

Efeitos de investimentos em infraestrutura rodoviária sobre a dinâmica econômica local da Paraíba

Effects of road infrastructure investments on the local economic dynamics of Paraíba

Otoniel Rodrigues dos Anjos Junior*, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0085-4893>; Stélio Coêlho Lombardi Filho¹, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7753-5351>; Aléssio Tony Cavalcanti de Almeida², ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0436-359X>

1. Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Economia, Praça da Piedade, 06, Centro - CEP: 40.060-160, Salvador, BA, Brasil. E-mail: stelio.filho@hotmail.com

2. Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Economia, Campus I, Cidade Universitária, s/n, CEP: 58051-900, João Pessoa, PB, Brasil. E-mail: alessio@ccsa.ufpb.br

* Universidade Federal do Ceará, Departamento de Estudos Interdisciplinares, Av. Mister Hull, s/n, Campus do Pici, Bloco 860, CEP: 60440-900, Fortaleza, CE, Brasil. E-mail: pbdosanjos@hotmail.com

Resumo

As políticas públicas de infraestrutura rodoviária possuem potencial de impacto sobre a qualidade de vida e o bem-estar dos locais beneficiados? A pesquisa avalia os impactos de investimentos em infraestrutura rodoviária sobre indicadores de atividade econômica e mercado de trabalho na Paraíba. Emprega-se o método de Diferenças em Diferenças com reponderação pelos pesos do balanceamento por entropia a partir de dados do Departamento de Estradas de Rodagens da Paraíba, no período de 2011 a 2017. A descritiva mostrou que o programa já investiu mais de R\$1,7 bilhão com cerca de 3,5 mil quilômetros de rodovias melhoradas e 65% dos municípios paraibanos beneficiados. Os resultados da análise econométrica indicaram impactos mais expressivos do programa sobre o saldo de emprego, principalmente dos municípios retirados do isolamento. Além disso, verificou-se aumento no PIB real (13%) e no VAB do setor de serviços (16%), ambos restritos aos municípios que receberam obras de suplementação.

Palavras-chave: caminhos da paraíba; avaliação de impacto; diferenças-em-diferenças.

Abstract

Do public road infrastructure policies have the potential to affect the quality of life and well-being in the regions they target? This study evaluates the impacts of road infrastructure investments on economic activity and labor market indicators in the state of Paraíba, Brazil. The analysis employs a Difference-in-Differences (Diff-in-Diff) methodology with reweighting based on entropy balancing weights, using data from the Paraíba State Department of Highways (DER-PB) for the period 2011 to 2017. Descriptive statistics show that the program invested over R\$1.7 billion, improving approximately 3,500 kilometers of roads and benefiting 65% of the municipalities in the state. The econometric results indicate significant effects of the program on net employment, particularly in municipalities previously affected by geographic isolation. Additionally, there was a 13% increase in real GDP and a 16% increase in the gross value added (GVA) of the services sector, both restricted to municipalities that received supplementary infrastructure works.

Keywords: caminhos da paraíba; impact evaluation; difference-in-differences.

Referência: Anjos Júnior, O. R., Lombardi Filho, S. C. & Almeida, A. T. C. (2026). Efeitos de investimentos em infraestrutura rodoviária sobre a dinâmica econômica local da Paraíba. *Gestão & Regionalidade*, v. 42, e20269688. <https://doi.org/10.13037/gr.vol42.e20269688>



1 Introdução

Os potenciais impactos 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 (Albalade, 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 importantes insumos para diversos setores da economia mundial. Segundo Gibbons *et al.* (2012), os transportes rodoviários de carga ou de passageiros dominam a estrutura de transporte da maioria dos países.

A qualidade da infraestrutura rodoviária é um dos fatores-chave para o desenvolvimento econômico e social de qualquer país (Obregón-Biosca, Chávez & Quezada, 2014). O investimento em rodovias pode resultar em diversos benefícios como 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-Martí, 2008; Anantaram, 2010; Albalade & Bel, 2012).

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).

Os 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). 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 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 localidade era isolada até a construção da rodovia que fez a sua interligação com a China. A obra permitiu a conexão dessa área 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 ocorreu na Espanha, com a construção do eixo transversal na região da Catalunha. A 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. Mendes, Teixeira e Salvato (2009), por exemplo, analisaram os efeitos dessa modalidade de investimento sobre a produtividade total



dos fatores (PTF) na agricultura. 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. Na mesma linha, Cruz, Teixeira e Braga (2010) também indicaram impacto positivo da melhoria na infraestrutura rodoviária sobre a PTF; portanto, com esses investimentos elevando a renda *per capita* da população. Esse aumento de renda acaba influenciando o desenvolvimento e a criação de um ambiente favorável para os negócios locais (Rosa, Melo & Garcia, 2024).

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. Identificou que ter a principal via de acesso pavimentada não contribuiu para o crescimento econômico dos municípios daquela região. Por sua vez, 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 municipal. Nesse caso, a taxa de crescimento do PIB dos municípios beneficiados ficou acima da média comparativamente aos não beneficiados.

Como se sabe, o Brasil possui vasta dimensão territorial sendo 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, 2017). 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, 2017).

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.

Tendo isso em vista, a presente pesquisa se propõe analisar os efeitos dos investimentos em infraestrutura rodoviária proporcionados pelo Caminhos da Paraíba sobre os indicadores de dinâmica econômica dos municípios beneficiados. Os dados referentes às intervenções foram obtidos junto ao Departamento de Estradas de Rodagem da Paraíba (DER-PB), englobando informações sobre municípios atendidos, tipo de obra executada, períodos de início e término das intervenções, bem como os valores investidos e a extensão das obras realizadas. Além disso, utilizou-se o método de diferenças em diferenças (*Difference-in-Differences – Diff-in-Diff*) com reponderação pelos pesos do balanceamento por entropia. O *Diff-in-Diff* é amplamente reconhecido na literatura econômica como uma estratégia robusta para identificar efeitos causais de programas governamentais (Abadie, 2005). Enfim, a abordagem permite comparar a evolução dos indicadores entre grupos beneficiados e não beneficiados, controlando para tendências temporais comuns e heterogeneidades não observadas.

Além desta introdução, o artigo está estruturado em mais quatro seções. A seção 2 apresenta em detalhes o programa Caminhos da Paraíba, explicando a sua implementação e o aporte de recursos investidos. Em seguida, a seção 3 descreve os aspectos metodológicos do

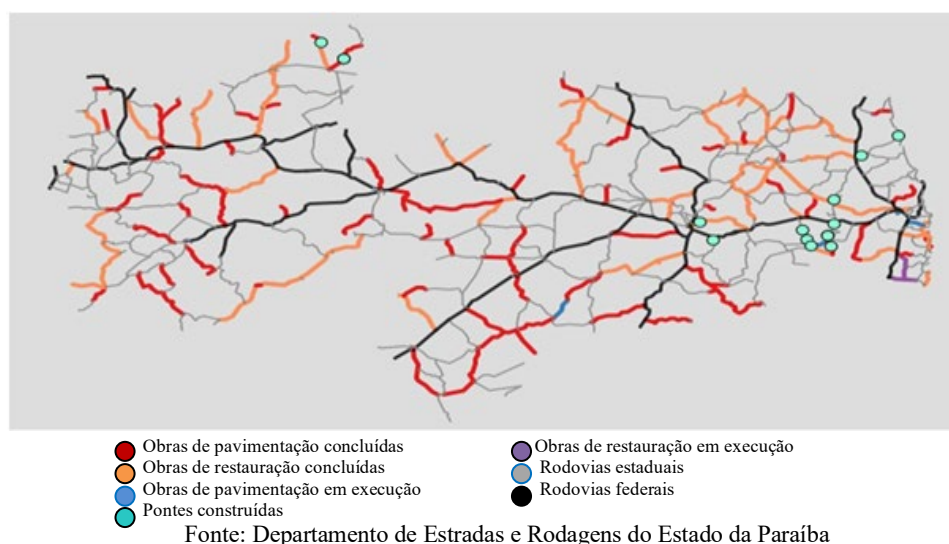
estudo. Por sua vez, a seção 4 contempla a análise e discussão dos resultados. Finalmente, na seção 5, são tecidas as considerações finais da pesquisa.

2 O Programa Caminhos da Paraíba

O programa Caminhos da Paraíba foi uma iniciativa do Governo do Estado visando minimizar distorções na infraestrutura rodoviária paraibana. A ideia surgiu a partir de um diagnóstico elaborado em 2011 pelo 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 já sofriam de desgaste natural devido ao tempo, falta de manutenção, sinalização insipiente e baixa acessibilidade (falta de duplicação, pontes, viadutos, rotatórias, etc.). A Figura 1 mostra a distribuição de obras do Caminhos da Paraíba entre 2011 e 2017, 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



O programa priorizou investimentos na implantação, ampliação, modernização, restauração e rejuvenescimento de trechos visando melhorar a logística do transporte rodoviário estadual de pessoas e de cargas. O objetivo do Caminhos da Paraíba era proporcionar maior qualidade e fluidez às rodovias estaduais e, sobretudo, retirar do isolamento 54 cidades que até 2011 não possuíam sua principal via de acesso asfaltada. O acesso a essas localidades se davam via estradas de barro, as quais são vulneráveis às intempéries climáticas. A iniciativa visou criar acesso rodoviário permanente entre essas cidades e as rodovias estaduais e/ou federais, ou mesmo ligá-las a outras cidades vizinhas. A 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 de diversos atores da sociedade, a exemplo de empresários, profissionais de saúde (médicos, enfermeiros,

dentistas, etc.), professores, dentre outros. Portanto, um cenário de deficiência que pode impactar negativamente 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 melhoradas. Foram 145 municípios beneficiados até 2017, representando 65% dos municípios do Estado. 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.

O Caminhos da Paraíba apresenta diferentes tipos de tratamento (tipos I, II e III), podendo haver situações em que um mesmo município recebe mais de um tipo de intervenção. Nesse caso, foram 178 obras concluídas até 2017, sendo 53 obras de pavimentação, 71 de restauração e 54 de suplementação. A Tabela 1 apresenta informações referentes à extensão das obras e ao valor dos investimentos, por tipo de tratamento.

Os 43 municípios tratados do tipo I representam quase 30% dos beneficiados. Já os tratados tipo II (48 municípios) e Tipo III (21 municípios) somam cerca de 33% e 14,5% respectivamente. Além disso, 33 municípios receberam mais de um tipo de tratamento, sendo 10 municípios tratados tipo I e III; e 23 municípios tratados tipos II e III, representando 6,9% e 15,86% dos tratados do período, nessa ordem.

Tabela 1

Dados Globais do Programa Caminhos da Paraíba

	Tratamento		Extensão		Investimento	
	Freq. Absoluta	%	Km	%	Milhões R\$	%
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
Tratados	145	65,02	-	-	-	-
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.

A Tabela 2 mostra as estatísticas descritivas com as obras de restauração (tipo II) apresentando maior extensão média (37,47 km), seguido pelas obras de pavimentação (tipo I). Já as obras de suplementação (tipo I e III; tipo II e III) mostram média de 11,31 km e 14,29 km de rodovias, respectivamente.

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 (necessitavam de obras de recapeamento).

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



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

	Extensão da Obra (Km)				Investimento (R\$ Milhões)			
	Média	DP	Min.	Máx.	Média	DP	Min.	Máx.
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.

Nota: Tipo I - Retirados do isolamento; Tipo II - Restauração; Tipo III - Suplementação.

O valor médio do quilômetro de pavimentação é maior comparativamente às obras de suplementação e restauração, pois, na pavimentação a obra se inicia onde não existe nada ("se começa do zero") enquanto na restauração parte-se de alguma coisa previamente construída, reduzindo os custos. Na suplementação, as características são similares à pavimentação, dado que a maioria das iniciativas (viadutos e pontes, por exemplo) geralmente partem do zero⁴.

Enfim, um ponto importante é que a participação do município no programa ocorre de forma heterogênea, com as unidades tornando-se tratadas em diferentes momentos do tempo⁵. 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-intervenção⁶.

3 Aspectos Metodológicos

A seção descreve os aspectos metodológicos do estudo, detalhando os procedimentos empregados para identificar os efeitos do Caminhos da Paraíba sobre indicadores (*outcomes*) de renda e emprego dos municípios beneficiados.

3.1 Bases de Dados e Descrição das Variáveis

A base de dados do estudo corresponde a um painel dos 223 municípios paraibanos acompanhados entre 2007 e 2017, totalizando 2.453 observações. As informações do programa Caminhos da Paraíba foram obtidas junto ao DER-PB. Os dados indicam quais municípios foram beneficiados 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 obra.

A fim de aferir o impacto do programa utilizaram-se indicadores municipais de atividade econômica e de mercado de trabalho (Quadro 1). Conforme já discutido, a redução dos custos de transporte, os ganhos de produtividade e maior dinâmica do emprego estão

⁴ Gasto médio por quilômetro (em milhões de reais): Tipo I - R\$ 760; Tipo II - R\$ 252; e Tipo III - R\$ 726.

⁵ 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%).

⁶ Rodovias em obras ainda apresentam baixa velocidade de tráfego, altos custos de frete e manutenção de veículos, desvios, paradas, máquinas trabalhando, etc.



associados às melhorias na infraestrutura rodoviária (Obregón-Biosca, Chávez & Quezada, 2014; Gibbons et al., 2019).

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 mensurar os impactos da política sobre o desempenho econômico foram selecionados o Produto Interno Bruto e o Valor Adicionado Bruto (VAB) dos setores de serviços e indústria. Além disso, para captar os efeitos sobre o mercado de trabalho, as variáveis de saldo de movimentação de empregos e massa salarial foram escolhidas. 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.

Visando controlar a heterogeneidade dos municípios e obter uma amostra mais homogênea em termos de características observáveis, realizou-se um balanceamento utilizando as variáveis descritas no Quadro 2. As covariadas de base aliada e proporção de votos no governador eleito têm como objetivo controlar o 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. Já 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	<i>Dummies</i> de mesorregião	IBGE

Fonte: Elaboração própria.



3.2 Diferenças em Diferenças e Balanceamento por Entropia

O método de *Diff-in-Diff* é amplamente empregado em estudos de avaliação de impacto de políticas públicas e programas sociais (ABADIE, 2005). O 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, etc. (Wooldridge, 2010).

A aplicação do *Diff-in-Diff* exige a disponibilidade de informações em ao menos um período anterior e um posterior ao início do programa, isso para tratados e controles. A principal hipótese do método 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. Logo, na ausência do tratamento ambos os grupos evoluiriam paralelamente, de forma que desvios das trajetórias paralelas indicam o impacto do programa (Athey & Imbens, 2006; Cameron & Trivedi, 2005). A estimação se dá via modelo de efeitos fixos, de acordo com a seguinte especificação:

$$y_{it,k} = \sum_j \beta_{j,k} Programa_{j,it} + \alpha_i + \lambda_t + \epsilon_{it,k} \quad (1)$$

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 que 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 *Diff-in-Diff* com algum método de pareamento (Heckman, Ichimura & Todd, 1998; Hirano, Imbens & Ridder, 2003). Hainmueller (2012), por exemplo, propôs a reponderação multivariado, chamado balanceamento por entropia. 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 características observáveis. Como resultado, a amostra se torna mais equilibrada e há 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:

$$E[Y(0)|\widehat{D} = 1] = \frac{\sum_{\{i|D=0\}} Y_i d_i}{\sum_{\{i|D=0\}} d_i} \quad (2)$$

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 busca resolver esse 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). Dessa forma, a média contrafactual estimada passa a ser:

$$E[Y(0)|\widehat{D} = 1] = \frac{\sum_{\{i|D=0\}} Y_i W_i}{\sum_{\{i|D=0\}} W_i} \quad (3)$$

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:

$$\min_{w_i} H(w) = \sum_{\{i|D=0\}} w_i \log w_i / q_i \quad (4)$$

sujeita às seguintes restrições:

$$\sum_{\{i|D=0\}} w_i C_{ri}(X_i) = mr, \text{ com } r \in 1, \dots, R \quad (5)$$

$$\sum_{\{i|D=0\}} w_i = 1 \quad (6)$$

$$w_i \geq 0 \quad \forall i \text{ tal que } D = 0 \quad (7)$$

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).

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 (5), de modo a igualar os momentos das distribuições dessas variáveis entre os grupos de tratamento e de controle reponderado. As opções de restrições de momentos são a média, a variância e a assimetria.

O balanceamento por entropia procura um dado conjunto de pesos $W = [w_i, \dots, w_{n_0}]^T$ que minimiza a equação (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 (5), à restrição de normalização da equação (6) e à restrição de não-negatividade da equação (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 $w_i, \dots, w_{n_0}$.

4 Resultados

Nesta seção discutem-se os resultados da avaliação descritiva e avaliação de impacto a partir de avaliação “ingênua” e das estimações dos modelos econométricos respectivamente.

4.1 Efeitos Homogêneos

A Tabela 3 apresenta as diferenças de média entre os municípios que receberam obras do Caminhos da Paraíba (tratados) e os que não receberam (controle), isso para os indicadores de interesse. Os resultados descritivos apontam para uma diferença positiva e estatisticamente significativa em favor das unidades tratadas, para maioria dos *outcomes*.

Apesar das 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 dos municípios tratados. Entretanto, também é importante verificar se esses 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 no tempo e no espaço.

Tabela 3

Diferença de Média entre Municípios Tratados e Controles
Programa Caminhos da Paraíba

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.

A Tabela 4 avança no sentido de captar a diferença de média entre tratados e controles em diferentes recortes temporais. Essa é uma informação importante porque ajuda a compreender melhor os efeitos do tempo de maturação do investimento. A incorporação gradual de períodos de tempo traz à tona três informações: I) a diferença de média entre tratados e controles aumenta ao longo do tempo; II) mais variáveis de resultado passam a ser significativas com o tempo; III) a análise considerando efeitos homogêneos mostra que não há diferença significativa no saldo de empregos para períodos mais longos.

A Paraíba possui 223 municípios distribuídos em 23 microrregiões⁷ e quatro mesorregiões⁸. Optou-se por também analisar as diferenças de efeitos do programa por mesorregiões, 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 reúne um conjunto de características mais favoráveis ao ambiente de negócios. A região da grande João Pessoa, por exemplo, é formada pelos municípios de Bayeux, Cabedelo, João Pessoa e Santa Rita. É uma área que possui infraestrutura benéfica à compra e à venda de mercadorias e serviços, possui importante mercado consumidor estadual, com presença de porto, aeroporto, distritos industriais de relevância, empresas de serviços e centros de distribuição de mercadorias. A região ostenta os

⁷ 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.

⁸ Mesorregiões da Paraíba em ordem alfabética: Agreste, Borborema, Sertão e Zona da Mata.



maiores índices de desenvolvimento econômico, humano e social dentro do Estado com maior urbanização, renda, emprego, concentrando importante quantitativo de hospitais, escolas, universidades, etc.

A Tabela 5 apresenta os resultados dos testes de diferença de média por mesorregiões. Ou seja, busca-se capturar como as diferentes características locais absorveram de forma distinta os impactos advindos do programa 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 empregos.

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 importantes 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.



Tabela 4

Teste de Diferença de Média por Período (Programa Caminhos da Paraíba)

	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.

Tabela 5

Teste de Diferença de Média por Mesorregião (Programa Caminhos da Paraíba)

	Agreste			Borborema			Sertão			Zona da Mata		
	A	B	(A-B)	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.

Nota: A - Tratado; B - Controle.

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



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 esse procedimento fornecem uma amostra equilibrada em termos de fatores observáveis para o cálculo dos efeitos do programa.

Os impactos homogêneos do Caminhos da Paraíba sobre os 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 se inclui a reponderação pelos pesos do balanceamento pelo método de entropia, porém nos modelos estimados os *outcomes* 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, independentemente 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.

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.



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

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.



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.

Os resultados com e sem balanceamento se mostraram distintos para a maioria dos *outcomes*, indicando, conforme esperado, que não é possível assumir a hipótese de tendências paralelas 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 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 (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. 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 da 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 (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 quanto à infraestrutura rodoviária. Questões como acesso às 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 referente aos serviços, novamente as obras de suplementação exibiram efeitos significativos. Especificamente, os investimentos do tipo III tiveram como impacto um crescimento de 16% no VAB desse 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.

Os indicadores do mercado de trabalho indicam expressiva melhora no saldo de empregos das unidades tratadas. Os 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 não tratados. As unidades que receberam o tratamento do tipo I (retirados do isolamento) aumentou aproximadamente 87 novas vagas de trabalho. Um resultado importante porque diz respeito a municípios de pequeno porte e com baixa dinâmica econômica. Portanto, fornece evidência de que melhorias na infraestrutura pode impulsionar o emprego local e promover alguma reorganização da produção nas empresas existentes (Gibbons et al., 2019), promovendo 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: i) trabalhadores podem sair do município para acessar outros mercados; ii) 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
<i>Dummies</i> 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.



5 Considerações finais

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.

Por isso, 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 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. Os municípios beneficiados somavam 145 até 2017, o que representa 65% dos municípios paraibanos, sendo 178 obras concluídas: 53 obras de pavimentação; 71 de restauração e 54 de suplementação.

Os resultados 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 relacionados ao saldo de emprego dos municípios tratados, sobretudo dos municípios que receberam obras de pavimentação e foram retirados do isolamento, criando aproximadamente 87 novas vagas de emprego no mercado de trabalho formal. Já, para os municípios beneficiados com obras de restauração e suplementação, o aumento foi no saldo de emprego em 82 e 85 vagas, respectivamente.

Além disso, verificou-se também 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 esses 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 pesquisa futura.

Os achados da pesquisa fornecem importantes subsídios no desenho e redesenho de políticas públicas de infraestrutura rodoviária. Observou-se que os impactos decorrentes desse 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.

Finalmente, os resultados expostos não são alentadores e devem servir como estímulo para a elaboração de novas pesquisas, sobretudo 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.



Referências

- Abadie, A. (2005). Semiparametric difference-in-differences estimators. *The Review of Economic Studies*, 72(1), 1–19.
- Albalade, D. & Bel, G. (2012). Motorways, tolls and road safety: evidence from Europe. *SERIEs*, 3(4), 457–473.
- Albalade, D., Fernández, L. & Yarygina, A. (2013). The road against fatalities: Infrastructure spending vs. regulation? *Accident Analysis & Prevention*, 59, 227–239.
- Amarante, A. de. (2017). 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*, 1(1).
- Anantaram, R. (2010). Developing India's surface transport capability: The case of road infrastructure. *Elcano Newsletter*, 65, 7.
- Athey, S. & Imbens, G. W. (2006). Identification and inference in nonlinear difference-in-differences models. *Econometrica*, 74(2), 431–497.
- Cameron, A. C. & Trivedi, P. K. (2005). *Microeconometrics: methods and applications*. Cambridge University Press.
- Castro, L. (2016). *Crescimento econômico e infraestrutura: o impacto do PROACESSO em Minas Gerais* [Doctoral dissertation, Universidade Federal de Viçosa].
- Christaller, W. (1933). *Die Zentralen Orte In Süddeutschland. Eine ökonomisch-geographische Untersuchung über die Gesetzmässigkeit der Verbreitung und Entwicklung der Siedlungen mit städtischen Funktionen*. Gustav Fischer Verlag.
- Cruz, A. C., Teixeira, E. C. & Braga, M. J. (2010). Os efeitos dos gastos públicos em infraestrutura e em capital humano no crescimento econômico e na redução da pobreza no Brasil. *Revista Economia*, 11(4), 163–185.
- DER-PB. (2017). *Caminhos da Paraíba, isolamento nunca mais*.
- Dunn, E. S. (1954). *The location of agricultural production*.
- Duranton, G., Morrow, P. M. & Turner, M. A. (2014). Roads and trade: Evidence from the US. *Review of Economic Studies*, 81(2), 681–724.
- Duranton, G. & Turner, M. A. (2012). Urban growth and transportation. *Review of Economic Studies*, 79(4), 1407–1440.



- Farinha, L. M. P. (2015). O plano rodoviário de cabo verde de 1962: Génese e evolução. *Revista Portuguesa de História*, 46, 327–346.
- Ferreira, P. C. & Malliagros, T. G. (1998). Impactos produtivos da infraestrutura no Brasil – 1950/95. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, 28(2), 315–338.
- Fritsch, B. & Prud'homme, R. (1997). Measuring the contribution of road infrastructure to economic development in France. In *The econometrics of major transport infrastructures* (pp. 45–67). Springer.
- Gertler, P. J., Martinez, S., Premand, P., Rawlings, L. B. & Vermeersch, C. M. J. (2015). *Avaliação de impacto na prática*. World Bank Publications.
- Ghani, E., Goswami, A. G. & Kerr, W. R. (2016). Highway to success: The impact of the golden quadrilateral project for the location and performance of Indian manufacturing. *The Economic Journal*, 126(591), 317–357.
- Gibbons, S., Lyytikäinen, T., Overman, H. & Sanchis-Guarner, R. (2012). *New road infrastructure: the effects on firms* (SERC Discussion Paper No. 1170). Spatial Economics Research Centre, LSE.
- Gibbons, S., Lyytikäinen, T., Overman, H. & Sanchis-Guarner, R. (2019). New road infrastructure: the effects on firms. *Journal of Urban Economics*, 110, 35–50.
- Hainmueller, J. (2012). Entropy balancing for causal effects: A multivariate reweighting method to produce balanced samples in observational studies. *Political Analysis*, 20(1), 25–46.
- Hainmueller, J. & Xu, Y. (2013). ebalance: A Stata package for entropy balancing. *Journal of Statistical Software*, 54(7).
- Heckman, J. J., Ichimura, H. & Todd, P. (1998). Matching as an econometric evaluation estimator. *The Review of Economic Studies*, 65(2), 261–294.
- Hirano, K., Imbens, G. W. & Ridder, G. (2003). Efficient estimation of average treatment effects using the estimated propensity score. *Econometrica*, 71(4), 1161–1189.
- Holvad, T. & Preston, J. (2005). *Road transport investment projects and additional economic benefits*. European Regional Science Association (ERSA).
- Hussain, A., Fisher, D. & Espiner, S. (2017). Transport infrastructure and social inclusion: A case study of tourism in the region of Gilgit-Baltistan. *Social Inclusion*, 5(4), 196–208.
- Isard, W. (1956). *Location and space-economy*.
- Kelejian, H. H. & Robinson, D. P. (1997). Infrastructure productivity estimation and its underlying econometric specifications: a sensitivity analysis. *Papers in Regional Science*, 76(1), 115–131.



- Lamont, M. & Lee, R. (2015). Arrive alive: road safety in Kenya and South Africa. *Technology and Culture*, 56(2), 464–488.
- Lessa, M. Q. M. (2017). *Anuário Estatístico de Transportes 2010–2016*. Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil.
- Lösch, A. (1954). *The economics of location*. Yale University Press.
- Mendes, S. M., Teixeira, E. C. & Salvato, M. A. (2009). Investimentos em infraestrutura e produtividade total dos fatores na agricultura brasileira: 1985–2004. *Revista Brasileira de Economia*, 63(2), 91–102.
- Obregón-Biosca, S. & Junyent-Comas, R. (2010). Socioeconomic impact of the roads: case study of the "Eix transversal" in Catalonia, Spain. *Journal of Urban Planning and Development*, 137(2), 159–170.
- Obregón-Biosca, S. A., Chávez, M. & Quezada, E. B. (2014). Road transport infrastructure and manufacturing location: an empirical evidence and comparative study between Tijuana and Nuevo Laredo, Mexico. *Frontera Norte*, 26(52), 10.
- Rosa, C., Melo, P. L. R. & Garcia, D. B. (2024). Ambiente institucional e o desenvolvimento das redes de franquias na região norte do Brasil. *Gestão & Regionalidade*, 40, e20248428. <https://doi.org/10.13037/gr.vol40.e20248428>
- Sanchis-Guarner, R., Moreira, J. M. F., Teixeira, A. C. & Overman, H. (2012). *Driving up wages: The effects of road construction in Great Britain* (SERC Discussion Paper No. 120). Spatial Economics Research Centre, LSE.
- Von Thünen, J. (1826). *Der Isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie*. Perthes. (English translation by C. M. Wartenberg, Oxford: Pergamon Press, 1966).
- Weber, A. (1909). *Ueber den Standort der Industrien* (Vol. 1).
- Weitkamp, C. D., Martín, M. & Pablo-Martí, F. (2008). *Economic effects of road accessibility in the Pyrenees: user perspective*. XREAP.
- Wooldridge, J. M. (2010). *Econometric analysis of cross section and panel data*. MIT Press.

