

## SALVANDO VIDAS: AVALIAÇÃO EMPÍRICA DAS CONCESSÕES DE RODOVIAS E O IMPACTO NO NÚMERO DE MORTES REGISTRADAS NOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS

SAVING LIVES: EMPIRICAL EVALUATION OF HIGHWAY CONCESSIONS AND THE NUMBER OF DEATHS RECORDED  
IN BRAZILIAN MUNICIPALITIES

DOI: 10.16891/2317-434X.v12.e3.a2024.pp4129-4139

Recebido em: 25.06.2023 | Aceito em: 09.03.2024

**Matheus da Silva Pereira Fernandes<sup>a</sup>, Thiago Costa Monteiro Caldeira<sup>a\*</sup>**

**Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa – IDP, Brasília – DF, Brasil<sup>a</sup>**

**\*E-mail: thiago.caldeira@idp.edu.br**

### RESUMO

Os operadores de concessões de rodovias executam obras de ampliação e manutenção e prestam diversos serviços de apoio ao usuários. Um desses serviços consiste nos atendimentos médicos, e não somente a vítimas de acidentes, pois em muitos municípios os postos de atendimento das concessionárias tornam-se a opção de atendimento médico mais próxima da população. Entre partos e outros ações, 700 atendimentos médicos são realizados por dia nos trechos das concessões. Este trabalho apresenta evidências empíricas do impacto das concessões de rodovias federais no número total de óbitos nos municípios. Utiliza-se o método de diferenças-em-diferenças, sendo que os municípios beneficiados pelo programa de concessões integraram o grupo de tratamento, enquanto o grupo de controle foi formado por municípios cruzados por rodovias federais, mas que não receberam concessões. Os resultados indicam que ter concessão de rodovia reduz em 2,3% o total de óbitos registrados no município, em relação a não ter concessão. Esse efeito pode ser decorrente da prestação de serviços médicos pelas concessionárias, melhor qualidade da rodovia e de mais recursos financeiros para políticas de saúde disponíveis aos municípios. Considerando apenas os 370 municípios contemplados por concessões, a atuação das concessionárias significou 8.918 vidas salvas apenas em 2021, e mais de 124.000 vidas preservadas desde 2007. O artigo inova ao avaliar o efeito não apenas em mortes por acidentes nas rodovias, mas de forma mais abrangente (mortes em geral no município), portanto com maior interesse para as políticas de saúde coletiva e transportes.

**Palavras-chave:** Atendimento médico; Acidentes de trânsito; Concessões; Avaliação do Impacto.

### ABSTRACT

Private operators of highway concessions carry out expansion and maintenance works and provide support services to users. One of these services is medical care, not only to victims of accidents, but also because in many municipalities the service centers of the concessionaires become the closest option for medical care to the population. Between childbirth and other actions, 700 medical treatments are performed per day on the concession routes. This work presents empirical evidence of the impact of federal highway concessions on the total number of deaths in municipalities. The difference-in-differences method is used, where the municipalities benefiting from the concession program were part of the treatment group, while the control group was formed by municipalities crossed by federal highways but did not receive concessions. The results indicate that having a highway concession reduces the total number of deaths registered in the municipality by 2.3% compared to not having a concession. This effect may be due to the provision of medical services by the concessionaires, better quality of infrastructure and greater financial resources available to municipalities due to tax collection by concessionaires. Considering only the 370 municipalities covered by highway concessions, the actions of the concessionaires meant 8,918 lives saved in 2021 alone, and over 124,000 lives preserved since 2007. The article innovates by assessing the effect not only on deaths from road accidents, but more comprehensively (deaths in general in the municipality), therefore with greater interest for public health and transport policies.

**Keywords:** Medical care; Traffic-accidents; Public-Private Partnerships; Health Impact Assessment.

## INTRODUÇÃO

A matriz de transportes brasileira mostra que o país, que figura entre os cinco maiores do mundo, possui uma forte dependência do modal rodoviário. Segundo dados da Confederação Nacional de Transportes – CNT (2022), este modal concentra cerca de 65% da movimentação de cargas e de 95% da movimentação de passageiros no país. Por outro lado, o país possui ainda uma enorme carência de investimentos em infraestrutura rodoviária. Atualmente, apenas 12,4% das rodovias no país são pavimentadas.

Desde a década de 1980, os investimentos em rodovias foram reduzidos gradativamente, saindo de patamares superiores a 1,8% do PIB no final dos anos 70, para 0,2% do PIB no final do século XX e apenas 0,07% do PIB em 2021 (FREITAS, OLIVEIRA, LOYOLA, SOUTO e POLZL, 2019).

Com a redução dos investimentos públicos em infraestrutura rodoviária, começaram a surgir os primeiros normativos que deram origem ao Programa de Concessões de Rodovias Federais – PROCROFE, e aos programas de concessões estaduais e municipais. Conforme levantamento recente da CNT (2022), as rodovias geridas pela iniciativa privada correspondem a 10,9% da extensão da malha pavimentada (23.238 quilômetros), e 89,1% (190.262 quilômetros) estão sob administração pública (federal, estadual e municipal).

Os impactos causais da infraestrutura rodoviária têm se mostrado difíceis de avaliar, haja vista a endogeneidade destes investimentos e a complexidade de se desenvolver estudos econométricos no tema. A avaliação da relação do PROCROFE com o desenvolvimento econômico e social pode fornecer importantes subsídios para os formuladores de políticas públicas, possibilitando o aprimoramento do programa e o planejamento de políticas sociais, saúde e educação inclusive, tanto pela União quanto pelos Estados e Municípios.

Este trabalho apresenta evidências empíricas do impacto do programa de concessões de rodovias federais e avalia possíveis efeitos sobre o número de óbitos nos municípios alcançados pelo programa. A hipótese de efeito significativo se justifica pelo fato de que a concessão tende a gerar um volume importante de investimentos, arrecadação de tributos para os municípios, melhoria da qualidade das rodovias e em uma série de outros benefícios que contribuem para o desenvolvimento econômico e social. Ademais, as concessionárias têm

como obrigação contratual operar ambulâncias e prestar atendimento médico, realizando cerca de 700 atendimentos por dia nos trechos sob concessão (SILVA, 2023).

Destacam-se os inúmeros partos realizados por concessionárias ao longo das rodovias. A título de exemplo, na BR-040/RJ a concessionária responsável pela administração do trecho já realizou cerca de 800 partos desde o início da concessão em 1996, sendo 22 deles somente no ano de 2020 (CONCER, 2021).

A avaliação foi realizada através do método de diferenças-em-diferenças, sendo que os municípios beneficiados pelo programa de concessões integraram o grupo de tratamento, enquanto o grupo de controle foi formado por municípios cruzados por rodovias federais, mas sem a presença de concessões.

Este trabalho inova em relação aos anteriores que procuraram avaliar o efeito de concessão de rodovias ao setor privado, como em Alves, Emanuel e Pereira (2021) e em Bae e Seo (2022), na medida em que identifica o efeito não apenas em mortes ocorridas em acidentes na rodovia, mas também o transbordamento de efeito a todas as mortes registradas nos municípios, o que contempla, por exemplo, o efeito de melhorias nos hospitais públicos para atendimento à população em geral, em razão de maior arrecadação de recursos no município afetado pela concessão. Nesse sentido, apresenta uma avaliação mais abrangente do ponto de vista de interesse público e saúde coletiva.

Na seção 2 é apresentada breve fundamentação teórica associada ao tema. As seções 3 e 4 apresentam, respectivamente, a base de dados e os procedimentos metodológicos adotados para a elaboração da pesquisa. As análises e os resultados obtidos constam da seção 5. Por último, são apresentadas as considerações finais.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A literatura classifica o investimento em infraestrutura como um dos principais responsáveis pelo desenvolvimento econômico. Os setores de energia, telecomunicações e transportes têm a capacidade de gerar externalidades positivas, possibilitando o aumento da produtividade de outros investimentos e ganhos de escala e escopo a outras atividades (BERTUSSI e ELLERY, 2012; CONTE FILHO, 2013; MACIEL, 2006; NETO e MOURA, 2012; REIS, 2008).

Diversos estudos foram desenvolvidos com o objetivo de analisar e quantificar a relação entre

infraestrutura e desenvolvimento (AMARANTE, 2013; CRUZ, 2010; FARHADI, 2015; PRADHAN e BAGCHI, 2013). O trabalho de Aschauer (1989) é identificado como precursor nesta linha de pesquisa. Nesse estudo, o autor analisou os Estados Unidos no período 1949-1985 e concluiu que os gastos públicos em infraestrutura foram responsáveis por ganhos de produtividade de investimentos privados e por fomentar o desenvolvimento econômico.

Especificamente sobre o programa de concessões de rodovias do Brasil, Romano, Sampaio e Carvalho (2021) concluíram que o Programa contribuiu para o crescimento do PIB entre os municípios atendidos pelas rodovias concedidas, sendo que aquelas localidades que passaram mais tempo na concessão tiveram retorno positivo no PIB. Avaliando o efeito em termos de mortes em acidentes nas rodovias, Alves, Emanuel e Pereira (2021) concluem por um efeito estatisticamente significativo em redução no número de mortes, quando ocorre a concessão da rodovia para o setor privado.

Em regra, esses trabalhos adotaram diferentes abordagens econométricas como funções de produção, modelos VAR, análise de convergência, entre outras. Entretanto, mesmo com a adoção de diferentes técnicas, existe uma dificuldade de se identificar uma relação causal dos investimentos e operação em transportes com o

desenvolvimento econômico e social sugerida pelos modelos teóricos, haja vista a ausência de controle para efeitos não-observados, problemas relacionados à endogeneidade, erros de medidas na construção da variável de infraestrutura, simultaneidade e a dependência espacial.

### *Programa de concessão de rodovias federais no Brasil*

Com a escassez de recursos no final da década de 80 e início da década de 90, os programas de concessões de rodovias começaram a ganhar forma. Com o advento da Lei nº 8.987/1995, a chamada “Lei das Concessões”, deu-se início ao PROCROFE, ao passo que ao término daquela década o país já contava com seis concessões de rodovias federais (ANTT, 2022a).

Atualmente, a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) é responsável pela regulação e fiscalização de 24 contratos de concessões federais, que juntos totalizam mais de 13 mil km de rodovias (tabela 1). Já são 4 (quatro) etapas do programa, que vem evoluindo com inovações regulatórias e tecnológicas, maior segurança jurídica, modernização das rodovias, entre outras evoluções a favor da melhoria na prestação do serviço aos usuários.

**Tabela 1.** Programa de concessões de rodovias federais.

Nome da Concessão	Rodovias	Etapa	Início Concessão	Extensão (km)	Status
CCR Ponte	BR-101/RJ	1ª	01/06/1995	13,2	Encerrada
Concer	BR-040/RJ/MG	1ª	01/03/1996	180,0	Vigente
CCR Novadutra	BR-116/RJ/SP	1ª	01/03/1996	402,0	Encerrada
CRT	BR-116/RJ/MG	1ª	22/03/1996	142,5	Vigente
Concepa	BR-290/116/RS	1ª	04/07/1997	121,0	Encerrada
Ecosul	BR-116/392/RS	1ª	15/07/1998	457,3	Vigente
Autopista Fernão Dias	BR-381/MG/SP	2ª	18/02/2008	562,0	Vigente
Autopista Fluminense	BR-101/RJ	2ª	18/02/2008	320,0	Vigente
Autopista Litoral Sul	BR-116/376/101/PR/SC	2ª	18/02/2008	405,9	Vigente
Autopista Planalto Sul	BR/116/PR/SC	2ª	18/02/2008	413,0	Vigente
Autopista Régis Bittencourt	BR-116/SP/PR	2ª	18/02/2008	402,0	Vigente
Transbrasiliana	BR-153/SP	2ª	18/02/2008	321,0	Vigente
Rodovia do Aço	BR-393/RJ	2ª	28/03/2008	200,0	Vigente
ViaBahia	BR-324/116/BA; BA-526/528	2ª	20/10/2009	680,0	Vigente
Eco101	BR-101/BA/ES	3ª	10/05/2013	475,9	Vigente
Eco050	BR-050/GO/MG	3ª	08/01/2014	436,6	Vigente
Concebra	BR-060/153/262/DF/GO/MG	3ª	05/03/2014	1176,5	Vigente
Rota do Oeste	BR-163/MT	3ª	21/03/2014	850,9	Vigente

MSVia	BR-163/MS	3ª	11/04/2014	847,2	Vigente
Via040	BR-040/DF/GO/MG	3ª	22/04/2014	936,8	Vigente
Rodovias Galvão	BR-153/TO/GO	3ª	31/10/2014	624,8	Encerrada
Ecoponte	BR-101/RJ	3ª	01/06/2015	28,7	Vigente
CCR Viasul	BR-101/290/386/448/RS	4ª	15/02/2019	472,0	Vigente
CCR ViaCosteira	BR-101/SC	4ª	07/08/2020	220,4	Vigente
Ecovias do Cerrado	BR-364/365/GO/MG	4ª	20/01/2020	437,0	Vigente
Ecovias Araguaia	BR-153/414/080/TO/MG	4ª	01/10/2021	850,7	Vigente
CCR RioSP	BR-116/101/RJ/SP	4ª	28/01/2022	625,8	Vigente
Via Brasil	BR-163/230/MT/PA	4ª	04/05/2022	1009,5	Vigente
EcoRioMinas	BR-116/465/493/RJ/MG	4ª	21/09/2022	726,9	Vigente

Fonte: ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres.

De acordo com a ANTT (2022a), os contratos de concessões federais compreendem os serviços de operação e atendimento ao usuário, trabalhos iniciais, recuperação, manutenção, monitoração, conservação, obras de ampliação de capacidade e melhorias e obras de manutenção do nível de serviço.

No tocante aos serviços de operação e atendimento ao usuário, as concessionárias são responsáveis pela prestação de socorro médico e mecânico, apreensão de animais nas rodovias e apoio no combate ao incêndio. Além disso, realizam ações e melhorias em segurança viária, no âmbito dos seus Programas de Redução de Acidentes – PRA, que contribuem para a redução de acidentes e óbitos nas rodovias concedidas.

Segundo a Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias – ABCR (2022), para a execução destes serviços, as concessionárias, incluindo-se as concessões estaduais, contam com 338 ambulâncias, 447 guinchos, 4.689 câmeras de monitoramento de tráfego e 263 bases de atendimento ao usuário. Ademais, os programas de concessões de todo o país são responsáveis pela geração de mais de 54,4 mil empregos diretos e indiretos.

Consoante dados divulgados pela ANTT (ANTT, 2022b), somente no período entre 2019 e 2022 as concessionárias de rodovias federais prestaram mais de 470 mil atendimentos médicos a acidentes nas rodovias, além de mais de 3,2 milhões de atendimento mecânicos a panes e outras ocorrências com os usuários das rodovias.

No período de 2015 a 2019 as rodovias federais concedidas apresentaram uma redução de cerca de 25% no número de óbitos em acidentes nas rodovias, além de uma redução no número total de acidentes de aproximadamente 13%. Segundo estimativas da CNT, entre 2016 e 2021 a

média anual do custo com acidentes rodoviários no Brasil foi de R\$ 13,58 bilhões, o que reforça a importância do papel das concessionárias, como delegatário do poder público, na elevação da qualidade das rodovias.

A remuneração às concessionárias se dá através da cobrança da tarifa de pedágio, que é calculada e regulada pela ANTT de acordo com as regras contratuais. Sobre o faturamento das concessionárias há a incidência do imposto sobre serviço de qualquer natureza (ISS), que é repassado aos municípios onde as concessões estão inseridas. O critério para a distribuição do imposto aos municípios considera a extensão de rodovias dentro dos limites territoriais daquele determinado município e, de acordo com a ANTT (2022a), somente entre 2010 e 2021 foram repassados aos municípios pelas concessionárias do PROCROFE cerca de R\$ 3,8 bilhões (data-base dez/21).

## METODOLOGIA

Segundo Menezes Filho e Pinto (2017), o objetivo de uma avaliação de impacto é entender se houve contribuição de um determinado programa para o progresso e qual parcela do progresso alcançado foi consequência do programa. O impacto deste programa deve ser entendido como a diferença entre o que aconteceu e o que teria acontecido na sua ausência.

Os autores esclarecem ainda que os métodos de avaliação de impacto são geralmente divididos em dois grupos. Os métodos experimentais são baseados na seleção aleatória dos participantes e não participantes do programa, ao passo que os não experimentais, embora façam uso de hipóteses específicas para identificar o efeito causal do programa, compreendem diversos métodos distintos que procuram simular o método experimental.

De acordo com Fredriksson e Oliveira (2019), diferenças-em-diferenças (DD) é um dos métodos mais usados em estudos de avaliação. Com base em uma combinação entre grupos de tratamento e controle e a comparação da situação antes e depois da aplicação da política, o método tem um apelo intuitivo e tem sido amplamente utilizado na economia, políticas públicas, pesquisa em saúde, gestão e outros campos.

Khandker, Koolwal e Samad (2009) corroboram esclarecendo que o método DD baseia-se em uma comparação da situação antes e depois de uma determinada intervenção para participantes e não participantes do programa. A partir dessas informações, a diferença é calculada entre os resultados médios observados para os grupos de tratamento – aqueles que receberam a política pública – e controle – os não contemplados pela política – antes e após a intervenção do programa.

Para avaliar o impacto do programa de concessões de rodovias no número de mortes, optou-se, entre os vários métodos quantitativos existentes, pelo método de diferenças-em-diferenças.

Foguel (2017) resume o método argumentando que se as trajetórias se aproximam antes da implementação do programa, é coerente conceber que a evolução do grupo de controle após o programa represente de maneira adequada o que ocorreria com o grupo de tratamento na hipótese de não existência do programa. Cunningham (2021) esclarece que esta é uma hipótese fundamental do método diferenças-em-diferenças, também conhecida como pressuposto de tendências paralelas. Intuitivamente,

$$Y_{it} = \alpha + \beta_1 X_{it} + \beta_2 D_{it} + \lambda_t + \delta_i + \varepsilon_{it} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que  $Y_{it}$  representa a variável dependente estudada, ou seja, a quantidade total de óbitos registrados como ocorridos no município “i” no momento “t”. O item  $X_{it}$  representa as variáveis de controle, quais sejam: população e o nível de emprego.

Já o componente  $D_{it}$  representa uma variável binária com valor 1, caso o município i seja do grupo de tratamento no ano t, ou seja, é abrangido por uma das concessões de rodovias federais. Por outro lado, assumirá valor 0, caso seja grupo de controle no momento t.

Os componentes  $\lambda$  e  $\delta$  representam o efeito fixo de tempo e de município e o item  $\varepsilon$  corresponde ao termo de erro. As variáveis dependentes e explicativas foram transformadas para logaritmo natural, portanto os

esta suposição sugere que as tendências dos grupos de tratamento e controle se aproximam. Caso contrário, a hipótese de tendências paralelas seria violada, ou seja, o grupo de tratamento teria divergido de qualquer maneira, independentemente da existência do tratamento.

Oportuno destacar que os impactos causais da infraestrutura rodoviária têm se mostrado difíceis de avaliar, dada a endogeneidade destes investimentos. Outro desafio fundamental na realização de avaliações de impacto no setor rodoviário e, mais especificamente, em concessões de rodovias, é que a escolha das rodovias que serão contempladas o programa de concessão não é atribuída aleatoriamente, o que pode gerar um viés na avaliação.

A opção por conceder uma determinada rodovia se baseia nos critérios estabelecidos no Plano Nacional de Logística – PNL 2035. O documento, que é um dos principais instrumentos do Poder Público para planejar a infraestrutura de transportes brasileira, tem como objetivo identificar e propor soluções que propiciem o equilíbrio da matriz de transportes, melhora do nível de serviços aos usuários, redução de custos e de emissão de poluentes e o aumento da eficiência dos modos de utilizados para a movimentação de cargas (EPL, 2021).

Estes fatos exigem que o modelo seja suficientemente robusto para isolar o efeito de outras variáveis e, também, reduzir o risco de viés de auto seleção (IIMI, 2015).

Diante do exposto, o modelo a ser estimado consiste em:

impactos podem ser interpretados como mudanças percentuais.

### **Base de dados**

Os municípios que integram o grupo de tratamento foram definidos com base em informações obtidas através da ANTT, responsável pela regulação e fiscalização das concessões federais. Já o grupo de controle foi composto pelos demais municípios do país que são cobertos pela malha rodoviária federal, ou seja, aqueles que são cruzados por rodovias federais que não são concedidas. Os dados deste último grupo foram baseados em levantamento do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT. Nesse sentido, é

necessário esclarecer que não há uma escolha discricionária por parte dos autores quanto aos municípios que comporão grupo de tratamento e grupo de controle, portanto refuta-se qualquer alegação quanto a possível viés de seleção causada pelos autores, obedecendo à boa literatura sobre o tema acima apontada.

É oportuno mencionar que foram retirados do grupo de controle os municípios que são cobertos pela malha rodoviária federal, mas que são contemplados com concessões dos programas estaduais, uma vez que estas

concessões também geram benefícios aos municípios com a prestação dos serviços das concessionárias.

Quanto aos dados macroeconômicos, conforme demonstrado na tabela 2, foram adotadas informações públicas de bases oficiais, de modo a garantir maior confiabilidade à pesquisa. Os dados analisados compreendem o período de 2002 a 2019 e todas as variáveis financeiras foram corrigidas pela inflação do período para dezembro de 2019.

**Tabela 2.** Variáveis adotadas na pesquisa.

Categoria	Variável	Fonte
Grupo de Tratamento	Municípios com concessão	ANTT
Grupo de Controle	Municípios sem concessão	DNIT
Variável dependente	Mortes totais	DATA SUS
Variáveis independentes	População	IBGE
	Nível de emprego	RAIS

Faz-se necessário esclarecer que para os dados de mortalidade utilizou-se a base do DATA SUS (2022), referentes ao número total de óbitos por município e não apenas os dados de óbitos nas rodovias. A escolha se justifica pelo fato de que as rodovias sem concessão podem apresentar uma subnotificação referente a acidentes e óbitos, uma vez que as concessionárias possuem um monitoramento em tempo integral das rodovias, o que não ocorre nas rodovias não concedidas. Além disso, como já informado, os serviços ambulatoriais e médicos prestrados pelas concessionárias incluem não apenas o atendimento a vítimas de acidentes, mas também

diversas situações de necessidades da população próxima, principalmente nas localidades à margem das rodovias.

Também nesse sentido, o efeito da concessão sobre o número de mortes também pode operar em razão da maior arrecadação de tributos que os municípios à margem das rodovias concedidos obtêm – cobrança de pedágio recolhe o imposto sobre serviços, de competência dos municípios – ensejando maior disponibilidade de recursos para o custeio de gastos sociais.

A seguir, a tabela 3 apresenta as estatísticas descritivas das variáveis utilizadas no estudo:

**Tabela 3.** Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas na pesquisa.

Grupo	Variável	Média	Desvio Padrão	Mín	Max
<b>Total</b>	PIB <i>per capita</i>	20.956,50	25.530,83	-2.156,93	1.147.650,60
	População	47.580	278.294	989	12.252.024
	Empregos ativos	10.802	105.714	0	5.308.401
	Mortes	282	1.826	1	78.581
<b>Municípios com concessão</b>	PIB <i>per capita</i>	35.348,67	45.856,99	2.873,43	1.147.650,60
	População	166.110	734.544	1.939	12.252.024
	Empregos ativos	49.596	286.603	27	5.308.401
	Mortes	1.048	4.888	3	78.581
<b>Municípios sem concessão</b>	PIB <i>per capita</i>	18.888,18	20.230,85	-2.156,93	474.304,08
	População	30.546	93.482	989	2.669.342
	Empregos ativos	5.227	27.037	0	838.280
	Mortes	172	532	1	17.600

**Nota:** o número total de observações é de 53.003, para um total de 2.946 municípios.

Nota-se que os municípios que são contemplados pelo PROCROFE possuem, na média, PIB *per capita* e população maiores e mais empregos ativos do que aqueles que não são contemplados pelas concessões de rodovias federais.

## RESULTADOS

Antes da apresentação dos resultados, é importante tecer comentários a respeito dos modelos avaliados. Os principais desafios encontrados estão relacionados à especificação do modelo e, para tanto, buscou-se definir variáveis de controle que pudessem mitigar o possível viés de auto seleção e a endogeneidade relacionada aos investimentos em infraestrutura.

Outro aspecto importante diz respeito ao tempo de exposição das variáveis ao PROCROFE, como já apontado em estudos anteriores de Fernandez e Lima (2020) e Romano, Sampaio e Carvalho (2021). Em outras palavras, os efeitos do programa de concessões variam em decorrência do prazo decorrido da concessão, ao passo que é importante avaliar individualmente cada uma das etapas do programa.

Feitas estas considerações, passa-se à apresentação dos resultados. A tabela 4 apresenta as estimativas dos efeitos do PROCROFE no número de mortes totais. Os modelos 1 e 2 da tabela 4 consideram o total de municípios contemplados por concessões da primeira, segunda e terceira etapas, que totalizam 370 municípios. O modelo 2 inclui covariadas de controle população do município e empregos totais no município.

**Tabela 4.** Efeitos das concessões no número total de mortes nos municípios.

	1 (todas etapas)	2 (todas etapas)	3 (2ª etapa)	4 (2ª etapa)	5 (3ª etapa)	6 (3ª etapa)
<b>Concessão</b>	<b>-0.013**</b> (0.01)	<b>-0.023***</b> (0.01)	<b>-0.032***</b> (0.01)	<b>-0.033***</b> (0.01)	<b>0.001</b> (0.01)	<b>-0.017**</b> (0.01)
<b>ln_População</b>		0.327*** (0.01)		0.319*** (0.01)		0.320*** (0.01)
<b>ln_Empregos</b>		0.043*** (0.00)		0.042*** (0.00)		0.042*** (0.00)
<b>_cons</b>	4.469*** (0.00)	0.996*** (0.10)	4.392*** (0.00)	1.028*** (0.10)	4.379*** (0.00)	1.006*** (0.10)
<b>N</b>	53003	53003	49007	49007	49043	49043

**Notas:** Os modelos 3 e 4 consideram no grupo de tratamento apenas os municípios contemplados na segunda etapa de concessões, e os modelos 5 e 6 os municípios da terceira etapa de concessões. Valores de morte em logaritmo natural. Foram utilizados efeitos fixos de tempo e município. Erros padrões entre parênteses. \* significativo a 10%; \*\* significativo a 5%; e \*\*\* significativo a 1%.

Como se observa, considerando as variáveis de controle de população e número de empregos ativos, nota-se uma contribuição positiva das concessões no número de mortes nas cidades contempladas por concessões, ocasionando uma redução de 2,3% em decorrência do tratamento, ou seja, da concessão (modelo 2, com covariadas de controle).

Considerando que as variáveis do estudo foram avaliadas do período de 2002 a 2019, buscou-se isolar o efeito das concessões de primeira etapa, uma vez que essas concessões foram iniciadas na década de 90 e não estão disponíveis as informações anteriores ao tratamento (início da concessão). Assim, os modelos individualizados para as concessões de 2ª e 3ª etapa são detalhados na tabela 4, e indicam também um impacto positivo das concessões na mortalidade dos municípios, com uma estimativa de redução de 3,3% e 1,7% no número de mortes nos

municípios beneficiados pelas concessões de segunda e terceira etapa, respectivamente.

Oportuno mencionar que as concessionárias de terceira etapa, cujos contratos se iniciaram em meados de 2014, foram fortemente impactadas por questões econômicas que comprometeram o cumprimento das suas obrigações, o que pode ter contribuído para piores estimativas geradas nesse recorte.

Os resultados relativos aos dados de mortalidade reforçam a importância do PROCROFE para os municípios beneficiados por concessões. Os achados da pesquisa corroboram com a hipótese de que as obras de melhorias executadas e os serviços executados pelas concessionárias de rodovias federais, com destaque para os atendimentos médicos e mecânicos, contribuem para o desenvolvimento dos municípios, inclusive em indicadores de saúde.

Considerando os resultados obtidos (redução nas mortes totais em 2,3%, conforme modelo 2 da tabela 4), estima-se que o programa de concessões salvou 8.918 vidas apenas em 2021, calculado apenas para o conjunto de municípios alcançados pelas concessões federais objeto deste estudo. Considerando o período de 2007 a 2021, seriam 124.859 vidas preservadas.

### Análise de Tendências Paralelas

Na tabela 5, apresentada a seguir, nota-se que a especificação do modelo se mostra viável, uma vez que o pressuposto das tendências paralelas, exigência para a metodologia de diferenças-em-diferenças, foi confirmado pelo método de *event study*, tanto antes do início das concessões de segunda etapa (2008-2009), quanto em

meados de 2014, antes do início da terceira etapa do PROCROFE. Os resultados são consistentes e consolidam o efeito positivo do PROCROFE na redução do número de mortes nos municípios beneficiados pelas concessões.

Nota-se que, de modo geral, a contribuição do programa é crescente ao longo do tempo para a redução da mortalidade, o que é esperado, uma vez que ao longo dos contratos as rodovias vão evoluindo em termos de qualidade e segurança e, em paralelo, os municípios passam a investir mais em outros setores, como a saúde. Conforme tabela 5, modelo 2, a partir do décimo segundo ano após a concessão, o efeito se estabiliza em torno de 10% de redução no número de mortes, em comparação a municípios localizados na margem das rodovias federais e não contemplados por concessões rodoviárias.

**Tabela 5.** Resultados do *event study*.

Dependent Variables	Mortes	
	(1)	(2)
Model:		
Período Relativo= -12	-0.069 ** (0.028)	-0.053 * (0.027)
Período Relativo= -11	-0.016 (0.019)	-0.002 (0.018)
Período Relativo= -10	-0.007 (0.017)	0.004 (0.016)
Período Relativo= -9	-0.040 ** (0.016)	-0.029 * (0.015)
Período Relativo= -8	0.005 (0.019)	0.015 (0.018)
Período Relativo= -7	0.006 (0.016)	0.009 (0.015)
Período Relativo= -6	0.013 (0.012)	0.016 (0.011)
Período Relativo= -5	0.002 (0.012)	0.004 (0.011)
Período Relativo= -4	0.006 (0.011)	0.004 (0.011)
Período Relativo= -3	0.004 (0.012)	-9.8 × 10 <sup>-5</sup> (0.012)
Período Relativo= -2	0.022 ** (0.010)	0.017 * (0.010)
Período Relativo= 0	0.009 (0.010)	0.005 (0.010)
Período Relativo= 1	0.007 (0.010)	0.002 (0.010)
Período Relativo= 2	-0.005 (0.010)	-0.013 (0.010)



Período Relativo= 3	-0.017 *	-0.025 **
	(0.010)	(0.010)
Período Relativo= 4	-0.012	-0.024 **
	(0.010)	(0.010)
Período Relativo= 5	-0.013	-0.024 **
	(0.010)	(0.010)
Período Relativo= 6	-0.023 **	-0.031 ***
	(0.011)	(0.011)
Período Relativo= 7	-0.037 ***	-0.044 ***
	(0.013)	(0.013)
Período Relativo= 8	-0.035 ***	-0.042 ***
	(0.013)	(0.012)
Período Relativo= 9	-0.047 ***	-0.052 ***
	(0.013)	(0.012)
Período Relativo= 10	-0.053 ***	-0.061 ***
	(0.012)	(0.012)
Período Relativo= 11	-0.049 ***	-0.061 ***
	(0.015)	(0.014)
Período Relativo= 12	-0.086 ***	-0.084 ***
	(0.015)	(0.015)
Período Relativo= 13	-0.097 ***	-0.094 ***
	(0.017)	(0.016)
Período Relativo= 14	-0.080 ***	-0.078 ***
	(0.017)	(0.016)
Período Relativo= 15	-0.106 ***	-0.101 ***
	(0.018)	(0.017)
Período Relativo= 16	-0.090 ***	-0.091 ***
	(0.016)	(0.015)
Período Relativo= 17	-0.094 ***	-0.096 ***
	(0.015)	(0.014)
ln_pop		0.326 ***
		(0.028)
ln_job		0.042 ***
		(0.005)

**Notas:** Os modelos (1) e (2) consideram como dependente a variável número total de mortes, sendo que o modelo 2 considera a inclusão das variáveis de controle (população e empregos). Valores de mortes em logaritmo natural. Foram utilizados efeitos fixos de tempo e município. Erros padrões entre parênteses. \* significativo a 10%; \*\* significativo a 5%; e \*\*\* significativo a 1%.

## CONCLUSÃO

Ao utilizar o método de diferenças-em-diferenças e se ater aos efeitos no número de mortes totais registradas nos municípios, este estudo buscou resolver os desafios metodológicos na avaliação causal do impacto das concessões de rodovias.

Verificou-se um efeito de redução no número de mortes naqueles municípios alcançados pelas concessões federais. Esse resultado pode ser oriundo não só da redução de acidentes nas rodovias concedidas, em razão

da melhoria da qualidade destas estradas e dos serviços prestados pelas concessionárias, com destaque para os serviços de atendimento ao usuário e socorro médico e mecânico, como também do aumento dos investimentos públicos em saúde, uma vez que a iniciativa privada passou a participar da infraestrutura de transportes, com efeito positivo direto, por exemplo, no volume de tributos arrecadados aos cofres municipais e indireto por meio do potencial de incremento da atividade econômica do município.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, Pedro Jorge; EMANUEL, Lucas; PEREIRA, Rafael HM. Highway concessions and road safety: Evidence from Brazil. **Research in transportation economics**, v. 90, p. 101118, 2021.
- AMARANTE, A. **Infraestrutura e crescimento econômico regional**: o efeito da pavimentação de rodovias interestaduais sobre atividade econômica municipal na região sul. VII Encontro de Economia Catarinense (EEC), 9-10 de maio de 2013, Florianópolis, UFSC, 2013.
- ANTT. Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT). Ministério da Infraestrutura. **Concessionárias**. 2022a. Disponível em: <https://portal.antt.gov.br/concessionarias>. Acesso em 19 mar. 2022.
- ANTT. Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT). Ministério da Infraestrutura. **Dados Abertos**. 2022b. Disponível em: <https://dados.antt.gov.br/>. Acesso em 04 set. 2022.
- ASCHAUER, D. A. Is public expenditure productive? **Journal of Monetary Economics**, v. 23 (2), p. 177-200, 1989.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONCESSIONÁRIAS DE RODOVIAS – ABCR. **Relatório Anual 2021**. Brasília: ABCR, 2022.
- BAE, Bumjoon; SEO, Changbeom. Do public-private partnerships help improve road safety? Finding empirical evidence using panel data models. **Transport Policy**, v. 126, p. 336-342, 2022.
- BERTUSSI, G.L.; ELLERY-JR, R. Infraestrutura de transporte e crescimento econômico no Brasil. **Journal of Transport Literature**, v. 6, p. 101-132, out-dez., 2012.
- CNT. Confederação Nacional de Transportes [internet]. **Pesquisa CNT de Rodovias 2022**. Brasília: CNT. 2022. Disponível em: <https://pesquisarodovias.cnt.org.br/>.
- CONCER [internet]. No primeiro ano da pandemia, 22 partos da br-040. **Notícias**. 2021 maio. Disponível em: <https://concer.com.br/noticias/no-primeiro-ano-da-pandemia-22-partos-da-br040.aspx>
- CONTE FILHO, Carlos Gilbert. **Uma análise empírica acerca do efeito do investimento público sobre o investimento privado no Brasil, 1971-2008**. 2013. Tese (Doutorado em Economia da Indústria e da Tecnologia) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.
- CRUZ, A. C.; et al. Os efeitos dos gastos públicos em infraestrutura e em capital humano no crescimento econômico e na redução da pobreza no Brasil. **Revista Economia**, dez., 2010.
- CUNNINGHAM, S. **Causal inference**. Yale University Press, 2021.
- DATASUS. Ministério da Saúde. **Informações de Saúde - Tabnet**. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/informacoes-de-saude-tabnet/>. Acesso em 17 out. 2022.
- EPL - Empresa de Planejamento e Logística. **Plano Nacional de Logística – PNL 2035**. Brasília: Ministério da Infraestrutura, 2021.
- FARHADI, Mino. Transport infrastructure and long-run economic growth in OECD countries. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 74, p. 73-90, 2015.
- FERNANDEZ, Rodrigo N.; LIMA, Alex F. R. **Avaliação de impacto das concessões rodoviárias do Rio Grande do Sul**. Anais - Encontro ANPEC. 2020.
- FOGUEL, M. N. Diferença em diferenças. In: MENEZES FILHO, N.; PINTO, C. C. X. (orgs). **Avaliação econômica de projetos sociais**. São Paulo: Fundação Itaú Social, p. 86, 2017.
- FREDRIKSSON, Anders; OLIVEIRA, Gustavo Magalhães de. Impact evaluation using Difference-in-Differences. **RAUSP Management Journal**, v. 54, p. 519-532, 2019.

FREITAS, G. de; OLIVEIRA, E. Q. de S. de; LOYOLA, G. P.; SOUTO, P. H. P.; POLZL, W. B. **Gestão das faixas de domínio em rodovias estaduais e do Distrito Federal**. Brasília/DF: ABDER, 2019.

GARDNER, John. Two-stage differences in differences. **arXiv preprint arXiv:2207.05943**, 2022.

IIMI, Atsushi et al. Social and economic impacts of rural road improvements in the state of Tocantins, Brazil. **World Bank Policy Research Working Paper**, n. 7249, 2015.

KHANDKER, Shahidur R.; KOOLWAL, Gayatri B.; SAMAD, Hussain A. **Handbook on impact evaluation: quantitative methods and practices**. World Bank Publications, 2009.

MACIEL, Cláudio. **Políticas de regulação de setores infraestruturais no governo Lula (2003-2005)**. In: Carneiro, Ricardo (Org.). *A Supremacia dos Mercados e a Política Econômica do Governo Lula*. São Paulo: UNESP, 2006.

MENEZES FILHO, N. A.; PINTO, C. C. de X. (org.). **Avaliação econômica de projetos sociais**. São Paulo: Fundação Itaú Social, 2017.

MU, Ren; VAN DE WALLE, Dominique. Rural roads and local market development in Vietnam. **The Journal of Development Studies**, v. 47, n. 5, p. 709-734, 2011.

NETO, C. A. da S. C.; MOURA, F. S. de. Investimentos em infraestrutura econômica: avaliação do desempenho

recente. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior** / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília, n. 18, p. 9-20, fev. 2012.

PRADHAN, R. P.; BAGCHI, T. P. Effect of transportation infrastructure on economic growth in India: the VECM approach. **Research in Transportation Economics**, v. 38, n. 1, p. 139-148, 2013.

REIS, Cristina. Os efeitos do investimento público sobre o desenvolvimento econômico: análise aplicada para a economia brasileira entre 1950 e 2006. **IX Prêmio do Tesouro Nacional**, Qualidade do Gasto Público, 2º lugar, 2008.

ROMANO, P.; SAMPAIO, Raquel; CARVALHO, Anne Emília. **Evidences from the Brazilian Federal Highway Concession Program on economic development**. Available at SSRN 3931841, 2021.

SILVA, Marco Barcelos. Concessão de rodovias impulsiona a economia e amplia a segurança viária. **Folha de São Paulo**. 2023. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/opiniao/2023/03/concessao-de-rodovias-impulsiona-a-economia-e-amplia-a-seguranca-viaria.shtml>.

SUN, Liyang; ABRAHAM, Sarah. Estimating dynamic treatment effects in event studies with heterogeneous treatment effects. **Journal of Econometrics**, v. 225, n. 2, p. 175-199, 2021.