos de objetos podem ser identificados: objetos centrais, objetos de fronteira e ruídos. Dado um número mínimo de objetos na vizinhança, *MinPts*, um objeto central se refere a pontos tais que a vizinhança de um dado raio ϵ contenha no mínimo *MinPts* de outros objetos, de modo que $x_{central}$ é definido se a densidade($x_{central}$) \geq *MinPts*.

Um objeto de fronteira, por seu turno, é identificado dessa forma se a densidade ($x_{\text{fronteira}}$) $<$ MinPts e um objeto central existe tal que $x_{\text{fronteira}} \in N_\epsilon(x_{\text{central}})$. Dito de outra forma, o objeto de fronteira pertence a vizinhança de um objeto central se a densidade é menor que MinPts .

Por fim, um objeto ruído, $x_{\text{ruído}}$, é um objeto que não é classificado nem como central nem como de fronteira. De modo que ocorre se na vizinhança de um dado raio, existem menos objetos que MinPts , e nenhum deles é caracterizado como um objeto central.

Para determinar se um conjunto de pontos é similar o suficiente para ser considerado um *cluster*, necessita-se de uma medida de distância $\text{dist}(x_j, x_i)$ entre dois pontos. Considerando a característica espacial do conjunto de dados \mathbf{X} , utilizou-se a fórmula de Haversine, que informa a distância entre dois pontos de uma esfera a partir de suas latitudes e longitudes.

O ângulo central Θ entre dois pontos em uma esfera é dado por $\Theta = \frac{d}{r}$, onde d é a distância entre dois pontos ao longo de um círculo máximo de uma esfera, e r é o raio da esfera. A fórmula de Haversine permite que o seno verso de Θ ($\text{hav}(\Theta)$) seja computado a partir da latitude e longitude de dois pontos:

$$\text{hav}(\Theta) = \text{hav}(\phi_2 - \phi_1) + \cos(\phi_1) \cos(\phi_2) \text{hav}(\lambda_2 - \lambda_1)$$

em que λ_i são as longitudes em radianos dos pontos e λ_i , as latitudes em radianos. Após algumas operações, a distância d pode ser obtida como:

$$d = 2\pi \arcsin \left(\sqrt{\sin^2 \left(\frac{\phi_2 - \phi_1}{2} \right) + \cos(\phi_1) \cos(\phi_2) \sin^2 \left(\frac{\lambda_2 - \lambda_1}{2} \right)} \right)$$

3.4.4 Fonte e Tratamento dos Dados

A base de dados empregada neste trabalho consiste nos registros de ocorrências policiais nos municípios paraibanos, nos anos de 2017, 2018 e 2019, compondo uma estrutura de dados em painel. Os dados da pesquisa foram obtidos junto à Secretaria de Estado da Segurança e da Defesa Social da Paraíba (SESDSPB), e foram utilizados com o intuito de identificar que Áreas Integradas de Segurança Pública (AISPs) apresentaram maiores níveis de eficiência ao longo dos períodos contemplados. Ademais, buscou-se também encontrar padrões de concentração de alguns crimes específicos (roubos e furtos de veículos) a fim de promover melhores indicadores de desempenho para algumas unidades policiais. Tendo isso em mente, foram identificados bairros, dias e turnos de maiores incidências das atividades ilícitas.

As informações coletadas exibem de forma detalhada a atividade policial, de forma que permitem mensurar a quantidade de policiais e de viaturas que atenderam cada ocorrência. Além disso, também se encontra disponível na base, o tempo de experiência, sexo, idade e remuneração dos profissionais que atenderam as ocorrências.

Ressalta-se que os dados empregados exibem um histórico completo do crime ocorrido, fornecendo hora, dia, mês e ano da ação, seguindo o seguinte formato: PMXXXX.XXXX.XXXX. Logo, a ficha de crime PM2005.0323.2002.00311 corresponde a

um crime ocorrido no ano de 2005, no dia 23 de março, às 20 horas e dois minutos. Os últimos números representam o cadastro na fila, que aumenta conforme o número de chamados cresce. Além dessas informações, também consta na base o detalhamento da localização das ocorrências: bairro, logradouro, tipo de local (urbano, rural, residência, ruas e avenidas) e situação do crime (consumado ou tentado). Finalmente, também cabe destacar que a coleta destes dados é parte integrante do Sistema de Informação Geográfica (SIG), permitindo identificar com exatidão o local de incidência do crime por meio dos pontos de latitude e longitude da ocorrência.

Na Tabela 9 é possível observar os registros policiais por tipo de ocorrência, entre 2017 e 2019, no Estado da Paraíba. Nesse caso, a maior parte dos registros dizem respeito à questão de perturbação do sossego e da tranquilidade, a exemplo das situações de poluição sonora. Em seguida, aparecem os casos de conflito interpessoal, roubo a transeunte, averiguação de atitude suspeita e violência doméstica, somando aproximadamente 21% dos casos ao longo do período, respectivamente. Acerca das ocorrências de roubo de motocicleta (6.317), roubo de veículo (3.624) e furtos de veículo (3.211), doravante chamados de furto e roubos de automóveis (carros e motocicletas), estes totalizaram 12.726 casos ao longo desses três anos, ocupando o quinto lugar como registro mais comum. Cabe destacar, ainda, que esta modalidade de crime costuma apresentar baixa taxa relativa de subnotificação, sobretudo porque são bens de alto valor de mercado, gerando incentivos para que as vítimas reportem a situação às autoridades competentes.

As ligações para a polícia podem gerar diferentes desfechos para ocorrências, a saber: Consumada, Nada Constatado, Não Criminal e Tentado. Isso porque quando um usuário disca 190, para denunciar algum crime, relata o fato do seu ponto de vista. Sendo assim, o chamado será registrado exatamente como denunciado pelo usuário. No entanto, o fechamento da ocorrência com a motivação exata do chamado, quando são levados em consideração os aspectos da legislação brasileira, só será chancelada quando a guarnição chegar ao local da ocorrência e confirmar ou rejeitar o motivo do chamado. Dessa forma, a ocorrência apresenta duas situações para todo chamado via 190: Natureza Inicial (como relatado pelo usuário) e Natureza Final (como verificado pelo policial no local da ocorrência).

Nesse caso, cabe um exemplo: cidadão escuta disparos de arma de fogo nas proximidades de sua residência e liga para polícia (disca 190). Inicialmente, a viatura vai para atender uma ocorrência de disparo de arma de fogo em via pública (disparo feito na rua), como denunciado ao telefone. Ao chegar no local, a guarnição de policiais poderá verificar um fato: a) Consumado (disparo em via pública, mas sem vítima); b) Consumado, disparo com vítima fatal (homicídio); c) Nada constatado (nada de anormal no local, o que leva a acreditar ser um possível trote); d) Não criminal (solicitante confundiu fogos de artifício com disparos de arma de fogo); e) Crime Tentado como, por exemplo, tentativa de homicídio (houve o disparo, mas o crime a ser investigado não será como relatado pelo usuário ao ligar, disparo em via pública, mas sim tentativa de homicídio). Todos esses cenários são averiguados pelo policial ao chegar no local da ocorrência. Os dados coletados no local da ocorrência visam subsidiar os processos judiciais e as análises estatísticas com foco na elaboração e planejamento do policiamento.

A Tabela 10 apresenta informações sobre a quantidade e a proporção de ocorrências policiais por situação do crime entre 2017 e 2019. Como exposto, a maior

Tabela 9 – Ocorrências no Estado da Paraíba (2017 a 2019)

Tipo de Ocorrência	N	(%)
Perturbação do Sossego/Tranquilidade	27.796	6.47
Conflito Interpessoal (Vias de Fato - Briga)	18.073	4.21
Roubo a transeunte (pessoa na rua)	15.902	3.70
Averiguação de Atitude Suspeita	14.208	3.31
Violência Doméstica	12.552	2.92
Ameaça	11.952	2.78
Lesão Corporal (Agressão - Espancamento)	9.327	2.17
Furto	6.571	1.53
Veículo Localizado	6.355	1.48
Roubo de Motocicleta	6.317	1.47
Embriaguez e Desordem	5.162	1.20
Homicídio doloso	4.694	1.09
Roubo em estabelecimento comercial	3.799	0.88
Roubo de veículo	3.624	0.84
Apoio a Outros Órgãos	3.262	0.76
Furto de veículo	3.211	0.75
Mandado de Prisão e/ou Captura de Apenado	3.138	0.73
Porte Ilegal de Arma de Fogo	2.898	0.67
Colisão/Choque - Com vítima não fatal	2.841	0.66
Busca terrestre a animal	2.823	0.66
Total das ocorrências anteriores	164.505	38.28
Outras ocorrências	265.194	61.72
Total de Ocorrências	429.699	100.00

Fonte: elaboração própria a partir dos dados da SESDSPB.

parte dos chamados são ocorrências do tipo consumadas (54,81%), nada constatado (26,05%), não criminal (15,64%) e tentado (3,5%), respectivamente. A presente pesquisa foca nos crimes consumados ocorridos na Paraíba entre 2017 e 2019. A escolha dessa categoria se justifica porque há interesse em eliminar os trotes, que é um subconjunto das ocorrências em que nada foi constatado (Nada constatado) e as situações que não são considerados crimes (Não criminal): pessoas e/ou objetos perdidos, condução de pessoas ao hospital, dentre outros. Já os crimes tentados possuem alta taxa de subnotificações. Por esse motivo, optou-se por retirá-los nesse primeiro momento, por acreditar que não são os melhores *outputs* disponíveis.

Tabela 10 – Situação do Crime na Paraíba (2017 a 2019)

Tipo de Ocorrência	N	(%)
Consumada	235.529	54,81
Nada Constatado	111.930	26,05
Não Criminal	67.21	15,64
Tentado	15.030	3,50
Total	429.699	100.00

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da SESDSPB.

Na Tabela 11 mostra-se como se dá a finalização das ocorrências consumadas no Estado da Paraíba: Encaminhada a Outros Órgãos (e.g. Conselho Tutelar, presídios, manicômio, etc.); Encaminhada ao Pronto Socorro (e.g. acidentes, lesões provocadas ou auto provocadas, etc.); Procedimento em Delegacia (e.g. situação de flagrante delito)⁹; Solucionado no Local (natural nos casos de crime de ação pública condicionada em que a vítima não deseja denunciar o criminoso)¹⁰.

Tabela 11 – Situação Final das Ocorrência Consumadas na Paraíba (2017 a 2019)

	2017		2018		2019		Total	%
	N	%	N	%	N	%		
Enc. a outros órgãos	8.076	12,41	8.986	14,07	9.092	14,33	26.154	13,59
Enc. ao pronto socorro	2.440	3,75	2.456	3,84	2.560	4,03	7.456	3,87
Procedimento em Delegacia	20.250	31,11	20.064	31,40	20.507	32,32	60.821	31,61
Solucionado no Local	34.329	52,74	32.382	50,69	31.295	49,32	98.006	50,93
Total	65.095	100,00	63.888	100,00	63.454	100,00	192.437	100,00

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da SESDSPB.

Tratando-se especificamente sobre crimes consumados, a Figura 4 foi elaborada a partir do emprego de um algoritmo de mineração de texto com a finalidade de demonstrar a diversidade dos delitos consumados praticados na Paraíba, entre 2017 e 2019. O algoritmo foi calibrado para apresentar no máximo 60 palavras e considerar frequência mínima de 100 incidências no período. Sendo assim, os delitos de maior destaque foram os casos de Roubo a Transeunte, Violência Doméstica, Averiguação de Atitude Suspeita, Lesão corporal, Ameaça, Furto, Veículo Localizado e Roubo de Motocicleta, respectivamente.

⁹ Considera-se em flagrante delito quem: I – está cometendo a infração penal; II – acaba de cometê-la; III – é perseguido, logo após, pela autoridade, pelo ofendido ou por qualquer pessoa, em situação que faça presumir ser autor da infração; IV – é encontrado, logo depois, com instrumentos, armas, objetos ou papéis que façam presumir ser ele autor da infração.

¹⁰ A ação penal pública condicionada se dá quando a denúncia do criminoso, que é feita pelo Ministério Público, depende da representação da vítima. Ou seja, é a situação em que a vítima tem que querer que o autor do crime seja denunciado.

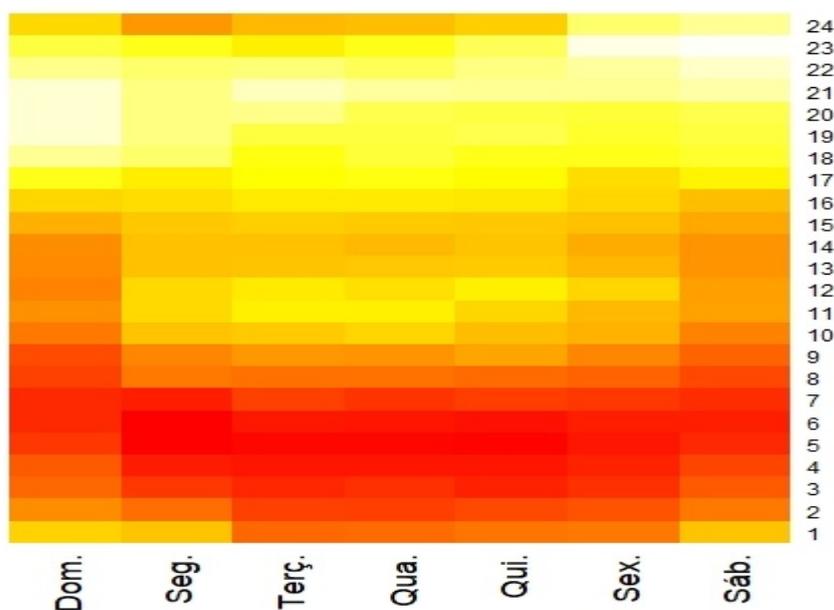
Figura 4 – Principais ocorrências consumadas na Paraíba (2017 a 2019)



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da SESDSPB.

Já a Figura 5, por seu turno, mostra a concentração das ocorrências consumadas por horário e dia da semana entre 2017 e 2019. No geral, percebe-se que a distribuição não é homogênea no tempo. Há uma maior intensidade durante os dias úteis da semana (segunda a sexta), sobretudo no período entre duas e oito horas da manhã. Nos finais de semana (sábado e domingo), a concentração ocorre no horário que vai das duas às dezesseis horas do dia.

Figura 5 – Ocorrências consumadas por hora e dia da semana na Paraíba (2017 a 2019)



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da SESDSPB.

3.4.5 Variáveis da Pesquisa

Os indicadores de desempenho da segurança pública paraibana segue o exposto na Portaria nº 29/2019. O documento dispõe sobre os Indicadores Chave de Performance (ICP) e metas a serem atingidas pelos operadores de segurança da Paraíba, como forma de acesso ao prêmio financeiro do PPUP, altera a Lei n.º 10.327/2014, sobre mesma temática. A seguir, elencam-se os indicadores empregados na pesquisa, em conformidade com as metas do programa:

- Crimes Violentos Letais Intencionais (CVLI);
- Crimes Violentos Patrimoniais (CVP);
- Crimes patrimoniais contra Instituições Bancárias (CIBAN);
- Subtração Ilegal de Veículos Automotivo (SIVA);
- Ocorrências Solucionadas.

A Tabela 12 mostra os delitos que compõem os grupos de indicadores (*outputs*) de performance selecionados. Além disso, exibe a frequência absoluta e relativa desses delitos entre os anos de 2017 e 2019. Como pode ser observado, o somatório de todas as ocorrências totaliza 235.529, distribuídas de forma heterogênea entre os cinco indicadores. É importante dar atenção às ocorrências solucionadas, uma vez que as mesma apontam a produção policial como um todo dentro do Estado da Paraíba.

Tabela 12 – Natureza das Ocorrências que Compõem os Grupos Utilizados na Pesquisa e sua Frequência (2017 a 2019)

Crimes Violentos Letais Intencionais (CVLI)	N	%
Encontro de Cadáver com Sinais de Violência	337	11,93
Feminicídio	7*	0,25
Homicídio doloso	2.436	86,26
Roubo com resultado morte (latrocínio)	44	1,56
Total	2.824	100
Crimes Violentos Patrimoniais (CVP)	N	%
Extorsão Mediante Sequestro	4	0,02
Roubo a posto de combustível	442	2,10
Roubo a transeunte (pessoa na rua)	14.270	67,93
Roubo após saque de valores (Saidinha de banco)	39	0,19
Roubo com privação de liberdade	34	0,16
Roubo de Caminhão (Carga)	68	0,32
Roubo em estabelecimento comercial	3.554	16,92
Roubo em estabelecimento público	128	0,61
Roubo em ônibus intermunicipal	85	0,40
Roubo em ônibus urbano	404	1,92
Roubo em residência	1.493	7,11
Roubo sem qualificação	445	2,12
Sequestro Relâmpago	39	0,19
Total	21.005	100
Crimes patrimoniais contra Instituições Bancárias (CIBAN)	N	%
Furto qualificado a caixa eletrônico	29	7,06
Furto qualificado a caixa eletrônico c/ explosão	67	16,30
Roubo a caixa eletrônico	14	3,41
Roubo a carro forte	6	1,46
Roubo a casas lotéricas	50	12,17
Roubo a Correios	137	33,33
Roubo a correspondente bancário	67	16,30
Roubo a/em agência bancária	41	9,98
Total	411	100
Subtração Ilegal de Veículos Automotivo (SIVA)	N	%
Furto de veículo	3.105	24,40
Roubo de veículo	3.501	27,51
Roubo de Motocicleta	6.120	48,09
Total	12.726	100,00
Ocorrências Solucionadas	N	%
Veículos Automotivo Recuperados	6.126	3,09
Flagrantes delito (Crimes Elucidados)**	60.821	30,63
Outras soluções***	131.616	66,28
Total	198.563	100
Total	235.529	100

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da SESDSPB.

* Homicídio contra mulher só foi contabilizado como feminicídio a partir de abril de 2019.

** Conduzidos à delegacia: vítima, acusado e testemunha.

*** Solucionados no local; Encaminhados a outros órgãos; Encaminhados ao pronto socorro.

A pesquisa utiliza três *inputs*, tal como exposto na Tabela 13, e três *outputs*, conforme reorganizados na Tabela 14. Segundo Drake e Simper (2002) os *inputs* usados no policiamento podem ser agrupados como numa empresa que inclui mão de obra e vários insumos de capital. Além disso, a segurança pública brasileira apresenta características de atividade intensivas em mão de obra. Dessa forma, o efetivo policial é um importante *input* na mensuração do desempenho policial, sendo amplamente

empregado nas pesquisas da área (THANASSOULIS, 1995; CARRINGTON et al., 1997; DIEZTICIO; MANCEBON, 2002; SUN, 2002; MELLO et al., 2005; BARROS; ALVES, 2005; GORMAN; RUGGIERO, 2008). O número de viaturas também é outro insumo que se destaca, sobretudo, porque os veículos melhoram a acessibilidade e aumentam a rapidez do atendimento às ocorrências (CARRINGTON et al., 1997; DIEZTICIO; MANCEBON, 2002; BARROS; ALVES, 2005; GORMAN; RUGGIERO, 2008). Finalmente, o tempo médio de experiência é empregado com o objetivo de capturar a influência do acúmulo de conhecimento profissional sobre o desempenho da atividade policial. Na Paraíba, até realizar seus primeiros patrulhamentos, o policial passa por um período de treinamento que dura no mínimo 10 meses.

Tabela 13 – Indicadores para Construção dos *Inputs* e *Outputs* Utilizados no Modelo MDEA-S

<i>Inputs</i>	<i>Outputs</i>
Efetivo Total Disponível na AISP	Inverso do total de CVLI
Tempo Médio de Experiência dos Policiais da AISP	Inverso do total de CVP
Total de Viaturas Disponíveis na AISP	Inverso do total de SIBAN
-	Inverso do total de SIVA
-	Total de Veículos Recuperados (VR)
-	Total de Crimes Elucidados (CE)
-	Total de Outras Soluções (OS)

Fonte: Fonte:elaboração própria.

Os *outputs* CVLI, CIBAN e SIVA são utilizados no programa Paraíba Unida pela Paz para premiar os policiais das AISPs que atingem as metas propostas de redução da criminalidade. Por se tratar de um programa de premiação baseado apenas nos resultados (*outputs*), o PPUP estabelece redução de 10% no semestre, em relação ao semestre equivalente do ano anterior, com exceção do CVP, que ainda não possui um valor estabelecido em lei, mas a ideia é que sofra redução a cada comparação semestral. Na Tabela 14 mostra-se a estratégia de reorganização dos indicadores de *outputs* do modelo MDEA-S. Além disso, o inverso do valor é adotado para os crimes violentos e crimes patrimoniais porque é de interesse da sociedade minimizá-las, pois são *outputs* indesejáveis (SCHEEL, 2001; MELLO et al., 2005).

Tabela 14 – Estratégia de Reorganização dos Indicadores de *Outputs* do Modelo MDEA-S

<i>Y</i>	<i>Outputs</i> Empregados
Crimes Violentos: Y_1	1/CVLI
Crimes Patrimoniais: Y_2	1/(CVP + SIBAN + SIVA)
Ocorrências solucionadas: Y_3	VR + CE + OS

Fonte: Fonte:elaboração própria.

Os *outputs* empregados na pesquisa são amplamente utilizados em trabalhos científicos da área, a exemplo do inverso dos CVLIs (BARROS, 2007; GORMAN; RUGGIERO, 2008; MACIEL, 2019), CVPs (GOMES et al., 2003; BARROS; ALVES, 2005; GORMAN; RUGGIERO, 2008; MACIEL, 2019) e SIVA (BARROS, 2007). Além

do mais, a literatura mostra estudos em que os veículos recuperados/localizados (BARROS; ALVES, 2005) e os crimes elucidados (levados à delegacia vítima, acusado e testemunha) (DRAKE; SIMPER, 2000; DIEZTICIO; MANCEBON, 2002; SUN, 2002; BARROS, 2007) são empregados como *proxy* para produção policial. Além dessas variáveis, a presente pesquisa emprega também ocorrências solucionadas, seja no local, ou mesmo encaminhados para outros órgãos como, por exemplo, pronto de socorro, DETRAN, Conselho Tutelar, dentre outros, com a mesma finalidade.

3.5 Resultados

Neste capítulo são discutidos os resultados do estudo. Inicialmente, tem-se uma análise descritiva dos dados: frequência de crimes por dia da semana e por natureza da ocorrência. Além disso, demonstra-se a concentração dos *inputs* e *outputs* por AISP e REISP. Em seguida, analisa-se a eficiência das AISPs por meio do modelo MDEA-S. Finalmente, a partir do algoritmo de *Machine Learning* adotado, o DBSCAN, identifica-se os padrões de roubos e furtos de veículos no município de João Pessoa.

3.6 Análise Descritiva

A Tabela 15 mostra que os delitos praticados na Paraíba apresentam diferentes comportamentos no decorrer da semana. Enquanto o CVLI é mais concentrado no final de semana, nos dias de sábado e domingo, os casos de CVP e CIBAN ocorrem em maior proporção durante os dias da semana (segunda a sexta). Em geral, os crimes patrimoniais são mais relacionados ao fluxo de pessoas e ao funcionamento das atividades comerciais como, por exemplo, bancos, escolas, universidades, lojas, entre outras atividades similares. Os achados corroboram com a ideia de que locais com maior fluxo de pessoas, a exemplo do comércio, aumentam as chances de ocorrer os chamados crimes de oportunidade ¹¹, isso porque esses locais facilitam a fuga e o anonimato dos criminosos. A literatura já enfatiza que lugares mais urbanizados implicam em menores chances de identificação e prisão dos criminosos, aumentando as chances de fuga e a impunidade (CANO; SANTOS, 2007).

¹¹ Expressão utilizada em situações que o criminoso age devido a uma distração da vítima. Há uma percepção de vantajosidade por parte do criminoso.

Tabela 15 – Frequência de Ocorrência na Paraíba por dia da Semana (2017 a 2019)

	2017		2018		2019			
Crimes Violentos Letais Intencionais - CVLI								
	N	%	N	%	N	%	Total	%
Segunda	147	14,40	166	16,75	112	13,79	425	15,05
Terça	136	13,32	120	12,11	97	11,95	355	12,57
Quarta	135	13,22	123	12,41	106	13,05	364	12,89
Quinta	142	13,91	136	13,72	101	12,44	379	13,42
Sexta	112	10,97	125	12,61	113	13,92	350	12,39
Sábado	146	14,30	159	16,04	145	17,86	450	15,93
Domingo	203	19,88	162	16,35	138	17,00	503	17,81
Total	1.021	100	991	100	812	100	2.824	100
Crimes Violentos Patrimoniais - CVP								
	N	%	N	%	N	%	Total	%
Segunda	1.257	14,36	1.032	14,87	784	14,76	3.073	14,63
Terça	1.333	15,23	1.015	14,62	820	15,44	3.168	15,08
Quarta	1.365	15,60	1.040	14,98	832	15,67	3.237	15,41
Quinta	1.350	15,43	1.067	15,37	877	16,51	3.294	15,68
Sexta	1.356	15,49	1.120	16,13	787	14,82	3.263	15,53
Sábado	1.198	13,69	972	14,00	688	12,95	2.858	13,61
Domingo	890	10,17	696	10,03	523	9,85	2.109	10,04
Total	8.752	100	6.942	100	5.311	100	21.005	100
Crimes patrimoniais contra Instituições Bancárias - CIBAN								
	N	%	N	%	N	%	Total	%
Segunda	35	21,08	35	20,47	12	16,22	82	19,95
Terça	23	13,86	25	14,62	14	18,92	62	15,09
Quarta	30	18,07	33	19,30	14	18,92	77	18,73
Quinta	33	19,88	25	14,62	11	14,86	69	16,79
Sexta	30	18,07	39	22,81	15	20,27	84	20,44
Sábado	13	7,83	9	5,26	5	6,76	27	6,57
Domingo	2	1,20	5	2,92	3	4,05	10	2,43
Total	166	100	171	100	74	100	411	100
Subtração Ilegal de Veículos Automotivo - SIVA								
	N	%	N	%	N	%	Total	%
Segunda	602	14,38	660	14,11	554	14,34	1.816	14,27
Terça	590	14,10	683	14,60	585	15,15	1.858	14,60
Quarta	586	14,00	666	14,23	540	13,98	1.792	14,08
Quinta	577	13,79	691	14,77	562	14,55	1.830	14,38
Sexta	601	14,36	693	14,81	577	14,94	1.871	14,70
Sábado	647	15,46	664	14,19	544	14,09	1.855	14,58
Domingo	582	13,91	622	13,29	500	12,95	1.704	13,39
Total	4.185	100	4.679	100	3.862	100	12.726	100
Ocorrências Solucionadas								
	N	%	Total	%	N	%	Total	%
Segunda	4.935	12,40	5.275	13,32	4.865	12,72	15.075	12,81
Terça	4.553	11,44	4.891	12,35	4.702	12,29	14.146	12,02
Quarta	4.580	11,51	4.577	11,56	4.577	11,97	13.732	11,67
Quinta	5.056	12,72	4.748	11,99	4.761	12,45	14.571	12,39
Sexta	5.579	14,02	5.599	14,14	5.431	14,20	16.609	14,12
Sábado	7.257	18,23	6.896	17,41	6.694	17,50	20.847	17,72
Domingo	7.819	19,65	7.618	19,24	7.214	18,86	22.641	19,25
Total	39.801	100	39.604	100	38.244	100	117.649	100

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da SESDS-PB.

Por seu turno, a Subtração Ilegal de Veículo Automotivo (SIVA) mostra-se bem distribuído entre os dias de segunda e sábado, apresentando redução aos domingos. Vale destacar que este comportamento pode está escondendo a existência de outros mercados ilegais associados a roubo e furto de veículos no Estado. Logo, essa subtração de veículos pode está alimentando outras demandas como, por exemplo, por peças e acessórios usados, clonagem de veículos¹², funcionamento de desmanches e oficinas clandestinas. Além disso, os veículos subtraídos podem fomentar a prática de outros crimes, tais como assaltos a bancos e similares, assassinatos, transporte de drogas, roubo a pessoa e a estabelecimentos comerciais. Sendo assim, a subtração veicular pode potencializar as ações criminosas em diversos mercados ilegais.

Na Tabela 16 tem-se informações de frequência absoluta e relativa de delitos por natureza da ocorrência, entre 2017 e 2019. Nesse caso, é importante ressaltar que foram consideradas apenas as transgressões que formam os indicadores de criminalidade da atual pesquisa. Como visto, esses indicadores apresentam certa dependência em relação a alguns delitos. Por exemplo, do total de CVLI, 86,26% são referentes aos homicídios dolosos e 11,93%, ao encontro de cadáver. Esses achados estão em harmonia com o exposto por Anjos Júnior (2015), quando o mesmo estudou a distribuição espacial da criminalidade nos municípios paraibanos entre 2011 e 2013 usando dados fornecidos pela SESDS do Estado da Paraíba.

Acerca dos CVPs, estes são mais relacionados com roubos a transeuntes (67,93%) e roubos em estabelecimentos comerciais (16,92%). Nesse caso, o criminoso atua frente a distração e facilidade oferecida pela vítima. Já o CIBAN é mais concentrado em roubos a agências dos Correios (33,33%), furto a caixa eletrônico com explosão (16,30%) e roubo a correspondente bancário (16,30%). Essa modalidade de crime visa obter, de forma planejada, maior quantidade de dinheiro em espécie. Dado que os bancos são vigiados, dificultando esse tipo de delito, o CIBAN requer mais tempo, organização, planejamento e recursos, comparativamente aos roubos a transeuntes, por exemplo. Além disso, é uma modalidade criminosa com expressiva liquidez; isto é, diferentemente do roubo a transeunte, por exemplo, no CIBAN o criminoso não precisa vender ou trocar objetos.

Os dados também mostram que praticamente a metade dos casos de SIVA (48,07%) são devidos a roubos de motocicletas. Geralmente, esse tipo de veículo é utilizado na prática de outros delitos, a exemplo de homicídios, roubos à pessoa, a estabelecimentos e o transporte de drogas. Isso ocorre pelo fato das motocicletas facilitarem a fuga, graças a sua mobilidade no trânsito.

¹² Em geral ocorre por encomenda, quando um "cliente" demanda determinado carro, ano e modelo - por exemplo, SUV marca XX, vermelho, ano de 2020. Um criminoso, então, rouba um veículo com as características solicitadas, e uma oficina, geralmente clandestina, "esquenta" o veículo transformando-o em um veículo aparentemente legal - refaz a numeração do motor, chassi, vidros e para-brisas, além de trocar a placa - deixando todas informações iguais as de outro SUV marca XX, vermelho, ano de 2020. Em síntese, fica circulando dois veículos exatamente iguais. Normalmente, carros roubados em uma UF são clonados e vendidos em outras UFs.

Tabela 16 – Frequência de Crimes dado a Natureza da Ocorrência (2017 a 2019)

	2017		2018		2019			
Crimes Violentos Letais Intencionais (A)								
	N	%	N	%	N	%	Total	%
Encontro de Cadáver	120	11,75	124	12,51	93	11,45	337	11,93
Feminicídio	-	0,00	-	0,00	7	0,86	7	0,25
Homicídio doloso	888	86,97	852	85,97	696	85,71	2.436	86,26
Roubo com resultado morte	13	1,27	15	1,51	16	1,97	44	1,56
Total	1.021	100	991	100	812	100	2.824	100
Crimes Violentos Patrimoniais (B)								
	N	%	N	%	N	%	Total	%
Extorsão Mediante Sequestro	1	0,01	1	0,01	2	0,04	4	0,02
Roubo a posto de combustível	166	1,90	154	2,22	122	2,30	442	2,10
Roubo a transeunte	6.152	70,29	4.676	67,36	3.441	64,79	14.269	67,93
Roubo após saque de valores	12	0,14	15	0,22	12	0,23	39	0,19
Roubo com privação de liberdade	11	0,13	13	0,19	10	0,19	34	0,16
Roubo de Caminhão (Carga)	29	0,33	28	0,40	11	0,21	68	0,32
Roubo em estabelecimento comercial	1.445	16,51	1.164	16,77	946	17,81	3.555	16,92
Roubo em estabelecimento público	49	0,56	44	0,63	35	0,66	128	0,61
Roubo em ônibus intermunicipal	41	0,47	23	0,33	21	0,40	85	0,40
Roubo em ônibus urbano	168	1,92	136	1,96	100	1,88	404	1,92
Roubo em residência	473	5,40	546	7,87	474	8,92	1.493	7,11
Roubo sem qualificação	196	2,24	122	1,76	127	2,39	445	2,12
Sequestro Relâmpago	9	0,10	20	0,29	10	0,19	39	0,19
Total	8.752	100	6.942	100	5.311	100	21.005	100
Crimes patrimoniais contra Instituições Bancárias (C)								
	N	%	N	%	N	%	Total	%
Furto qualificado a caixa eletrônico	11	6,63	8	4,68	10	13,51	29	7,06
Furto a caixa eletrônico c/ explosão	32	19,28	30	17,54	5	6,76	67	16,30
Roubo a caixa eletrônico	10	6,02	4	2,34	0	0,00	14	3,41
Roubo a carro forte	1	0,60	3	1,75	2	2,70	6	1,46
Roubo a casas lotéricas	18	10,84	19	11,11	13	17,57	50	12,17
Roubo a Correios	55	33,13	67	39,18	15	20,27	137	33,33
Roubo a correspondente bancário	27	16,27	25	14,62	15	20,27	67	16,30
Roubo a/em agência bancária	12	7,23	15	8,77	14	18,92	41	9,98
Total	166	100	171	100	74	100	411	100
Subtração Ilegal de Veículos Automotivo (D)								
	N	%	N	%	N	%	Total	%
Furto de veículo	1.090	26,05	1.019	21,78	999	25,87	3.108	24,42
Roubo de veículo	1.012	24,18	1.384	29,58	1.105	28,61	3.501	27,51
Roubo de Motocicleta	2.083	49,77	2.276	48,64	1.758	45,52	6.117	48,07
Total	4.185	100	4.679	100	3.862	100	12.726	100
Ocorrências Solucionadas (E)								
	N	%	N	%	N	%	Total	%
Veículos Recuperados	1.952	2,91	2.255	3,41	1.919	2,94	6.126	3,09
Crimes Elucidados	20.250	30,20	20.064	30,33	20.507	31,37	60.821	30,63
Outras Soluções	44.845	66,89	43.824	66,26	42.947	65,70	131.616	66,28
Total	67.047	100	66.143	100	65.373	100	198.563	100
Total (A+B+C+D+E)	81.171	100	78.926	100	75.432	100	235.529	100

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da SESDS-PB.

A Tabela 17 descreve os *inputs* e *outputs* utilizados na pesquisa. Com isso, busca-se mostrar a frequência absoluta e relativa dos insumos e produtos (serviço)

das AISPs em relação ao total do Estado. O que chama inicialmente a atenção é a concentração do efetivo policial na ordem de 10,39%, 9,88% e 9,58%, nas AISPs 10, 1 e 2, respectivamente. Essas AISPs são responsáveis pelo policiamento de Campina Grande e municípios vizinhos (AISP 10), João Pessoa, bairros do Norte (AISP 1), João Pessoa, bairros do Sul (AISP 2)¹³, que são pertencentes às REISP II e REISP I, como visto na Tabela 18. As AISPs supracitadas concentram juntas 29,85% do efetivo policial da Paraíba¹⁴, um valor expressivo. Por sua vez, as AISPs 16 e 4, com 2,13% e 2,19% cada, figuram entre as menores proporções de efetivo da Paraíba, com pouco mais de 4% do total.

A distribuição de viaturas também parece favorecer as AISPs 1, 2 e 10, nessa ordem. Tanto a AISP 1 quanto AISP 2 possuem 10,33% das viaturas totais cada uma, ao passo que a AISP 10 concentra 8,73%. Além disso, em conjunto, as três unidades englobam quase 30% das viaturas do Estado. No caso inverso, as AISPs 18 e 16, ambas pertencentes à REISP III, possuem 2,13% das viaturas policiais da Paraíba¹⁵. No que diz respeito à experiência dos policiais, a maior média pode ser observada na AISP 15 (18 anos de atividade), e a menor na AISP 13 (9 anos de atividade). Ademais, o valor que mais se repete (a moda) é de 13 anos, enquanto que a média estadual é de 14 anos de serviço. Cabe ressaltar que a natureza da atividade policial exige vigor físico e experiência. Porém, juntar essas duas características em um único profissional nem sempre é possível. Em geral, para que se atenda essas duas recomendações, a alternativa é organizar as patrulhas de forma que trabalhem policiais mais experientes juntamente com profissionais "novatos".

Em tempo, destaca-se que a avaliação do prêmio Paraíba Unida pela Paz, política de segurança pública que remunera o desempenho policial na Paraíba, não incorpora os diferenciais de insumos disponíveis pelas AISPs. A concessão do prêmio se resume a uma análise de *outputs*. Porém, essa abordagem pode causar distorções irreparáveis aos beneficiários ao longo do anos.

Na Seção 3.3 foi feita uma discussão sobre diversas políticas estaduais de segurança pública com foco na redução de crimes violentos. Na Paraíba, por exemplo, entre 2017 e 2019 foram 2.824 assassinatos concentrados, especialmente, nas AISPs 1, 2, 5 e 10. Em conjunto, estas unidades respondem por 43,31% dos crimes violentos ocorridos na Paraíba entre 2017 e 2019. Ao mesmo tempo, os dados exibem locais ainda pouco afetados por essa problemática, como é o caso das AISPs 3 e 16, que funcionam nos municípios de Cabedelo e Princesa Isabel, pois respondem por apenas 1,2% e 1,81% dos casos da Paraíba.

No referente aos crimes patrimoniais, foram 34.142 no período em análise, com destaque para as AISPs 1, 2 e 10, que juntas concentraram mais de 60% do total do Estado. Por sua vez, as unidades situadas nos municípios de Princesa Isabel, Catolé do Rocha e Itaporanga (AISPs 16, 18 e 17) apresentaram as menores incidências.

O *output* de ocorrências solucionadas contempla: veículos automotivos recuperados (isto é, o veículo foi roubado/furtado e em seguida recuperado pela polícia); os

¹³ Mais detalhes: consultar nomes dos municípios por AISPs e REISP na Tabela A.1, Tabela A.2 e Tabela A.3, no Apêndice.

¹⁴ Proporção de efetivo policial: REISP I: 41,05%; REISP II: 37,26% e REISP III: 21,69%. Outras distribuições desses *inputs* e *outputs* podem ser consultadas na Tabela A.4

¹⁵ Proporção de viatura policial: REISP I: 36,31%; REISP II: 35,98% e REISP III: 27,71%. Outras distribuições desses *inputs* e *outputs* podem ser consultadas na Tabela A.4

Tabela 17 – Frequência de Inputs e Outputs por AISPs (2017 a 2019)

AISP	Inputs						Outputs					
	Efetivo		Viaturas		Experiência*		Crimes Violentos		Crimes Patrimoniais		Ocorren. Solucionadas	
	N	(%)	N	(%)	N	(%)	N	(%)	N	(%)	N	(%)
1	641	9,88	71	10,33	15		322	11,40	7.598	22,25	35.889	18,07
2	621	9,58	71	10,33	15		321	11,37	6.978	20,44	32.304	16,27
3	152	2,34	25	3,64	17		34	1,20	590	1,73	4.253	2,14
4	142	2,19	24	3,49	14		79	2,80	971	2,84	7.830	3,94
5	411	6,34	40	5,82	14		310	10,98	1.773	5,19	14.164	7,13
6	204	3,15	34	4,95	10		197	6,98	1.144	3,35	5.114	2,58
7	184	2,84	17	2,47	13		68	2,41	380	1,11	1.838	0,93
8	441	6,80	37	5,39	14		118	4,18	922	2,70	5.916	2,98
9	237	3,65	27	3,93	16		93	3,29	498	1,46	3.921	1,97
10	674	10,39	60	8,73	14		270	9,56	6.420	18,80	35.867	18,06
11	169	2,61	40	5,82	13		114	4,04	746	2,18	5.868	2,96
12	265	4,09	37	5,39	13		115	4,07	1.381	4,04	8.460	4,26
13	160	2,47	13	1,89	9,0		59	2,09	450	1,32	1.596	0,80
14	219	3,38	25	3,64	13		74	2,62	447	1,31	4.739	2,39
15	523	8,06	47	6,84	18		148	5,24	1.227	3,59	9.314	4,69
16	138	2,13	12	1,75	13		52	1,84	135	0,40	1.910	0,96
17	300	4,63	24	3,49	17		77	2,73	200	0,59	3.518	1,77
18	216	3,33	8,0	1,16	16		119	4,21	156	0,46	1.187	0,60
19	269	4,15	29	4,22	14		103	3,65	1.014	2,97	6.800	3,42
20	351	5,41	29	4,22	17		80	2,83	592	1,73	5.315	2,68
21	168	2,59	17	2,47	13		71	2,51	520	1,52	2.760	1,39
Total	6.484	100	686	100	14		2.824	100	34.142	100	198.563	100

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da SESDS-PB. *Tempo médio de experiência dos policiais da AISP e Estado (total).

casos de flagrante delito (crime elucidado), em que são conduzidos para a delegacia vítimas, acusados e testemunhas; ocorrências solucionadas no local (situações em que a polícia resolve o fato, mas não tem prisão do acusado); ocorrências encaminhadas a outros órgãos e encaminhados ao pronto socorro. Em geral, as situações supracitas melhoram a satisfação dos usuários de forma imediata como, por exemplo, a polícia recuperar um veículo roubado, prender criminosos em flagrante, atender e resolver uma ocorrência ou conduzir alguém para o pronto-socorro.

No período analisado foram 198.563 ocorrências do tipo solucionadas, nas quais as AISPs 1, 10 e 2 responderam, em conjunto, por 52,40% do total. Já as AISPs 18, 13 e 7, situadas em Catolé do Rocha, Picuí e Mamanguape, apresentaram os piores resultados, representando pouco mais de 2% do total. Com base nestes resultados é notório que há uma distribuição desigual no Estado não só nos *inputs*, mas também nos *outputs*. Em geral, as maiores concentrações dos insumos e produtos (serviços) estão presentes nas AISPs 1, 2 e 10, representadas pelos municípios de João Pessoa e Campina Grande (Tabela 18).

Tabela 18 – Municípios Sedes das AISPs do Estado da Paraíba

I Região Integrada de Segurança Pública (A)		
AISP	Município Sede	Nº Mun.
1	João Pessoa - Bairros do Norte	1
2	João Pessoa - Bairros do Sul	-
3	Cabedelo	1
4	Bayeux	1
5	Santa Rita	7
6	Alhandra	5
7	Mamanguape	12
Total	-	27
II Região Integrada de Segurança Pública (B)		
AISP	Município Sede	Nº Mun.
8	Guarabira	14
9	Itabaiana	15
10	Campina Grande	4
11	Queimadas	15
12	Esperança	17
13	Picuí	12
14	Monteiro	17
21	Solânea	11
Total	-	105
III Região Integrada de Segurança Pública (C)		
AISP	Município Sede	Nº Mun.
15	Patos	25
16	Princesa Isabel	7
17	Itaporanga	20
18	Catolé do Rocha	11
19	Sousa	13
20	Cajazeiras	15
Total	-	91
A + B + C	-	223

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 19 contempla as estatísticas descritivas dos insumos e produtos (serviços) selecionados para compor o modelo de eficiência das 21 AISPs da Paraíba. Como pode ser observado, o efetivo médio é de aproximadamente 309 policiais por AISP, sendo o máximo de 674 profissionais (AISP 10) e o mínimo de 138 (AISP 16). De acordo com as informações, os profissionais possuem, em média, 14 anos de experiência na atividade policial. Ademais, tem-se uma média de 33 viaturas por AISP, com as AISPs 1 e 2 apresentando maior número de viaturas (71 cada), e a AISP 18 com o menor valor (8 viaturas).

Sobre os *outputs*, os crimes violentos apresentam média de 134,48 ocorrências por AISP, sendo o máximo na AISP 1 (João Pessoa-Norte) e o mínimo na AISP 3 (Cabedelo). Além disso, são aproximadamente 1.625 crimes patrimoniais, com elevado desvio-padrão, em que o máximo é de 7.598 (AISP 1) e o mínimo de 135 (AISP 16). Finalmente, a média de ocorrências solucionadas é de aproximadamente 9.455 ocorrências. Nesse caso, o destaque é para a AISP 1, com 35.889 casos solucionados. Já o valor mínimo é o da AISP 18, que solucionou apenas 1.187 ocorrências no período.

Tabela 19 – Descritiva dos *Inputs* e *Outputs* Utilizados no Modelo DEA

		Média	Desv. Padrão	Máximo	Mínimo
Inputs	Policiais	308,80	174,91	674 (AISP 10)	138 (AISP 16)
	Viaturas	32,71	17,71	71 (AISP 1 e 2)	8 (AISP 18)
	Experiência (anos)	14,23	2,23	18,46 (AISP 15)	9,0 (AISP 13)
Outputs	Crimes Violentos	134,48	92,54	322 (AISP 1)	34 (AISP 3)
	Crimes Patrimoniais	1.625,81	2.293,67	7.598 (AISP 1)	135 (AISP 16)
	Ocorrências Solucionadas	9.455,38	10.994,87	35.889 (AISP 1)	1.187 (AISP 18)

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da SESDSPB.

O programa Paraíba Unida pela Paz é uma importante política pública de incentivo à produtividade policial na Paraíba. Porém, é possível que o mesmo não esteja contemplando as unidades que de fato são mais eficientes, sobretudo porque não considera os *inputs* disponíveis nas AISPs. Dessa forma, uma análise de desempenho que incorpore a relação entre *inputs* e *outputs* pode servir de auxílio na seleção das unidades que, de fato, deveriam receber a premiação.

3.7 Resultados da Estimação do modelo MDEA-S

Nas Tabelas 20 e 21 encontram-se os *scores* de eficiência do modelo MDEA-S para os seis semestres do período entre 2017 e 2019. A estrutura de dados em painel permitiu a utilização da fronteira temporal de eficiência sequencial, implicando em desdobramentos importantes para a análise aqui realizada, a saber: i) o desempenho auferido por uma dada AISP no passado (t_0) deve ser factível no presente (t_1), o que exclui a possibilidade de retrocesso técnico na função de produção; e ii) reduções de

eficiência ao longo do tempo podem ser atribuídas ao gerenciamento, à reputação e/ou a fatores exógenos (não controláveis pela AISP como, por exemplo, uma fuga em massa de apenados na região). Além das implicações já expostas, vale ressaltar as vantagens obtidas ao se combinar o método sequencial com o MDEA: i) correção de possíveis erros de classificação das AISPs, melhorando o poder discriminatório do método (pois supera-se o problema de dimensionalidade da amostra); ii) os *scores* são calculados para todas as possíveis combinações de *inputs* e *outputs*, corrigindo potenciais vieses; e iii) corrige o problema de *outliers* que, em geral, causam perturbações aos resultados do DEA tradicional.

A análise de eficiência pelo método MDEA-S mostra que os resultados da REISP I nos semestres 2017.1 e 2017.2 se sobressaem, com *scores* de 0,6077 e 0,5747, respectivamente. Em todos os demais períodos, os *scores* de eficiência da REISP I caem para valores inferiores a 0,500. Ademais, as REISPs II e III não atingem, em nenhum semestre, valores de eficiência sequer iguais a 0,500. Por sua vez, os semestres 2017.1 e 2017.2 exibem um maior número de AISPs com *scores* de eficiência elevados, com valores superiores a 0,600. Nesse caso, foram 6 AISPs em cada semestre, sendo que três (50%) pertencem à REISP I, uma (16,7%) à REISP II e duas (0,33%) à REISP III, nessa ordem. Já nos semestres de 2018.1, 2018.2 e 2019.1, a quantidade de AISPs com *scores* acima de 0,600 diminui para 3 unidades, sendo uma na REISP II e duas na REISP III. Finalmente, no semestre 2019.2, dentre as 21 AISPs analisadas, apenas duas possuem *scores* de eficiência superior a 0,600, sendo uma pertencente à REISP II e outra à REISP III.

Em síntese, os dados mostram que conforme a análise se distancia dos semestres iniciais da série, a quantidade de AISPs com *scores* maiores de eficiência vai diminuindo. Conforme apontado, essas reduções de eficiência podem ser atribuídas ao gerenciamento dos recursos disponíveis pelas unidades, à questão da reputação e a fatores exógenos. Esses são elementos que merecem ser melhor investigados, porém os resultados de [Pereira Filho \(2016\)](#) já sugerem que os impactos de variáveis contextuais (ambientais) e aleatórias pouco alteram o quadro relativo de ineficiência gerencial que predomina na provisão da segurança pública no Brasil.

A Tabela 22 exibe a distribuição de frequência e a média dos *scores* de eficiência das AISPs por semestre. Como pode ser observado, o *score* de eficiência médio é maior nos períodos 2017.1 e 2017.2. Já o menor índice médio de eficiência é de 0,3821, esse último verificado no semestre 2018.1. Para se ter um padrão de comparação, [Wu, Chen e Yeh \(2010\)](#), ao analisar a eficiência dos distritos policiais de Taiwan, observaram uma média de eficiência das DMUs da ordem de 0,9846.

A distribuição dos *scores* em classes expõe como os índices de eficiência das AISPs se encontram concentrados nos níveis mais baixos, principalmente nos valores até 0,500. Ao se considerar AISPs com *score* até 0,600, há uma nítida concentração (71,43%) em 2017.1 e em 2017.2, e que permanece crescendo nos semestres posteriores, chegando a alcançar 90,48% em 2019.2. Já as AISPs concentradas nos *scores* mais elevados de eficiência representaram 28,57% nos semestres 2017.1 e 2017.2, 14,29% nos semestres 2018.1, 2018.2 e 2019.1 e, por fim, 9,52% no último semestre (2019.2). [Gorman e Ruggiero \(2008\)](#), em análise para os Estados Unidos, encontrou que cerca de 70% das forças policiais estaduais são eficientes. Já [Akdogan \(2012\)](#) mostrou que 52,6% das delegacias de polícia da cidade de Ancara, na Turquia, são eficientes. No Brasil, os achados de [Feitosa, Schull e Hein \(2014\)](#) mostraram que, dentre as UFs, 52,28%

Tabela 20 – Resultados da Estimação do Modelo MDEA-S - 1º Semestre

REISP/AISP	2017.1				2018.1				2019.1				Município Sede
	IE	EP	IC95%		IE	EP	IC95%		IE	EP	IC95%		
REISP I	0,6077*	0,0209*	0,5664-0,6489*		0,4175*	0,0192*	0,3797-0,4553*		0,3775*	0,0172*	0,3436-0,4114*		João Pessoa
AISP 1	0,5871	0,0688	0,4487-0,7255		0,5660	0,0687	0,4278-0,7042		0,5206	0,0630	0,3940-0,6472		João Pessoa - Norte
AISP 2	0,5547	0,0635	0,4270-0,6825		0,5140	0,0623	0,3887-0,6392		0,4430	0,0528	0,3368-0,5492		João Pessoa - Sul
AISP 3	0,5100	0,0333	0,4435-0,5773		0,3368	0,0255	0,2854-0,3882		0,3009	0,0198	0,2611-0,3407		Cabedelo
AISP 4	0,6434	0,0472	0,5484-0,7384		0,4952	0,0573	0,3799-0,6105		0,4736	0,0568	0,3594-0,5878		Bayeux
AISP 5	0,4125	0,0440	0,3239-0,5011		0,3564	0,0409	0,2741-0,4387		0,3199	0,0351	0,2494-0,3905		Santa Rita
AISP 6	0,6766	0,0555	0,5649-0,7883		0,4321	0,0483	0,3349-0,5293		0,3291	0,0380	0,2527-0,4055		Alhandra
AISP 7	0,8688	0,0464	0,7755-0,9621		0,2221	0,0096	0,2027-0,2416		0,2556	0,0228	0,2097-0,3014		Mamanguape
REISP II	0,4040*	0,0146*	0,3751-0,4328*		0,3305*	0,0152*	0,3005-0,3605*		0,3910*	0,0158*	0,3600-0,4220*		Campina Grande
AISP 8	0,2470	0,0159	0,2150-0,2790		0,1619	0,0121	0,1375-0,1863		0,1719	0,0127	0,1464-0,1974		Guarabira
AISP 9	0,2706	0,0162	0,2380-0,3033		0,2150	0,0156	0,1835-0,2465		0,2667	0,0169	0,2328-0,3007		Itabaiana
AISP 10	0,5832	0,0685	0,4455-0,7209		0,5399	0,0660	0,4072-0,6726		0,5717	0,0682	0,4345-0,7089		Campina Grande
AISP 11	0,3737	0,0370	0,2991-0,4482		0,2747	0,0297	0,2149-0,3345		0,3616	0,0363	0,2886-0,4346		Queimadas
AISP 12	0,3244	0,0263	0,2715-0,3774		0,2975	0,0324	0,2322-0,3627		0,3538	0,0371	0,2791-0,4284		Esperança
AISP 13	0,7457	0,0418	0,6614-0,8299		0,6771	0,0550	0,5666-0,7876		0,6998	0,0509	0,5980-0,8022		Picuí
AISP 14	0,2982	0,0147	0,2686-0,3279		0,2348	0,0169	0,2009-0,2687		0,3703	0,0297	0,3105-0,4301		Monteiro
AISP 21	0,3889	0,0190	0,3505-0,4272		0,2428	0,0212	0,2000-0,2855		0,3324	0,0289	0,2743-0,3904		Solânea
REISP III	0,4699*	0,0186*	0,4332-0,5066*		0,4097*	0,0190*	0,3722-0,4472*		0,4398*	0,0192*	0,4019-0,4778*		Patos
AISP 15	0,2171	0,0135	0,1901-0,2442		0,1927	0,0168	0,1588-0,2265		0,2172	0,0199	0,1771-0,2573		Patos
AISP 16	0,9253	0,0253	0,8744-0,9762		0,8510	0,0309	0,7888-0,9131		0,8329	0,0421	0,7482-0,9176		Princesa Isabel
AISP 17	0,3340	0,0121	0,3097-0,3583		0,2928	0,0175	0,2577-0,3279		0,3553	0,0255	0,3040-0,4066		Itaporanga
AISP 18	0,7032	0,0515	0,5995-0,8069		0,6583	0,0529	0,5518-0,7647		0,7273	0,0489	0,6290-0,8255		Catolé do Rocha
AISP 19	0,3628	0,0269	0,3087-0,4169		0,2741	0,0292	0,2155-0,3328		0,2384	0,0195	0,1992-0,2775		Sousa
AISP 20	0,2771	0,0129	0,2510-0,3032		0,1896	0,0097	0,1700-0,2092		0,2678	0,0212	0,2252-0,3104		Cajazeiras

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da SEDS-PB. IE: Índice de Eficiência; EP: Erro-Padrão; IC: Intervalo de Confiança; * Valor da REISP.

Tabela 21 – Resultados da Estimação do Modelo MDEA-S - 2º Semestre

REISP/AISP	2017.2				2018.2				2019.2				Município Sede
	IE	EP	IC95%		IE	EP	IC95%		IE	EP	IC95%		
REISP I	0,5747*	0,0205*	0,5343-0,6150*		0,4187*	0,0190*	0,3814-0,4561*		0,4047*	0,0171*	0,3710-0,4384*		João Pessoa
AISP 1	0,5917	0,0681	0,4547-0,7286		0,5393	0,0654	0,4078-0,6708		0,5098	0,0612	0,3868-0,6328		João Pessoa - Norte
AISP 2	0,5407	0,0615	0,4171-0,6644		0,4943	0,0599	0,3738-0,6147		0,4597	0,0551	0,3490-0,5704		João Pessoa - Sul
AISP 3	0,5350	0,0356	0,4635-0,6066		0,3554	0,0260	0,3032-0,4078		0,4770	0,0247	0,4272-0,5267		Cabedelo
AISP 4	0,6308	0,0465	0,5373-0,7243		0,4740	0,0525	0,3685-0,5796		0,4756	0,0555	0,3640-0,5872		Bayeux
AISP 5	0,3985	0,0417	0,3147-0,4823		0,3368	0,0389	0,2586-0,4150		0,3432	0,0391	0,2644-0,4219		Santa Rita
AISP 6	0,6614	0,0553	0,5502-0,7725		0,4800	0,0571	0,3652-0,5947		0,2929	0,0306	0,2313-0,3545		Alhandra
AISP 7	0,6644	0,0572	0,5495-0,7794		0,2514	0,0225	0,2062-0,2966		0,2747	0,0231	0,2283-0,3211		Mamanguape
REISP II	0,4456*	0,0148*	0,4166-0,4746*		0,3503*	0,0154*	0,3201-0,3806*		0,3909*	0,0158*	0,3598-0,4220*		Campina Grande
AISP 8	0,2851	0,0148	0,2552-0,3150		0,1750	0,0132	0,1484-0,2017		0,1875	0,0127	0,1620-0,2130		Guarabira
AISP 9	0,3747	0,0198	0,3350-0,4144		0,2150	0,0141	0,1867-0,2433		0,2151	0,0123	0,1904-0,2397		Itabaiana
AISP 10	0,5916	0,0672	0,4565-0,7267		0,5739	0,0682	0,4367-0,7112		0,5829	0,0687	0,4449-0,7210		Campina Grande
AISP 11	0,3513	0,0331	0,2848-0,4179		0,3154	0,0306	0,2539-0,3769		0,3526	0,0402	0,2718-0,4334		Queimadas
AISP 12	0,3261	0,0248	0,2763-0,3759		0,3080	0,0327	0,2423-0,3738		0,3429	0,0362	0,2701-0,4158		Esperança
AISP 13	0,8571	0,0396	0,7774-0,9367		0,6794	0,0509	0,5772-0,7817		0,7038	0,0493	0,6047-0,8029		Picuí
AISP 14	0,3564	0,0114	0,3334-0,3793		0,2641	0,0210	0,2218-0,3064		0,4273	0,0285	0,3700-0,4845		Monteiro
AISP 21	0,4225	0,0197	0,3829-0,4620		0,2718	0,0261	0,2193-0,3242		0,3154	0,0236	0,2678-0,3629		Solânea
REISP III	0,4849*	0,0162*	0,4529-0,5168*		0,3922*	0,0178*	0,3572-0,4273*		0,4060*	0,0177*	0,3712-0,4408*		Patos
AISP 15	0,2533	0,0170	0,2192-0,2874		0,2113	0,0201	0,1707-0,2518		0,2387	0,0225	0,1935-0,2839		Patos
AISP 16	0,7507	0,0348	0,6808-0,8207		0,6421	0,0472	0,5472-0,7369		0,8172	0,0416	0,7335-0,9009		Princesa Isabel
AISP 17	0,4477	0,0140	0,4194-0,4759		0,3110	0,0183	0,2742-0,3479		0,2857	0,0171	0,2514-0,3200		Itaporanga
AISP 18	0,7280	0,0486	0,6323-0,8277		0,7175	0,0492	0,6187-0,8164		0,5307	0,0502	0,4297-0,6316		Catolé do Rocha
AISP 19	0,4221	0,0280	0,3658-0,4784		0,2684	0,0255	0,2170-0,3197		0,2745	0,0209	0,2325-0,3166		Sousa
AISP 20	0,3056	0,0138	0,2793-0,3333		0,2031	0,0140	0,1750-0,2312		0,2893	0,0241	0,2408-0,3379		Cajazeiras

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da SEDS-PB. IE: Índice de Eficiência; EP: Erro-Padrão; IC: Intervalo de Confiança; * Valor da REISP.

punderam ser classificadas como eficientes em relação aos gastos em segurança pública.

Tabela 22 – Descrição dos *scores* de eficiência do modelo MDEA-S

Classe	2017.1		2018.1		2019.1	
	N	%	N	%	N	%
(0;0,5]	11	52,38	15	71,43	16	76,19
(0,5;0,6]	4	19,05	3	14,29	2	9,52
(0,6;0,7]	2	9,52	2	9,52	1	4,76
(0,7;0,8]	2	9,52	0	0,00	1	4,76
(0,8;0,9]	1	4,76	1	4,76	1	4,76
(0,9;1]	1	4,76	0	0,00	0	0,00
Total	21	100	21	100	21	100
Eficiência	Média	DP	Média	DP	Média	DP
-	0,4968	0,2105	0,3821	0,1913	0,4005	0,1783
Classe	2017.2		2018.2		2019.2	
	N	%	N	%	N	%
(0;0,5]	11	52,38	16	76,19	16	76,19
(0,5;0,6]	4	19,05	2	9,52	3	14,29
(0,6;0,7]	3	14,29	2	9,52	0	0,00
(0,7;0,8]	2	9,52	1	4,76	1	4,76
(0,8;0,9]	1	4,76	0	0,00	1	4,76
(0,9;1]	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Total	21	100	21	100	21	100
Eficiência	Média	DP	Média	DP	Média	DP
-	0,4997	0,1719	0,3851	0,1683	0,3998	0,1635

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da SESDSPB.
DP (Desvio Padrão)

A Figura 6 sintetiza um conjunto de informações expostas nas Tabelas 20, 21 e 22. Nela tem-se a plotagem dos *scores* de eficiência por AISP em cada semestre. Dessa forma, é possível visualizar de forma mais clara que DMUs possuem os maiores níveis de eficiência em cada período. Além disso, possibilita verificar a construção de uma reputação por parte das AISPs ao longo do tempo. Assim como no trabalho de Mello et al. (2005), os modelos usados na presente análise buscam retratar a capacidade de cada AISP em combater a criminalidade existente, dado os recursos disponíveis. Também vale ressaltar que a manutenção de baixos índices de criminalidade ao longo dos períodos permite às AISPs a realização de atividades de cunho mais preventivo. Assim, a construção de uma reputação é algo que a sociedade espera do serviço policial.

Na Figura 6 chama a atenção o fato da maior parte das DMUs com *scores* eficientes corresponderem à AISPs situadas no interior do Estado. Com exceção da AISP 1, situada no município de João Pessoa, que só passou a apresentar *scores* eficientes a partir de 2018.1, todas as demais AISPs podem ser consideradas do interior. Outro fato interessante é que as AISPs 6 e 7 aparecem dentre as eficientes nos semestres 2017.1 e 2017.2, porém ao longo do tempo há redução expressiva em seus níveis de eficiência, de modo que em 2019.1 passam a figurar dentre os piores *scores*. Essas AISPs representam os municípios de Alhandra e Mamanguape, respectivamente. De certa forma, isso mostra que essas duas DMUs não foram bem-sucedidas em construir

uma boa reputação no combate à criminalidade ao longo do tempo. Além disso, vale lembrar que ao excluir a possibilidade de retrocesso técnico na função de produção, os desempenhos auferidos no passado ainda devem ser factíveis (replicáveis) nos períodos seguintes.

Nessa linha, as AISP 1 e 10 são dois exemplos de sucesso na construção de suas respectivas reputações ao longo dos seis semestres analisados. Como pode ser observado, essas duas unidades não foram eficientes nos semestres 2017.1 e 2017.2, porém, nos demais períodos passaram a apresentar êxito com níveis de eficiência dentre os maiores.

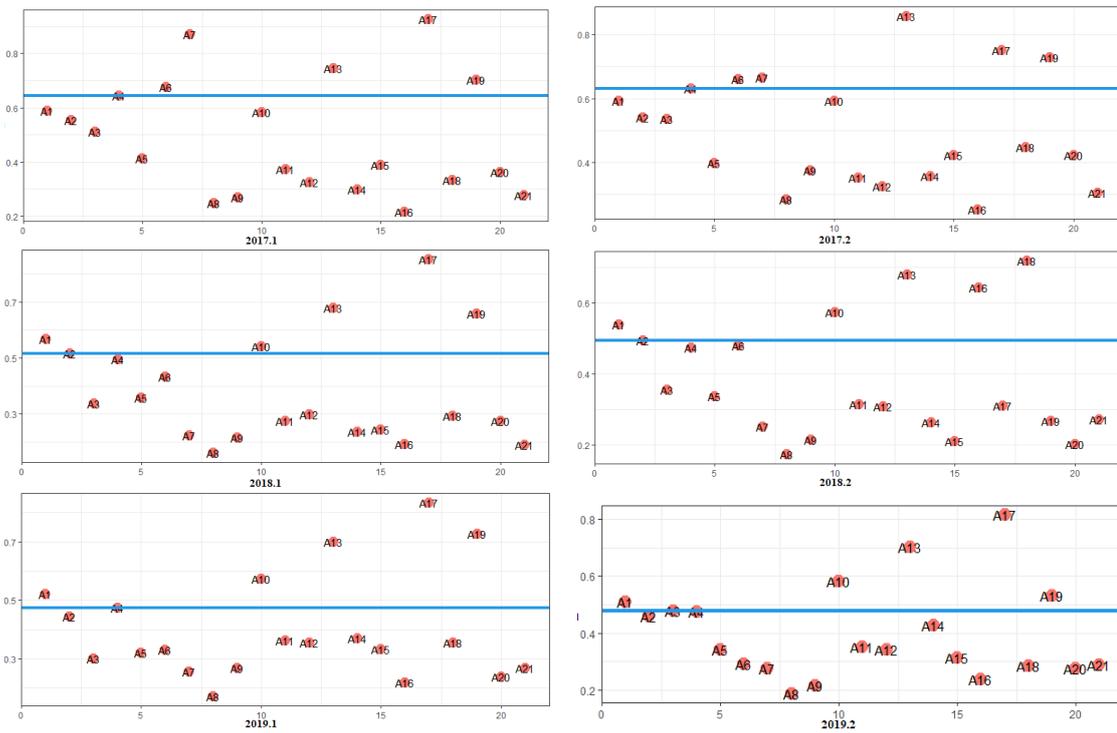
Por seu turno, as AISPs 13, 17, 19, são as que mais aparecem no cenário eficiente. A primeira, AISP 13, situada no município de Picuí, é a única DMU eficiente em todos os semestres. Os *inputs* disponíveis para a mesma são 160 policiais (2,47% do total do Estado), com tempo médio de experiência de nove anos, e 13 viaturas (1,89%). A unidade apresentou em sua área de atuação 59 crimes violentos (2,09% do total da Paraíba), 450 crimes patrimoniais (1,32%) e 1.596 ocorrências solucionadas (0,80%) (vide Tabela 17). Já as duas últimas, AISPs 17 e 19, localizadas nos municípios de Itaporanga e Souza, pertencem à REISP III. Como afirma Mello et al. (2005), em estudo realizado para o Rio de Janeiro, a maioria das unidades de polícia eficiente estão localizadas no interior do Estado. Isso está de acordo com a percepção pública de que há maior criminalidade nas grandes cidades, onde é mais difícil conseguir uma boa atuação policial.

O trabalho de Scalco, Amorim e Gomes (2012) verificou que, em média, os municípios menores do Estado de Minas Gerais apresentam os maiores níveis de eficiência policial, sobretudo porque nos municípios com populações menores tende a existir maior interação entre comunidade e polícia, comparativamente aos municípios maiores. A estratégia de interação entre sociedade e polícia com o intuito de minimizar as taxas de criminalidade é conhecida como Polícia Comunitária. Segundo Akdogan (2012), a prevenção de crimes pode ser alcançada por meio dessa estratégia de policiamento. Uma vez que as AISPs que atuam em importantes centros urbanos paraibanos, tais como João Pessoa-Sul (AISP 2), Cabedelo (AISP 3), Bayeux (AISP 4), Santa Rita (AISP 5), Guarabira (AISP 8), Patos (AISP 15) e Cajazeiras (AISP 20), ainda não apresentam índices satisfatórios de eficiência (vide Figura 6), é possível que as políticas de policiamento comunitário adotada nessas unidades precisem ser repensadas.

Ademais, a eficiência associada às DMUs que atuam em municípios menores pode estar relacionada com a menor exigência de capacidade técnica gerencial, ou seja, são unidades que dispõem de menor quantidade de insumos tornando o gerenciamento mais simples, principalmente quando o principal insumo é o fator humano. Além disso, nos municípios menores é mais fácil elaborar estratégias de controle da criminalidade porque é mais simples encontrar os *hotspots* de crime, identificar os tipos de crimes mais frequentes, e traçar o perfil dos criminosos e das vítimas. Todas essas informações facilitam a atuação policial. Por sua vez, há diversos fatores que dificultam a atuação do criminoso, a exemplo de poucas rotas de fuga e menores chances de viver no anonimato.

Na Figura 7 tem-se os *scores* de eficiência do modelo MDEA-S para todos os semestres, expostos por AISP a partir de boxplots. Esse instrumento estatístico

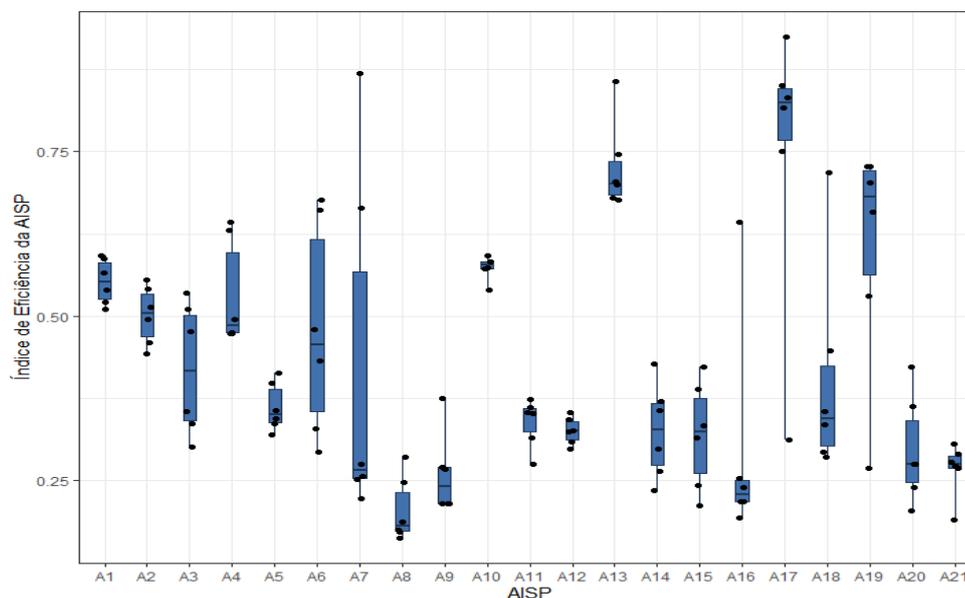
Figura 6 – Scores de Eficiência do Modelo MDEA-S por AISP



Fonte: Elaboração própria.

concentra informações de quartis, mediana, mínimo, máximo e assimetria, detectando também os *outliers*. Como pode ser observado, os *scores* de eficiência das AISPs 7, 16, 17, 18 e 19 mostram-se dispersos, assimétricos e com indícios de caudas longas, sobretudo devido a influencia de pontos extremos. Nesse caso, a variabilidade nos dados sinaliza que algumas AISPs até conseguem atingir *scores* eficientes, porém não são capazes de manter-se nesses níveis mais altos por longos períodos. Dessa forma, os resultados sugerem que essas unidades não são capazes de formar uma reputação de longo prazo no referente à eficiência de suas políticas de segurança pública.

Figura 7 – Boxplot dos Scores de Eficiência do Modelo MDEA-S por AISP



Fonte: Elaboração própria.

Conforme apontado anteriormente, um dos objetivos desse ensaio é comparar os valores efetivamente pagos pelo PPUP com aqueles que seriam pagos caso fosse adotado um critério de eficiência técnica capaz de levar em conta *inputs* e *outputs*. Sendo assim, a Tabela 23 mostra, para cada semestre, as AISPs contempladas pelo Prêmio Paraíba Unida pela Paz e as AISPs que receberiam o prêmio caso fosse adotado o critério do MDEA-S. Adotou-se como critério de seleção para o MDEA-S as AISPs que exibiram *scores* de eficiência no último quartil da distribuição, para cada semestre separadamente. Em outras palavras, considera-se que o MDEA-S seleciona para receber o prêmio as AISPs com desempenho de eficiência localizado no último quartil da distribuição de *scores*.

Como pode ser observado, os policiais que atuam nas AISPs 1, 2 e 3 foram beneficiados cinco vezes. Essas unidades pertencem à REISP I, situada em João Pessoa-bairros Norte (AISP 1), João Pessoa-bairros Sul (AISP 2) e Cabedelo (AISP 3). Já os operadores de segurança das AISPs 5, 10, 11, 13, 17 e 19 receberam o prêmio quatro vezes, ao passo que as AISPs 4, 7, 8, 9, 12, 14, 15 e 21 foram contempladas com o prêmio em três oportunidades. Finalmente, a premiação foi paga em dois semestres aos policiais das AISPs 6, 16, 18 e 20. Sendo assim, pelos critérios do Prêmio Paraíba Unida pela Paz (que paga apenas baseado apenas em *outputs*), contemplou-se um mínimo de sete AISPs em um único semestre (2018.2) e máximo de 17, no semestre 2019.2. Além disso, todas as AISPs foram beneficiadas ao menos duas vezes no intervalo de tempo considerado. Já com base nos resultados do MDEA-S, a quantidade de unidades beneficiadas com a premiação é constante, isto é, as cinco melhores em cada semestre são contempladas.

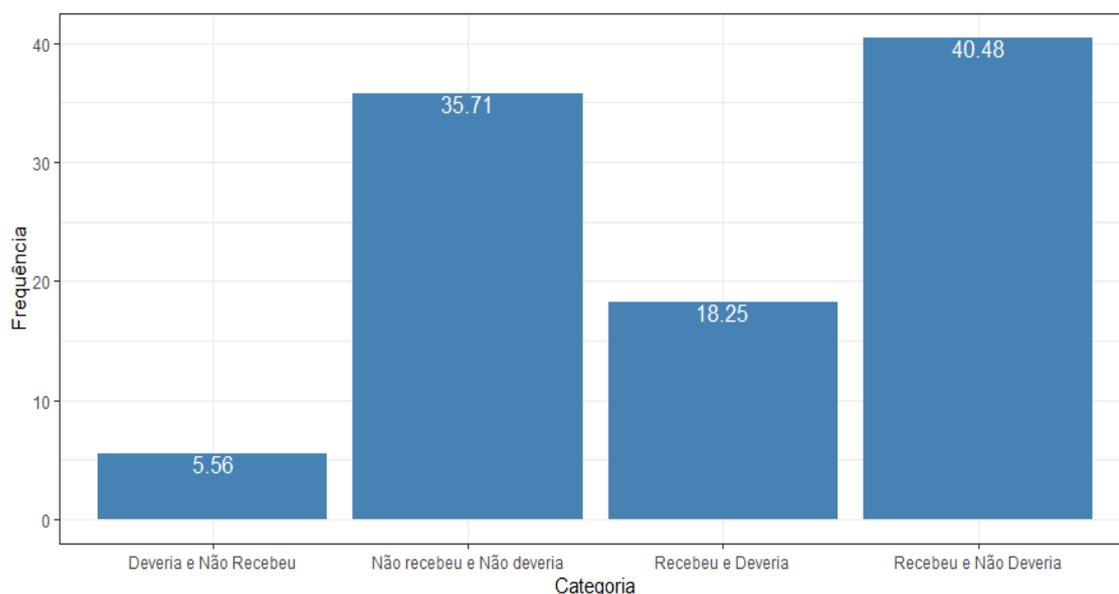
A Figura 8 mostra que o confronto de métodos levou ao surgimento de quatro diferentes situações: i) DMU recebeu o prêmio quando realmente deveria receber. Nesse caso, a AISP recebeu o prêmio pelo critério do PPUP, mas também receberia se o critério fosse pelo método DEA - **Recebeu e Deveria**; ii) DMU não recebeu o prêmio

quando realmente não deveria receber. A AISP não recebeu o prêmio pelo critério do PPUP, mas também não receberia se o critério fosse pelo método DEA - **Não recebeu e Não deveria**; iii) DMU recebeu o prêmio quando não deveria receber. A AISP recebeu o prêmio pelo critério do PPUP, mas não receberia se o critério fosse pelo método DEA - **Recebeu e Não deveria**; e iv) DMU não recebeu o prêmio quando deveria receber. A AISP não recebeu o prêmio pelo critério do PPUP, mas receberia se o critério fosse o método DEA - **Deveria e Não recebeu**.

Seguindo o critério acima, 40,48% das AISPs receberam o PPUP, mas não deveriam ter recebido (Recebeu e Não deveria). Logo, esse resultado sinaliza que a política pública em questão poderia atingir melhores resultados via medidas capazes de ajustar os critérios do programa. Além disso, receber o prêmio sem realmente merecê-lo (ganhar na Mega-Sena sem comprar bilhete) pode causar efeito indesejado sobre o comportamento dos agentes, provocando redução nos incentivos ao esforço. Os agentes percebem que é possível receber a premiação mesmo se esforçando menos.

Também há distorções nos casos em que a unidade deveria receber, mas não recebeu a premiação (5,56%). Esse caso pode ser particularmente grave, dado que pode ocasionar redução do esforço desses policiais pelo fato de não terem sido recompensados pelo esforço realizado no passado. Em síntese, se o esforço de t_0 (passado) não foi recompensado em t_1 (presente), então não há motivos para acreditar que o esforço de t_1 será recompensado em t_2 (futuro). Finalmente, juntando-se as situações em que o policial recebeu o prêmio, mas não deveria, com as situações em que ele deveria receber, mas não recebeu, tem-se o erro total no pagamento do prêmio que é de 46,04%. Por outro lado, o programa acerta quando não paga e realmente não deveria pagar, ou mesmo quando paga e realmente deveria pagar. Essas situações juntas representam 53,96%. Dessa forma, o desenho atual do PPUP promove erros na distribuição da recompensa financeira e isso pode fomentar algum desestímulo ao esforço e piorar os resultados da segurança pública no futuro.

Figura 8 – Frequência de Erros e Acertos do PPUP, segundo o Método MDEA-S



Fonte: Elaboração própria.

Tabela 23 – AISPs Contempladas Pelo Prêmio Paraíba Unida pela Paz e AISPs que Receberiam o Prêmio pelo Critério do MDEA-S

AISP	2017.1		2017.2		2018.1		2018.2		2019.1		2019.2		
	MDEA-S	PPUP	MDEA-S	PPUP	MDEA-S	PPUP	MDEA-S	PPUP	MDEA-S	PPUP	MDEA-S	PPUP	
	DEA	DEA	DEA	DEA	DEA	DEA	DEA	DEA	DEA	DEA	DEA	DEA	
1	X	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	5	4
2	X	-	-	X	-	-	-	-	-	X	-	5	0
3	X	-	-	X	-	-	-	-	-	X	-	5	0
4	X	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	3	0
5	X	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	4	0
6	-	X	X	-	-	-	-	-	-	X	-	2	2
7	X	-	X	-	-	-	-	-	-	X	-	3	2
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	3	0
9	-	-	-	X	-	-	-	-	-	X	-	3	0
10	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	4	4
11	-	-	-	X	-	-	-	-	-	X	-	4	0
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	3	0
13	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	4	6
14	X	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	3	0
15	X	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	3	0
16	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	2	1
17	X	X	X	-	X	-	-	-	X	X	X	4	5
18	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-	2	1
19	X	X	X	-	X	-	-	-	X	X	X	4	5
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	2	0
21	X	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	3	0
Total	11	5	9	9	5	7	5	18	5	17	5	71	30

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da SESDS-PB.

Com pode ser observado, há distorções relevantes devido ao fato de policiais receberem o PPUP quando em tese não deveriam (segundo o critério de eficiência do MDEA-S). Pra se ter ideia, o programa já desembolsou mais de R\$ 18 milhões com pagamento à policiais militares, apenas nas seis edições em questão, conforme mostrado na Tabela 24. A REISP I recebeu a maior parte desses recursos, sendo beneficiada com mais de R\$ 8 milhões no período. Os destaques são para as AISP 1, 2 e 10, as quais os valores recebidos são de aproximadamente R\$ 2,6, R\$ 2,5 e R\$ 2,2 milhões, respectivamente. Por sinal, se o método adotado fosse o MDEA-S, como mostrado na Tabela 23, a AISP 2 não teria recebido a premiação em nenhum semestre¹⁶.

Tabela 24 – Diferença entre Valor Pago por meio do PPUP e Expectativa pelo Método MDEA-S - AISP e REISP

REISP/AISP	Política de Incentivo		Diferença	
	PPUP (a)	DEA (b)	(b-a)	(%)
REISP I	8.080.000,00*	2.672.000,00*	-5.408.000,00*	-66,93*
1	2.564.000,00	2.051.200,00	-512.800,00	-20,00
2	2.484.000,00	0.000,00	-2.484.000,00	-100,00
3	608.000,00	0.000,00	-608.000,00	-100,00
4	340.800,00	0.000,00	-340.800,00	-100,00
5	1.315.200,00	0.000,00	-1.315.200,00	-100,00
6	326.400,00	326.400,00	0.000,00	0,00
7	441.600,00	294.400,00	-147.200,00	-33,33
REISP II	6.840.800,00*	2.924.800,00*	-3.916.000,00*	-57,24*
8	1.058.400,00	0.000,00	-1.058.400,00	-100,00
9	568.800,00	0.000,00	-568.800,00	-100,00
10	2.156.800,00	2.156.800,00	0.000,00	0,00
11	540.800,00	0.000,00	-540.800,00	-100,00
12	636.000,00	0.000,00	-636.000,00	-100,00
13	512.000,00	768.000,00	256.000,00	50,00
14	525.600,00	0.000,00	-525.600,00	-100,00
21	842.400,00	0.000,00	-842.400,00	-100,00
REISP III	3.283.200,00*	2.074.400*	-1.208.800,00*	-36,82*
15	403.200,00	0.000,00	-403.200,00	-100,00
16	836.800,00	418.400,00	-418.400,00	-50,00
17	441.600,00	552.000,00	110.400,00	25,00
18	480.000,00	240.000,00	-240.000,00	-50,00
19	691.200,00	864.000,00	172.800,00	25,00
20	430.400,00	0.000,00	-430.400,00	-100,00
Total	18.204.000,00	7.671.200,00	-10.532.800,00	-57,86

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da SESDSPB.

*Valor da REISP

O pagamento do prêmio aos policiais das AISPs mais eficientes, segundo o método MDEA-S, mostram-se bem inferiores, pouco mais de R\$ 7,6 milhões. Logo, a redução no desembolso do programa seria de 57,86%, concentrado na REISP I (com

¹⁶ Total recebido por cada AISP: quantidade de policiais na AISP multiplicado pelo valor (R\$ 800) e multiplicado pelas vezes em que a AISP foi habilitada a receber a premiação. Finalmente, apesar de existir outros valores associados ao PPUP, a moda é de R\$ 800, cerca 90% das vezes.

diminuição de -66,93%) e na REISP II (com redução de 57,24%). Além disso, pelo MDEA-S a sugestão é de aumento em 50% no valor pago a AISP 13, situada no município de Picuí. Finalmente, apesar dos ajustes, a AISP 17 (Itaporanga) e a AISP 19 (Sousa), situadas na REISP III, deveriam receber um adicional de 25% em suas premiações.

A ideia central do pagamento de prêmio por desempenho deveria ser a promoção da mudança de comportamento de forma que se aumente o esforço e a produtividade dos profissionais envolvidos. Entretanto, quando o desenho da política não é capaz de distinguir com clareza os profissionais produtivos dos improdutivos, então o programa gera distorções e incentivos indesejados.

Como já exposto, há indícios de que o PPUP tem realizado pagamentos que beneficiam unidades ineficientes e, por vezes, deixa de contemplar unidades eficientes. Em geral, são distorções que podem aumentar os custos de funcionamento do programa e prejudicar os resultados. Além disso, os resultados do modelo MDEA-S sugerem que as AISPs não utilizam de forma ótima os insumos disponíveis para segurança pública, em especial o efetivo policial e as viaturas.

Na Tabela 25 tem-se a frequência dos valores atuais e projetados para o efetivo policial, número de viaturas e anos de experiência na polícia. Dessa forma, é possível encontrar o valor absoluto e relativo do desperdício de insumos, isto é, o quanto de alteração deveria ser realizada em cada insumo para que se atinja maior eficiência. Como observado, o efetivo policial total deveria ser reduzido em 20,43%, e a quantidade de viaturas em 26,27%. Além disso, o acúmulo de conhecimento profissional (experiência) também poderia ser 7,15% menor, o equivalente a um ano. Isso promoveria aumento na eficiência, sem reduzir os níveis atuais de atendimento e cobertura à população.

A REISP I deveria diminuir em 22,17% e 29,76% o efetivo policial e a quantidade de viaturas, respectivamente. Já na REISP II, esses valores se reduziriam em 19,15% e 25,97%, nessa ordem. A contração de insumos na REISP III capaz de melhorar sua eficiência é de 19,80% e 20,13% para efetivo e viaturas, nessa sequência.

A atividade policial precisa de profissionais dotados de um condicionamento físico mínimo para lidar com as mais diversas situações, porém ao passo que se ganha tempo de serviço (experiência), perde-se vigor físico e força. Logo, quando o modelo sugere redução da experiência, na verdade ele está recomendando a contratação de policiais novos, isto é, fisicamente preparados para exercer a atividade ¹⁷.

Os resultados expostos, apesar de iniciais, já sugerem que não há falta de recursos humanos (efetivo), materiais (viaturas) e financeiros (PPUP) na segurança pública da Paraíba, porém a alocação desses insumos é tecnicamente questionável.

Em geral, os recursos devem ser utilizados de forma otimizada para que uma unidade de insumo gere maior produto (serviços) possível. Na segurança pública é fundamental a alocação correta do efetivo e das viaturas em locais estratégicos. Com isso, passa a ser possível minimizar custos com atendimento e ainda aumentar a probabilidade de sucesso nas prisões. Em termos de política pública, a estratégia de policiar com maior intensidade os chamados *hotspots* tem se destacado. A literatura afirma que policiar estas localidades é uma medida eficaz para controlar os índices de

¹⁷ Na Paraíba para entrar na força policial o indivíduo deve ter entre 18 e 30 anos de idade; Os testes físicos de entrada são rigorosos e o curso de formação é de no mínimo 10 meses.

criminalidade (BRAGA; PAPACHRISTOS; HUREAU, 2014; WEISBURD et al., 2017), uma vez que são os principais responsáveis pela dinâmica da criminalidade de uma dada região (RATCLIFFE, 2010).

Nessa seara, a próxima seção 3.8 trata do uso de técnicas de *machine learning* com vistas a identificar *hotspots* para subsidiar uma estratégia de alocação de viaturas e efetivo policial. A ideia é mostrar os vários *hotspots* de crime espalhados na cidade de João Pessoa, pois a atuação policial nesses locais poderá surtir efeitos benéficos sobre a eficiência da polícia e redução da criminalidade em geral.

Tabela 25 – Valores Atuais e Projetados dos Insumos por AISP e REISP

REISP/AISP	Efetivo		Viaturas		Experiência		Efetivo		Viatura		Experiência	
	Atual (a)	Proj (b)	Atual (c)	Proj (d)	Atual (e)	Proj (f)	(a-b)	(%)	(c-d)	(%)	(e-f)	(%)
REISP I	2.354*	1.832*	283*	199*	14*	13*	-522*	-22,17*	-84*	-29,76*	-1,0*	-7,14*
1	641	436	71	45	15	14	-205	-31,93	-27	-37,25	-1,0	-6,68
2	621	426	71	45	15	14	-195	-31,42	-26	-36,24	-1,0	-6,68
3	152	150	25	19	17	13	-2,0	-0,91	-6,0	-24,03	-4,0	-23,53
4	142	142	24	20	14	13	0,0	-0,13	-4,0	-19,52	-1,0	-7,14
5	411	308	40	29	14	13	-102	-24,89	-11	-27,00	-1,0	-7,14
6	204	191	34	25	10	10	-13	-6,45	-11	-27,81	0,0	0,00
7	184	179	17	16	13	13	-5,0	-2,84	-1,0	-4,49	0,0	0,00
REISP II	2.333*	1.886*	255*	189*	13*	12*	-447*	-19,15*	-66*	-25,97*	-1,0*	-7,69*
8	441	319	37	27	14	13	-122	-27,57	-10	-25,55	-1,0	-7,14
9	237	210	27	22	16	13	-28	-11,67	-5,0	-19,80	-3,0	-18,75
10	674	445	60	40	14	13	-229	-33,98	-20	-33,20	-1,0	-7,14
11	169	166	40	24	13	13	-3,0	-1,74	-16	-39,26	0,0	0,00
12	265	224	37	26	13	13	-41	-15,62	-10	-28,14	0,0	0,00
13	160	159	13	13	10	10	-1,0	-0,67	0,0	-0,37	0,0	0,00
14	219	199	25	21	13	13	-20	-9,34	-4,0	-17,54	0,0	0,00
21	168	165	17	16	13	13	-3,0	-1,58	-1,0	-6,18	0,0	0,00
REISP III	1.797*	1.441*	149*	119*	16*	13*	-356*	-19,80*	-30*	-20,13*	-2,0*	-12,50*
15	523	366	47	33	18	14	-158	-30,11	-14	-29,28	-4,0	-22,22
16	138	138	12	12	13	13	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
17	300	236	24	20	17	13	-64	-21,26	-4,0	-16,30	-4,0	-23,53
18	216	205	8,0	8,0	16	14	-11	-5,06	0,0	0,00	-2,0	-12,50
19	269	227	29	23	14	13	-42	-15,54	-6,0	-20,92	-1,0	-7,14
20	351	269	29	23	17	13	-82	-23,32	-6,0	-21,23	4,0	-24,53
Total	6.484	5.160	686	506	14	13	-1.324	-20,43	-180	-26,27	-1,0	-7,15

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da SESDS. Proj (Valor projetado); Experiência (dado em anos de serviço na polícia).

3.8 Técnicas de *Machine Learning* como Alternativa para Aumentar a Eficiência das Rondas Policiais no Município de João Pessoa

A Paraíba é formada por 223 municípios distribuídos em 23 Microrregiões e quadro Mesorregiões. Porém, o município de João Pessoa, capital do Estado, concentrou cerca de 45% das ocorrências policiais do Estado no período entre 2017 e 2019 (Tabela 26). O policiamento no município é feito pela AISP 1 (bairros do Norte) e AISP 2 (bairros do Sul).

A Tabela 27 documenta que parte expressiva dos delitos praticados em João Pessoa são do tipo roubo ou furto: roubo a transeunte (4,57%), furto em geral (1,5%), roubo de motocicleta (0,97%), roubo em estabelecimento comercial (0,82%), violação de domicílio (0,77%), furto de veículo (0,72%) e roubo de veículo (0,61%). Nesse caso, a literatura sobre o tema afirma existir relação positiva entre os crimes patrimoniais, tipo roubos e furtos, e o nível de renda dos locais de ocorrência (RESENDE; ANDRADE, 2011; RATTON; GALVÃO; FERNANDEZ, 2014; OLIVEIRA; ARCARO, 2016; GOMES et al., 2017).

Os estudos que tratam dos crimes patrimoniais ainda são relativamente escassos quando comparados aqueles dedicados aos crimes contra a vida, a exemplo dos homicídios. Nessa seção, busca-se utilizar técnicas de *machine learning* como alternativa para identificar *hotspots* a fim de melhorar a estratégia de alocação de viaturas e policiais, sobretudo, ajustando as rondas das patrulhas policiais. Dessa forma, espera-se com isso o aumento da eficiência e a redução da criminalidade no município.

Tabela 26 – Ocorrências na Paraíba e João Pessoa (2017 a 2019)

Ano	Paraíba	João Pessoa	(%)
2017	156.497	72.115	46.08
2018	140.367	63.581	45.30
2019	132.835	55.956	42.12
Total	429.699	191.652	44.60

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da SESDSPB.

A Tabela 27 exhibe os registros policiais por tipo de ocorrência, entre 2017 e 2019, no município de João Pessoa. Como pode ser observado, a maior parte dos registros diz respeito à questão de perturbação do sossego e da tranquilidade (11.428), a exemplo das situações de poluição sonora. Em seguida, aparecem os casos de roubos a transeunte (8.749), conflito interpessoal (7.951), averiguação de atitude suspeita (6.447), violência doméstica (4.295), ameaça (3.617), furto (2.881), lesão corporal (2.320) e busca terrestre de animal (2.090), respectivamente.

Tabela 27 – Ocorrências em João Pessoa (2017 a 2019)

Tipo de Ocorrência	N	(%)
Perturbação do Sossego/Tranquilidade	11.428	5.96
Roubo a transeunte (pessoa na rua)	8.749	4.57
Conflito Interpessoal (Vias de Fato - Briga)	7.951	4.15
Averiguação de Atitude Suspeita	6.447	3.36
Violência Doméstica	4.295	2.24
Ameaça	3.617	1.89
Furto	2.881	1.50
Lesão Corporal (Agressão - Espancamento)	2.320	1.21
Busca terrestre a animal	2.090	1.09
Veículo Localizado	1.963	1.02
Roubo de Motocicleta	1.856	0.97
Roubo em estabelecimento comercial	1.569	0.82
Apoio a pessoa	1.543	0.81
Violação de Domicílio	1.484	0.77
Furto de veículo	1.387	0.72
Homicídio doloso	1.356	0.71
Colisão/Choque - Com vítima não fatal	1.351	0.70
Embriaguez e Desordem	1.257	0.66
Roubo de veículo	1.162	0.61
Tráfico de drogas	911	0.48
Total das ocorrências anteriores	65.617	34.24
Outras ocorrências	126.035	65.76
Total de Ocorrências	191.652	100.00

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da SESDSPB.

Acerca das ocorrências de roubo ¹⁸ (Art. 157) e furto ¹⁹ (Art. 155) de automóveis (carros e motocicletas), que correspondem às informações efetivamente usadas neste estudo, estes totalizaram mais de 4.405 casos ao longo desses três anos, ocupando o quinto lugar como registro mais comum. Cabe destacar, ainda, que esta modalidade de crime costuma apresentar uma baixa taxa relativa de sub-notificação quando comparado, por exemplo, aos casos de roubo a transeunte (pessoa na rua), violência doméstica, ameaças, dentre outros.

Na Tabela 28 tem-se a frequência de furtos e roubos de automóveis no município de João Pessoa. É interessante observar a tendência de redução dos casos totais, em especial, a queda no número de roubos desses veículos entre 2018 e 2019.

Contudo, como se sabe, dados agregados podem esconder uma variação substancial entre as diferentes regiões. Além disso, quanto mais urbanizadas forem as regiões, menores serão as probabilidades de identificação e prisão dos criminosos. Assim, de forma indireta, a urbanização acaba impulsionando a criminalidade. De

¹⁸ O Código Penal Brasileiro classifica o roubo como sendo o ato de subtrair coisa móvel alheia, para si ou para outrem, mediante grave ameaça ou violência a pessoa, ou depois de havê-la, por qualquer meio, reduzido a impossibilidade de resistência.

¹⁹ O Código Penal Brasileiro classifica o furto como sendo o ato de subtrair, para si ou para outrem, coisa alheia móvel.

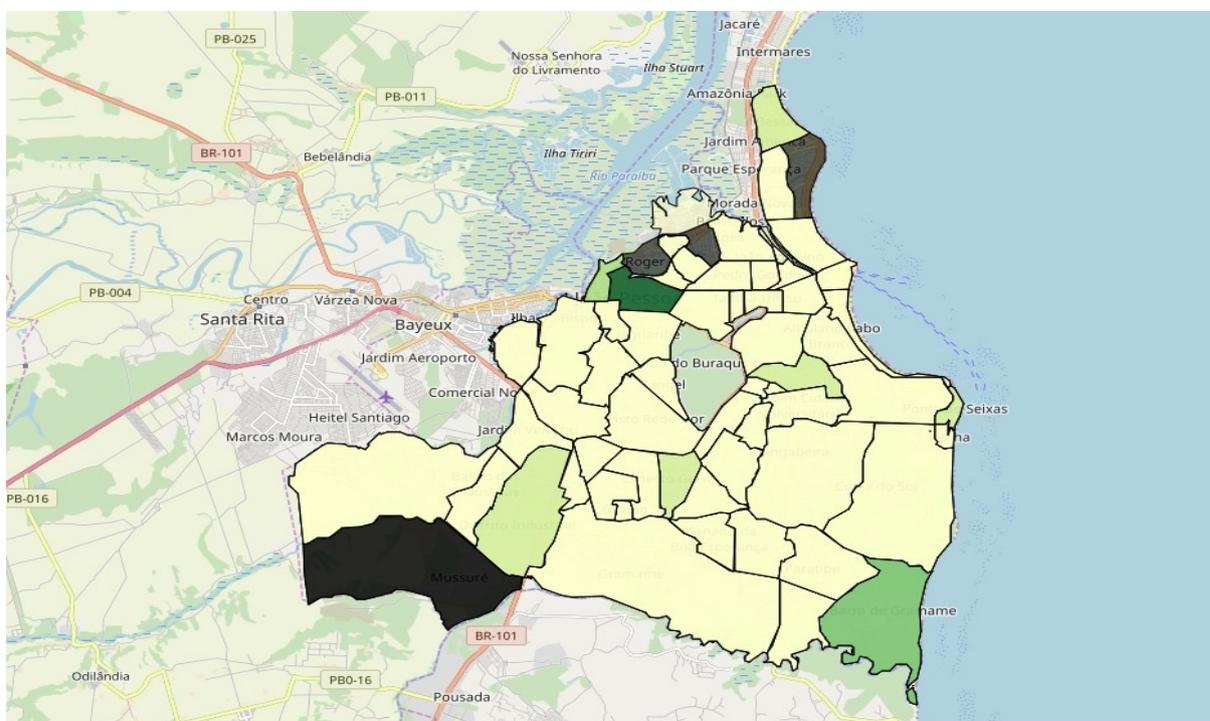
Tabela 28 – Frequência de furtos e roubos de automóveis em João Pessoa

	2017	2018	2019	Total
Furto de veículo	471	443	473	1.387
Roubo de veículo	1.056	1.045	917	3.018
Total	1.527	1.488	1.390	4.405

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da SESDSPB.

modo a ilustrar esta situação, a Figura 9 mostra como os roubos e furtos de veículos se configuram em um fenômeno concentrado, com aumento do risco nas proximidades da região central de João Pessoa.

Figura 9 – Índice de roubos e furtos de veículos em João Pessoa (por 100 mil habitantes)



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da SESDSPB.

A Tabela 29 reforça essa questão da concentração ao exibir os bairros de João Pessoa com mais elevadas ocorrências de furtos e roubos de automóveis. A região do Centro aparece em primeiro lugar, com uma taxa bem mais elevada do que a registrada nas demais localidades. Porém, o Centro tem como particularidade a grande circulação de pessoas no bairro, mas que não residem no mesmo. De fato, a região central é o local de trabalho de parcela significativa da população, além de concentrar uma série de serviços importantes. Tais características explicam porque a ocorrência de crimes é tão elevada nesta região, apesar de sua população não ser tão alta. Em seguida, tem-se o bairro de Barra de Gramame, cujo destaque ficou por conta do elevado número de roubo de carros. Além destes dois, vale ressaltar que os bairros Ponta do Seixas, Distrito Industrial e Varadouro também apresentaram taxas de ocorrência acima de 2.000 por 100 mil habitantes.

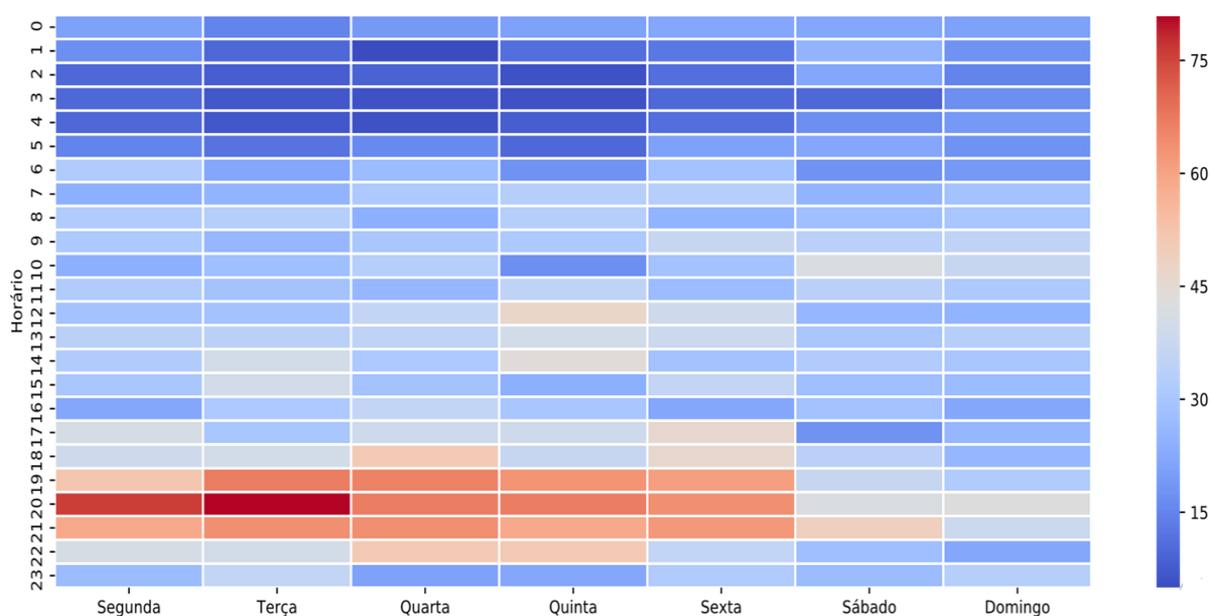
Tabela 29 – Bairros com maiores números de ocorrências por 100 mil habitantes no município de João Pessoa (2017 a 2019)

	Furto de veículo	Roubo de veículo	Total
Centro	2.881,4	3.430,3	6.311,7
Barra de Gramame	1.152,7	4.322,8	5.475,5
Ponta dos Seixas	2.109,7	1.476,8	3.586,5
Distrito Industrial	5.29,9	1.748,8	2.278,7
Varadouro	8.33,3	1.209,7	2.043,0
Penha	6.47,7	1.295,3	1.943,0
Centro	8.13,5	968,5	1.782,0
Bessa	3.43,6	1.282,8	1.626,5
Bancários	4.46,8	1.003,1	1.449,9
Ernesto Geisel	2.82,0	1.149,2	1.431,2

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da SESDSPB.

Adicionalmente, também é importante explorar o efeito da dimensão temporal na concentração deste tipo de crime. A Figura 10 indica que os crimes de João Pessoa se concentram não apenas no espaço, mas também em determinados períodos, com boa parte das ocorrências acontecendo no turno da noite e durante dias úteis da semana (segunda à sexta). Porém, se uma parte substancial dessas ocorrências se dá contra veículos estacionados fora da residência dos proprietários, talvez não seja possível encontrar um padrão de concentração tão forte quanto o observado em outros crimes predatórios, como no caso de roubos e furtos contra pessoas. Para este caso específico, entre as ocorrências registradas na região em questão, quase 85% dos roubos e furtos de veículos ocorreram em vias ou locais de acesso público.

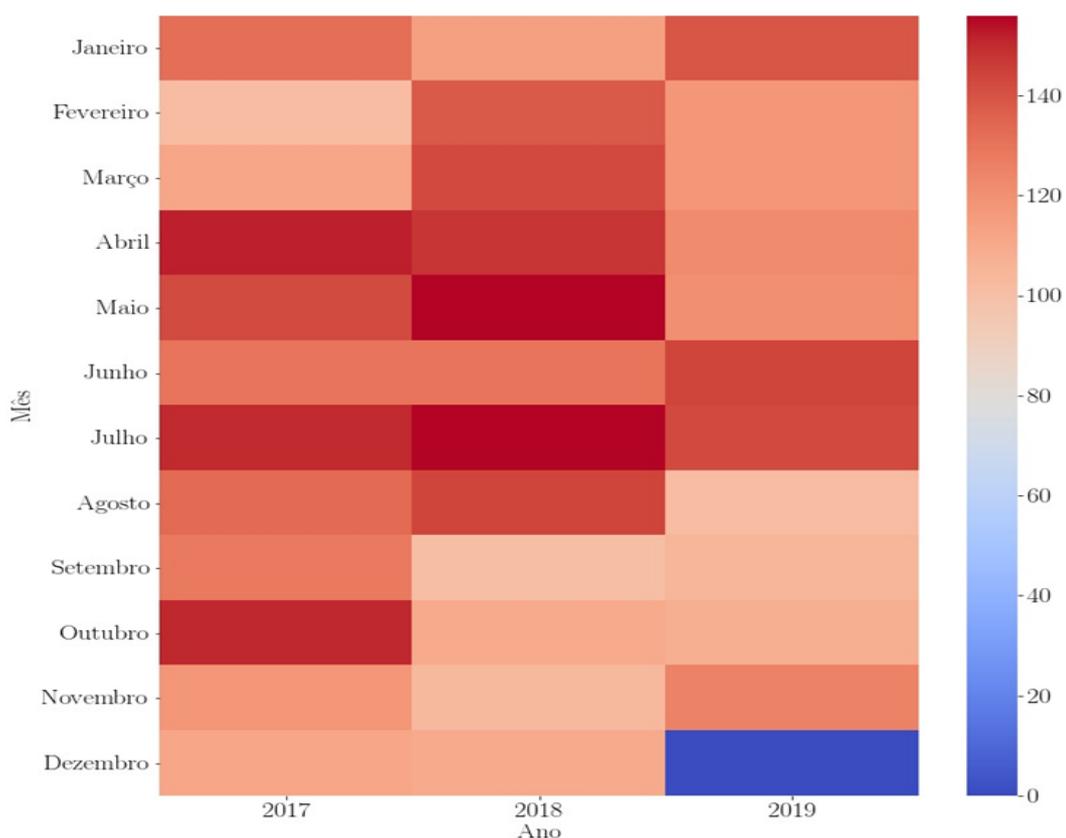
Figura 10 – Ocorrências por hora e dia da semana em João Pessoa (2017 a 2019)



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da SESDSPB.

Finalmente, na Figura 11 é possível observar como os crimes se distribuem ao longo dos meses do ano. Verifica-se uma maior concentração de furtos e roubos de automóveis nos meses intermediários, tais como maio e julho, ao passo que nos meses finais as ocorrências incidem com menos intensidade. Além disso, é interessante observar a expressiva redução dos casos de furtos e roubos de automóveis em 2019.

Figura 11 – Ocorrências conforme os meses do ano em João Pessoa (2017 a 2019)



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da SESDSPB.

3.8.1 Identificando *Hotspots*

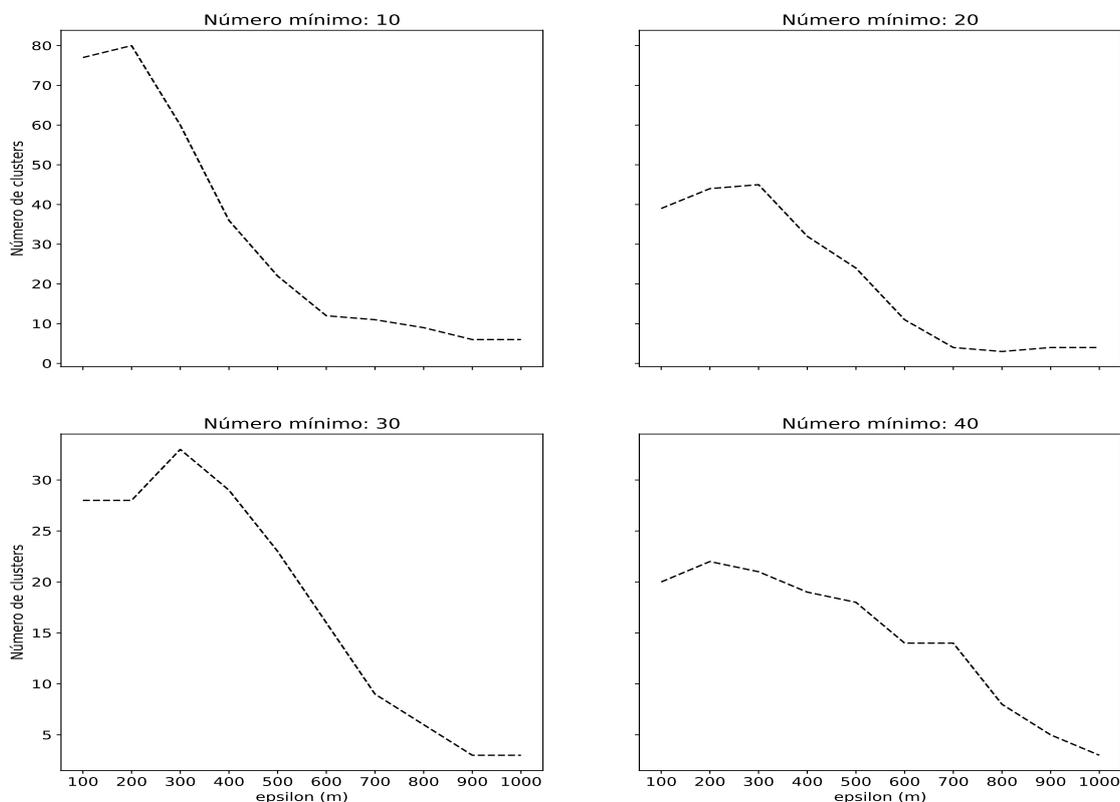
Há razões para se acreditar que a ação criminosa não é totalmente aleatória no espaço e no tempo, principalmente nos crimes contra o patrimônio. O criminoso parece selecionar vítimas e locais de atuação de modo a maximizar os ganhos esperados de suas ações. Nessa abordagem, os criminosos são considerados agentes racionais, agindo de acordo com um processo de otimização que potencializa seus ganhos individuais para cada tomada de decisão, sujeita a custos como prisão e condenação. A racionalidade pressupõe, por exemplo, que penas mais rígidas podem reduzir a criminalidade porque causam dissuasão na ação criminosa (BECKER, 1968). Dessa forma, o crime parece não ser espalhado de forma homogênea no espaço, existindo características que explicariam as diferenças nas taxas observadas entre as regiões.

Em suma, a atuação criminosa escolhe racionalmente alguns ambientes em detrimento de outros, e tal comportamento gera incidência criminosa não homogênea no espaço. Com isso, observa-se uma concentração de crimes em alguns locais

determinados (*hotspots*). A literatura já vem apontando estudos que identificaram uma distribuição desigual do crime no território, com situações em que pequenos locais concentram até mesmo a metade de todos os crimes ocorridos em uma região (PIERCE; SPAAR; BRIGGS, 1988; WEISBURD et al., 1992; BRAGA, 2007). Com isso, surge a necessidade de identificar estes pontos de maior incidência de crimes, os *hotspots*, a fim de empregar o efetivo policial de maneira preventiva e mais eficaz (BRAGA, 2008; ECK, 1997; WEISBURD; ECK, 2004).

Para a construção de *clusters* e identificação desses *hotspots*, utilizou-se o algoritmo DBSCAN, que necessita de dois hiperparâmetros: ϵ e *MinPts*. Entretanto, a escolha desses valores envolve domínio a cerca dos dados tratados, uma vez que diferentes combinações de valores podem produzir resultados bastante distintos e muitas vezes irrazoáveis. Por exemplo, na Figura 12 é possível observar como o número de *clusters* produzidos se diferencia a depender dos parâmetros escolhidos. Utilizando todas as 4.405 ocorrências para o período em análise, com 10 vizinhos e um ϵ de 100 metros, o algoritmo é capaz de produzir 80 *hotspots*. Por outro lado, ao definir um ϵ de 1.000 metros e o número mínimo de vizinhos como 40, as ocorrências são agrupadas em apenas três grandes *clusters*.

Figura 12 – Número de *clusters* produzidos pelo algoritmo DBSCAN



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da SESDSPB.

Ao se escolher um valor pequeno de ϵ , particiona-se *clusters* maiores em várias pequenas aglomerações com características muito semelhantes. A literatura aponta que atributos específicos, como má iluminação e a presença de uma construção abandonada ou de um estabelecimento comercial, são importantes para explicar o comportamento criminoso em uma localidade específica (BRAGA; PAPACHRISTOS; HUREAU, 2014), o que pode tornar interessante a identificação de pequenos *clusters* geográficos. Já a escolha de um ϵ demasiadamente grande não é capaz de produzir informação útil na produção de uma intervenção específica. Ademais, na escolha de *MinPts* um valor muito pequeno pode fazer com que determinadas regiões tenham pontos agrupados por mero acaso. No outro extremo, valores muito altos de *MinPts* podem elevar exageradamente o critério para formação de um agrupamento de ocorrências.

Desse modo, como exercício empírico, definiu-se um ϵ de 500 metros e um *MinPts* de 10 vizinhos. A Tabela 30 mostra como o número de *hotspots* varia ao longo da semana e dos turnos do dia. Como esperado, o número de *hotspots* calculados pelo algoritmo é maior durante os dias de semana, sobretudo no turno da noite.

Tabela 30 – Número de *clusters* por dia da semana e turno

	Madrugada	Manhã	Tarde	Noite
Segunda-feira	1	4	2	5
Terça-feira	1	2	5	9
Quarta-feira	1	1	4	6
Quinta-feira	2	2	1	1
Sexta-feira	1	1	1	4
Sábado	1	1	4	6
Domingo	1	1	4	9

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da SESDSPB

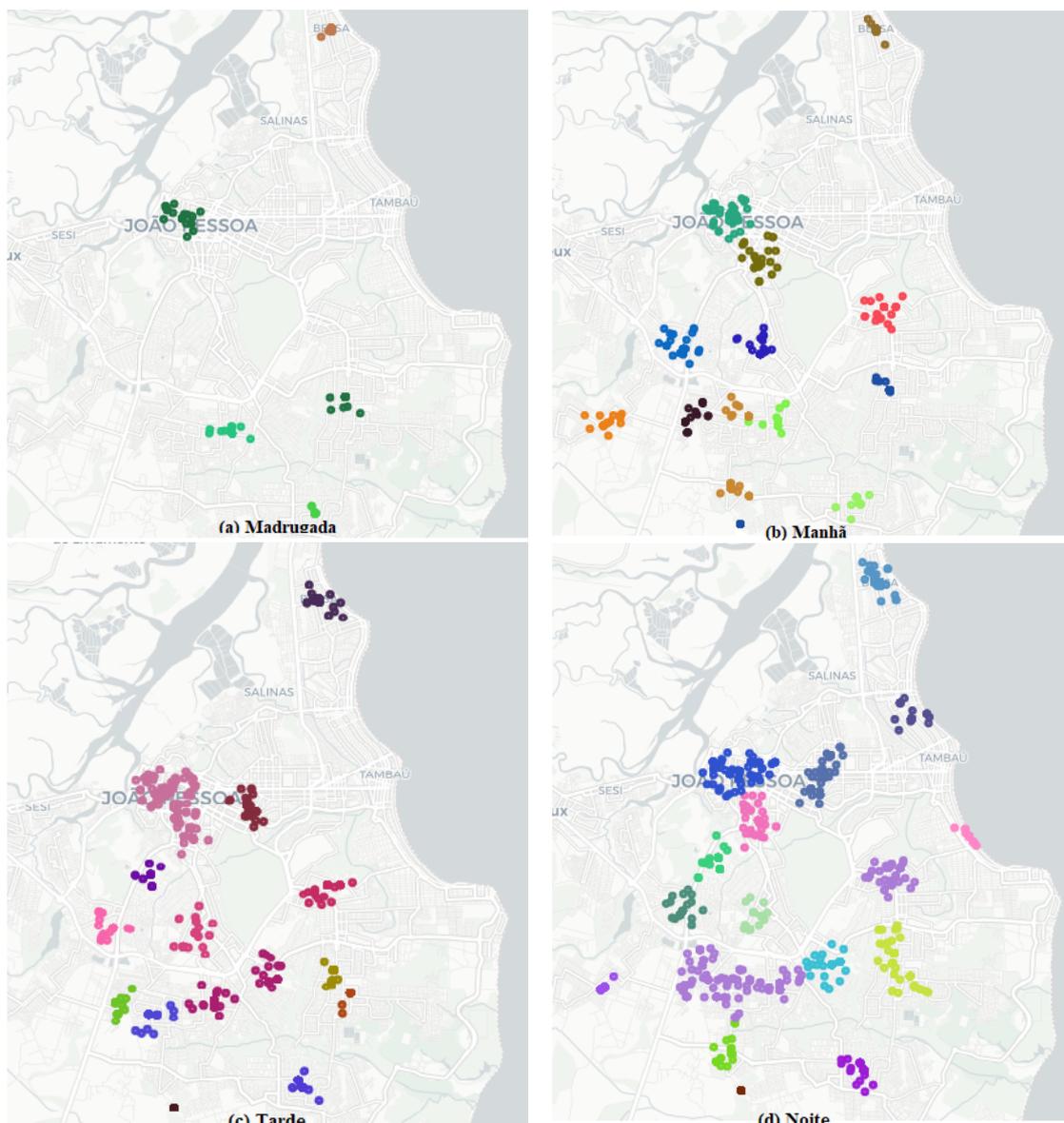
A Figura 13 mostra exercício semelhante, mas exibindo os *hotspots* definidos por turno do dia²⁰. Para o turno da madrugada (00:00 às 05:59) observa-se apenas seis *hotspots* identificados; no período da manhã (06:00 às 11:59), 15; à tarde (12:00 às 17:59), 16 *hotspots*; e no período noturno (18:00 às 23:59), 18 agrupamentos de ocorrências. Para o período noturno, por exemplo, das 1.640 ocorrências registradas neste horário, apenas 488 (28,76%) foram descartadas como ruídos e não pertencem a nenhum *clusters* específico. Já os demais pontos foram agrupados em 16 *hotspots* de variados tamanhos e formatos, sendo o maior deles localizado na região compreendida pelos bairros do Ernesto Geisel, Costa e Silva, Funcionários, Grotão e João Paulo II (228 observações ou 17,56%), e o menor na região do Bairro do Cabo Branco (21 pontos ou 1,28%).

Os resultados encontrados sugerem que os crimes de furto e roubo de veículos ocorridos em João Pessoa se distribuem de forma desigual no tempo e no espaço. Essas informações podem ser usadas para tornar mais eficiente a alocação de recursos por parte do setor público, famílias e empresas.

No referente ao setor público, pode incorporar os resultados à sua política de segurança, pois com isso, torna-se possível o melhor emprego de viaturas e do

²⁰ Usando ϵ de 500 metros, *MinPts* de 20 vizinhos e aplicando para todas as ocorrências notificadas em cada turno específico.

Figura 13 – Número de *hotspots* por turno em João Pessoa (2017 a 2019)



Fonte: Elaboração própria.

efetivo policial, sobretudo privilegiando o policiamento nos *hotspots* formados ao longo do município de João Pessoa. Ademais, tem-se condições de otimizar o uso de recursos devido à redução de custos explícitos (combustível e pneus por exemplo) e implícitos (custo de oportunidade de rondar em certos bairros quando o crime tem maior probabilidade de ocorrer em outro). Logo, torna-se possível, a um mesmo custo e tudo o mais constante, ofertar um serviço de segurança mais eficiente e ajustado aos anseios da sociedade.

Por sua vez, as famílias poderão utilizar os resultados aqui expressos para tomar medidas preventivas mais eficazes para se protegerem das destacadas práticas criminosas. Além do mais, vem sendo recorrente que os indivíduos utilizem seu próprio veículo como fonte de renda, trabalhando em serviços de moto táxi, moto *boy*, motorista de Uber, frete, dentre outros. Nesse sentido, os resultados buscam auxiliar

tais agentes ao reduzir a assimetria de informação indicando horários e locais mais seguros para estacionar e circular.

Finalmente, o setor empresarial e os gestores privados também podem fazer uso dos achados da pesquisa por meio da proteção de sua frota com a seleção de locais e horários mais seguros para a circulação e parada de seus veículos. Além disso, há seguimentos como bancos e seguradoras que podem incorporar estas informações para elaborar *scores* de risco mais acurados para os seus clientes.

3.9 Conclusões

Entre 2000 e 2010 o Estado da Paraíba enfrentou um incremento de cerca de 180% nos Crimes Violentos Letais Intencionais. Neste mesmo período, o crescimento populacional foi da ordem de 9,37%. Os casos absolutos de mortes saltaram de 519 para 1.457 ocorrências, de modo que o total de CVLIs do período ultrapassou 9 mil casos. Para se ter ideia, esse é um valor maior que a população de 58% dos municípios do Estado. Foi nesse cenário que teve início os estudos que culminaram na elaboração do programa Paraíba Unida pela Paz e na premiação financeira destinada a bonificar policiais pelo atingimento de metas de redução da violência.

Uma questão relevante é que o Paraíba Unida pela Paz não considera como critério para selecionar as unidades que recebem a premiação, os *inputs* envolvidos no processo. Por considerar apenas os *outputs*, ou seja, indicadores de resultado, o programa pode penalizar unidades mais eficientes (capazes de alcançar melhores resultados a custos menores).

Sendo assim, este capítulo teve como objetivo central analisar a eficiência do programa Paraíba Unida pela Paz, de modo a identificar se de fato as unidades premiadas também são as mais eficientes do ponto de vista técnico, e aplicar um modelo de aprendizado de máquinas que tenha potencial de servir como ferramenta para potencializar a eficiência das equipes policiais locais. Para tanto, utilizou-se o método MDEA-S e o algoritmo DBSCAN, esse último para identificar padrões de concentração de roubos e furtos de automóveis no município de João Pessoa. A base de dados empregada contempla o registro detalhado de 429.699 ocorrências policiais dos anos de 2017, 2018 e 2019.

Os resultados encontrados mostram que cerca de 40% das unidades contempladas pelo Prêmio Paraíba Unida pela Paz não deveriam ter recebido a bonificação. Ao simular o ajuste pelos *scores* de eficiência do modelo MDEA-S, encontrou-se que seria possível ter economizado aproximadamente 58% dos recursos investidos no programa entre 2017 e 2019. Além disso, há distorções também nos casos em que o indivíduo deveria receber a premiação, mas não recebeu (5,57% dos casos). Em conjunto, as situações em que o policial recebeu o prêmio, mas não deveria, com as situações em que ele deveria receber, mas não recebeu, informam o erro total no pagamento do prêmio que foi de 46,04%. Isto é, os resultados sugerem que os critérios adotados pela política não conseguem distinguir de forma justa quem deve ser contemplado pelo prêmio e quem não deve.

Verificou-se que os *scores* de eficiência das AISP's se mostraram muito concentrados nas classes mais baixas, sobretudo com valor até 0,600. Os resultados também apontam que para a eficiência ser atingida sem folgas (*slacks*), seria necessário uma redução do efetivo policial (20,43%) e da quantidade de viaturas (26,27%). Finalmente, as AISP's com maiores níveis de eficiência são responsáveis por policiar municípios pequenos. É provável que haja uma maior interação entre comunidade e polícia em municípios de pequeno porte, o que possibilita às AISP's atingirem maiores níveis de eficiência mesmo dispondo de menores quantidade de insumos.

Já a partir do uso do algoritmo de clusterização espacial baseado em densidade, o DBSCAN, identificou-se *hotspot* de furtos e roubos de automóveis no município de João Pessoa. A região do Centro de João Pessoa se destaca por possuir uma taxa

de furtos e roubos de automóveis bem mais elevada do que a registrada nas demais localidades. Em seguida, os bairros Barra de Gramame, Ponta do Seixas, Distrito Industrial e Varadouro foram os que exibiram taxas mais altas. Adicionalmente, também se verificou que tais crimes se concentram não apenas no espaço, mas também em determinados períodos, sobretudo no turno da noite e durante dias úteis da semana.

Para o período noturno, por exemplo, das 1.640 ocorrências registradas neste horário, apenas 488 (28,76%) foram descartadas como ruídos e não pertencem a nenhum *cluster* específico. Já os demais pontos foram agrupados em 16 *hotspots* de variados tamanhos e formatos, sendo o maior deles localizado na região compreendida pelos bairros do Ernesto Geisel, Costa e Silva, Funcionários, Grotão e João Paulo II; e o menor na região do Bairro do Cabo Branco.

Por fim, acredita-se que os resultados encontrados neste estudo têm potencial para auxiliar o planejamento e a elaboração de políticas de segurança pública mais eficientes e eficazes no Estado da Paraíba. Para pesquisas futuras, seria interessante incorporar um segundo estágio ao MDEA-S a fim de controlar os efeitos de variáveis contextuais sobre a eficiência das AISP. Além disso, é importante estudar como se dá a concentração espacial das demais modalidades de crimes (contra a vida, tráfico de drogas, conflitos violentos, etc.) e verificar se o mesmo padrão de comportamento se repete. Outro avanço interessante, e com potencial de aplicação para fins de planejamento, consiste na elaboração de um modelo de previsão de ocorrência de crimes, pois permitiria potencializar a eficiência das AISP, sobretudo estimando o risco de vitimização em cada localidade, o que serviria como guia para uma melhor alocação de efetivo, viaturas e ajustamento de rondas.

4 Considerações Finais

Os estudos conduzidos na presente Tese visaram preencher lacunas relacionadas à duas políticas públicas implantadas no Estado da Paraíba. Nessa linha, foram analisados dois programas que ainda não haviam passado por um processo formal de avaliação, seja de impacto, retorno econômico ou eficiência técnica, apesar do elevado aporte de recursos investido nos mesmos.

Inicialmente, explorou-se o programa "Caminhos da Paraíba"(Capítulo 2) por meio de uma avaliação de impacto que buscou evidências de relação entre investimentos em infraestrutura rodoviária e crescimento econômico local. Em seguida, no Capítulo 3, analisou-se a eficiência do programa "Paraíba Unida pela Paz", a partir de um conjunto de *inputs* e *outputs* selecionados. Nesse último caso, a análise visou suprir uma lacuna importante do programa, isso porque atualmente, a concessão do prêmio financeiro a policiais pelo atingimento de metas não considera os recursos disponíveis pelas unidades.

As evidências do Capítulo 2 foram obtidas a partir dos métodos de *Difference-in-Difference* puro e reponderado pelos pesos do balanceamento por Entropia. Os dados foram obtidos junto ao Departamento de Estradas de Rodagens (DER) da Paraíba, contemplando o período entre 2011 e 2017.

A hipótese de relação positiva entre investimentos em infraestrutura rodoviária e crescimento econômico não pôde ser rejeitada. Porém, os impactos mais expressivos foram aqueles relacionados ao saldo de emprego dos municípios retirados do isolamento asfáltico, os quais criaram cerca de 87 novas vagas de emprego no mercado de trabalho formal. Além disso, também se observou importante impacto sobre o PIB real (13%) e o VAB do setor de serviços (16%), ambos os resultados restritos aos municípios que receberam obras de suplementação (tais como duplicação, viadutos, acessos, trevos, contornos, dentre outros).

Como observado, os achados do segundo capítulo fornecem importantes subsídios no desenho e redesenho de políticas públicas de infraestrutura rodoviária. Em geral, notou-se que os impactos decorrentes deste tipo de intervenção tendem a ser heterogêneos entre os beneficiários. Sendo assim, são efeitos que podem apresentar diferentes intensidades a depender da infraestrutura previamente estabelecida nas unidades contempladas.

Os achados do Capítulo 3, por sua vez, foram obtidos a partir do método *Multiple Data Envelopment Analysis* Sequencial (MDEA-S) e do algoritmo de *Machine Learning* chamado DBSCAN. A base de dados empregada consistiu em uma amostra de 429.699 ocorrências policiais dos anos de 2017, 2018 e 2019, obtidos junto à Secretaria de Estado da Segurança e da Defesa Social do Estado da Paraíba. Os resultados mostraram que cerca de 40% das unidades contempladas pelo "Prêmio Paraíba Unida pela Paz" não deveriam ter recebido a bonificação. Ao simular o ajuste pelos *scores* de eficiência do método MDEA-S, encontrou-se que seria possível ter economizado aproximadamente 58% dos recursos investidos no programa entre 2017 e 2019.

Além disso, a avaliação de eficiência mostrou também que o pagamento do

prêmio pelo critério atual promove distorções relevantes na distribuição da recompensa. Ademais, os *scores* de eficiência das AISP's se mostraram muito concentrados nas classes mais baixas, sobretudo até 0,600. Nesse caso, concentrando no mínimo 71,43% do total de unidades, em 2017.1. Os resultados também apontam que a eficiência para ser atingida sem folgas (*slacks*), seria necessário uma redução do efetivo policial (20,43%) e da quantidade de viaturas (26,27%).

Em geral, as AISP's com maiores níveis de eficiência são aquelas responsáveis pelo policiamento dos municípios menores. A ideia é que existe uma maior interação entre comunidade e polícia nesses municípios, a chamada "Polícia Comunitária", o que possibilita às AISP's alcançarem maiores níveis de eficiência, mesmo dispendo de uma menor quantidade de insumos.

Já os resultados do DBSCAN permitiram a identificação de *hotspots* de crime, indicando que a região do Centro de João Pessoa se destaca por possuir uma taxa de furtos e roubos de automóvel bem mais elevada do que a registrada nas demais localidades. Em seguida, os bairros Barra de Gramame, Ponta do Seixas, Distrito Industrial e Varadouro foram os que exibiram taxas mais elevadas. Adicionalmente, também se verificou que tais crimes se concentram não apenas no espaço, mas também em determinados períodos, sobretudo no turno da noite e durante dias úteis da semana.

Enfim, os resultados e conclusões obtidas nesta Tese, apesar de importantes, não se propõem esgotar os estudos sobre as referidas intervenções públicas. A ideia é fomentar novas investigações correlatas a fim de trazer outros resultados e *insights* que porventura foram negligenciados até o momento. Acredita-se que esta pesquisa tem potencial para estimular e contribuir com o debate no campo de políticas públicas baseadas em evidências no Estado da Paraíba, especialmente no que diz respeito ao planejamento, gestão e redesenho de programas.

Referências

- ABADIE, A. Semiparametric difference-in-differences estimators. *The Review of Economic Studies*, Wiley-Blackwell, v. 72, n. 1, p. 1–19, 2005.
- AKDOGAN, H. The efficiency of police stations in the city of ankara: an application of data envelopment analysis. *Policing: An International Journal of Police Strategies & Management*, Emerald Group Publishing Limited, 2012.
- ALBALATE, D.; BEL, G. Motorways, tolls and road safety: evidence from europe. *SERIEs*, Springer, v. 3, n. 4, p. 457–473, 2012.
- ALBALATE, D.; FERNÁNDEZ, L.; YARYGINA, A. The road against fatalities: Infrastructure spending vs. regulation?? *Accident Analysis & Prevention*, Elsevier, v. 59, p. 227–239, 2013.
- ALMEIDA, A. T. C. de; FILHO, Á. C. de A. Eficiência técnica da gestão das escolas federais de educação básica no brasil. *Revista Ciências Sociais em Perspectiva*, v. 13, n. 25, 2014.
- ALMEIDA, A. T. C. de et al. Análise da eficiência dos departamentos de economia de instituições de ensino superior do brasil. *Economia aplicada*, v. 22, n. 1, p. 109–140, 2018.
- AMARANTE, A. de. Infraestrutura e crescimento econômico regional: o efeito da pavimentação de rodovias interestaduais sobre a atividade econômica municipal na região sul do brasil. *Revista Catarinense de Economia*, v. 1, n. 1, 2017.
- ANANTARAM, R. Developing india's surface transport capability: The case of road infrastructure. *Elcano Newsletter*, Real Instituto Elcano, n. 65, p. 7, 2010.
- ANDRADE, L. H. et al. Mental disorders in megacities: findings from the são paulo megacity mental health survey, brazil. *PLoS one*, Public Library of Science, v. 7, n. 2, p. e31879, 2012.
- ANDRESEN, M. A.; MALLESON, N. Testing the stability of crime patterns: Implications for theory and policy. *Journal of Research in Crime and Delinquency*, Sage Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 48, n. 1, p. 58–82, 2011.
- ANJOS JÚNIOR, O. R. d. *Análise espacial da criminalidade nos municípios paraibanos entre os anos de 2011 e 2013*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal da Paraíba, 2015.
- ANJOS-JÚNIOR, O. R. D.; LOMBARDI-FILHO, S. C.; AMARAL, P. V.-M. D. Determinantes da criminalidade na região sudeste do brasil: uma aplicação de painel espacial. *Economía, sociedad y territorio*, El Colegio Mexiquense AC, v. 18, n. 57, p. 525–556, 2018.
- ARAÚJO, A. P. d. *Gastos com segurança pública: uma análise nos estados mais populosos do Brasil no Período de 2011 a 2014*. Tese (B.S.) — Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2016.

- ATHEY, S.; IMBENS, G. W. Identification and inference in nonlinear difference-in-differences models. *Econometrica*, Wiley Online Library, v. 74, n. 2, p. 431–497, 2006.
- AZZONI, C. R. Economic growth and regional income inequality in brazil. *The annals of regional science*, Springer, v. 35, n. 1, p. 133–152, 2001.
- BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management science*, INFORMS, v. 30, n. 9, p. 1078–1092, 1984.
- BARROS, C. P. Productivity growth in the lisbon police force. *Public Organization Review*, Springer, v. 6, n. 1, p. 21–35, 2006.
- BARROS, C. P. The city and the police force: analysing relative efficiency in city police precincts with data envelopment analysis. *International Journal of Police Science & Management*, SAGE Publications Sage UK: London, England, v. 9, n. 2, p. 164–182, 2007.
- BARROS, C. P.; ALVES, F. P. Efficiency in crime prevention: A case study of the lisbon precincts. *International Advances in Economic Research*, Springer, v. 11, n. 3, p. 315–328, 2005.
- BECKER, G. Crime and punishment: An economic approach. *Journal of Political Economy*, v. 76, n. 2, p. 169–217, 1968.
- BISWAS, A. A.; BASAK, S. Forecasting the trends and patterns of crime in bangladesh using machine learning model. In: *Proceedings of the 2nd International Conference on Intelligent Communication and Computational Techniques (ICCT)*, Jaipur, Rajasthan, Índia, 2. [S.l.: s.n.], 2019.
- BOHN, L. et al. Os determinantes da eficiência dos gastos públicos com segurança nos municípios mineiros: uma análise a partir da metodologia dea. *Economic Analysis of Law Review*, v. 6, n. 1, p. 34–54, 2015.
- BOUERI, R. Modelos não paramétricos: Análise envoltória de dados (dea). *Avaliação da Qualidade do Gasto Público e Mensuração da Eficiência*. Brasília: Secretaria do Tesouro Nacional, p. 269–305, 2015.
- BRAGA, A. A. Effects of hot spots policing on crime. *Campbell Systematic Reviews*, Wiley Online Library, v. 3, n. 1, p. 1–36, 2007.
- BRAGA, A. A. *Policamento orientado a problemas e prevenção ao crime*. [S.l.]: Criminal Justice Press Monsey, NY, 2008.
- BRAGA, A. A.; PAPACHRISTOS, A. V.; HUREAU, D. M. Os efeitos do policiamento de pontos quentes no crime: uma revisão sistemática e uma meta-análise atualizadas. *Justice trimestral*, v. 31, n. 4, p. 633–663, 2014.
- BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. [S.l.]: Brasília, DF: Presidência da República, 2016. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acessado em 27/10/2020.
- CAMERON, A. C.; TRIVEDI, P. K. *Microeconometrics: methods and applications*. [S.l.]: Cambridge university press, 2005.

- CANO, I.; SANTOS, N. *Violência letal, renda e desigualdade no Brasil*. 2. ed. Rio de Janeiro: 7 Letras, 2007.
- CARDIA, N.; CINOTO, R. et al. Pesquisa nacional, por amostragem domiciliar, sobre atitudes, normas culturais e valores em relação à violação de direitos humanos e violência: um estudo em 11 capitais de estado. *São Paulo: Núcleo de Estudos da Violência da Universidade de São Paulo*, 2012.
- CARDOSO, F. L. M. G. et al. Homicídios no rio de janeiro, brasil: uma análise da violência letal. *Ciência & Saúde Coletiva, SciELO Public Health*, v. 21, p. 1277–1288, 2016.
- CARRINGTON, R. et al. Performance measurement in government service provision: The case of police services in new south wales. *Journal of Productivity Analysis, Springer*, v. 8, n. 4, p. 415–430, 1997.
- CARVALHO, L. D. B. d.; SOUSA, M. d. C. S. d. Eficiência das escolas públicas urbanas das regiões nordeste e sudeste do brasil: uma abordagem em três estágios. *Estudos Econômicos (São Paulo), SciELO Brasil*, v. 44, n. 4, p. 649–684, 2014.
- CASTRO, L. *Crescimento econômico e infraestrutura: o impacto do PROACESSO em Minas Gerais*. Tese (Doutorado) — Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. Economia Aplicada, 2016.
- CASTRO, L. S.; FREITAS, C. O.; ASSIS, J. C. Investimentos em transporte: efeitos do arco metropolitano sobre o crescimento econômico fluminense. In: XVII ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS REGIONAIS E URBANOS. *Anais do XVII Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*. Rio de Janeiro, Brasil, 2019. p. 1–16.
- CASTRO, T. E. d. *Avaliação de impacto do Programa Fica Vivo! sobre a taxa de homicídios em Minas Gerais*. Dissertação (Mestrado) — Tesis de maestría en Economía Aplicada, Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2014.
- CERQUEIRA, D.; LOBÃO, W. *Condições socioeconômicas, polícia e produção criminal*. [S.l.]: Diretoria de Estudos Macroeconômicos, IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica . . . , 2003.
- CERQUEIRA, D. R. d. C. *Causas e consequências do crime no Brasil*. [S.l.]: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2014.
- CERQUEIRA, D. R. d. C. et al. Uma avaliação de impacto de política de segurança pública: o programa estado presente do espírito santo. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2020.
- CHANEY, S. P.; MONTEIRO, J. The dispersion of crime concentration during a period of crime increase. *Security Journal, Springer*, v. 32, n. 3, p. 324–341, 2019.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research, North-Holland*, v. 2, n. 6, p. 429–444, 1978.

CHRISTALLER, W. *Central places of southern Germany. The economicogeographical analysis of the correctness of the distribution and the development of cities (Die Zentralen Orte In Süddeutschland. Eine ökonomisch-geographische Untersuchung über die Gesetzmässigkeit der Verbreitung und Entwicklung der Siedlungen mit städtischen Funktionen)*. [S.l.]: Jena: Gustav Fischer Verlag, 1933.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K. *Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and dea-solver software*: Springer science & business media. *New York, USA*, 2007.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; ZHU, J. *Handbook on data envelopment analysis*. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2011. v. 164.

COSTA, I. F.; BALESTRERI, R. B. *Segurança Pública no Brasil: um campo de desafios*. [S.l.]: Edufba, 2010.

CRUZ, A. C.; TEIXEIRA, E. C.; BRAGA, M. J. Os efeitos dos gastos públicos em infraestrutura e em capital humano no crescimento econômico e na redução da pobreza no brasil. *Revista Economia*, v. 11, n. 4, p. 163–185, 2010.

DER-PB, D. d. E. e. R. *Caminhos da Paraíba, isolamento nunca mais, DER-PB*. [S.l.: s.n.], 2017.

DIEZTICIO, A.; MANCEBON, M.-J. The efficiency of the spanish police service: an application of the multiactivity dea model. *Applied Economics*, Taylor & Francis, v. 34, n. 3, p. 351–362, 2002.

DRAKE, L.; SIMPER, R. Productivity estimation and the size-efficiency relationship in english and welsh police forces: An application of data envelopment analysis and multiple discriminant analysis. *International Review of Law and Economics*, Elsevier, v. 20, n. 1, p. 53–73, 2000.

DRAKE, L.; SIMPER, R. X-efficiency and scale economies in policing: a comparative study using the distribution free approach and DEA. *Applied Economics*, Taylor & Francis, v. 34, n. 15, p. 1859–1870, 2002.

DRAKE, L.; SIMPER, R. The measurement of english and welsh police force efficiency: A comparison of distance function models. *European Journal of Operational Research*, Elsevier, v. 147, n. 1, p. 165–186, 2003.

DRAKE, L. M.; SIMPER, R. The economics of managerialism and the drive for efficiency in policing. *Managerial and Decision Economics*, Wiley Online Library, v. 25, n. 8, p. 509–523, 2004.

DRAKE, L. M.; SIMPER, R. Police efficiency in offences cleared: An analysis of english “basic command units”. *International Review of Law and Economics*, Elsevier, v. 25, n. 2, p. 186–208, 2005.

DUNN, E. S. *The location of agricultural production*. [S.l.], 1954.

DURANTON, G.; MORROW, P. M.; TURNER, M. A. Roads and trade: Evidence from the us. *Review of Economic Studies*, Oxford University Press, v. 81, n. 2, p. 681–724, 2014.

- DURANTON, G.; TURNER, M. A. Urban growth and transportation. *Review of Economic Studies*, Oxford University Press, v. 79, n. 4, p. 1407–1440, 2012.
- ECK, J. *Preventing crime at places*. In *University of Maryland, Department of Criminology and Criminal Justice*. [S.l.]: US Department of Justice, Office of Justice Programs Washington, DC, 1997.
- ESPINER, S.; STEWART, E. J.; LAMA, L. T. Assessing the effectiveness of ‘appreciative inquiry’(ai) in nepali pro-poor tourism (ppt) development processes. *Tourism Planning & Development*, Taylor & Francis, v. 14, n. 3, p. 369–388, 2017.
- ESTER, M. et al. A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise. In: *Kdd*. [S.l.: s.n.], 1996. v. 96, n. 34, p. 226–231.
- FARINHA, L. M. P. O plano rodoviário de cabo verde de 1962. gênese e evolução. *Revista portuguesa de história*, Instituto de História Económica e social, n. 46, p. 327–346, 2015.
- FARRELL, M. J. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (General)*, Wiley Online Library, v. 120, n. 3, p. 253–281, 1957.
- FBSP, F. B. d. S. P. *Anuário Brasileiro de Segurança Pública 2020*. [S.l.]: Fórum Brasileiro de Segurança Pública, 2020.
- FEITÓSA, C. G.; SCHULL, A. N.; HEIN, A. F. Análise da eficiência dos gastos em segurança pública nos estados brasileiros através da análise envoltória de dados (DEA). *Revista Capital Científico-Eletrônica (RCC)-ISSN 2177-4153*, v. 12, n. 3, p. 91–105, 2014.
- FERREIRA, P. C. Impactos produtivos da infra-estrutura no brasil–1950/95. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 1998.
- FOGEL, M. et al. Avaliação econômica de projetos sociais. *Fundação Itaú Social, São Paulo*, 2012.
- FREEDMAN, D. A.; BERK, R. A. Weighting regressions by propensity scores. *Evaluation Review*, Sage Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 32, n. 4, p. 392–409, 2008.
- FREIER, R.; SCHUMANN, M.; SIEDLER, T. The earnings returns to graduating with honors — evidence from law graduates. *Labour Economics*, Elsevier, v. 34, p. 39–50, 2015.
- FREITAS JÚNIOR, F. L. d. et al. Segurança pública estadual brasileira: O que influencia seu desempenho? *REUNIR: Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade*, v. 10, n. 1, 2020.
- FRITSCH, B.; PRUD’HOMME, R. Measuring the contribution of road infrastructure to economic development in france. In: *The econometrics of major transport infrastructures*. [S.l.]: Springer, 1997. p. 45–67.
- GALIANI, S.; GERTLER, P.; SCHARGRODSKY, E. Water for life: The impact of the privatization of water services on child mortality. *Journal of political economy*, The University of Chicago Press, v. 113, n. 1, p. 83–120, 2005.

- GARCÍA-SÁNCHEZ, I.-M. Evaluating the effectiveness of the spanish police force through data envelopment analysis. *European Journal of Law and Economics*, Springer, v. 23, n. 1, p. 43–57, 2007.
- GERTLER, P. J. et al. *Avaliação de impacto na prática*. [S.l.]: World Bank Publications, 2015.
- GHANI, E.; GOSWAMI, A. G.; KERR, W. R. Highway to success: The impact of the golden quadrilateral project for the location and performance of indian manufacturing. *The Economic Journal*, Wiley Online Library, v. 126, n. 591, p. 317–357, 2016.
- GIBBONS, S. et al. New road infrastructure: the effects on firms. *SERC Discussion Papers*, Spatial Economics Research Centre, LSE, n. 1170, 2012.
- GIBBONS, S. et al. New road infrastructure: the effects on firms. *Journal of Urban Economics*, Elsevier, v. 110, p. 35–50, 2019.
- GIBBS, J. J.; GIEVER, D.; MARTIN, J. S. Parental management and self-control: An empirical test of gottfredson and hirschi's general theory. *Journal of research in crime and delinquency*, SAGE Periodicals Press, v. 35, n. 1, p. 40–70, 1998.
- GILL, C.; WOODITCH, A.; WEISBURD, D. Testing the “law of crime concentration at place” in a suburban setting: Implications for research and practice. *Journal of Quantitative Criminology*, Springer, v. 33, n. 3, p. 519–545, 2017.
- GOMES, C. E. et al. Determinantes do crime nos municípios de minas gerais e seus possíveis spillovers espaciais. *Revista Economia Ensaios*, v. 31, n. 2, 2017.
- GOMES, E. G. et al. Uma medida de eficiência em segurança pública. *Niterói: Relatórios de Pesquisa em Engenharia de Produção*, v. 3, n. 7, p. 1–15, 2003.
- GORMAN, M. F.; RUGGIERO, J. Evaluating us state police performance using data envelopment analysis. *International Journal of Production Economics*, Elsevier, v. 113, n. 2, p. 1031–1037, 2008.
- HAINMUELLER, J. Entropy balancing for causal effects: A mmltivariate reweighting method to produce balanced samples in observational studies. *Political Analysis*, JSTOR, v. 20, n. 1, p. 25–46, 2012.
- HAINMUELLER, J.; XU, Y. ebalance: A stata package for entropy balancing. *Journal of Statistical Software*, v. 54, n. 7, 2013.
- HECKMAN, J. J.; ICHIMURA, H.; TODD, P. Matching as an econometric evaluation estimator. *The Review of Economic Studies*, Wiley-Blackwell, v. 65, n. 2, p. 261–294, 1998.
- HIRANO, K.; IMBENS, G. W. Estimation of causal effects using propensity score weighting: an application to data on right heart catheterization. *Health Services Outcomes Research Methodolog*, Springer, v. 2, p. 259–278, 2001.
- HIRANO, K.; IMBENS, G. W.; RIDDER, G. Efficient estimation of average treatment effects using the estimated propensity score. *Econometrica*, Wiley Online Library, v. 71, n. 4, p. 1161–1189, 2003.

- HOLVAD, T.; PRESTON, J. Road transport investment projects and additional economic benefits. Louvain-la-Neuve: European Regional Science Association (ERSA), 2005.
- HUSSAIN, A.; FISHER, D.; ESPINER, S. Transport infrastructure and social inclusion: A case study of tourism in the region of gilgit-baltistan. *Social Inclusion*, v. 5, n. 4, p. 196–208, 2017.
- IBGE. *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativas da População*. 2020. Disponível em: [://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?t=downloads](http://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?t=downloads).
- ISARD, W. *Location and space-economy*. 1956.
- JESUS, I. R. D. de; GOMES, F. P.; ANGULO-MEZA, L. Avaliação de eficiência operacional das unidades de polícia pacificadora do estado do rio de janeiro. *Revista Produção Online*, v. 14, n. 2, p. 448–464, 2014.
- KELEJIAN, H. H.; ROBINSON, D. P. Infrastructure productivity estimation and its underlying econometric specifications: a sensitivity analysis. *Papers in Regional Science*, Wiley Online Library, v. 76, n. 1, p. 115–131, 1997.
- KERN, A. P.; VIEIRA, M. T.; FREGUGLIA, R. d. S. Impactos do programa bolsa família na imunização das crianças. In: 46º ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA. *Anais do 46º Encontro Nacional de Economia*. Rio de Janeiro, Brasil, 2018. p. 1–20.
- KISSLER, L.; HEIDEMANN, F. G. Governança pública: novo modelo regulatório para as relações entre estado, mercado e sociedade? *Revista de Administração Pública*, SciELO Brasil, v. 40, n. 3, p. 479–499, 2006.
- KOPPENSTEINER, M. F.; MENEZES, L. *Violence and Human Capital Investments*. [S.l.], 2019.
- KUMAR, R.; NAGPAL, B. Analysis and prediction of crime patterns using big data. *International Journal of Information Technology*, Springer, v. 11, n. 4, p. 799–805, 2019.
- LAMONT, M.; LEE, R. Arrive alive: road safety in kenya and south africa. *Technology and culture*, Johns Hopkins University Press, v. 56, n. 2, p. 464–488, 2015.
- LESSA, M. Q. M. *Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil*. [S.l.]: Disponível em: http://www.infraestrutura.gov.br/images/BIT_TESTE/Publicacoes/Transportes_2017.pdf, 2017.
- LESSA, M. Q. M. *Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil: Anuário Estatístico de Transportes 2010 -2016*. [S.l.]: Disponível em: http://www.infraestrutura.gov.br/images/2017/Sumário_Executivo_AET_-_2010_-_2016.pdf, 2017.
- LÖSCH, A. *The economics of location*, new haven. *LöschThe Economics of Location*, 1954.
- LÖSCH, A. *The economics of location*. [S.l.]: New York, John Wiley, 1967.

- MACIEL, G. S. *Eficiência técnica da polícia militar: um estudo dos comandos de policiamento regionais do Distrito Federal por meio da análise envoltória de dado*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Goiás, 2019.
- MACQUEEN, J. et al. Some methods for classification and analysis of multivariate observations. In: OAKLAND, CA, USA. *Proceedings of the fifth Berkeley symposium on mathematical statistics and probability*. [S.l.], 1967. v. 1, n. 14, p. 281–297.
- MAGAÑA, V. C.; ORGANERO, M. M. Reducing stress and fuel consumption providing road information. In: *Ambient Intelligence-Software and Applications*. [S.l.]: Springer, 2015. p. 23–31.
- MELLO, J. C. D. et al. Eficiência dea como medida de desempenho de unidades policiais. *Revista Produção Online*, v. 5, n. 3, 2005.
- MENDES, S. M.; TEIXEIRA, E. C.; SALVATO, M. A. Investimentos em infra-estrutura e produtividade total dos fatores na agricultura brasileira: 1985-2004. *Revista Brasileira de Economia*, SciELO Brasil, v. 63, n. 2, p. 91–102, 2009.
- MOCTEZUMA, A. M.; RAMÍREZ, J. A. C. Road infrastructure and mobility of consumption in the mexicali-imperial valley border area. *Estudios Fronterizos*, Universidad Autónoma de Baja California, v. 16, n. 32, p. 195–219, 2015.
- NETO, R. D. M. et al. Avaliação de política pública para redução da violência: o caso do programa pacto pela vida do estado de pernambuco. In: ANPEC-ASSOCIAÇÃO. *Anais do XLI Encontro Nacional de Economia [Proceedings of the 41st Brazilian Economics Meeting]*. [S.l.], 2014.
- NYHAN, R. C.; MARTIN, L. L. Assessing the performance of municipal police services using data envelopment analysis: an exploratory study. *State and Local Government Review*, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 31, n. 1, p. 18–30, 1999.
- OBREGÓN-BIOSCA, S.; JUNYENT-COMAS, R. Socioeconomic impact of the roads: case study of the “eix transversal” in catalonia, spain. *Journal of Urban Planning and Development*, American Society of Civil Engineers, v. 137, n. 2, p. 159–170, 2010.
- OBREGÓN-BIOSCA, S. A.; CHÁVEZ, M.; QUEZADA, E. B. Road transport infrastructure and manufacturing location: an empirical evidence and comparative study between tijuana and nuevo laredo, mexico. *Frontera norte*, El Colegio de la Frontera Norte, v. 26, n. 52, p. 10, 2014.
- OLIVEIRA, C. A.; ARCARO, D. A. Efeitos de dissuasão do mercado de trabalho sobre o crime na região metropolitana de porto alegre. *Economic Analysis of Law Review*, v. 7, n. 2, p. 577–597, 2016.
- PACHECO-JUNIOR, J. C. *Modelos para Detecção de Fraudes Utilizando Técnicas de Aprendizado de Máquina*. Dissertação (Mestrado) — Fundação Getúlio Vargas - FGV, 2019.
- PATEL, J. et al. Intellectual and enhance digital solution for police station. In: IEEE. *2018 International Conference on Smart City and Emerging Technology (ICSCET)*. [S.l.], 2018. p. 1–4.

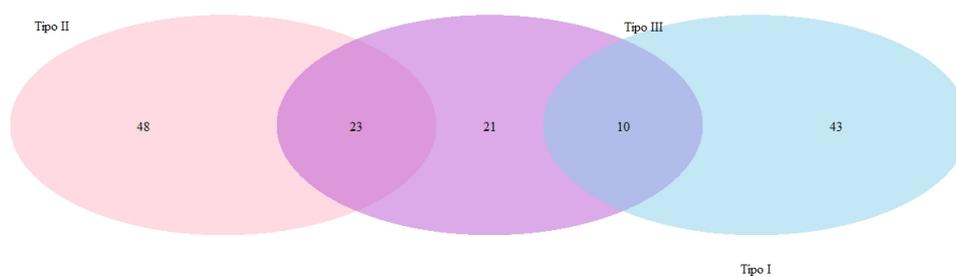
- PAULA, E. L. d. *Mineração de dados como suporte à detecção de lavagem de dinheiro*. Dissertação (Mestrado) — Instituto de Ciências Exatas, Universidade de Brasília, Brasília, Brasil., 2016.
- PEREIRA FILHO, O. A. *Três ensaios sobre mensuração de eficiência e avaliação de impacto em serviços de segurança pública no Brasil*. Tese (Doutorado) — Universidade de Brasília, 2016.
- PIERCE, G. L.; SPAAR, S.; BRIGGS, L. R. *The character of police work: Strategic and tactical implications*. [S.l.]: Center for Applied Social Research, Northeastern University, 1988.
- RATCLIFFE, J. H. The spatial dependency of crime increase dispersion. *Security Journal*, Springer, v. 23, n. 1, p. 18–36, 2010.
- RATTON, J. L.; GALVÃO, C.; FERNANDEZ, M. O pacto pela vida e a redução de homicídios em pernambuco. *Tornando as cidades brasileiras mais seguras: edição especial dos diálogos de segurança cidadã*. Instituto Igarapé: Rio de Janeiro, 2014.
- RESENDE, J. P. d.; ANDRADE, M. V. Crime social, castigo social: desigualdade de renda e taxas de criminalidade nos grandes municípios brasileiros. *Estudos Econômicos (São Paulo)*, SciELO Brasil, v. 41, n. 1, p. 173–195, 2011.
- RIBEIRO, E. Impactos das unidades de polícia pacificadora (upp) sobre cotidianos escolares. *Lua Nova: Revista de Cultura e Política*, SciELO Brasil, n. 110, p. 155–188, 2020.
- RUHOSE, J.; THOMSEN, S. L.; WEILAGE, I. The benefits of adult learning: Work-related training, social capital, and earnings. *Economics of Education Review*, Elsevier, v. 72, p. 166–186, 2019.
- SACTRA, S. A. C. on T. R. A. *Transport and the Economy*. [S.l.]: The Stationery Office London, 1999.
- SANCHIS-GUARNER, R. et al. Driving up wages: The effects of road construction in great britain. *SERC Discussion Papers*, Spatial Economics Research Centre, LSE, n. 120, 2012.
- SANTOS, M. J.; SANTOS-FILHO, J. I. Convergência das taxas de crimes no território brasileiro. *Revista Economia*, v. 12, n. 1, p. 131–147, 2011.
- SATHYADEVAN, S. et al. Crime analysis and prediction using data mining. In: IEEE. *2014 First International Conference on Networks & Soft Computing (ICNSC2014)*. [S.l.], 2014. p. 406–412.
- SCALCO, P. R.; AMORIM, A. L.; GOMES, A. P. Eficiência técnica da polícia militar em minas gerais. *Nova Economia*, SciELO Brasil, v. 22, n. 1, p. 165–190, 2012.
- SCHEEL, H. Undesirable outputs in efficiency valuations. *European journal of operational research*, Elsevier, v. 132, n. 2, p. 400–410, 2001.
- SHERMAN, L. W.; BERK, R. A. The specific deterrent effects of arrests for domestic assault. *American sociological review*, p. 261–272, 1984.

- SILVEIRA, A. M. et al. Impacto del programa permanezca vivo en la reducción de los homicidios en comunidad de belo horizonte, sureste de brasil. *Revista de Saúde Pública, SciELO Brasil*, v. 44, n. 3, p. 496–502, 2010.
- SIMAR, L.; WILSON, P. W. Statistical inference in nonparametric frontier models: recent developments and perspectives. *The measurement of productive efficiency and productivity growth*, Oxford University Press Oxford, p. 421–521, 2008.
- SOARES, R. R. et al. Welfare costs of crime and common violence. *Journal of Economic Studies*, Emerald Group Publishing, v. 42, n. 1, p. 117–137, 2015.
- STAFF, I. Road, rail and ports crucial to the competitiveness of african mining. *Industrial Minerals, Metal Bulletin*, n. 578, p. 33, 2016.
- STOSIC, B. D.; FITTIPALDI, I. Multiple data envelopment analysis: the blessing of dimensionality. *CITeseer. 5th International Symposium on DEA; Hyderabad*, Citeseer, p. 1–5, 2007.
- STUART, E. A. et al. Using propensity scores in difference-in-differences models to estimate the effects of a policy change. *Health Services and Outcomes Research Methodology*, Springer, v. 14, n. 4, p. 166–182, 2014.
- SULIANO, D. C.; OLIVEIRA, J. L. Avaliação do programa ronda do quarteirão na região metropolitana de fortaleza (ceará). *Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, v. 7, n. 2, p. 52–67, 2015.
- SUN, S. Measuring the relative efficiency of police precincts using data envelopment analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, Elsevier, v. 36, n. 1, p. 51–71, 2002.
- THANASSOULIS, E. Assessing police forces in england and wales using data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, Elsevier, v. 87, n. 3, p. 641–657, 1995.
- THÜNEN, J. von. *Der Isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie*, Hamburg. English translation by CM Wartenberg: *von Thiinen's Isolated State*. [S.l.]: Oxford, Pergamon Press (1966), Hamburg, Perthes, 1826.
- VERMA, A.; GAVIRNENI, S. Measuring police efficiency in india: an application of data envelopment analysis. *Policing: An international journal of police strategies & management*, Emerald Group Publishing Limited, 2006.
- VIAPIANA, L. T. *Economia do crime: uma explicação para a formação do criminoso*. [S.l.]: Editora AGE Ltda, 2006.
- VIEIRA, M. A. *Detecção de anomalias em dados da administração pública utilizando técnica de aprendizado de máquina*. Dissertação (B.S. thesis) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019.
- VILELA, M. d. S. S. *Avaliação da eficiência técnica das escolas municipais de Fortaleza*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Ceará, 2009.
- WASELFISZ, J. J. *Mapa da violência 2013. Mortes Matadas por Armas de Fogo*. [S.l.]: UNESCO Brasil, 2013.

- WEBER, A. *Ueber den standort der industrien*. [S.l.]: , 1909. v. 1.
- WEISBURD, D. The law of crime concentration and the criminology of place. *Criminology*, Wiley Online Library, v. 53, n. 2, p. 133–157, 2015.
- WEISBURD, D. et al. O policiamento de pontos críticos pode reduzir o crime em áreas urbanas? uma simulação baseada em agente. *Criminologia*, v. 55, n. 1, p. 137–173, 2017.
- WEISBURD, D.; ECK, J. E. What can police do to reduce crime, disorder, and fear? *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, Sage Publications, v. 593, n. 1, p. 42–65, 2004.
- WEISBURD, D. et al. Contrasting crime general and crime specific theory: The case of hot spots of crime. *Advances in criminological theory*, Transaction Press New Brunswick, NJ, v. 4, n. 1, p. 45–69, 1992.
- WEISBURD, D.; MORRIS, N. A.; GROFF, E. R. Hot spots of juvenile crime: A longitudinal study of arrest incidents at street segments in seattle, washington. *Journal of Quantitative Criminology*, Springer, v. 25, n. 4, p. 443, 2009.
- WEITKAMP, C. D.; MARTÍN, M.; PABLO-MARTI, F. Economic effects of road accessibility in the pyrenees: user perspective. XREAP, 2008.
- WOOLDRIDGE, J. M. *Econometric analysis of cross section and panel data*. [S.l.]: MIT press, 2010.
- WU, T.-H.; CHEN, M.-S.; YEH, J.-Y. Measuring the performance of police forces in taiwan using data envelopment analysis. *Evaluation and Program Planning*, Elsevier, v. 33, n. 3, p. 246–254, 2010.

A Apêndice

Figura A.1 – Beneficiários do Programa Caminhos da Paraíba por tipo de obra



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do DER.

Figura A.2 – Beneficiários do Programa Caminhos da Paraíba por ano de conclusão da obra



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do DER.

Tabela A.1 – Municípios da I Região Integrada de Segurança Pública do Estado da Paraíba

I Região Integrada de Segurança Pública (REISP)			
AISP 1	AISP 2	AISP 3	AISP 4
João Pessoa (bairros Norte)	João Pessoa (bairros Sul)	Cabedelo	Bayeux
AISP 5	AISP 6	AISP 7	-
Cruz do Espírito Santo	Alhandra	Báida da Traição	-
Lucena	Caaporã	Capim	-
Mari	Conde	Cuité de Mamanguape	-
Riachão do Poço	Pedras de Fogo	Curral de Cima	-
Santa Rita	Pitimbu	Itapororoca	-
Sapé	-	Jacaraú	-
Sobrado	-	Lagoa de Dentro	-
-	-	Mamanguape	-
-	-	Marcação	-
-	-	Mataraca	-
-	-	Pedro Regis	-
-	-	Rio Tinto	-

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da SESDSPB.

Tabela A.2 – Municípios da II Região Integrada de Segurança Pública do Estado da Paraíba

II Região Integrada de Segurança Pública (REISP)			
AISP 8	AISP 9	AISP 10	AISP 11
Alagoinha	Alagoa Grande	Boa Vista	Alcantil
Araçagi	Caldas Brandão	Campina Grande	Aroeiras
Belém	Gurinhém	Lagoa Seca	Barra de Santana
Caiçara	Ingá	Massaranduba	Barra de São Miguel
Cuitegi	Itabaiana	-	Boqueirão
Duas Estradas	Itatuba	-	Cabaceiras
Guarabira	Juarez Távora	-	Caturité
Logradouro	Juripiranga	-	Fagundes
Mulungu	Mogeiro	-	Gado Bravo
Pilões	Pilar	-	Natuba
Pilõezinhos	Rachão do Bacamarte	-	Queimadas
Pirpirituba	Sangado de São Félix	-	Riacho de Santo Antônio
Serra da Raiz	São José dos Ramos	-	Santa Cecília
Sertãozinho	São Miguel de Taipu	-	São Domingo do Cariri
-	Serra Redonda	-	Umbuzeiro
AISP 12	AISP 13	AISP 14	AISP 21
Alagoa Nova	Baraúna	Amparo	Arara
Alagoa de Jandaíra	Barra de Santa Rosa	Camalaú	Araruna
Areia	Cubati	Caraúbas	Bananeiras
Areial	Cuité	Congo	Borborema
Esperança	Damião	Coxixola	Cacimba de Dentro
Juazeirinho	Frei Martinho	Gurjão	Casserengue
Lagoa de Roça	Nova Palmeira	Monteiro	Dona Inês
Matinhas	Nova Floresta	Ouro Velho	Riachão
Montadas	Pedra Lavrada	Parari	Serraria
Olivedos	Picuí	Prata	Solânea
Pocinhos	São Vicente do Seridó	São João do Cariri	Tacima
Puxinanã	Sossego	São João do Tigre	-
Remígio	-	São José dos Cordeiros	-
Santo André	-	São Seb. do Umbuzeiro	-
São Seb. Lagoa de Roça	-	Serra Branca	-
Soledade	-	Sumé	-
Tenório	-	Zabelê	-

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da SESDSPB.

Tabela A.3 – Municípios da III Região Integrada de Segurança Pública do Estado da Paraíba

III REISP			
AISP 15	AISP 16	AISP 17	AISP 18
Areia de barauínas	Água Branca	Aguiar	Belém do Brejo do Cruz
Assunção	Imaculada	Boa Ventura	Bom Sucesso
Cacimba de Areia	Juru	Catingueira	Brejo do Cruz
Cacimbas	Manaíra	Coremas	Brejo dos Santos
Condado	Princesa Isabel	Conceição	Catolé do Rocha
Desterro	São José de Princesa	Curral Velho	Jericó
Junco do Seridó	Tavares	Diamante	Lagoa
Livramento	-	Emas	Mato Grosso
Mãe d'água	-	Ibiara	Paulista
Malta	-	Igaracy	Riacho dos Cavalos
Matureia	-	Itaporanga	São Bento
Passagem	-	Nova Olinda	-
Patos	-	Pedra Branca	-
Quixabá	-	Piancó	-
Salgadinho	-	Olho D'água	-
Santa Luzia	-	Santa Inês	-
Santa Terezinha	-	Santana de Mangueira	-
São José de Espinharas	-	Santana dos Garrotes	-
São José do Bonfim	-	São José de Caiana	-
São José do Sabugi	-	Serra Grande	-
São Mamede	-	-	-
Taperoá	-	-	-
Teixeira	-	-	-
Várzea	-	-	-
Vista Serrana	-	-	-
AISP 19	AISP 20		
Aparecida	Bernardino Batista	-	-
Cajazeirinhas	Bom Jesus	-	-
Lastro	Bonito de Santa Fé	-	-
Marizópolis	Cachoeira dos Índios	-	-
Nazarezinho	Cajazeiras	-	-
Pombal	Carrapateira	-	-
Santa Cruz	Joca Claudino	-	-
São Bentinho	Monte Horebe	-	-
São Domingos de Pombal	Poço Dantas	-	-
São Francisco	Poço de José de Moura	-	-
São José de Lagoa Tapada	Santa Helena	-	-
Sousa	São João do Rio do Peixe	-	-
Vieirópolis	São José de Piranhas	-	-
-	Triunfo	-	-
-	Uiraúna	-	-

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da SESDSPB.

Tabela A.4 – Inputs e Outputs distribuição por AISP e REISP (2017 a 2019)

Região Integrada de Segurança Pública I											
Outputs						Inputs					
Crimes Violentos		Crimes Patrimoniais		Ocorren. Solucionadas		Efetivo		Viaturas		Experiência	
AISP	N	(%)	N	(%)	N	(%)	N	(%)	N	(%)	N
1	322	24,19	7.598	39,10	35.889	35,35	641	27,22	71	25,54	15
2	321	24,12	6.978	35,91	32.304	31,89	621	26,37	71	25,00	15
3	34	2,55	590	3,04	4.253	4,20	152	6,44	25	8,84	17
4	79	5,94	971	5,00	7.830	7,73	142	6,05	24	8,61	14
5	310	23,29	1.773	9,12	14.164	13,98	411	17,45	40	14,27	14
6	197	14,80	1.144	5,89	5.114	5,05	204	8,65	34	12,15	10
7	68	5,11	380	1,96	1.838	1,81	184	7,83	17	5,90	13
Total	1.331	100,00	1.9434	100,00	101.392	100,00	2.355	100,00	282	100,00	14*
Região Integrada de Segurança Pública II											
AISP	N	(%)	N	(%)	N	(%)	N	(%)	N	(%)	N
8	118	12,91	922	8,10	5.916	8,56	441	18,90	37	14,40	14
9	93	10,18	498	4,37	3.921	5,67	237	10,17	27	10,60	16
10	270	29,54	6.420	56,39	35.867	51,89	674	28,88	60	23,43	14
11	114	12,47	746	6,55	5.868	8,49	169	7,24	40	15,84	13
12	115	12,58	1.381	12,13	8.460	12,24	265	11,37	37	14,40	13
13	59	6,46	450	3,95	1.596	2,31	160	6,86	13	4,97	10
14	74	8,10	447	3,93	4.739	6,86	219	9,39	25	9,82	13
21	71	7,77	520	4,57	2.760	3,99	168	7,19	17	6,54	13
Total	914	100,00	11.384	100,00	69.127	100,00	2.333	100,00	256	100,00	13*
Região Integrada de Segurança Pública III											
AISP	N	(%)	N	(%)	N	(%)	N	(%)	N	(%)	N
15	148	25,56	1.227	36,91	9.314	33,21	523	29,12	47	16,51	18
16	52	8,98	135	4,06	1.910	6,81	138	7,68	12	4,13	13
17	77	13,30	200	6,02	3.518	12,54	300	16,71	24	8,59	17
18	119	20,55	156	4,69	1.187	4,23	216	12,02	8,0	2,83	16
19	103	17,79	1.014	30,51	6.800	24,25	269	14,95	29	10,26	14
20	80	13,82	592	17,81	5.315	18,95	351	19,51	29	10,38	17
Total	579	100,00	3.324	100,00	28.044	100,00	1.797	100,00	149	100,00	16*
Total	2.824	-	34.142	-	198.563	-	6.484	-	687	-	14**

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da SEDS-PB. *Tempo médio de experiência dos policiais da AISP; **Tempo médio de experiência dos policiais da REISP

Tabela A.5 – Resultados da Estimação do Modelo MDEA-S

REISP/AISP	2017			2018			2019			Município Sede
	IE	EP	IC95%	IE	EP	IC95%	IE	EP	IC95%	
REISP I	0,5810	0,0144	0,5526-0,6093	0,4130	0,0133	0,3868-0,4392	0,3897	0,0121	0,3659-0,4135	João Pessoa
AISP 1	0,5782	0,0472	0,4845-0,6719	0,5525	0,0472	0,4588-0,6462	0,5103	0,0432	0,4246-0,5960	João Pessoa - Norte
AISP 2	0,5365	0,0429	0,4511-0,6218	0,5039	0,0429	0,4186-0,5893	0,4508	0,0379	0,3755-0,5260	João Pessoa - Sul
AISP 3	0,5105	0,0238	0,4632-0,5577	0,3459	0,0182	0,3099-0,3820	0,3887	0,0181	0,3527-0,4247	Cabedelo
AISP 4	0,6258	0,0323	0,5617-0,6900	0,4838	0,0387	0,4069-0,5606	0,4737	0,0395	0,3952-0,5520	Bayeux
AISP 5	0,3977	0,0295	0,3392-0,4562	0,3448	0,0280	0,2892-0,4004	0,3309	0,0261	0,2790-0,3828	Santa Rita
AISP 6	0,6519	0,0383	0,5758-0,7280	0,4235	0,0345	0,3549-0,4921	0,3091	0,0243	0,2608-0,3574	Alhandra
AISP 7	0,7663	0,0381	0,6906-0,8419	0,2366	0,0123	0,2122-0,2609	0,2642	0,0161	0,2323-0,2962	Mamanguape
REISP II	0,4093	0,0099	0,3897-0,4288	0,3360	0,0106	0,3152-0,3568	0,3885	0,0110	0,3668-0,4101	Campina Grande
AISP 8	0,2615	0,0107	0,2403-0,2827	0,1682	0,0089	0,1504-0,1859	0,1793	0,0089	0,1615-0,1970	Guarabira
AISP 9	0,3179	0,0136	0,2909-0,3450	0,2147	0,0104	0,1939-0,2354	0,2408	0,0107	0,2195-0,2620	Itabaiana
AISP 10	0,5769	0,0468	0,4839-0,6698	0,5431	0,0460	0,4518-0,6345	0,5716	0,0477	0,4770-0,6662	Campina Grande
AISP 11	0,3513	0,0239	0,3039-0,3987	0,2942	0,0213	0,2519-0,3366	0,3559	0,0269	0,3025-0,4093	Queimadas
AISP 12	0,3188	0,0174	0,2842-0,3534	0,3000	0,0227	0,2549-0,3451	0,3472	0,0258	0,2960-0,3984	Esperança
AISP 13	0,7300	0,0304	0,6696-0,7904	0,6618	0,0367	0,5889-0,7346	0,6928	0,0348	0,6237-0,7619	Picuí
AISP 14	0,3227	0,0095	0,3039-0,3416	0,2491	0,0135	0,2223-0,2759	0,3974	0,0206	0,3565-0,4384	Monteiro
AISP 21	0,3949	0,0131	0,3689-0,4210	0,2712	0,0192	0,2329-0,3095	0,3225	0,0185	0,2858-0,3593	Solânea
REISP III	0,4676	0,0119	0,4441-0,4912	0,3962	0,0128	0,3711-0,4213	0,4210	0,0130	0,3954-0,4467	Patos
AISP 15	0,2324	0,0108	0,2110-0,2538	0,2019	0,0131	0,1759-0,2279	0,2279	0,0150	0,1982-0,2576	Patos
AISP 16	0,8254	0,0231	0,7795-0,8713	0,7450	0,0300	0,6854-0,8046	0,8218	0,0295	0,7633-0,8804	Princesa Isabel
AISP 17	0,3864	0,0109	0,3648-0,4079	0,3019	0,0126	0,2768-0,3270	0,3202	0,0157	0,2891-0,3514	Itaporanga
AISP 18	0,6878	0,0339	0,6206-0,7550	0,6611	0,0349	0,5918-0,7305	0,6222	0,0365	0,5497-0,6946	Catolé do Rocha
AISP 19	0,3855	0,0191	0,3476-0,4234	0,2712	0,0193	0,2329-0,3095	0,2559	0,0143	0,2275-0,2844	Sousa
AISP 20	0,2882	0,0094	0,2696-0,3068	0,1961	0,0085	0,1793-0,2130	0,2781	0,0160	0,2464-0,3098	Cajazeiras

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da SEDS-PB. IE: Índice de Eficiência; EP: Erro-Padrão; IC: Intervalo de Confiança.