

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

Análises de Impacto de Intervenções para Segurança Viária

Cristiane de Mesquita Tabosa

João Pessoa

2020

Cristiane de Mesquita Tabosa

Análises de Impacto de Intervenções para Segurança Viária

Tese apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal da Paraíba - UFPB como requisito para obtenção do título de Doutor em Economia

Orientador

Prof. Dr. Erik Alencar de Figueiredo

João Pessoa

2020

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

T114a Tabosa, Cristiane de Mesquita.

Análises de impacto de intervenções para segurança viária / Cristiane de Mesquita Tabosa. - João Pessoa, 2020.

58 f. : il.

Orientação: Erik Alencar de Figueiredo.
Tese (Doutorado) - UFPB/CCSA.

1. Acidentes de trânsito. 2. Lei do farol aceso. 3. Programa vida no trânsito. 4. Lei nº 13.290/16. 5. Segurança viária. I. Figueiredo, Erik Alencar de. II. Título.

UFPB/BC

CDU 656.08(043)

Tese de Doutorado sob o título **Análises de Impacto de Intervenções para Segurança Viária** apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal da Paraíba, por Cristiane de Mesquita Tabosa, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Economia, sendo aprovada por todos os membros da banca examinadora abaixo especificada:

Prof. Dr. Erik Alencar de Figueiredo
Presidente

Prof. Dr. Paulo Aguiar do Monte
Examinador interno

Prof. Dr. Wallace Patrick Santos de Farias Souza
Examinador interno

Prof. Dra. Shirley Pereira de Mesquita
Examinador externo

Prof. Dr. Eric Amaral Ferreira
Examinador externo

João Pessoa - PB, 10 de novembro de 2020.

Agradecimentos

Primeiramente a Deus pelo dom da vida e por possibilitar a realização de mais essa conquista. Ao meu orientador, Professor Dr. Erik Figueiredo, por toda a paciência e disponibilidade com que me orientou neste trabalho. Agradeço os valiosos ensinamentos.

Aos membros da Comissão Examinadora de defesa da tese pelas preciosas correções e sugestões de melhoria.

Aos professores do PPGE/UFPB que ministraram aula em Mossoró e transmitiram parte dos seus conhecimentos.

Aos docentes do PPE/UERN, especialmente, o Professor Dr. Francisco Soares de Lima pelos esforços dispensados ao Dinter e o conhecimento compartilhado.

Aos meus queridos colegas de curso que dividiram comigo momentos de dúvidas, angústias, risos e trocas de conhecimento no convívio em sala de aula e nas inúmeras reuniões de estudo presenciais e nas madrugadas online. Isto posto, gostaria de agradecer aos professores Alexsandro Prado, Ceres Germanna, Elias das Neves, Fabiano Dantas, Fábio Lúcio, Francisco Danilo, Francisco Hélio, Genivalda Cordeiro, Janderson Dantas, José Alderir, Kelly Cristina, Marta Aurélia, Moisés Osório, Thiago Costa e Thiago Geovane.

A todos os colegas de trabalho, professores do curso de Engenharia de Produção da UFERSA. Sou-lhes bastante grata pelo apoio.

À equipe do Projeto de Pesquisa Plataforma em SIG para gerenciamento das acidentalidades de trânsito em Mossoró da UFERSA e a equipe do Programa Vida no Trânsito de Mossoró pelos ensinamentos e pelo incentivo e motivação na escolha do tema.

À minha família, especialmente meus pais Salete e Valmir, por todo apoio, amor e paciência e ao meu companheiro de vida toda, Felipe, pelo incentivo e ajuda sempre.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

“Aquilo que não se pode medir, não se pode melhorar”

Lord Kelvin

RESUMO

Essa tese desenvolve dois ensaios em economia da saúde. O primeiro ensaio busca avaliar o impacto da lei nº. 13.290/16 (Lei do Farol Aceso) na redução de acidentes de trânsito. Pesquisas nessa área, em outros países, têm se mostrado controversas aumentando a incerteza nos resultados da lei em vigor no Brasil. Utiliza-se um desenho de Séries Temporais Interrompidas com Controle (CITS) com o intuito de realizar uma análise pré - pós intervenção no período de 2013 a 2019 da média mensal de acidentes diurnos, controlado pela média mensal de acidentes noturnos que não corresponde a uma série temporal tratada. Para aumentar a robustez do resultado encontrado, foram analisados, separadamente, os acidentes da região Sul que possui características climáticas mais favoráveis a acidentes relacionados a falta de luminosidade durante o dia. Como resultado foram encontradas as mudanças após a lei nas taxas de acidentes em rodovias federais por 100.000 habitantes e nas médias de acidentes por período do dia e gravidade. Após contabilizar as tendências subjacentes e tratar problemas de autocorrelação, percebeu-se que os resultados estimados não foram significativos, portanto, estatisticamente, a redução no número de acidentes não foi associada a Lei do Farol Aceso. O segundo ensaio consiste em uma avaliação de impacto do Programa Vida no Trânsito - PVT sobre a trajetória de indicadores de segurança viária, como taxa de mortalidade e de internações hospitalares por 100.000 habitantes, em cidades brasileiras. A aplicação empírica utiliza o modelo de Controle Sintético Generalizado, desenvolvido por Xu (2017). Esse método permitiu a criação de capitais sintéticos ajustadas as trajetórias das cidades com intervenção do PVT no período anterior ao programa. Constatou-se que as estimativas relacionadas as internações não se mostraram significativas estatisticamente, porém, os resultados mostram impactos positivos do PVT traduzidos em uma trajetória de redução da taxa de mortalidade nas capitais brasileiras. O impacto médio na redução ao longo do período analisado foi de aproximadamente 2,55 mortes por 100.000 habitantes.

Palavras-chave: Acidentes de Trânsito. Séries Temporais Interrompidas com Controle. Lei do Farol Aceso. Controle Sintético Generalizado. Programa Vida no Trânsito.

ABSTRACT

This thesis develops two essays in health economics. The first essay seeks to assess the impact of law nº 13,290/16 (headlights-on law) on reducing traffic-accidents. Similar research in other countries has been controversial increasing uncertainty in the results of the law in force in Brazil. A controlled interrupted time series (CITS) design is used in order to perform a pre and post intervention analysis in the period from 2013 to 2019 of the monthly average of accidents during daytime, controlled by the monthly average of nighttime accidents that does not correspond to a treated time series. To increase the robustness of the result found, accidents in the South region that have more probability to accidents related to the lack of light during the day. As a result, changes after the law were found in accident rates on federal highways for 100,000 inhabitants and on average accidents per day period and severity. After accounting for the underlying trends and addressing autocorrelation problems, it was realized that the estimated results were not significant, therefore, statistically, the reduction in number of accidents was not associated with the headlights-on law. The second essay consist of an impact assessment of the Life in Traffic Program - LTP on the trajectory of road safety indicators, such as mortality rate and hospitalizations per 100,000 inhabitants, in Brazilian cities. The empirical application uses the Generalized Synthetic Control model, developed by Xu (2017). This method allowed the creation of synthetic capital adjusted to the trajectories of cities with LPT intervention in the period prior to the program. It was found that the estimates related to hospitalizations were not statistically significant, however, the results show positive impacts of LTP translated into a trajectory of reducing the mortality rate in Brazilian capitals. The average impact on the reduction over the analyzed period was approximately 2.55 deaths per 100,000 inhabitants.

Keywords: Traffic Accidents, Controlled Interrupted Time Series, Headlights-on Law, Generalized Synthetic Control, Life in Traffic Program.

Lista de figuras

1	Acidentes Diurnos em Rodovias Federais no Brasil – 2013 a 2019	p. 16
2	Acidentes Noturnos em Rodovias Federais no Brasil – 2013 a 2019 . . .	p. 23
3	Impacto da lei do Farol Aceso sobre acidentes nas rodovias federais brasileiras	p. 27
4	Impacto da lei do Farol Aceso sobre acidentes graves nas rodovias federais brasileiras	p. 28
5	Impacto da lei do Farol Aceso sobre acidentes nas rodovias federais da Região Sul	p. 29
6	Impacto da lei do Farol Aceso sobre acidentes graves nas rodovias federais da Região Sul	p. 29
7	Status de tratamento das capitais brasileiras em relação ao PVT. . . .	p. 41
8	Efeitos do PVT nas taxas de mortalidade nas capitais brasileiras. . . .	p. 43
9	Trajetória do fator latente estimado.	p. 44

Lista de tabelas

1	Estatísticas resumidas dos dados antes e depois.	p. 24
2	Estimativas de Impacto - Diferenças-em-Diferenças	p. 25
3	Impacto da lei do Farol Aceso nas rodovias federais brasileiras.	p. 26
4	Descrição e origem das variáveis.	p. 39
5	Efeito do PVT na mortalidade e internação por acidentes de transporte.	p. 42

Sumário

1	Introdução	p. 12
2	Uma Luz que se Apaga: Mensurando o Impacto da Lei do Farol Aceso sobre os Acidentes de Trânsito nas Rodovias Brasileiras	p. 14
2.1	Introdução	p. 14
2.2	Luz De Farol Diurna e Segurança Rodoviária	p. 17
2.3	Materiais e Métodos	p. 18
2.3.1	Estratégia Empírica	p. 18
2.3.2	Dados	p. 22
2.4	Resultados	p. 23
2.5	Conclusões e Discussão	p. 30
3	Avaliação do Impacto do Programa Vida no Trânsito em Cidades Brasileiras	p. 32
3.1	Introdução	p. 32
3.2	Programa Global de Segurança Viária da Bloomberg Philanthropies . .	p. 34
3.2.1	Primeira Fase: Programa Vida No Trânsito	p. 35
3.3	Estratégia Empírica e Dados	p. 37
3.3.1	Controle Sintético Generalizado	p. 37
3.3.2	Dados	p. 39
3.4	Resultados	p. 40
3.5	Considerações Finais	p. 44

4 Conclusão	p. 46
Referências	p. 48
Apêndice A – Marco Legal do PVT nas Capitais Brasileiras	p. 54
Apêndice B – Estatísticas Descritivas	p. 56
Apêndice C – Pesos Sintéticos Estimados para as Capitais Tratadas (Taxa de Mortalidade por 100.000 Habitantes)	p. 58

1 Introdução

Durante os últimos anos tem havido um número crescente de pesquisas buscando determinar os efeitos das intervenções de tráfego na segurança viária. A importância dessas intervenções tem origem no aumento do número de veículos e no consequente aumento de lesões e mortes decorrentes de colisões no trânsito gerando uma crise de saúde global crescente, mas negligenciada, que requer prevenção eficaz para promover a segurança sustentável, fazendo-se necessário legislações específicas e programas de conscientização (STATON et al., 2016).

Acidentes de trânsito são a nona principal causa de morte de todas as faixas etárias, resultando em um prejuízo econômico global superior a US\$ 518 bilhões, estima-se que em 2030, passará a sétima colocação (WHO, 2015). Muitos estudos têm mostrado a influência da situação socioeconômica em acidentes viários indicando que países de baixa e média renda tendem a ter taxas de incidência e de mortalidade muito superiores comparando-se a países desenvolvidos (WHO, 2015; HYDER; VECINO-ORTIZ, 2014; ANDREUCCETTI et al., 2019)

Devido ao crescente ônus mundial, várias estratégias e projetos de intervenção contribuíram para uma redução significativa do ônus das lesões no trânsito em muitos países de alta renda. Aplicação de legislação sobre controle de velocidade e consumo de álcool, promoção de utilização do cinto de segurança e de capacete, além de projeto de estradas e veículos mais seguros são exemplos de evidências empíricas para intervenções eficazes (WHO, 2008).

Diante desse cenário, em 2010, a Assembleia Geral da ONU declarou 2011-2020 a Década de Ação para a Segurança Rodoviária através da Resolução 64/255 com o objetivo de reduzir o nível previsto de mortes no trânsito em todo o mundo (WHO, 2010b). A partir das intervenções geradas por essa iniciativa, mais estudos de avaliação de políticas de prevenção de lesões e fatalidades no trânsito em países de média e baixa renda passaram a ser realizados. A década relacionada a 2021-2030 foi declarada como a Segunda Década

de Ação pela Segurança no Trânsito, cuja meta é a redução de, pelo menos, 50% de lesões e mortes no trânsito no mundo (UN GENERAL ASSEMBLY, 2020).

No Brasil, podem ser citados os trabalhos de Bacchieri et al. (2010), Andreuccetti et al. (2011), Silva et al. (2013), Oliveira et al. (2015), Volpe, Ladeira e Fantoni (2017), Andreuccetti et al. (2019). Porém, a maioria desses estudos são relacionados ao impacto da legislação sobre consumo de álcool e intervenções relacionadas a fatores específicos como velocidade.

Nessa perspectiva, esse tese é composta por dois ensaios que visam contribuir para a literatura sobre o tema, centrando-se em verificar a causalidade entre duas intervenções de trânsito e a quantidade e gravidade dos acidentes no Brasil, avaliando a eficácia na redução de indicadores de violência no trânsito e abordando limitações metodológicas de trabalhos anteriores.

O primeiro ensaio avalia o impacto da lei nº. 13.290/16 (Lei do Farol Aceso) na redução de acidentes de trânsito em rodovias federais brasileiras empregando um desenho de Séries Temporais Interrompidas com Controle. Em seguida, o segundo ensaio faz uso do método do Controle Sintético Generalizado para estimar o impacto do Programa Vida no Trânsito sobre a taxa de mortalidade e internações hospitalares por 100.000 habitantes em cidades brasileiras.

2 Uma Luz que se Apaga: Mensurando o Impacto da Lei do Farol Aceso sobre os Acidentes de Trânsito nas Rodovias Brasileiras

2.1 Introdução

Os acidentes com veículos automotores são reconhecidos mundialmente como um “problema de saúde pública”, com impactos sobre os níveis de saúde das populações (ANDRADE; ANTUNES; FERREIRA, 2019). Nesse contexto, destaca-se a realidade brasileira: representa cerca de 4% do quantitativo mundial de mortes no trânsito que corresponde, em média, a 45 mil fatalidades por ano (ver WHO (2015)), estimando-se que o prejuízo com a violência no trânsito gira em torno de 3% do Produto Interno Bruto - PIB (ENS, 2018). Somados aos custos humanitários, há também um impacto econômico não negligenciável, dado que a grande maioria dos acidentados pertencem a um grupo em plena capacidade produtiva (PADOVANI, 2016).

Esse cenário fomenta as preocupações dos gestores públicos e da iniciativa privada no sentido de incrementar itens de segurança veicular e de desenvolver regras de conduta no trânsito, principalmente nas rodovias. Essas se destacam, pois, tendem a ser mais fatais devido, principalmente, ao fato de envolver maior velocidade (BIFFE et al., 2017). Portanto, diante do grande impacto social e econômico dos acidentes de trânsito e da necessidade de maximizar a eficiência de políticas públicas de segurança de tráfego rodoviário, é importante identificar possíveis políticas que possuem participação efetiva na redução de acidentes.

Vários estudos anteriores mostram o impacto significativo do uso de farol aceso baixo e das Luzes de Circulação Diurna (Daytime Running Lights - DRL) no aumento da visibilidade dos veículos em diferentes períodos do dia, porém seu efeito sobre a segurança

viária ainda está em discussão. Estudos recentes do National Highway Traffic Safety Administration do U.S. Department Transportation (USDOT) e do Wyoming Department of Transportation (WYDOT) apresentaram resultados insignificantes para redução da frequência e da gravidade de colisões.

No Brasil, em 18 de julho de 2016, entrou em vigor a lei nº 13.290/2016, conhecida como Lei do Farol Aceso, que instituiu a obrigatoriedade do uso do farol aceso em rodovias. Em contraponto, tramita na câmara dos deputados atualmente o projeto de lei nº 9.606/2018, que tem o intuito de revogá-la, tendo como justificativa a inspiração da lei do Farol Aceso em legislações de países como Finlândia, Suécia, Noruega, Islândia e Dinamarca, que possuem incidência solar muito abaixo da existente no Brasil.

No início da vigência da lei, o diretor-geral do Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal (DER-DF), Henrique Ludovice, defendeu a utilização do farol baixo aceso durante o dia, a favor da redução drástica do número de acidentes, principalmente com gravidade e morte ¹. O então diretor jurídico da Federação Nacional dos Policiais Rodoviários Federais (FENAPRF), Jesus Castro Caamano, em reunião na Câmara dos Deputados, também foi favorável a lei, enfatizando que mais vidas seriam salvas caso essa lei tivesse sido aprovada em 1998, ano em que entrou em vigor o atual Código de Trânsito Brasileiro. ² Nessa mesma reunião, o deputado Rubens Bueno (PPS - PR), autor da lei, citou que o trecho da resolução de 1998 do Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN sobre o farol ligado em meia luz durante o dia não foi obedecido. Segundo ele, a realidade só foi alterada a partir da Lei do Farol Aceso que efetivamente implicou sanção, salvando vidas.

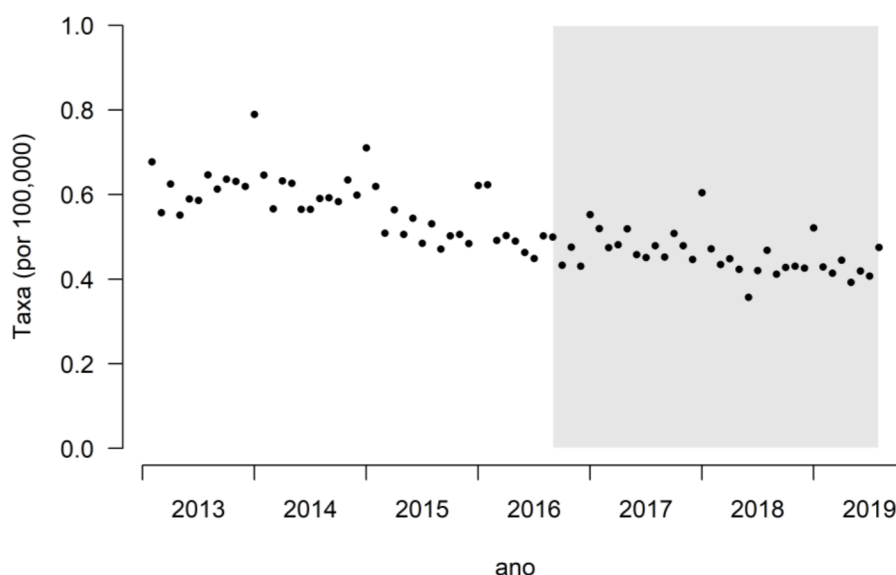
Os números não parecem mentir. De acordo com um levantamento realizado pela Polícia Rodoviária Federal - PRF que se deu durante o primeiro mês de vigência da lei (8 de julho a 8 de agosto), como principais resultados foram levantadas as seguintes questões relacionadas a acidentes ocorridos durante o dia em rodovias federais: (i) registro de 117 acidentes caracterizados com colisão frontal durante o dia em pistas simples, representando uma queda de 36% comparado aos 183 acidentes registrados no mesmo período de 2015; (ii) esses acidentes resultaram em 39 mortes e 67 pessoas gravemente feridas, números respectivamente 56% e 41% menores quando comparados ao mesmo período de 2015 quando houve 88 óbitos e 113 feridos graves e; (iii) houve redução de 34% nos atropelamentos (86 contra 131 no mesmo período do ano anterior).

¹Entrevista concedida à Revista Brasília. Disponível em: <https://radios.ebc.com.br//revista-brasil/edicao/2016-11/diretor-do-der-df-defende-lei-do-farol-aceso>

²Discursos Proferidos nas Comissões. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/internet/sitaqweb/TextoHTML.asp?etapa=11nuSessao=0975/16>

De uma forma mais ampla, esse mesmo comportamento é observado na figura 1. Nela apresentam-se os acidentes diurnos médios mensais em rodovias federais brasileiras por 100.000 habitantes dispostos no período anterior e posterior a entrada em vigor da Lei do Farol Aceso, em julho de 2016, considerando o intervalo de dados estudado. É evidente o número mais baixo de acidentes após a intervenção política (um declínio médio de 0,6% ao mês). No entanto, um ponto tem escapado dos discursos oficiais: há uma tendência de queda nos acidentes anterior ao início da vigência da lei. Logo, os menores índices são, de fato, decorrentes da lei? Ou os dados factuais só têm servido para fomentar a opinião pública sobre um efeito que não pode ser atribuído a lei?

Figura 1: Acidentes Diurnos em Rodovias Federais no Brasil – 2013 a 2019



Os principais resultados indicam que, apesar da evidência estatística de redução no número de acidentes após a intervenção, não se pode considerar a lei nº 13.290/16 como causa dessa redução. Intervenções que a precedem e que possuem impacto relevante e sustentado, como a Lei Seca e suas atualizações (Ver Moura et al. (2009), Malta et al. (2014), Oliveira et al. (2017)) e as ações do Programa Vida no Trânsito (Ver Neto et al. (2013)), parecem explicar melhor a tendência subjacente de diminuição de colisões em rodovias federais brasileiras.

2.2 Luz De Farol Diurna e Segurança Rodoviária

Segundo Allen e Clark (1964), a direção com faróis acesos durante o dia iniciou-se provavelmente no Texas, quando, em 1961, houve uma campanha de segurança viária solicitando condução diurna com faróis durante os principais feriados. A ideia foi adotada por grandes corporações americanas e alguns anos depois a empresa de ônibus Greyhound Corporation relatou, na avaliação antes e depois, uma redução média de acidentes diurnos de 11%.

Rumar (1981) mostrou resultado de avaliação da frequência de condução diurna com farol baixo na Suécia na década de 60. Como resultado de pesquisas em 1967, obteve-se que, em média, 1% a 2% dos veículos estavam com os faróis acesos e que cerca de 5% dos motoristas não acendiam os faróis, mesmo em condições muito ruins de visibilidade. O uso de luzes diurnas na Suécia se tornou obrigatória em 1 de outubro de 1977 para todos os veículos durante todas as estações. Andersson e Nilsson (1981) mostraram que a introdução do DRL resultou em uma redução de 11% dos acidentes múltiplos durante o dia, porém esse resultado foi contestado e considerado espúrio (THEEUWES; RIEMERSMA, 1995).

Os resultados encontrados nos países pioneiros mencionados fizeram com que nações em todo o mundo ponderassem se deveriam ou não obrigar a instalação de luzes diurnas nos automóveis ou o uso dos faróis acesos durante o dia, ocasionando uma quantidade considerável de pesquisa sobre a eficácia das luzes diurnas na prevenção de acidentes (WANG, 2008).

Essas pesquisas foram submetidos a análises em outros estudos, como em Koornstra et al. (1997), e Elvik, Christensen e Olsen (2003) e causaram várias preocupações metodológicas e, também, relacionadas aos reais efeitos na visibilidade da motocicleta (CAVALLO; PINTO, 2012).

Elvik, Christensen e Olsen (2003) explicam três anomalias nos resultados desses estudos que ainda não foram totalmente explicadas: (i) Há uma óbvia tendência temporal nos resultados de estudos que avaliaram os efeitos de luzes diurnas para automóveis. Recentemente os estudos encontraram efeitos muito menores que os mais antigos; (ii) Não existe um padrão de dose-resposta com relação aos efeitos do uso crescente de luzes diurnas e (iii) Nem todos os estudos que avaliaram os efeitos das leis que exigem o uso de luzes diurnas encontram efeito sobre os acidentes. Ao contrário, os estudos com metodologia de avaliação mais rigorosa não encontram alteração no número de acidentes associados às leis de DRL.

No Brasil, desde 1998, o uso do farol baixo aceso no período diurno em rodovias já era recomendado através da Resolução 18 do Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN. Em 18 de julho de 2016 passou a vigorar a lei nº 13.290/2016 que tornou obrigatório tal comportamento.

No início da vigência da lei houve problemas relacionados a definição/ limitação de rodovias em trechos urbanos que culminou em sua suspensão no dia 02/09/2016, porém no dia 07/10/2016 houve o indeferimento que esclareceu que as rodovias devem estar devidamente sinalizadas para que seja passível a autuação (DALMOLIN, 2017). A PRF registrou 408.267 infrações pelo não uso do farol baixo durante o dia nas rodovias federais brasileiras somente no ano de 2016. Nesse intervalo, a maior parte das autuações ocorreram nas regiões Sudeste, 30,5%, e Sul, 24,7% ³.

2.3 Materiais e Métodos

Esta seção discute a estratégia empírica, empregando, como método principal, um desenho de Séries Temporais Interrompidas com Controle, além de descrever os dados utilizados.

2.3.1 Estratégia Empírica

Na análise inicial dos dados, é investigado se há diferença entre as médias de acidentes nos períodos pré-intervenção e pós-intervenção. Para isso, aplica-se o Teste T de Welch unilateral, possibilitando a comparação de médias de duas amostras com variâncias e tamanhos de amostra desiguais, verificando se, reforçando o senso comum, há uma

³PRF - POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL. Dados abertos – Infrações de trânsito – ano 2016. Disponível em: <https://portal.prf.gov.br/portal/dados-abertos/infracoes>. Acesso em: 04 setembro de 2019

diminuição dos acidentes após o início da lei. A estatística T está descrita na equação 1.1.

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{\frac{\sigma_x^2}{n_1} + \frac{\sigma_y^2}{n_1}}} \quad (2.1)$$

Onde $\bar{x}$ e $\bar{y}$ são, respectivamente, as médias do período pré e pós intervenção, σ são os desvios padrões e n os tamanhos da amostra (WELCH, 1947).

Para analisar a quantidade de acidentes antes e depois da lei do farol aceso será utilizando, em um primeiro momento, um modelo de Diferenças-em-Diferenças (DD) pois a estrutura de dados contém (i) um conjunto de unidades de controle não expostas ao tratamento que pode servir como base para estimar fatores variáveis no tempo, representado pelos acidentes noturnos e (ii) os períodos de pré-tratamento que constituem um conjunto de validação natural para os modelos estudados.

De acordo com Abadie (2005), a identificação do efeito da lei sobre o grupo de indivíduos realiza-se através de uma dupla diferença que corresponde a diferença entre a quantidade de acidentes, antes e depois da lei, e a diferença por período, diurno e noturno. Baseia-se na hipótese de que, na ausência do tratamento, os resultados médios para os grupos de tratamento e controle evoluem em trajetórias paralelas ao longo do tempo. Posto isso, o impacto do tratamento foi estimado por meio da equação 1.2.

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + \beta_2 P_t + \beta_3 (X_t * P_t) + \varepsilon_t \quad (2.2)$$

Na qual Y_t corresponde a variável relacionada a taxa de acidentalidades no trânsito ocorridos ao longo do tempo t ; X_t e P_t são variáveis dummy que definem o período antes e depois da lei e se a observação representa o grupo de controle ou de tratamento, respectivamente; a variável de interação $X_t * P_t$ assume valor 1 para as observações tratadas no período pós-tratamento e 0 para as demais observações da amostra e; o termo de erro ε_t representa a variabilidade aleatória não explicada pelo modelo.

Na especificação do modelo, o parâmetro de interesse é o coeficiente estimado da variável de interação $X_t * P_t$ que estima o efeito médio da lei do farol aceso sobre a diminuição do total de acidentes em rodovias federais no período diurno, como definido na equação 1.2.

Para atingir o objetivo proposto, esse estudo utiliza Séries Temporais Interrompidas com Controle (CITS). O desenho de Séries Temporais Interrompidas (ITS) é um pro-

jeto quasi-experimental robusto e com ampla aplicabilidade na avaliação de intervenções, principalmente, em saúde pública (RAMSAY et al., 2003; SOUMERAI; STARR; MAJUMDAR, 2015; BERNAL; CUMMINS; GASPARRINI, 2019).

O ITS utiliza observações consecutivas, que ocorreram antes e depois da intervenção, de uma única população, incorporando tempo, desta forma, o contrafactual é estimado a partir da extrapolação da tendência anterior a intervenção, assumindo que na ausência da mesma a tendência permaneceria constante (CASTRO-AVILA; BLOOR; THOMPSON, 2019).

De acordo com Humphreys, Gasparrini e Wiebe (2017), o fato das observações estarem contidas na mesma população faz com que não haja problema de diferença entre grupos, porém uma limitação potencial consiste na possibilidade de distorção de estimativas por eventos que ocorrem simultaneamente, ou seja, no mesmo período da intervenção, como mudanças de variáveis econômicas ou desastres naturais.

Com o intuito de descartar a possibilidade de conferir, erroneamente, quaisquer alterações a fatores causais não relacionados à intervenção analisada, o projeto de CITS adiciona uma os mais séries de controle não afetadas pela intervenção, fornecendo evidências muito mais fortes da eficácia das intervenções pela definição de um contrafactual mais complexo, baseado tanto na comparação antes-depois como na comparação controle-intervenção (FOWLER et al., 2007; BERNAL; CUMMINS; GASPARRINI, 2017, 2018).

Para identificar o impacto da Lei do Farol Aceso em colisões de trânsito, será explorando o período anterior e posterior a vigência da Lei. Como a lei institui o uso de farol baixo diurno em rodovias, espera-se que haja um impacto significativo apenas em acidentes durante essa parcela do dia, possibilitando considerar acidentes que ocorrem no período noturno como uma série de controle por estar fora do tratamento.

Deste modo, extraiu-se inicialmente duas séries temporais mensais: acidentes diurnos e acidentes noturnos no período de janeiro de 2013⁴ a julho de 2019. Ademais, analisou-se o impacto da intervenção em acidentes graves no país e apenas na Região Sul, tal região foi escolhida por estar mais afastada da linha do equador e, portanto, possuir maiores variações de temperatura, baixas temperaturas de inverno e grande oscilação de luminosidade ao longo do ano (MONREAL et al., 2012; BARBOSA; SANTOS, 2008).

Embora possamos frequentemente detectar mudanças no nível e/ou tendência da me-

⁴O ano de 2013 foi escolhido para início da análise por ser posterior ao início da vigência da lei nº 11.705/08 e da lei nº 12.760/12, ambas relacionadas a inibição do consumo de bebida alcoólica por condutor de veículo automotor e com impacto considerável e heterogêneo entre as regiões brasileiras (MOURA et al., 2009; MALTA et al., 2014).

dida de interesse visualizando o gráfico de uma série temporal, não podemos verificar facilmente se essas mudanças podem ser resultado apenas do acaso ou de outros fatores que não a intervenção (WAGNER et al., 2002).

Considerando a avaliação da diferenciação de tendências antes e depois da lei também por esses outros fatores, a inclusão de dados de contagem no modelo e suas respectivas distribuições, utilizaram-se modelos de regressão ajustados para sobredispersão (Quasi-Poisson Segmentada).

Para melhorar a robustez da análise foi abordada a questão da sazonalidade através de seu ajuste por termos de Fourier, onde padrões de longo prazo podem ser modelados de maneira mais suave, ajustando os termos de Fourier no modelo de Quasi-Poisson. Estes são pares de funções seno e cosseno que são particularmente adequados para capturar padrões sazonais regulares (BHASKARAN et al., 2013). A autocorrelação também foi avaliada através do gráfico de resíduos e da função de autocorrelação parcial e, onde os dados são normalmente distribuídos, foi realizado o teste de Breusch-Godfrey.

Portanto, embasando-se nos trabalhos de Bhaskaran et al. (2013), Humphreys, Gasparrini e Wiebe (2017), Bernal, Cummins e Gasparrini (2017, 2018), Liu et al. (2019), utiliza-se o modelo mostrado na equação 1.3:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 T + \beta_2 X_t + \sum_k [\beta_{3k} \sin(\frac{2k\pi t}{T}) + \beta_{4k} \cos(\frac{2k\pi t}{T})] + \beta_5 P_t T + \beta_6 P_t X_t T + \varepsilon_t, \quad (2.3)$$

Y_t corresponde a variável relacionada a taxa de acidentalidades no trânsito ocorridos ao longo do tempo t ; T o tempo (meses) desde janeiro de 2013; X_t e P_t são variáveis dummy que definem o período antes e depois da lei e se a observação representa o grupo de controle ou de tratamento; k indica a periodicidade da sazonalidade ($k = 2$ para a sazonalidade semestral, por exemplo) e; o termo de erro ε_t representa a variabilidade aleatória não explicada pelo modelo.

Todas as análises dos dados foram realizadas no software estatístico R (versão 3.1.2; RStudio, Inc), utilizando o RStudio (versão 1.1.453; RStudio Inc). A significância estatística foi considerada como $P < 0,05$.

2.3.2 Dados

Os dados relacionados a colisões foram originados da base de dados da Polícia Rodoviária Federal - PRF⁵ que abrange todos os acidentes de trânsito ocorridos em rodovias brasileiras que foram reportados à polícia. Essas bases de dados são disponibilizadas ao público de forma anônima com informações relacionadas as condições da via, as condições ambientais no momento do acidente, as características do acidente, além da caracterização dos motoristas, dos passageiros e dos veículos envolvidos nas colisões.

Como a lei do farol abrange rodovias que, de acordo com o Código de Trânsito Brasileiro, corresponde a uma via rural pavimentada, foi realizado esse corte na base da PRF incluindo apenas observações em área rural. Além disso houve outras duas restrições: acidentes em pista dupla e sem lesão/ mortes.

A justifica para a eliminação de observações de acidentes sem presença de lesões/ mortes dar-se pelo fato de, em 2015, ter havido uma mudança que inclui a Declaração de Acidente de Trânsito – DAT como um documento oficial emitido pela PRF, cuja elaboração é feita, via internet, pelos próprios usuários, exclusivo para acidentes sem vítimas.

Para a definição de período diurno e noturno, foram levantados, junto ao Observatório Nacional (ON), dados de nascer, crepúsculo e ocaso do sol para a data das ocorrências e latitude/longitude dos municípios onde ocorreram todas as observações do banco de dados de acidentes.

Por fim, os dados relacionados à população mensal total do país e por região geográfica, necessárias para o cálculo do índice de acidentes por 100.000 habitantes, advém da base de Projeções da População do Brasil do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE⁶.

⁵Base de dados disponível online em: <https://portal.prf.gov.br/portal/dadosabertos/acidentes/acidentes>

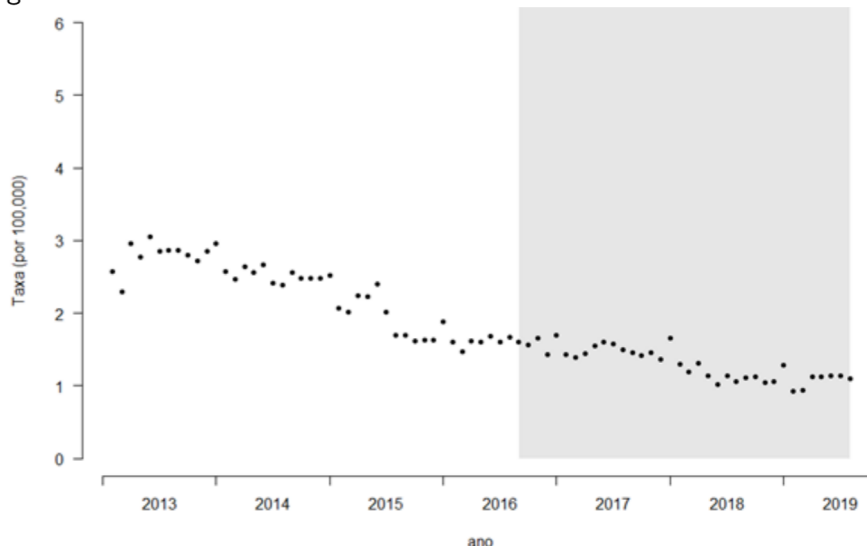
⁶Base de dados disponível online em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9109-projecao-da-populacao.html?=&t=downloads>

2.4 Resultados

A evidência estatística resultante do Teste T de Welch unilateral, considerando significância de 5%, é que a hipótese nula foi rejeitada, ou seja, a média de acidentes após a intervenção é inferior ao período que a antecede, com p-valor de $1.043 \cdot 10^{-08}$, comprovando a diminuição dos acidentes após o início da lei.

A figura 2 está relacionada à taxa de acidentes noturnos. Assim como mostrado anteriormente na figura 1, que apresenta os acidentes diurnos, também há uma tendência anterior ao início da intervenção de redução de acidentes, porém em menor magnitude, que prossegue no período pós-intervenção.

Figura 2: Acidentes Noturnos em Rodovias Federais no Brasil – 2013 a 2019



Fonte: Autoria própria, a partir dos dados da pesquisa.

O número total de acidentes na base de dados da PRF durante o período estudado foi de 771.038, destes, 415.872 são acidentes com vítimas. Após o recorte de acidentes em área rural e em pista simples, o total é de 144.916 ocorrências. Os acidentes graves, ou seja, com lesionados gravemente e/ou mortos, representam 40,21% desse total, 58.273 observações.

A tabela 1 mostra estatísticas resumidas do período antes e depois da Lei do Farol Aceso entrar em vigor. A média mensal de acidentes ocorridos no Brasil no período diurno antes da aplicação da lei é de 1.161, enquanto no período noturno, 826,7. No período após a intervenção, a média de acidentes é de 951,4 e 700,2, respectivamente, para acidentes diurnos e noturnos.

Os acidentes graves representam 37,87% dos acidentes diurnos e 45,52% dos acidentes noturnos, seguindo, em ambas as configurações, a mesma tendência de diminuição das colisões. Para acidentes diurnos, em todas as subpopulações analisadas até o momento, houve uma redução maior após a intervenção legal, a média de acidentes diurnos, por exemplo, diminui 18,05%, enquanto a média noturna 15,30%, fortalecendo a hipótese de eficácia da lei.

Tabela 1: Estatísticas resumidas dos dados antes e depois.

	Média mensal					
	Total de acidentes			Taxa (por 100.000 hab.)		
	Antes	Depois	Dif. (%)	Antes	Depois	Dif. (%)
<i>Acidentes no Brasil</i>						
Diurnos	1161,00	951,40	-18,05%	0,57	0,46	-20,26%
Noturnos	826,70	700,20	-15,30%	0,41	0,34	-17,58%
Diurnos graves	439,70	333,00	-24,27%	0,22	0,16	-26,37%
Noturnos graves	376,30	311,00	-17,35%	0,19	0,15	-19,59%
<i>Acidentes na região Sul do Brasil</i>						
Diurnos	270,10	263,70	-2,37%	0,94	0,89	-4,87%
Noturnos	197,80	185,40	-6,27%	0,69	0,63	-8,67%
Diurnos graves	89,65	81,69	-8,88%	0,31	0,28	-11,21%
Noturnos graves	78,26	71,89	-8,14%	0,27	0,24	-10,52%

Fonte: Estimativa da autora, a partir dos dados da pesquisa.

Os dados da Região Sul do Brasil para acidentes consolidados em todos os níveis de severidade, corroboram com a tendência decrescente dos dados de todo o país com maior redução para acidentes diurnos, porém, de forma menos abrupta. Para o extrato relacionado a acidentes graves, a diminuição foi maior para acidentes noturnos. Esses resultados vão de encontro a hipótese de eficácia da lei na redução de acidentes, pois a região, como esclarecido anteriormente, tem características climáticas mais propícias a acidentes relacionados a falta de luminosidade durante o dia.

Com relação a análise inicial da quantidade de acidentes antes e depois da lei do farol aceso com a utilização de um modelo simples de Diferenças-em-Diferenças, a Tabela 2 mostra os coeficientes estimados da regressão. Os resultados são estatisticamente significativos e revelam impactos positivos da entrada em vigor da lei para a diminuição de acidentes com vítima em rodovias federais.

O resultado relacionado a variável de interação mostra a ocorrência de um coeficiente negativo da variável estimada, de magnitude -82,98, acompanhado por um coeficiente de determinação de 0,7271 e um p valor significativo de 0.0133. Isso representa que a lei

provocou uma queda na quantidade de acidentes, analisando apenas o período antes e depois da lei mas sem incorporar o fator "tempo".

Tabela 2: Estimativas de Impacto - Diferenças-em-Diferenças

	Estimadores	Standard deviation
P	334,12 ^a	22,36
X	-126,43 ^a	23,42
P*X	-82,98 ^b	33,12
Constante	826,65 ^a	15,81

Nota: $R^2 = 0,7271$.

a - $P < 0,001$. b - $P < 0,05$.

Fonte: Estimativa da autora, a partir dos dados da pesquisa.

A seguir, será mostrado o resultado do desenho de CITS onde o tempo será incorporado a partir do uso das observações consecutivas pré e pós-intervenção em uma única população. O contrafactual é estimado por extrapolação da tendência pré-intervenção e assume que a tendência permaneceria constante na ausência da lei.

Como as observações são realizadas na mesma população, não há problemas com diferenças entre grupos, além de permitir que haja controle de fatores de confusão variáveis no tempo e relacionados a outros eventos a partir de série de controle.

A análise deu-se através do resultando das trajetórias das tendências nos dois períodos estimadas por regressões Quasi-Poisson segmentadas, possibilitando verificar se diferem significativamente. Seguindo as orientações de Bernal, Cummins e Gasparrini (2017), foram aplicados modelos sazonais com termos harmônicos para controlar influências sazonais.

Além disso, foi encontrada autocorrelação residual significativa nas séries relacionadas a acidentes noturnos e a acidentes ocorridos na região Sul. Desta forma, agindo de forma mais conservadora, foram gerados erros padrão robustos na produção das estimativas.

A tabela 3 apresenta as tendências subjacentes relacionadas as taxas mensais de acidentes. O Risco Relativo (RR) está relacionado a razão entre a ocorrência de um evento no grupo tratado sobre a ocorrência no grupo controle. O intervalo de confiança (IC) considera um coeficiente de confiança de 95%. Após a contabilização das tendências, as estimativas sobre o ponto de mudança indicam, após a entrada em vigor da lei, qual o resultado sustentado nas taxas.

Tabela 3: Impacto da lei do Farol Aceso nas rodovias federais brasileiras.

	Total de acidentes - Risco relativo (IC 95%)	
	Tendência	Ponto de Mudança
<i>Acidentes no Brasil</i>		
Diurnos	0,994 (0,993 - 0,996) ^a	0,991 (0,921 - 1,066)
Noturnos	0,985 (0,983 - 0,986) ^a	1,045 (0,969 - 1,126) ^c
Diurnos graves	0,993 (0,991 - 0,995) ^a	0,968 (0,895 - 1,047)
Noturnos graves	0,994 (0,993 - 0,996) ^a	1,002 (0,929 - 1,080) ^c
<i>Acidentes na região Sul do Brasil</i>		
Diurnos	0,982 (0,980 - 0,984)	1,036 (0,805 - 1,334) ^c
Noturnos	0,985 (0,983 - 0,987) ^b	1,050 (0,912 - 1,203) ^c
Diurnos graves	0,997 (0,995 - 0,999) ^a	0,943 (0,859 - 1,036) ^c
Noturnos graves	0,995 (0,993 - 0,997) ^a	0,997 (0,908 - 1,095) ^c

Nota: a - $P < 0,001$. b - $P < 0,05$. c - Autocorrelação serial significativa pelo teste Breusch–Godfrey e Sazonal Breusch, uso de erros padrão robustos.

Fonte: Estimativa da autora, a partir dos dados da pesquisa.

As estimativas de tendência subjacente para as taxas totais de acidentes diurnos e noturnos em rodovias brasileiras apresentaram queda que variou de 0,06% (RR 0,994; IC 0,993 - 0,996) a 0,15% (RR 0,985; IC 0,983 - 0,986). A tendência da taxa de acidentes diurnos, por exemplo, apresentou diminuição mensal de 0,06%, enquanto para acidentes noturnos foi de 0,15%. Para acidentes diurnos e noturnos graves, a diminuição foi similar, de 0,07% e de 0,06%, respectivamente.

Nas ocorrências exclusivas na Região Sul, os resultados encontrados foram próximos aos encontrados no cenário nacional, porém com a diferença que as estimativas de tendência de acidentes diurnos não se mostraram significativas.

Após contabilizar as tendências subjacentes, os resultados estimados com o ponto de mudança, ou seja, após a entrada em vigor da lei, mostram que não houve alteração abrupta e sustentado na taxa mensal de acidentes nas rodovias brasileiras pois para acidentes diurnos, noturnos, diurnos graves e noturnos graves, as estimativas não mostraram-se estatisticamente significantes a um nível de significância de 5%.

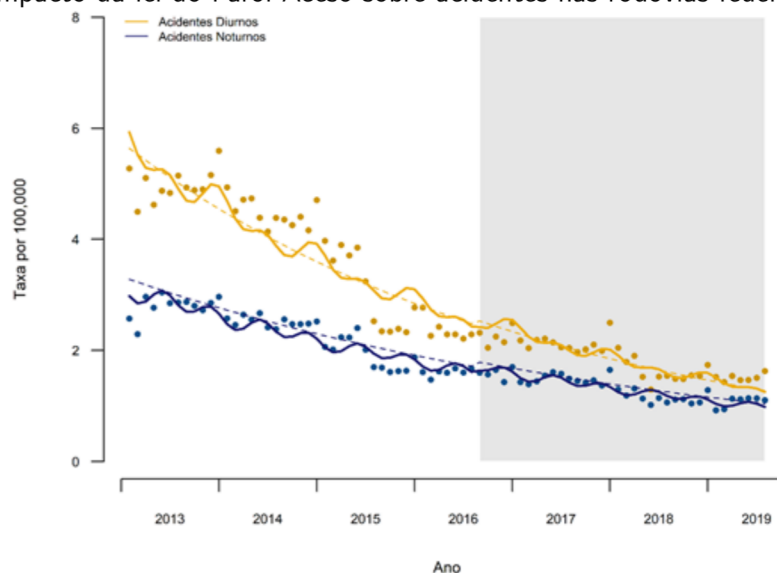
Observa-se, por exemplo, através de estimativas para o ponto de mudança de acidentes diurnos no Brasil (RR 0,991/ IC 0,921 - 1,066), onde, assim como nas outras estimativas de ponto de mudança, o IC contém o valor 1,0, indicando que não há diferença entre os grupos de comparação.

Nenhuma análise do ponto de mudança para as estimativas encontradas para a Região Sul também mostrou-se significativa, dando robustez ao resultado encontrado das taxas

de acidentes nacionais por ser a região com maior potencial de impacto da intervenção legal por suas características latentes.

A partir da figura 3, é possível visualizar os resultados de impacto da lei do Farol Aceso sobre a taxa mensal de acidentes diurnos e noturnos em rodovias federais brasileiras por 100.000 habitantes ao longo do tempo.

Figura 3: Impacto da lei do Farol Aceso sobre acidentes nas rodovias federais brasileiras

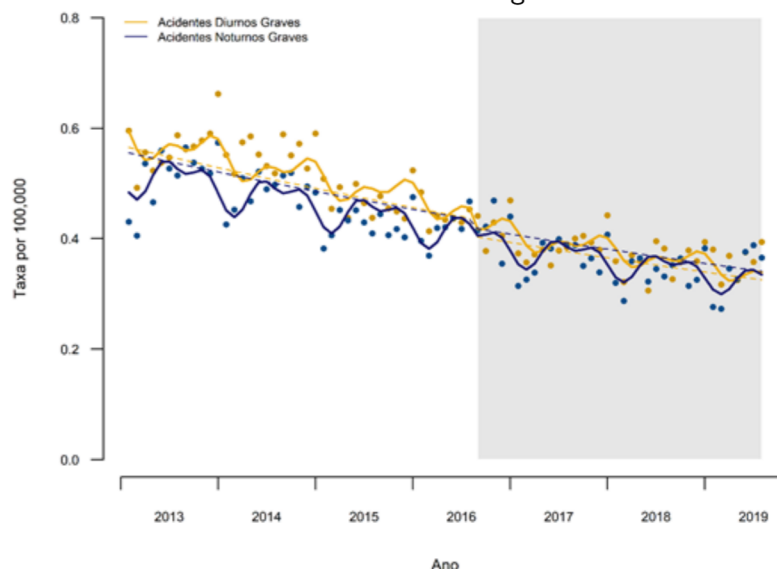


Fonte: Autoria própria, a partir dos dados da pesquisa.

As linhas tracejadas nos gráficos das figuras 3-6, representam estimativas ajustadas usando um modelo de ponto de mudança linear, enquanto as linhas curvas correspondem a valores ajustados para modelos com ajuste sazonal. Para a taxa de acidentes diurnos e noturnos totais, percebe-se que, visualmente através da figura 3, não é possível identificar mudança considerável de tendência entre o período pré e pós início da vigência da lei, corroborando com o resultado encontrado nas estimativas do desenho de Séries Temporais Interrompidas com Controle.

O impacto da lei do Farol Aceso em acidentes graves em rodovias brasileiras é mostrado na figura 4. Observa-se, pelas estimativas ajustadas, que os valores para as séries diurna e noturna são semelhantes. A tendência adjacente de queda da taxa mensal de acidentes continuou superior no período diurno ao longo do tempo, tornando inferior as estimativas noturnas.

Figura 4: Impacto da lei do Farol Aceso sobre acidentes graves nas rodovias federais brasileiras

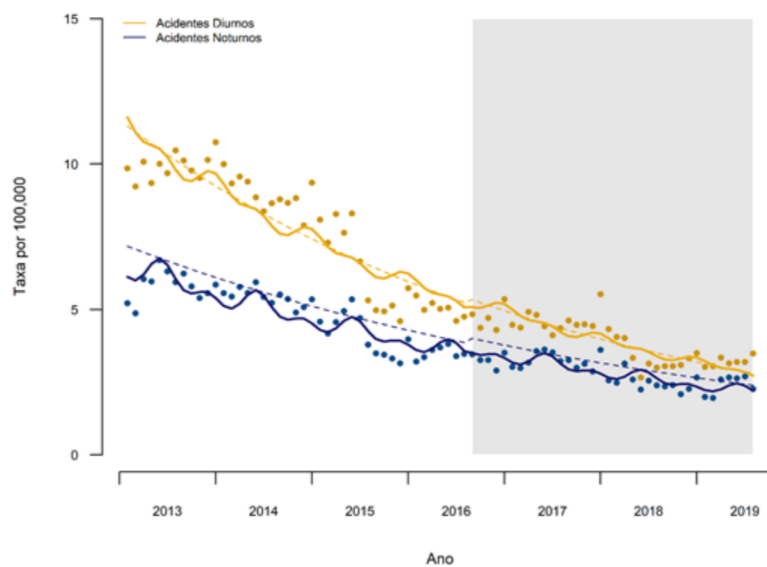


Fonte: Autoria própria, a partir dos dados da pesquisa.

Nos gráficos de magnitude de efeito na taxa de acidentes gerais e graves por 100.000 habitantes da Região Sul, mostrados, respectivamente, nas figuras 5 e 6, não há diferenças significativas entre as tendências encontradas no período pré e pós intervenção, as principais alterações em comparação aos resultados encontrados nacionalmente, é a elevação das taxas médias na região Sul e a menor inclinação da tendência.

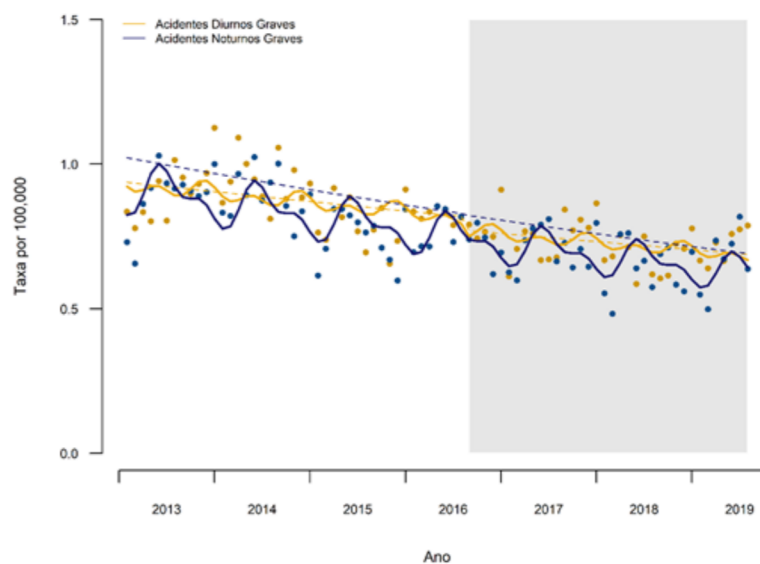
Em contraste com a estimativa brasileira, é possível visualizar pelas linhas curvas que representam o ajuste sazonal, na figura 6, que os acidentes graves da Região Sul tem um padrão sazonal distinto do padrão encontrado nas estimativas nacionais, possivelmente por suas características naturais.

Figura 5: Impacto da lei do Farol Aceso sobre acidentes nas rodovias federais da Região Sul



Fonte: Autoria própria, a partir dos dados da pesquisa.

Figura 6: Impacto da lei do Farol Aceso sobre acidentes graves nas rodovias federais da Região Sul



Fonte: Autoria própria, a partir dos dados da pesquisa.

A lei do Farol Aceso não possui uma efetividade estatisticamente significativa na redução das taxas de acidentalidade diurna em rodovias brasileiras, se comparadas as taxas de acidentalidade noturna não impactadas pela intervenção. Essa análise consiste em uma avaliação no curto prazo, o que deixa margem para investigações de longo prazo em estudos futuros, visto que a literatura econômica de resultados de ações de políticas públicas sugere observações no curto e longo prazo, para uma análise mais consistente dos resultados.

2.5 Conclusões e Discussão

Desde que a Lei do Farol Aceso entrou em vigor no Brasil, em julho de 2016, as taxas de acidentes em rodovias federais diminuíram significativamente; até julho de 2019, as taxas mensais de acidentes diurnos diminuíram em 20,26% e as de acidentes noturnos diminuíram 17,58%. Apesar dessa diminuição na taxa de acidentes de trânsito, há uma aparente correlação com as sanções trazidas por essa nova legislação.

Através do teste T de Welsh unilateral, foi possível verificar que há evidências estatísticas da redução de acidentes após a intervenção legal considerando a janela temporal de janeiro de 2013 a julho de 2019. Corroborando com a intuição de impacto positivo da lei, um modelo simples de Diferenças-em-Diferenças foi realizado e verificou-se resultado estatisticamente significativos de que a lei realmente teve impacto positivo na diminuição desses acidentes.

O uso do desenho de Séries Temporais Interrompidas com Controle, deu-se devido a necessidade de incorporação do fator tempo. Esse método permite incorporar o tempo com a utilização de várias observações consecutivas pré e pós-intervenção em uma única população. O contrafactual é estimado por extrapolação da tendência pré-intervenção, sendo assim, como as observações são realizadas na mesma população, as diferenças entre os grupos não apresentam um problema e a estrutura temporal estrita permite o controle das tendências subjacentes e dos fatores de confusão variáveis no tempo.

Com o uso do CITS foi possível verificar que não há participação estatisticamente efetiva dos efeitos da Lei do Farol Acesso na diminuição dos acidentes, pois, as estimativas de efeito na tendência a partir do ponto de mudança não se mostraram significativas. Tal resultado foi considerado após uma análise dos acidentes diurnos em rodovias federais brasileiras no período pré-pós início da vigência da lei, utilizando acidentes noturnos como série temporal de controle e acidentes na região Sul para análise de robustez.

A tendência subjacente de redução de colisões pode ser explicada por várias outras intervenções tais como a Lei Seca e suas atualizações mais rigorosas (2008, 2012 e 2016) e as ações do Programa Vida no Trânsito (2011), citadas nos trabalhos de Moura et al. (2009), Neto et al. (2013), Malta et al. (2014).

A insignificância estatística do impacto da Lei do Farol Aceso na redução de acidentes de trânsito no Brasil em rodovias federais pode ter como uma das possíveis explicações o fato da recomendação da manutenção do farol baixo aceso durante o dia já existir e estar regulamentada em resolução do CONTRAN desde o ano de 1998, porém sem obrigatoriedade.

Por fim, como limitação do estudo, temos o fato de não haver comparação com o impacto do cumprimento da lei exclusivamente em acidentes que envolvem motocicletas. Estudos com os de Jenness, Jenkins e Zador (2011) e Cavallo e Pinto (2012) exploram o fato do uso de faróis baixos por parte de outros veículos reduzirem a visibilidade e a facilidade de detecção das motocicletas. Além disso, essas análises também são suscetíveis a vieses por diferenças em fatores que influenciam as taxas de acidentes mas são exclusivos para uma situação e/ ou local em particular.

3 Avaliação do Impacto do Programa Vida no Trânsito em Cidades Brasileiras

3.1 Introdução

Estimativas da World Health Organization (WHO) mostraram que cerca de 1,3 milhões de mortes são ocasionadas por acidentes viários no mundo anualmente, além de até 50 milhões pessoas sofrerem lesões não fatais representando uma importante causa de deficiência. Devido, em parte, aos aumentos rápidos de motorização, a previsão é que a estimativa anuais tenha 1,1 milhões de mortes incrementais (WHO, 2010a, 2010b; HYDER, 2019).

Países de baixa e de média renda são responsáveis por noventa por cento desses óbitos, apesar de possuírem menos da metade da frota de veículos registrados no mundo. Tal heterogeneidade no resultado de segurança viária pode estar relacionada a variações legais, de aplicações, da situação das estradas, do sistema de transporte e de saúde (HYDER; VECINO-ORTIZ, 2014; ANDREUCETTI et al., 2019).

Diante desse cenário, em 2010, a Assembleia Geral da ONU declarou 2011-2020 a Década de Ação para a Segurança Rodoviária através da Resolução 64/255 com o objetivo de redução no número de mortos e feridos no trânsito através de ações coordenadas por diferentes instâncias locais, nacionais e globais (WHO, 2010). Com o intuito de apoiar e incentivar o desenvolvimento de planejamentos nacionais e locais, em 2011 foi lançado o Plano Global para a Década de Ação para a Segurança Viária baseado nos seguintes pilares: gestão da segurança viária; estradas e mobilidade mais seguras; segurança veicular; comportamento do usuário da estrada; e resposta pós-acidente (WHO, 2010b; HYDER et al., 2017).

A ação global denominada Road Safety in 10 Countries (RS 10) originou um consórcio entre algumas organizações como a WHO, a Johns Hopkins International Injury Research Unit, o World Bank Global Road Safety Facility, a Global Road Safety Partnership, a Association for Safe International Road Travel e o EMBARQ - the World Resources Institute Center for Sustainable Transport. com aporte financeiro da Bloomberg Philanthropies (HYDER et al., 2012).

De acordo com Peden (2010), o intuito principal da iniciativa citada foi o de realizar atividades que melhorariam a segurança rodoviária em 10 países de baixa e média renda, esses países foram escolhidos com base em critérios como taxa de mortalidade no trânsito, tamanho da população, vontade política e capacidade humana. Os países selecionados representam quase metade da quantidade de fatalidades de trânsito no mundo, foram eles: Brasil, Camboja, China, Egito, Índia, Quênia, México, Rússia, Turquia e Vietnã (GUPTA et al., 2017).

A primeira fase do Programa Global de Segurança Viária da Bloomberg Philanthropies foi implementada nesses países por cinco anos, entre 2010 e 2014. No Brasil, uma das ações foi o Programa Vida no Trânsito com acompanhamento da implantação e implementação por uma Comissão Nacional Interministerial, formada em 2010, sob coordenação do Ministério da Saúde. Cinco capitais foram selecionadas para implantação piloto do projeto: Palmas, Teresina, Belo Horizonte, Curitiba e Campo Grande (NETO et al., 2013).

Para a segunda fase, a Bloomberg Philanthropies selecionou 10 cidades em países de baixa e média renda a partir de propostas apresentadas detalhando a segurança rodoviária por meio do fortalecimento da legislação de segurança rodoviária e da aplicação de intervenções comprovadas de segurança rodoviária. No Brasil, as cidades selecionadas foram Fortaleza e São Paulo (CRUZ; PAULINO, 2019).

Alguns estudos anteriores como os de Neto et al. (2013), Andrade e Jorge (2016), Andreuccetti et al. (2019), Andrade, Antunes e Ferreira (2019) buscaram avaliar resultados de ações na Década de Ação para a Segurança Rodoviária no Brasil, porém, não foram encontrados trabalhos que tenham verificado o impacto do Programa Vida no Trânsito sobre a redução de mortes e internações hospitalares de acidentados no trânsito excluindo variações por choques exógenos através da utilização de grupo contrafactual.

Com isso, esse ensaio visa contribuir com a literatura ao responder o seguinte questionamento: O Programa Vida no Trânsito contribuiu para a redução de mortes e lesões no trânsito em cidades brasileiras? O presente estudo tem como objetivo apresentar uma avaliação de impacto do Programa Vida no Trânsito sobre a trajetória de indicadores de

segurança viária, como taxa de mortalidade e de internações hospitalares, em capitais brasileiras. Para tanto, será aplicado o Controle Sintético Generalizado, que integra o método de controle sintético com modelos lineares de efeitos fixos.

Para melhor compreensão, o presente trabalho está organizado com as seguintes seções: Na seção 2, faz-se uma descrição do Programa Global de Segurança Viária da Bloomberg Philanthropies contemplando a principal iniciativa brasileira da primeira fase (2007-2014), o Programa Vida no Trânsito. Na seção 3, apresenta-se a metodologia do Controle Sintético Generalizado e a base de dados utilizada. A quarta seção analisa os resultados e, na última seção, são apresentadas algumas considerações.

3.2 Programa Global de Segurança Viária da Bloomberg Philanthropies

Ao longo dos anos, a segurança no trânsito tornou-se uma grande preocupação de saúde pública em países de baixa e média renda. O Programa Global de Segurança Viária da Bloomberg Philanthropies foi implementado para melhorar a segurança viária em 10 desses países, incluindo o Brasil.

O início do programa deu-se em 2007 com a doação de 9 milhões de dólares da Bloomberg Philanthropies à WHO para financiar um relatório global de status de segurança viária em países de todo o mundo e projetos-piloto no Vietnã e no México, com execução em dois anos (TOROYAN, 2007).

A partir dos resultados encontrados no relatório da WHO, em 2010, a Bloomberg Philanthropies forneceu, a partir do Programa Global de Segurança Viária da Bloomberg Philanthropies, um aporte financeiro de 125 milhões de dólares em um consórcio com algumas organizações (WHO, a Johns Hopkins International Injury Research Unit, o World Bank Global Road Safety Facility, a Global Road Safety Partnership, a Association for Safe International Road Travel e o EMBARQ - the World Resources Institute Center for Sustainable Transport) para promover a segurança no trânsito em 10 países que representavam metade das mortes relacionadas ao trânsito global: Brasil, Camboja, China, Egito, Índia, Quênia, México, Rússia, Turquia e Vietnã. Essa primeira fase do programa teve duração de 4 anos, de 2010 a 2014 (HYDER et al., 2012; MILLER; LEVY; SWEDLER, 2018).

Em 2015, a Bloomberg Philanthropies concedeu, novamente, 125 milhões de dólares durante um período de cinco anos, 2015 a 2019, para reduzir fatalidades e lesões de tráfego através de planos a serem executados em 5 países e em 10 cidades selecionadas em países de

baixa e média renda. Os cinco países escolhidos foram China, Índia, Filipinas, Tailândia e a República Unida da Tanzânia e, as 10 cidades, Accra, em Gana, Addis Abeba, na Etiópia, Bandung, na Indonésia, Bangkok, na Tailândia, Bogotá, na Colômbia, Ho Chi Minh, no Vietnã, Shanghai, na China, Mumbai, na Índia, além de Fortaleza e São Paulo, no Brasil.

3.2.1 Primeira Fase: Programa Vida No Trânsito

Fazendo parte da primeira fase do Programa Global de Segurança Viária da Bloomberg Philanthropies e do conjunto de intervenções do Plano Nacional da Década de Ações pela Segurança no Trânsito, em 2010, o governo brasileiro criou, por meio do Ministério da Saúde, o Programa Vida no Trânsito - PVT (NETO et al., 2013).

O objetivo do PVT está relacionado a redução de lesões e de óbitos no trânsito e as principais ações do programa inclui a qualificação e análise de dados de acidentes como características, mortalidade e internações para retroalimentação do estudo sobre intervenções eficazes, promovendo estratégias com propostas baseadas nas intervenções em níveis nacionais, estaduais e municipais. (SILVA et al., 2013).

Na implementação nacional do PVT, as principais ações realizadas foram: (i) instituição da Comissão Nacional Interministerial, coordenada pelo Ministério da Saúde, para acompanhamento da implantação e implementação do programa através da Portaria Interministerial no 2.268 de 10/08/2010; (ii) definição dos fatores de risco prioritários: o consumo de álcool e o excesso de velocidade foram os eixos prioritários escolhidos; (iii) construção de indicadores para todas as capitais com o intuito de eleger as cidades piloto; (iv) visita às cinco cidades selecionadas para avaliação do comprometimento político e viabilidade; (v) definição final sobre as capitais piloto; (vi) elaboração do plano de ação nacional do PVT (2010-2012); (vii) lançamento em nível nacional em junho de 2010; e (viii) elaboração do plano de ação em cada uma das cidades piloto e lançamento em cada cidade (SILVA et al., 2013).

As cinco capitais selecionadas pela comissão foram: Palmas - TO, Teresina - PI, Belo Horizonte - MG, Curitiba - PR e Campo Grande - MS, cada uma representando uma das regiões brasileiras. Durante os anos de 2011 e 2012 o programa foi implementado apenas nessas localidades. A partir de 2013, o PVT começou a ser expandido para todas as capitais e municípios brasileiros com mais de um milhão de habitantes (NARDI et al., 2015).

A metodologia adotada para o planejamento e execução do PVT foi apoiada na Estratégia de Proatividade e Parceria – EPP. Essa estratégia se baseia em seis etapas a partir da união do poder público, da iniciativa privada e da sociedade civil: (i) Formação de parcerias a partir da identificação de instituições parceiras e da constituição de comissões intersetoriais oficializada por decreto municipal; (ii) Coleta, gestão e análise de dados através da identificação das fontes de informações e da produção de indicadores; (iii) Ações integradas de segurança viária pela identificação do perfil de mortos e feridos graves visando subsidiar a elaboração de um plano de intervenção; (iv) Monitoração de desempenho, avaliação e reconhecimento trimestral do resultado das intervenções; (v) Revisão geral anual; e (vi) Renovação e expansão, etapa onde ocorre a revisão do planejamento, incorporando e qualificando novos parceiros e expandindo o projeto (ARAÚJO, 2015).

As ações do PVT nos municípios buscam serem estruturadas com dois focos, o primeiro é estabelecido para a população geral com o intuito de modificar a macrocultura de segurança viária, relaciona-se a fiscalização, engenharia do trânsito e market social para todos os usuários, por exemplo (BRASIL, 2017).

O segundo foco envolvem grupos específicos, definidos a partir de evidências obtidas após análise de dados, por meio de planejamento integrado e intersetorial, que definem os fatores de risco prioritários de ocorrência dos acidentes, os principais grupos de vítimas e os locais críticos de ocorrência de acidentes nos Municípios. Essas ações objetivam interferir na microcultura de segurança no trânsito, podemos citar oficinas de sensibilização específicas para motociclistas, instalação de sinalização de segurança e de controladores de velocidade em pontos críticos (BRASIL, 2017).

Neto et al. (2013) relaciona algumas intervenções que obtiveram bons resultados na diminuição de lesões e mortes em acidentes de trânsito nas cidades piloto, destacam-se ações voltadas a redução de velocidade, como instalação de equipamentos eletrônicos de velocidade e lombadas físicas, entre outras como aumento na quantidade de blitz de fiscalização e intensificação de testes de alcoolemia.

O Programa Vida no Trânsito continua sendo expandido para outros municípios brasileiros e os que já aderiram estão em diferentes níveis de implementação. Santos et al. (2018) acompanha o grau de implantação do PVT em municípios participantes considerando os seguintes requisitos metodológicos: articulação intersetorial; qualificação/integração dos dados; ações integradas de segurança viária e monitoramento/avaliação das ações.

3.3 Estratégia Empírica e Dados

Esta seção discute a estratégia empírica, empregando uma abordagem de controle sintético generalizado, desenvolvida por Xu (2017), que permite a criação de cidades sintéticas ajustadas às trajetórias das cidades tratadas no período anterior ao programa, além de descrever os dados utilizados.

3.3.1 Controle Sintético Generalizado

Com o intuito de atingir os objetivos da pesquisa, foi usado o método do controle sintético generalizado, introduzido por Xu (2017) que unifica o método de controle sintético (GSC), proposto por Abadie, Diamond e Hainmueller (2010, 2015), com modelos de efeitos lineares fixos, proposto por Bai (2009), generalizando o método de controle sintético para casos de múltiplas unidades tratadas.

Neste estudo, as variáveis de interesse estão relacionadas, respectivamente, as taxas de mortalidade e de internação por 100.000 habitantes, na cidade i no período entre 2003 a 2013 indexados como t . Conforme o procedimento de Xu (2017), os modelos adotados assumem a seguinte forma funcional geral:

$$Y_{it} = \delta_{it}D_{it} + X'_{it}\beta + \lambda'_i f_t + \varepsilon_i \quad (3.1)$$

Onde D_{it} é a variável que indica o tratamento, sendo $D_{it} = 1$ se a cidade recebe a intervenção no período t , e $D_{it} = 0$, caso contrário; δ_{it} resenta o efeito heterogêneo de tratamento para a cidade i no período t , X_{it} , λ_i e f_t são vetores que correspondem, respectivamente, as variáveis explicativas observáveis, aos parâmetros desconhecidos, as cargas fatoriais desconhecidas e aos fatores comuns não observáveis; ε_i aponta os choques idiossincráticos não observáveis, onde $E(Y_{it}) = 0$ e, por fim, Y_{it} está relacionada a variável de interesse. Esta forma funcional não admite quebras estruturais.

Seguindo a estrutura de Xu (2017), O efeito médio dinâmico do tratamento para toda a cidade i exposta a intervenção, é então dada pela equação 3.2:

$$ATT = \frac{\sum_i (Y_{it}(1) - Y_{it}(0))}{T} \quad (3.2)$$

Onde T corresponde ao número de unidades tratadas.

Inicialmente, para encontrar $Y_{it}(0)$, o método estima um modelo de efeito fixo interativo, utilizando apenas os dados do grupo de controle, obtendo um número fixo de fatores latentes que correspondem a coeficientes variáveis no tempo obtida pela equação 3.3:

$$(\widehat{\beta}, \widehat{F}, \widehat{\Lambda}_c) = \underset{\widehat{\beta}, \widehat{F}, \widehat{\Lambda}_c}{argmin} \sum_{i \in C} (Y_i - X_i \widetilde{\beta} + \widetilde{F} \widetilde{\lambda}_t)' (Y_i - X_i \widetilde{\beta} + \widetilde{F} \widetilde{\lambda}_t) \quad (3.3)$$

Sujeito a $\widehat{F}'\widehat{F}/T = I_r$ (fatores e cargas fatoriais devem ser normalizados) e $\widehat{\Lambda}_c'\widehat{\Lambda}_c = Diagonal$ (ortogonais entre si).

Em uma segunda etapa são calculadas as cargas fatoriais, interceptos específicos, para cada unidade tratada de forma a minimizar o erro quadrático médio de predição (EQMP) do pré-tratamento, como mostra a equação 3.4:

$$\widehat{\lambda}_t = \underset{\widehat{\lambda}_t}{argmin} (Y_i^0 - X_i^0 \widehat{\beta} + \widehat{F}^0 \widetilde{\lambda}_t)' (Y_i^0 - X_i^0 \widehat{\beta} + \widehat{F}^0 \widetilde{\lambda}_t) \quad (3.4)$$

Onde F^0 é obtido a partir da etapa anterior e o sobrescrito '0' indica períodos pré-tratamento.

Por fim, os resultados potenciais são computados para todas as unidades tratados em períodos de pós-tratamento imputando contrafactuais com base nos fatores estimados e nas cargas fatoriais, tem-se:

$$\widehat{\lambda}_{it}(0) = X_{it} \widehat{\beta} + \widehat{\lambda}_i' f_t' \quad (3.5)$$

Xu (2017) desenvolveu um procedimento de validação cruzada (bootstrap paramétrico através de reamostragem dos resíduos) para selecionar os modelos antes da estimação do efeito causal, principalmente devido a dificuldade de conhecimento do número de fatores a serem incluídos na análise, preservando a correlação serial para cada uma das unidades observadas.

Todas as análises foram realizadas no software estatístico R (versão 3.1.2; RStudio, Inc), utilizando o RStudio (versão 1.1.453; RStudio Inc). A implementação do SGC foi realizada pelo pacote *gsynth* disponibilizado por Xu e Liu (2018).

3.3.2 Dados

Para medir o impacto do Programa Vida no Trânsito usou-se dados de mortalidade do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) e de internação do Sistema de Internações Hospitalares do Sistema Único de Saúde (SIH/SUS) disponibilizado pelo Ministério da Saúde, como mostra a tabela 1. A classificação das causas de morte e internação deu-se a partir da Classificação Internacional de Doenças, 10^a Revisão (CID-10), onde, para observações relacionadas a acidentes de transporte, agregamos todos os resultados das categorias V01 a V99.

Tabela 4: Descrição e origem das variáveis.

Variável	Descrição	Origem
T.MORTAL	Taxa de mortalidade (mortos/100.000 habitantes)	SIM - DATASUS
T.INTERN	Taxa de internação (internações/100.000 habitantes)	SIH/SUS - DATASUS
I.MOTOR	Índice de motorização geral (frota de veículos/100.000 habitantes)	DENATRAN
I.MOTOC	Índice de motorização de motocicletas (frota de motocicletas/100.000 habitantes)	DENATRAN
PIBPC	Produto Interno Bruto per capita	IBGE
I.DHURB	Índice de Despesa pública em habitação e urbanismo (Despesa pública em habitação e urbanismo/total de habitantes)	Ipeadata, TC-DF, IBGE e SNIPC
PVT	Dummy que indica tratamento e controle	Portarias, decretos e resoluções (Apêndice A)

Fonte: Autoria Própria.

Diferentes características são consideradas em pesquisas anteriores para compor as variáveis explicativas observáveis que afetam o volume de acidentes de trânsito. Estas incluem fatores associados a características socioeconômicas como população e renda per capita (DAVIDSE, 2000; LI; BRAVER; CHEN, 2001; IWATA et al., 2010; SEYMOUR, 2018; PELECKIENĖ; PELECKIS, 2019), investimento público em rodovias e estradas (JAMROZ, 2012; GONZÁLEZ; SOTOS; PONCE, 2018, 2018), e características da frota e dos motoristas (ALBALATE; FERNÁNDEZ; YARYGINA, 2013; MONTAG, 2014; LUEDERS; HAINMUELLER; LAWRENCE, 2017; BERALDI, 2017).

As variáveis independentes consideradas nesse estudo para compor o vetor X_{it} , mostradas na tabela 1, são: Índice de motorização geral, Índice de motorização específico de motocicletas; Produto Interno Bruto per Capita e Despesa Pública em Habitação e Urbanismo per Capita. Utiliza-se o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo - IPCA

para deflacionar as séries das variáveis financeiras, sendo expressas com base nos valores de 2003.

Para os cálculos de taxas de mortalidade e internação por 100 mil habitantes, cujo as estatísticas descritivas encontram-se no Apêndice B, incluímos a coleta da variável relacionada a totais populacionais das capitais utilizando as estimativas do total da população das Unidades da Federação brasileira publicadas anualmente pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

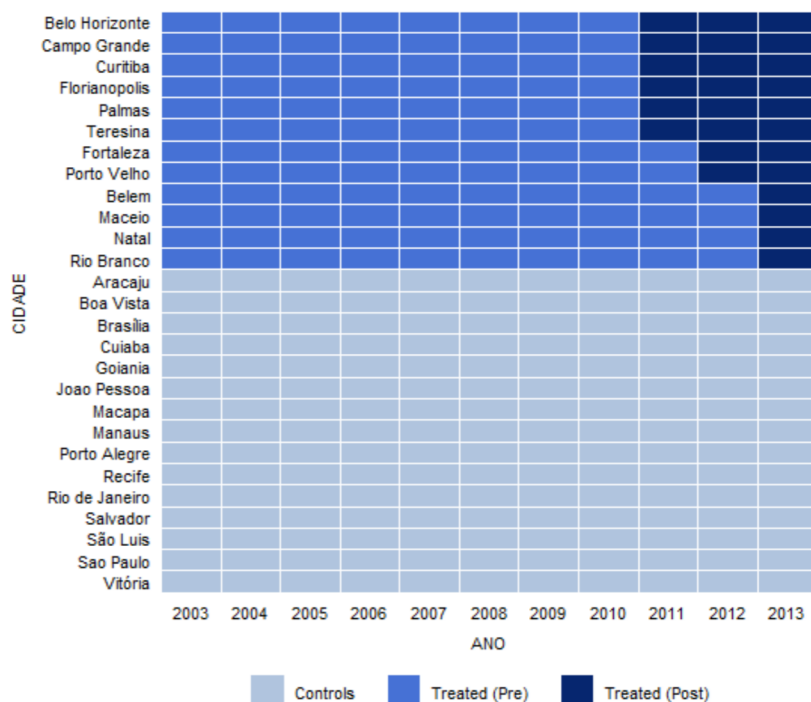
O período de análise do PVT inicia em 2003 que corresponde ao primeiro ano de disponibilidade de informações da base de dados de frota por município pelo DENATRAN. A conclusão da análise em 2013 deu-se por ser o ano posterior a publicação da portaria Nº 1.934, de 10 de setembro de 2012, que autoriza o repasse de recursos financeiros para Estados, Distrito Federal, Capitais e outros Municípios com mais de um milhão de habitantes, para o Programa Vida no Trânsito. Esse instrumento legal foi responsável pela expansão da implantação do PVT em outras capitais além das escolhidas como “cidades piloto”.

3.4 Resultados

Com o intuito de avaliar o impacto do Programa Vida no Trânsito sobre os indicadores de mortalidade e de internação por 100.000 habitantes foi construído um cenário contrafactual para todas as capitais brasileiras participantes, a figura 7 mostra o status de tratamento das capitais brasileiras ao longo dos anos incluídos no estudo.

O Programa Vida no Trânsito iniciou suas atividades em 2010. Neste ano, as cidades de Belo Horizonte - MG, Curitiba - PR, Palmas - TO, Teresina - PI e Campo Grande - MS foram selecionadas representantes piloto de cada uma das cinco regiões brasileiras. Em seguida, aderiram ao programa, as capitais Fortaleza e Porto Velho através de atos administrativos municipais, seguidas por Belém - PA, Maceió - AL, Natal - RN e Rio Branco - AC.

Figura 7: Status de tratamento das capitais brasileiras em relação ao PVT.



Fonte: Autoria própria, a partir dos dados da pesquisa.

O ano de tratamento foi definido como o ano de publicação do marco legal do programa, tanto por parte do município quanto da União, porém, nos casos onde a publicação oficial foi realizada em data posterior ao mês de agosto, considerou-se o município como tratado a partir do ano subsequente.

As cidades de Belém - PA, Campo Grande - MS, Maceió - AL, Manaus - AM, Palmas - TO, Porto Velho - ES e Recife - PE não foram incluídas nas estimações onde a variável dependente corresponde à taxa de internação por 100.000 habitantes, pois apresentaram elevado desvio padrão e/ou dados ausentes relacionados a classificação da causa secundária da internação, a partir da coleta das Autorizações de Internação Hospitalar (AIH) no SIH/SUS.

A partir do método de Controle Sintético Generalizado, é possível obter grupos de comparação representados por combinações das capitais não tratadas, com pesos para cada uma delas, cuja evolução das taxas de mortalidade e internação por 100.000 habitantes no período pré-intervenção se aproxime daquela observada nas capitais tratadas. Os pesos obtidos são apresentados no Apêndice C.

Inicialmente, usamos um modelo de efeitos fixos bidirecional padrão (FE), que é frequentemente referido como um modelo diferença-em-diferenças (DID), objetivando retratar a diferença entre os resultados encontrados pelo controle sintético generalizado. Os resultados estimados pelos dois modelos são mostrados na tabela 4.

Tabela 5: Efeito do PVT na mortalidade e internação por acidentes de transporte.

Variáveis de Resultado	FE				GSC			
	T.MORTAL		T.INTER		T.MORTAL		T.INTER	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
PVT	-2,36	-2,67*	-23,96	-10,19	-2,23*	-2,55*	-28,20	-31,95
Erro-padrão	(1,69)	(1,48)	(47,94)	(39,41)	(0,75)	(0,78)	(30,55)	(32,61)
Efeitos fixos (capital)	X	X	X	X	X	X	X	X
Efeitos fixos (ano)	X	X	X	X	X	X	X	X
Fatores não observados	X	X	X	X	1	1	X	X
Número de observações	297	297	220	220	297	297	220	220
Capitais (tratamento)	12	12	7	7	12	12	7	7
Capitais (controle)	15	15	13	13	15	15	13	13

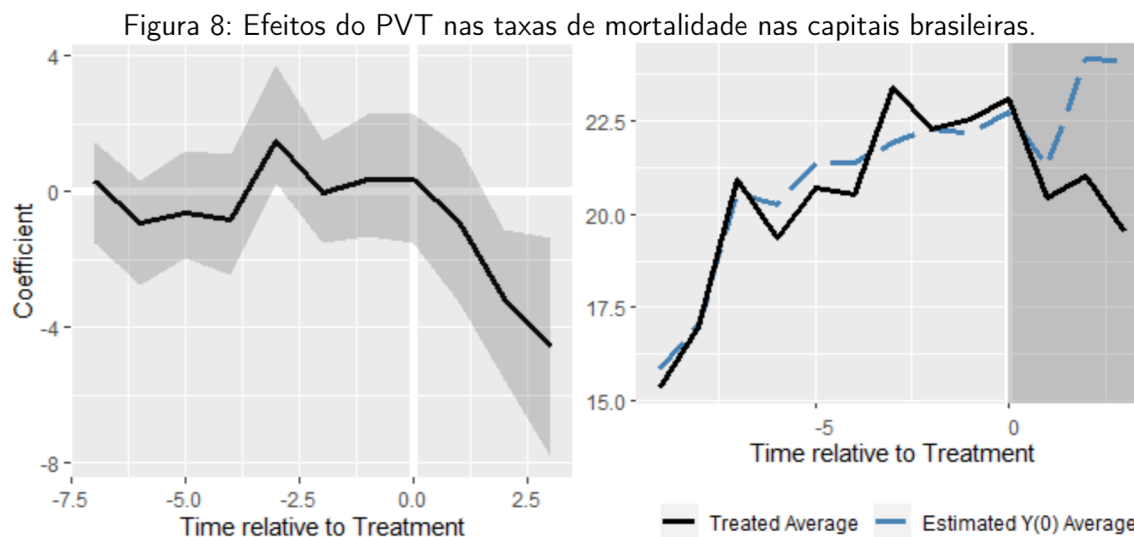
Nota: (*) Corresponde a $P < 0,001$. (1) e (2) são relacionadas a estimação sem e com variáveis de controle, respectivamente. Os erros padrão são baseados em bootstrap paramétrico (2.000 vezes).

Fonte: Estimativa da autora, a partir dos dados da pesquisa.

Apenas os dados de mortalidade são significativo a partir das estimativas, as causas possível da não significância dos dados de internação podem estar relacionadas a sub-registro de internações por causas externas, distorções quanto aos tipos específicos dessas causas, além de falta de inclusão de diagnóstico secundário, seguindo regra internacional de codificação da CID-10 e do SIH-SUS.

Para a taxa de mortalidade por 100.000 habitantes, os coeficientes estimados com FE para o PVT são de -2,36 e -2,67, usando as especificações sem e com variáveis de controle, respectivamente, com erros padrão aproximados de 1,6. As estimações por GSC mostram coeficientes aproximados, de -2,23 e -2,55, aos resultados encontrados por FE, porém com valores de erros padrão reduzido em cerca de 50%. É possível verificar a semelhanças entre os resultados gerados pelos dois métodos, sendo estimado apenas um fator não observado no modelo GSC.

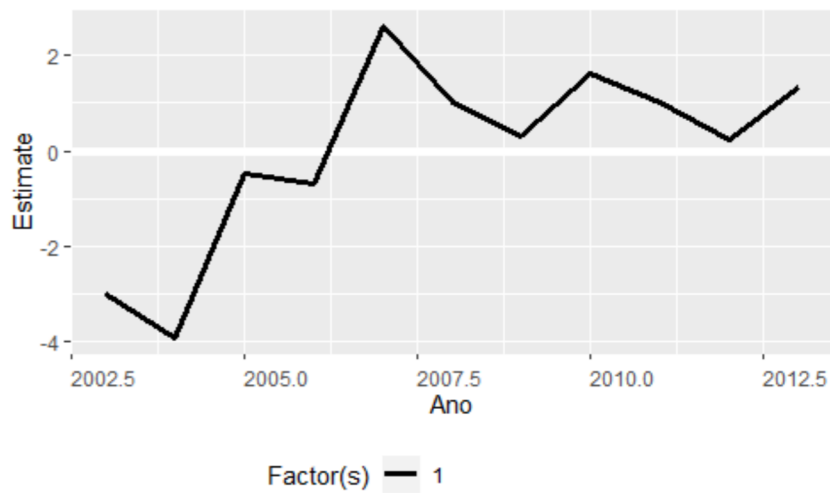
A partir da figura 8, visualiza-se a participação média real (linha sólida) e a participação média prevista na ausência do PVT (linha tracejada). No gráfico da esquerda observa-se o efeito médio do tratamento sobre as unidades tratadas (ATT) com intervalo de confiança contruído por bootstrap com 2000 reamostragens. É possível verificar, através do gráfico a direita, que o efeito médio dinâmico do tratamento torna-se significativo a partir do ano de 2012, apresentando uma trajetória posterior de decrescimento.



Fonte: Estimativa da autora, a partir dos dados da pesquisa.

A figura 9 mostra a trajetória do fator latente estimado no teste de validação cruzada. Tal fator não pode ser diretamente interpretado, porém é possível observar um período de crescimento de participação até meados do ano de 2006 seguindo por uma redução da oscilação do coeficiente. Uma possibilidade de associação desse fator pode estar relacionada a marcos legais importantes para segurança viária, tais como LEI Nº 11.275/2016, Lei nº 11.705/2008 e LEI Nº 12.760/2012.

Figura 9: Trajetória do fator latente estimado.



Fonte: Estimativa da autora, a partir dos dados da pesquisa.

Em termos gerais, o programa reduziu significativamente as taxas médias de mortalidade relacionadas a acidentes de trânsito por 100.000 habitantes nas capitais brasileiras tratadas, principalmente considerando os últimos dois anos de análise. Esse resultado mostra-se mais confiável do que os resultados dos modelos convencionais de efeitos fixos pois satisfaz a hipótese de "tendências paralelas" no período pré-tratamento.

3.5 Considerações Finais

O objetivo do presente ensaio é avaliar o impacto do Programa Vida no Trânsito sobre a trajetória de indicadores de segurança viária em cidades brasileiras. Com base em dados dos SIM e do SIH/SUS do período de 2003 à 2013, foram estimadas as trajetórias da taxa de mortalidade e da taxa de internações hospitalares por 100.000 habitantes para as capitais que compõem o grupo de controle e o grupo de tratamento.

A avaliação de impacto foi realizada utilizando o método de Controle Sintético Generalizado, desenvolvido por Xu (2017). O GSC permite a obtenção de um grupo de controle representado por uma combinação de capitais potenciais cuja evolução dos indicadores no período pré-intervenção é aproximada ao das capitais tratadas.

As estimativas relacionadas as internações não mostraram-se significativas estatisticamente, possivelmente, por problemas com a qualidade da informação relacionada a causa da internação contida no SIH/SUS, condição sugerida em outros trabalhos como:

Tomimatsu (2006), Fernandes et al. (2018), Batista, Santana e Ferrite (2019).

Em 2014, o Ministério da Saúde emitiu a Portaria Nº 1.324 que tem impacto positivo na confiabilidade dos dados das Autorizações de Internação Hospitalar, pois estabelece que casos de internação por Lesões, devem ser registrados com um CID do Capítulo XX cujos códigos estão no intervalo V01 a V99 (Causas externas de Morbidade e Mortalidade) no diagnóstico secundário, possibilitando a identificação de internações por acidentes de trânsito. Anteriormente nem todos as unidades hospitalares preenchiam esse campo.

A partir dos resultados é possível inferir impactos positivos do PVT traduzidos em uma trajetória de redução da taxa de mortalidade nas capitais brasileiras. O impacto médio na redução ao longo do período analisado foi de aproximadamente 2,55 mortes por 100.000 habitantes. Considerando apenas o total populacional das cidades tratadas, temos uma média anual de aproximadamente 750 mortes evitadas. Projeções das trajetórias destes indicadores apontam para a continuidade dessa tendência.

Como limitação do estudo tem-se a quantidade restrita de períodos analisados e de possibilidades de municípios de controle, tal problema pode ser evitado com a inclusão de outros municípios que não são capitais de unidades federativas, além do exame mensal dos dados, porém esbarra-se na deficiência de disponibilidade de dados confiáveis de todas as variáveis nesse nível de análise.

4 Conclusão

Segundo levantamentos da Organização Mundial da Saúde, acidentes de trânsito são a primeira causa de morte entre a faixa de 15 e 29 anos e a terceira entre 30 a 44 anos de idade. O aumento da renda e o crescimento populacional são fatores importantes para o aumento das mortes no trânsito, principalmente em países de média e baixa renda, a projeção para 2030 é que representem 3,6% das causas de óbitos no mundo (WHO, 2015).

Em países de alta renda o aumento da motorização persiste, porém com redução das taxas de mortalidade. Essa queda pode ser explicada por intervenções de segurança viária como aprimoramento de legislação de trânsito, melhoria de condições e aprimoramento de vias e incentivo ao transporte público (BEECK; BORSBOOM; MACKENBACH, 2000)

No Brasil, algumas políticas públicas influenciaram a trajetória de mortalidade e lesões por acidentes de trânsito ao longo dos últimos anos, entre elas está a Lei nº 9.501/97 que institui o Código de Trânsito Brasileiro, as medidas econômicas de estímulo à indústria automobilística para enfrentamento da crise de 2008 e a Lei Seca.

A estimação dos efeitos causais das intervenções no trânsito é importante para formuladores de políticas públicas na avaliação dos resultados de segurança do tráfego e consequente melhoria na prevenção de acidentes (LI, 2013). Esta tese contribuiu para a literatura sobre a relação causal entre intervenções relacionadas a segurança no trânsito e acidentes viários, buscando explorar o impacto de duas intervenções de segurança viária realizadas no Brasil.

O primeiro ensaio avaliou o impacto da Lei nº. 13.290/16 (Lei do Farol Aceso) na redução de acidentes em rodovias federais brasileiras utilizando como instrumental econométrico um desenho de Séries Temporais Interrompidas com controle. Esse método, pelo fato das observações estarem contidas na mesma população, elimina o problema de diferença entre grupos, além da inclusão de série de controle dar robustez ao resultado encontrado, pois inclui comparações de controle de estimativas de eventos simultâneos.

O resultado encontrado mostra que não há evidências estatísticas para associar a di-

minuição na taxa de acidentes ao longo dos anos à Lei do Farol Aceso. Outros fatores, como a Lei Seca e o Programa Vida no Trânsito, podem justificar essa tendência subjacente. A insignificância estatística do impacto da lei ao longo do período analisado, pode estar associada ao fato do uso do farol aceso em rodovias já ser uma recomendação regulamentada desde 1998, porém não passível de sanção de multa, além das características climáticas do país.

O segundo ensaio investigou o efeito do Programa Vida no Trânsito na trajetória de indicadores de segurança viária utilizando o método de Controle Sintético Generalizado, desenvolvido por Xu (2007). Esse método adequou-se a pesquisa pois unifica o método de controle sintético com modelos de efeitos lineares, generalizando o método de controle sintético para casos de múltiplas unidades tratadas e períodos de tratamento variáveis, além de controlar a presença de heterogeneidades a partir da estimação de fatores latentes.

O principal resultado encontrado nesse ensaio foi o impacto médio do PVT na redução da taxa de mortalidade anual ao longo do período analisado, aproximadamente 2,55 mortes por 100.000 habitantes. Por fim, é importante ressaltar que os resultados são preliminares, a tendência estatisticamente significativa de aumento de redução das mortes para anos subsequentes pode ser potencializada pela consolidação das ações planejadas pelos comitês municipais do PVT.

Referências

- ABADIE, A. Semiparametric difference-in-differences estimators. *The Review of Economic Studies*, Wiley-Blackwell, v. 72, n. 1, p. 1–19, 2005.
- ABADIE, A.; DIAMOND, A.; HAINMUELLER, J. Synthetic control methods for comparative case studies: Estimating the effect of california’s tobacco control program. *Journal of the American statistical Association*, Taylor & Francis, v. 105, n. 490, p. 493–505, 2010.
- ABADIE, A.; DIAMOND, A.; HAINMUELLER, J. Comparative politics and the synthetic control method. *American Journal of Political Science*, Wiley Online Library, v. 59, n. 2, p. 495–510, 2015.
- ALBALATE, D.; FERNÁNDEZ, L.; YARYGINA, A. The road against fatalities: Infrastructure spending vs. regulation?? *Accident Analysis & Prevention*, Elsevier, v. 59, p. 227–239, 2013.
- ALLEN, M. J.; CLARK, J. R. Automobile running lights—a research report. *Optometry and Vision Science*, LWW, v. 41, n. 5, p. 293–315, 1964.
- ANDERSSON, K.; NILSSON, G. The effects on accidents of compulsory use of running lights during daylight hours in sweden. *Report 208A. National Road and Traffic Research Institute, Linköping, Sweden*, 1981.
- ANDRADE, F. R. d.; ANTUNES; FERREIRA, J. L. Trends in the number of traffic accident victims on brazil’s federal highways before and after the start of the decade of action for road safety. *Cadernos de saude publica*, SciELO Public Health, v. 35, p. e00250218, 2019.
- ANDRADE, S. S. C. d. A.; JORGE, M. H. P. d. M. Estimativa de sequelas físicas em vítimas de acidentes de transporte terrestre internadas em hospitais do sistema único de saúde. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, SciELO Public Health, v. 19, p. 100–111, 2016.
- ANDREUCCETTI, G. et al. Reducing the legal blood alcohol concentration limit for driving in developing countries: a time for change? results and implications derived from a time-series analysis (2001–10) conducted in brazil. *Addiction*, Wiley Online Library, v. 106, n. 12, p. 2124–2131, 2011.
- ANDREUCCETTI, G. et al. Drink driving and speeding in sao paulo, brazil: empirical cross-sectional study (2015–2018). *BMJ open*, British Medical Journal Publishing Group, v. 9, n. 8, 2019.

ARAÚJO, J. P. A. *Trânsito e saúde da família: um estudo avaliativo do projeto Vida no Trânsito na cidade de Aracaju*. Tese (Doutorado) — Dissertação (Mestrado em Saúde da Família). Universidade Estácio de Sá, Rio . . . , 2015.

BACCHIERI, G. et al. A community intervention to prevent traffic accidents among bicycle commuters. *Revista de saude publica*, SciELO Brasil, v. 44, n. 5, p. 867–875, 2010.

BAI, J. Panel data models with interactive fixed effects. *Econometrica*, Wiley Online Library, v. 77, n. 4, p. 1229–1279, 2009.

BARBOSA, R. Z.; SANTOS, F. A. D. O uso de irrigação em pastagens em diferentes regiões do país. *Garça, SP: Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, 2008.

BATISTA, A. G.; SANTANA, V. S.; FERRITE, S. The recording of fatal work-related injuries in information systems in brazil. *Ciencia & saude coletiva*, SciELO Brasil, v. 24, n. 3, p. 693–704, 2019.

BEECK, E. F. van; BORSBOOM, G. J.; MACKENBACH, J. P. Economic development and traffic accident mortality in the industrialized world, 1962–1990. *International journal of epidemiology*, Oxford University Press, v. 29, n. 3, p. 503–509, 2000.

BERALDI, F. B. *Os efeitos da Operação Direção Segura sobre a mortalidade no trânsito terrestre dos municípios de São Paulo*. Tese (Doutorado) — Tese (Mestrado em Mestrado Profissional em Economia) Escola de Economia de São Paulo, 2017.

BERNAL, J. L.; CUMMINS, S.; GASPARRINI, A. Interrupted time series regression for the evaluation of public health interventions: a tutorial. *International journal of epidemiology*, Oxford University Press, v. 46, n. 1, p. 348–355, 2017.

BERNAL, J. L.; CUMMINS, S.; GASPARRINI, A. The use of controls in interrupted time series studies of public health interventions. *International journal of epidemiology*, Oxford University Press, v. 47, n. 6, p. 2082–2093, 2018.

BERNAL, J. L.; CUMMINS, S.; GASPARRINI, A. Letter to the editor difference in difference, controlled interrupted time series and synthetic controls. *International journal of epidemiology*, v. 1, p. 2, 2019.

BHASKARAN, K. et al. Time series regression studies in environmental epidemiology. *International journal of epidemiology*, Oxford University Press, v. 42, n. 4, p. 1187–1195, 2013.

BIFFE, C. R. F. et al. Perfil epidemiológico dos acidentes de trânsito em marília, são paulo, 2012. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, SciELO Public Health, v. 26, p. 389–398, 2017.

BRASIL. *Guia Vida no Trânsito*. [S.l.]: Ministério da Saúde, 2017.

CASTRO-AVILA, A.; BLOOR, K.; THOMPSON, C. The effect of external inspections on safety in acute hospitals in the national health service in england: a controlled interrupted time-series analysis. *Journal of health services research & policy*, SAGE Publications Sage UK: London, England, p. 1355819619837288, 2019.

- CAVALLO, V.; PINTO, M. Are car daytime running lights detrimental to motorcycle conspicuity? *Accident Analysis & Prevention*, Elsevier, v. 49, p. 78–85, 2012.
- CRUZ, S. S.; PAULINO, S. R. Desafios da mobilidade ativa na perspectiva dos serviços públicos: experiências na cidade de são paulo. *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, SciELO Brasil, v. 11, 2019.
- DALMOLIN, L. C. *A análise da Lei do Farol e os primeiros reflexos nos acidentes de trânsito nas rodovias federais brasileiras*. [S.l.], 2017.
- DAVIDSE, R. J. Ouderen achter het stuur: identificatie van aandachtspunten voor onderzoek. Leidschendam, Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV ..., 2000.
- ELVIK, R.; CHRISTENSEN, S.; OLSEN, S. F. *Daytime running lights. A systematic review of effects on road safety*. [S.l.: s.n.], 2003.
- ENS, E. d. N. e. S. Boletim informativo crb-8, ano 12, n. 606^o 01. 2018.
<http://acontece.funenseg.org.br/acontece/interna.php?edicao=606&interna=1>.
- FERNANDES, T. F. et al. Morbimortalidade por diabetes no município de montes claros-mg. *Revista de Administração em Saúde*, v. 18, n. 71, 2018.
- FOWLER, S. et al. Successful use of feedback to improve antibiotic prescribing and reduce clostridium difficile infection: a controlled interrupted time series. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, Oxford University Press, v. 59, n. 5, p. 990–995, 2007.
- GONZÁLEZ, M. P. S.; SOTOS, F. E.; PONCE, Á. T. Impact of provincial characteristics on the number of traffic accident victims on interurban roads in spain. *Accident Analysis & Prevention*, Elsevier, v. 118, p. 178–189, 2018.
- GUPTA, S. et al. Evaluation of the five-year bloomberg philanthropies global road safety program in the russian federation. *Public health*, Elsevier, v. 144, p. S5–S14, 2017.
- HUMPHREYS, D. K.; GASPARRINI, A.; WIEBE, D. J. Evaluating the impact of florida’s “stand your ground” self-defense law on homicide and suicide by firearm: an interrupted time series study. *JAMA internal medicine*, American Medical Association, v. 177, n. 1, p. 44–50, 2017.
- HYDER, A. A. Measurement is not enough for global road safety: implementation is key. *The Lancet Public Health*, Elsevier, v. 4, n. 1, p. e12–e13, 2019.
- HYDER, A. A. et al. Addressing the implementation gap in global road safety: exploring features of an effective response and introducing a 10-country program. *American journal of public health*, American Public Health Association, v. 102, n. 6, p. 1061–1067, 2012.
- HYDER, A. A. et al. Monitoring the decade of action for global road safety 2011–2020: an update. *Global public health*, Taylor & Francis, v. 12, n. 12, p. 1492–1505, 2017.
- HYDER, A. A.; VECINO-ORTIZ, A. I. Brics: opportunities to improve road safety. *Bulletin of the World Health Organization*, SciELO Public Health, v. 92, p. 423–428, 2014.

- IWATA, K. et al. The relationship between traffic accidents and economic growth in china. *Economics Bulletin*, AccessEcon, v. 30, n. 4, p. 3306–3314, 2010.
- JAMROZ, K. The impact of road network structure and mobility on the national traffic fatality rate. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Elsevier, v. 54, p. 1370–1377, 2012.
- JENNESS, J. W.; JENKINS, F.; ZADOR, P. *Motorcycle Conspicuity and the Effect of Fleet DRL: Analysis of Two-Vehicle Fatal Crashes in Canada and the United States 2001-2007*. [S.l.], 2011.
- KOORNSTRA, M. et al. *The safety effects of daytime running lights*. [S.l.]: SWOV Institute for Road Safety Research, The Netherlands, 1997.
- LI, G.; BRAVER, E. R.; CHEN, L.-h. *Exploring the High Driver Death Rates Per Vehicle Mile of Travel in Older Drivers: Fragility Versus Excessive Crash Involvement*. [S.l.]: Insurance Institute for Highway Safety, 2001.
- LI, H. *Impacts of traffic interventions on road safety: an application of causal models*. Tese (Doutorado) — Thesis (Centre for Transport Studies) Imperial College London, 2013.
- LIU, C. et al. A longitudinal analysis of the effectiveness of california’s ban on cellphone use while driving. *Transportation research part A: policy and practice*, Elsevier, v. 124, p. 456–467, 2019.
- LUEDERS, H.; HAINMUELLER, J.; LAWRENCE, D. Providing driver’s licenses to unauthorized immigrants in california improves traffic safety. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, National Acad Sciences, v. 114, n. 16, p. 4111–4116, 2017.
- MALTA, D. C. et al. Consumption of alcoholic beverages, driving vehicles, a balance of dry law, brazil 2007-2013. *Revista de saude publica*, SciELO Public Health, v. 48, p. 692–966, 2014.
- MCDOWALL, D.; MCCLEARY, R.; BARTOS, B. J. *Interrupted time series analysis*. [S.l.]: Oxford University Press, 2019.
- MILLER, T. R.; LEVY, D. T.; SWEDLER, D. I. Lives saved by laws and regulations that resulted from the bloomberg road safety program. *Accident Analysis & Prevention*, Elsevier, v. 113, p. 131–136, 2018.
- MONREAL, A. C. D. et al. Morfologia espermática de carneiros nativos. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, v. 15, n. 1, 2012.
- MONTAG, J. A radical change in traffic law: effects on fatalities in the czech republic. *Journal of Public Health*, Oxford University Press, v. 36, n. 4, p. 539–545, 2014.
- MOURA, E. C. et al. Direção de veículos motorizados após consumo abusivo de bebidas alcoólicas, brasil, 2006 a 2009. *Revista de Saúde Pública*, SciELO Public Health, v. 43, p. 891–894, 2009.
- NARDI, A. C. F. et al. *Segurança no trânsito: tempo de resultados*. [S.l.]: SciELO Public Health, 2015.

- NETO, O. L. d. M. et al. Projeto vida no trânsito: avaliação das ações em cinco capitais brasileiras, 2011-2012. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, Geral de Desenvolvimento da Epidemiologia em Serviços/Secretaria de . . . , v. 22, n. 3, p. 373–382, 2013.
- OLIVEIRA, D. F. d. et al. Do speed cameras reduce speeding in urban areas? *Cadernos de saude publica*, SciELO Public Health, v. 31, p. 208–218, 2015.
- OLIVEIRA, N. et al. A lei seca, impactos econômicos e a contribuição do seguro. Escola Nacional de Seguros - Centro de Pesquisa e Economia do Seguro (Texto de Pesquisa nº 5), Rio de Janeiro, 2017.
- PADOVANI, C. *Avaliação da capacidade funcional de pacientes vítimas de trauma um ano após alta hospitalar*. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2016.
- PEDEN, M. *Road safety in 10 countries*. [S.l.]: BMJ Publishing Group Ltd, 2010.
- PELECKIENĖ, V.; PELECKIS, K. Economic growth and security of traffic participants. *Journal of Security & Sustainability Issues*, v. 8, n. 4, 2019.
- RAMSAY, C. R. et al. Interrupted time series designs in health technology assessment: lessons from two systematic reviews of behavior change strategies. *International journal of technology assessment in health care*, Cambridge University Press, v. 19, n. 4, p. 613–623, 2003.
- RUMAR, K. *Daylight running lights in Sweden—Pre-studies and experiences*. [S.l.], 1981.
- SANTOS, T. M. B. dos et al. *PW 0284 Comparison of the degree of implementation of the life in traffic program in brazilian municipalities 2015 and 2017*. [S.l.]: BMJ Publishing Group Ltd, 2018.
- SEYMOUR, J. Risky ride or carefree drive? an analysis of virginia’s moped safety and registration law on operator collision and injury outcomes. *Transportation research record*, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 2672, n. 34, p. 96–105, 2018.
- SILVA, M. M. A. et al. Projeto vida no trânsito-2010 a 2012: uma contribuição para a década de ações para a segurança no trânsito 2011-2020 no brasil. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, Coordenação-Geral de Desenvolvimento da Epidemiologia em Serviços/Secretaria . . . , v. 22, n. 3, p. 531–536, 2013.
- SOUMERAI, S. B.; STARR, D.; MAJUMDAR, S. R. How do you know which health care effectiveness research you can trust? a guide to study design for the perplexed. *Preventing chronic disease*, Centers for Disease Control and Prevention, v. 12, 2015.
- STATON, C. et al. Road traffic injury prevention initiatives: a systematic review and metasummary of effectiveness in low and middle income countries. *PLoS One*, Public Library of Science, v. 11, n. 1, p. e0144971, 2016.
- THEEUWES, J.; RIEMERSMA, J. Daytime running lights as a vehicle collision countermeasure: the swedish evidence reconsidered. *Accident Analysis & Prevention*, Elsevier, v. 27, n. 5, p. 633–642, 1995.

- TOMIMATSU, M. Internações por acidentes e violências financiadas pelo setor público em londrina, paraná: análise dos registros, gastos e causas [dissertação de mestrado]. *Londrina: Universidade Estadual de Londrina*, 2006.
- TOROYAN, T. Road traffic injury prevention receives boost from bloomberg family foundation. *Injury Prevention*, BMJ Publishing Group Ltd, v. 13, n. 6, p. 431–431, 2007.
- UN GENERAL ASSEMBLY. Resolution adopted by the general assembly. *Agenda*, v. 21, p. 9, 2020.
- VOLPE, F. M.; LADEIRA, R. M.; FANTONI, R. Evaluating the brazilian zero tolerance drinking and driving law: Time series analyses of traffic-related mortality in three major cities. *Traffic injury prevention*, Taylor & Francis, v. 18, n. 4, p. 337–343, 2017.
- WAGNER, A. K. et al. Segmented regression analysis of interrupted time series studies in medication use research. *Journal of clinical pharmacy and therapeutics*, Wiley Online Library, v. 27, n. 4, p. 299–309, 2002.
- WANG, J.-S. *The effectiveness of daytime running lights for passenger vehicles*. [S.l.]: National Highway Traffic Safety Administration, 2008.
- WELCH, B. L. The generalization of student's' problem when several different population variances are involved. *Biometrika*, JSTOR, v. 34, n. 1/2, p. 28–35, 1947.
- WHO. *WHO global report on falls prevention in older age*. [S.l.]: World Health Organization, 2008.
- WHO. Resolution of the who regional committee for south-east asia: Injury prevention and safety promotion. World Health Organization, 2010a.
- WHO. Global plan for the decade of action for road safety 2011–2020, who, geneva. *Available from: http://www.roadafetyfund.org/UnDecadeOfAction/Documents/global_plan_en.pdf [Last accessed on 2019 Oct 06]*, 2010b.
- WHO, W. H. O. *Global status report on road safety 2015*. [S.l.]: World Health Organization, 2015.
- XU, Y. Generalized synthetic control method: Causal inference with interactive fixed effects models. *Political Analysis*, Cambridge University Press, v. 25, n. 1, p. 57–76, 2017.
- XU, Y.; LIU, L. gsynth: Generalized synthetic control method, 2018. *URL <https://CRAN.R-project.org/package=gsynth>. R package version*, v. 1, n. 9, 2018.

APÊNDICE A – Marco Legal do PVT nas Capitais Brasileiras

Estado	Município	Marco Legal	Data
Sergipe	Aracaju	Decreto Municipal N° 5.022/2014	24/10/2014
Pará	Belém	Decreto Municipal N° 71.710/2012	05/11/2012
Minas Gerais	Belo Horizonte	Portaria Interministerial N° 2.268/2010	10/08/2010
Roraima	Boa Vista	Decreto Municipal N° 106/E/2017	10/08/2017
Distrito Federal	Brasília	Decreto Municipal N° 39.463/2018	19/11/2018
Mato Grosso do Sul	Campo Grande	Portaria Interministerial N° 2.268/2010	10/08/2010
Mato Grosso	Cuiabá	Decreto Municipal N° 5.931/2015	23/12/2015
Paraná	Curitiba	Portaria Interministerial N° 2.268/2010	10/08/2010
Santa Catarina	Florianópolis	Portaria Municipal N° 020/2011	11/05/2011
Ceará	Fortaleza	Portaria Municipal N° 188/2012	15/06/2012
Goiás	Goiânia	Decreto Municipal N° 4.194/2013	11/09/2013
Paraíba	João Pessoa	Portaria Municipal N° 023/2013	11/11/2013
Amapá	Macapá	Resolução N° 047/14 - CIB/AP/2014	10/07/2014
Alagoas	Maceió	Portaria Municipal N° 2.530/2013	18/06/2013
Amazonas	Manaus	Decreto Municipal N° 3.203/2015	04/11/2015
Rio Grande do Norte	Natal	Decreto Municipal N° 10.021/2013	19/07/2013
Tocantins	Palmas	Portaria Interministerial N° 2.268/2010	10/08/2010
Rio Grande do Sul	Porto Alegre	Decreto Municipal N° 19.062/2015	02/07/2013
Rondônia	Porto Velho	Decreto Municipal N° 12.637/2012	22/05/2012
Pernambuco	Recife	Decreto Municipal N° 27.402/2013	27/09/2013
Acre	Rio Branco	Portaria Municipal N° 456/2012	20/09/2012
Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	-	-
Bahia	Salvador	Decreto Municipal N° 24.326/2013	02/10/2013
Maranhão	São Luís	Decreto Municipal N° 45.777/2014	23/09/2014
São Paulo	São Paulo	Portaria Municipal N° 329/2014	07/03/2014
Piauí	Teresina	Portaria Interministerial N° 2.268/2010	10/08/2010
Espírito Santo	Vitória	Decreto Municipal N° 15.989/2014	15/05/2014

APÊNDICE B – Estatísticas Descritivas

Cidade	Indicadores - Acidentes de Trânsito			
	Taxa de mortalidade por 100.000 hab.		Taxa de internação por 100.000 hab.	
	Média	Desvio- padrão	Média	Desvio- padrão
Aracaju	20,87727	2,39973	118,96818	45,45167
Belem	12,28545	1,65000	8,89727	9,90874
Belo Horizonte	17,74909	1,64792	202,07909	47,51553
Boa Vista	31,16182	6,45668	251,70818	83,65468
Brasília	21,53727	2,12040	67,76909	24,42901
Campo Grande	25,05273	6,50952	19,41091	12,67506
Cuiaba	27,11636	3,34674	153,40818	65,57359
Curitiba	20,24909	4,29746	37,23545	12,76573
Florianopolis	21,18636	3,66476	104,08273	68,60414
Fortaleza	14,27818	0,82525	261,94818	50,82318
Goiania	28,42000	3,32634	422,48273	64,67638
Joao Pessoa	17,36636	2,10412	232,73000	73,15099
Macapa	22,32364	3,53993	118,29455	35,95947
Maceio	18,16909	1,64999	124,57636	68,30830
Manaus	16,87909	1,91534	53,09818	35,88997
Natal	9,32818	1,29914	175,72455	51,55459
Palmas	32,79545	5,43240	0,00000	0,00000
Porto Alegre	13,26545	1,84336	229,50545	64,72873
Porto Velho	32,83273	6,83207	151,83273	88,11824
Recife	14,34000	1,42076	38,38636	56,73664
Rio Branco	22,82909	3,50815	170,26636	62,08422
Rio de Janeiro	14,13727	1,63742	78,31727	10,93766
Salvador	8,16455	2,18611	89,74273	13,24854
São Luis	15,25364	1,47578	428,23818	186,23906
Sao Paulo	12,64545	1,39220	92,05091	9,89601
Teresina	24,75818	3,44164	336,03000	127,26393
Vitória	17,73727	3,05057	319,91545	88,13966

APÊNDICE C – Pesos Sintéticos Estimados
para as Capitais Tratadas
(Taxa de Mortalidade por
100.000 Habitantes)

Tratamento	Controle														
	Aracaju	Boa Vista	Brasília	Cuiabá	Goiania	Joao Pessoa	Macapa	Manaus	Porto Alegre	Recife	Rio de Janeiro	Salvador	São Luis	Sao Paulo	Vitória
Belem	0,001	0,011	-0,002	0,003	-0,005	-0,001	-0,005	0,001	-0,003	0,000	-0,002	0,002	0,001	0,000	-0,001
Belo Horizonte	0,006	0,135	-0,025	0,038	-0,057	-0,014	-0,055	0,007	-0,031	-0,003	-0,029	0,027	0,018	-0,004	-0,012
Campo Grande	0,007	0,146	-0,027	0,041	-0,061	-0,016	-0,059	0,007	-0,034	-0,004	-0,031	0,029	0,019	-0,005	-0,013
Curitiba	-0,013	-0,280	0,051	-0,078	0,117	0,030	0,113	-0,014	0,064	0,007	0,060	-0,055	-0,036	0,009	0,026
Florianopolis	-0,011	-0,252	0,046	-0,070	0,105	0,027	0,101	-0,013	0,058	0,006	0,054	-0,049	-0,033	0,008	0,023
Fortaleza	-0,002	-0,045	0,008	-0,013	0,019	0,005	0,018	-0,002	0,010	0,001	0,010	-0,009	-0,006	0,001	0,004
Maceio	-0,001	-0,018	0,003	-0,005	0,008	0,002	0,007	-0,001	0,004	0,000	0,004	-0,004	-0,002	0,001	0,002
Natal	-0,001	-0,013	0,002	-0,004	0,005	0,001	0,005	-0,001	0,003	0,000	0,003	-0,003	-0,002	0,000	0,001
Palmas	0,039	0,845	-0,154	0,235	-0,354	-0,090	-0,341	0,043	-0,194	-0,021	-0,181	0,166	0,110	-0,026	-0,078
Porto Velho	0,037	0,816	-0,148	0,227	-0,342	-0,087	-0,329	0,042	-0,187	-0,020	-0,174	0,160	0,106	-0,026	-0,075
Rio Branco	0,018	0,384	-0,070	0,107	-0,161	-0,041	-0,155	0,020	-0,088	-0,009	-0,082	0,075	0,050	-0,012	-0,035
Teresina	0,020	0,431	-0,078	0,120	-0,181	-0,046	-0,174	0,022	-0,099	-0,010	-0,092	0,085	0,056	-0,014	-0,040