



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

**“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA**

Hélio Rubens de Carvalho Nunes

**Fatores associados ao óbito por acidentes de trânsito no Brasil -
Uma série de estudos com dados secundários**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Saúde Coletiva.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Cristina Pereira Lima

**Botucatu
2019**

Hélio Rubens de Carvalho Nunes

Fatores associados ao óbito por acidentes de trânsito no Brasil -
Uma série de estudos com dados secundários

Tese apresentada à Faculdade
de Medicina, Universidade
Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho”, Campus de
Botucatu, para obtenção do
título de Doutor em Saúde
Coletiva.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Cristina Pereira Lima

Botucatu

2019

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: LUCIANA PIZZANI-CRB 8/6772

Nunes, Hélio Rubens de Carvalho.

Fatores associados ao óbito por acidentes de trânsito
no Brasil : uma série de estudos com dados secundários /
Hélio Rubens de Carvalho Nunes. - Botucatu, 2019

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista
"Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina de
Botucatu

Orientador: Maria Cristina Pereira Lima

Capes: 40601005

1. Acidentes de trânsito. 2. Bebidas e acidentes de
trânsito. 3. Análise de séries temporais. 4. Trânsito -
Legislação.

Palavras-chave: Acidentes de trânsito; Beber e dirigir;
Interrupted time series; Lei seca; Séries temporais.

Hélio Rubens de Carvalho Nunes

**Fatores associados ao óbito por acidentes de trânsito no Brasil -
Uma série de estudos com dados secundários**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Botucatu, para a obtenção do título de Doutor em Saúde Coletiva.

Comissão Examinadora

Profa. Dra. Maria Cristina Pereira Lima - Orientadora
Departamento de Neurologia, Psicologia e Psiquiatria
Faculdade de Medicina, UNESP, Botucatu

Prof. Dr. Carlos Magno Castelo Branco Fortaleza
Departamento de Doenças Tropicais e Diagnóstico por Imagem
Faculdade de Medicina, UNESP, Botucatu.

Prof. Dr. José Eduardo Corrente
Departamento de Bioestatística
Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu.

Profa. Dra. Denise Nunes Viola
Departamento de Estatística
Universidade Federal da Bahia - UFBA

Profa. Dra. Adriana Marcassa Tucci
Departamento de Saúde, Educação e Sociedade
Universidade Federal de São Paulo.

Botucatu, 18 de Fevereiro de 2019.

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais: Maria Magdalena de Carvalho Nunes e Waldir Nunes (em lembrança), e a minha companheira: Janara Caroline de Abreu Cirino.

Agradecimentos

A Profa. Dra. Maria Cristina Pereira Lima, pela orientação e amizade.

A Coordenação do Programa de Pós Graduação em Saúde Coletiva da FMB-Unesp.

Aos professores e funcionários do Departamento de Saúde Coletiva da FMB-Unesp.

Aos amigos de curso mestrado e doutorado.

Aos profissionais da Unidade de Pesquisa Clínica (UPESC), pelo apoio.

Aos amigos da Seção Técnica de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (STAEPE) e do Escritório de Apoio à Pesquisa (EAP), da Faculdade de Medicina da Unesp, campus de Botucatu.

Aos demais pesquisadores amigos e parceiros de trabalho da Faculdade de Medicina de Botucatu.

Resumo

NUNES, H. R. C. **Fatores associados ao óbito por acidentes de trânsito no Brasil – Uma série de estudos com dados secundários.** 2019. 111 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2019.

Introdução: Os acidentes de trânsito (AT) fazem aumentar a população que possui alguma deficiência e os anos potenciais de vida perdidos; causam dor e sofrimento aos familiares das vítimas e geram gastos aos sistemas de saúde e previdenciário dos países. **Objetivo:** O objetivo deste trabalho foi avaliar os fatores associados aos óbitos causados por AT no Brasil à partir de uma série de quatro estudos produzidos com dados secundários. **Método:** O estudo 1 apresenta sínteses da prevalência do ato de beber e dirigir (%BD) no Brasil após a promulgação da Lei Seca de 2008 (LS08), obtidas por modelos de meta-análise de efeitos aleatórios, à partir de estudos selecionados nas bases Scielo, Medline, Embase e Web of Science. O estudo 2 é um “Interrupted Time Series” (ITS) que avalia o impacto da LS08 sobre o número mensal de óbitos por AT no Brasil entre 2002 a 2015 por meio de um modelo de séries temporais com resposta Binomial Negativa. O estudo 3 é um ITS que avalia o impacto da LS08 sobre a mortalidade por AT nos 27 estados brasileiros por meio de modelos de séries temporais da classe ARIMA, ajustados para cada um dos estados. O estudo 4 apresenta uma revisão sobre aspectos de planejamento e validade dos resultados de estudos conduzidos sob o delineamento ITS, à partir do referencial teórico de Campbell e Stanley (1963), com exemplos de estudos ITS aplicados no trânsito. **Resultados:** As sínteses obtidas no estudo 1 mostram que, em um período de 12 meses, 26,8% dos motoristas dirigem sob efeito de álcool, 8,9% dos motoristas são flagrados sob efeito de álcool em operações de fiscalização e 48,7% dos motoristas têm intenção de dirigir após ingerir álcool em bares. Os estudos 2 e 3 revelam que: i) o número de óbitos por AT aumenta significativamente em Março e Dezembro e nos meses com maior número de sábados e domingos, ii) após a LS08, houve diminuição significativa da mortalidade por AT somente nos estados de Santa Catarina e Distrito Federal e aumento significativo da mortalidade por AT nos seguintes estados: Amazonas, Acre, Rondônia, Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Mato Grosso e iii) a

Lei 12.760 de 2012, que trata da embriaguez ao volante, mostra-se mais eficaz na diminuição dos óbitos por AT do que a LS08 **Conclusões:** Os resultados reforçam a necessidade de fiscalização periódica do ato de BD em todo o território nacional. Os estudos sobre a %BD estão concentrados em poucos estados, dificultando qualquer tentativa de elaboração de estratégias que considerem diferenças regionais. A relativa ineficácia de LS08 parece estar associada a múltiplas causas vinculadas a variabilidade entre os estados brasileiros quanto ao comportamento do condutor, ao funcionamento do sistema nacional de trânsito, aos aspectos de infra-estrutura e a adesão dos gestores municipais quanto à municipalização do trânsito.

Palavras-chave: Acidentes de trânsito, Beber e dirigir, Lei seca, Séries Temporais Interrompidas, Séries temporais

Abstract

NUNES, HRC. **Factors associated with death due to traffic accidents in Brazil - A series of studies with secondary data.** 2019. 111 pages. (PhD Thesis) – Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2019.

Introduction: Traffic accidents (TA) increase the population with disabilities and the potential years of life lost, cause pain and suffering to the families of the victims, and generate expenses for the health and social security systems of the countries.

Objective: The objective of this study was to evaluate the factors associated with deaths caused by TA in Brazil from a series of four studies produced with secondary data.

Method: Study 1 presents a summary of the prevalence of drinking and driving (% BD) in Brazil after the enactment of the 2008 Dry Law (LS08), obtained by random effects meta-analysis models, based on studies selected at Scielo, Medline, Embase and Web the Science. Study 2 is an "Interrupted Time Series" (ITS) that assesses the impact of LS08 on the monthly number of TA deaths in Brazil between 2002 and 2015 through a time series model with Negative Binomial response. Study 3 is an ITS that assesses the impact of LS08 on TA mortality in the 27 Brazilian states through time series models of the ARIMA class, adjusted for each state. Study 4 presents a review on aspects of planning and validity of the results of studies conducted under the ITS design, based on the theoretical reference of Campbell and Stanley (1963), with examples of ITS studies applied in traffic. **Results:** The syntheses obtained in study 1 show that, in a 12-month period, 26.8% of the drivers drive under the influence of alcohol, 8.9% of the drivers are caught under the influence of alcohol in surveillance operations and 48.7% of the drivers intend to drive after drinking alcohol in bars. Studies 2 and 3 show that: i) the number of TA deaths increases significantly in March and December and in the months with the highest number of Saturdays and Sundays; ii) after LS08, there was a significant decrease in TA mortality only in the states of Santa Catarina and Distrito Federal and a significant increase in TA mortality in the following states: Amazonas, Acre, Rondônia, Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe and Mato Grosso and iii) Law 12.760 of 2012, which deals with drunken driving, was more effective in reducing TA deaths than LS08. **Conclusions:** The results reinforce the need for periodic monitoring of the BD act throughout the

national territory. Studies on% BD are concentrated in a few states, making it difficult to attempt strategies that consider regional differences. The relative inefficiency of LS08 seems to be associated to multiple causes linked to the variability among Brazilian states regarding the behavior of the driver, the functioning of the national transit system, the aspects of infrastructure and the adhesion of the municipal managers regarding the municipalization of traffic.

Key words: Traffic accidents, Drinking and driving, Dry law, Interrupted Time Series, Time series.

Sumário

1. INTRODUÇÃO GERAL	11
2. OBJETIVO	13
3. RESULTADOS	14
Estudo 1: Beber e dirigir no Brasil após a Lei-Seca – Uma meta análise	14
Estudo 2: Impacto da “Lei Seca” sobre os óbitos por acidente de trânsito no Brasil - Um “Interrupted time series”	38
Estudo 3: Impacto da Lei Seca sobre a mortalidade no trânsito entre os estados brasileiros – Um “Interrupted Time Series”	54
Estudo 4: Delineamento “Interrupted Time Series”: Origem, aspectos metodológicos com exemplos de aplicações no trânsito	69
4. CONCLUSÕES GERAIS	93
5. REFERÊNCIAS GERAIS	95

1. Introdução Geral

Os óbitos por acidente de trânsito (AT) são um problema de saúde pública e retardam o desenvolvimento sócio-econômico dos países. Por ano, 20 a 50 milhões lesionam-se e cerca de um milhão e duzentas mil pessoas morrem devido aos AT (OMS, 2006). Wijnen e Stipdonk (2016) estimam que os AT consumam, por ano, entre 0,5% a 6,0% do PIB dos países ricos e entre 1,1% a 2,9% do PIB dos países pobres.

Diante dos problemas de desenvolvimento causados pelos AT que comprometem o avanço rumo a transformação do planeta à partir da agenda de desenvolvimento sustentável da ONU, a própria ONU emitiu, em 2010, uma resolução visando estimular os governos a elaborarem, ou a revisarem, suas estratégias de combate a morbimortalidade associada aos AT (ONU, 2010).

No Brasil, somente com os AT ocorridos em rodovias federais, são gastos cerca de R\$ 12,3 bilhões ao ano com resgate, internação e reabilitação das vítimas de AT (IPEA, 2015). Em resposta aos danos que os AT causam na saúde pública, na previdência social e no desenvolvimento sócio-econômico, inúmeras intervenções interministeriais foram implementadas pelo governo brasileiro nas últimas décadas.

Segundo Lutz e Samir (2010), é provável que a população mundial atinja os 10 bilhões de pessoas até 2050. A demanda por malhas de transporte terrestre que assegurem boa mobilidade urbana aumentará, bem como a necessidade de mais investimentos no setor do transporte terrestre. Portanto, naturalmente, os AT são e continuarão sendo um tema de relevância social no Brasil e no mundo, elevando cada vez mais a importância das pesquisas científicas sobre o trânsito terrestre que sirvam de subsídio para a elaboração de estratégias governamentais mais assertivas de combate aos AT.

Assim, o presente trabalho tem como tema os acidentes de trânsito. São aqui apresentados quatro estudos produzidos com dados secundários.

O estudo 1 trata de um dos fatores comportamentais mais associados com o AT: o ato de beber e dirigir (BD). É apresentada uma síntese da prevalência ato de beber e dirigir (%BD) entre motoristas no trânsito brasileiro, após a promulgação da lei nº 11.705 de 2008, popularmente conhecida por Lei Seca de 2008 (LS08). Sabe-se que o álcool é um dos principais fatores de risco para os AT há mais de um século (DESAPRIYA, 2004), e a associação entre BD com lesões e óbitos por AT é

demonstrada em estudos conduzidos em vários países (ALMEIDA et al, 2013; MACLEOD et al, 2015; MASKALYK, 2003).

A escolha em produzir uma síntese da %BD após a promulgação da LS08 deu-se pelo fato da LS08 ter sido uma das intervenções restritivas com maior penetração na sociedade. Com a LS08, dirigir sob a influência de álcool ou de qualquer substância psicoativa passou a ser infração, cuja pena é multa em dinheiro e suspensão do direito de dirigir por 12 meses, e dirigir com concentração alcoólica maior que 6dg/litro de sangue ou sob efeito de qualquer substância psicoativa passou a ser crime, com pena de detenção de 6 meses a 3 anos.

A própria LS08 tem sido alvo de avaliação. Sob a perspectiva quantitativa, os estudos que a avaliaram ignoraram características inerentes às séries temporais, tais como a autocorrelação, a sazonalidade, além de desconsiderarem os efeitos de potenciais confundidores. Tais limitações motivaram a elaboração dos estudos 2 e 3 desta tese.

O estudo 2 apresenta uma avaliação do impacto da LS08 sobre o número de óbitos por AT, no Brasil como um todo, utilizando modelos de séries temporais, enquanto que o estudo 3 avalia o impacto da LS08 sobre a mortalidade por AT entre os 27 estados brasileiros, também utilizando modelos de séries temporais.

Durante a elaboração dos estudos 1, 2 e 3, foi identificada uma lacuna de estudos teóricos, do tipo tutorial, sobre modelos de séries temporais para a avaliação de impacto de intervenções conduzidos sob o delineamento “Interrupted Time Series” (DITS). Diante desta lacuna, resolvemos elaborar o estudo 4, que trata dos aspectos importantes associados ao planejamento de estudos sob o DITS.

2. Objetivo

Avaliar os fatores associados aos óbitos por acidentes de trânsito no Brasil à partir de uma série de quatro estudos.

Estudo 1: Beber e Dirigir no Brasil após a Lei Seca – Uma Revisão Sistemática com Meta-Análise.

Estudo 2: Impacto da Lei Seca sobre os óbitos por acidente de trânsito no Brasil - Um “Interrupted time series”.

Estudo 3: Impacto da Lei Seca sobre a mortalidade no trânsito entre os estados brasileiros – Um “Interrupted Time Series”.

Estudo 4: Delineamento Interrupted Time Series: Origem, aspectos metodológicos e aplicações no trânsito.

3. Resultados

Estudo 1: Beber e dirigir no Brasil após a Lei-Seca – Uma meta análise

Resumo

Introdução: O ato de beber e dirigir (BD) é uma das principais causas de morte por acidentes de trânsito e não há uma síntese da prevalência do BD no Brasil.

Objetivo: Produzir uma síntese da prevalência do BD (%BD) no Brasil, após a promulgação da Lei Seca em 2008 (LS08).

Método: Revisão sistemática e meta-análise com artigos selecionados nas bases de dados SCIELO, MEDLINE, EMBASE e WEB OF SCIENCE. Foram selecionados 19 estudos, que subseqüentemente foram subdivididos em três subgrupos, conforme o momento de observação do ato de BD. No subgrupo 1 foram alocados 5 estudos que estimaram o percentual de motoristas que relataram ter dirigido sob efeito do álcool nos últimos 12 meses (%BD_{12M}), no subgrupo 2 foram alocados 9 estudos que estimaram o percentual de motoristas flagrados no trânsito em pontos de checagem (%BD_{FLAG}) e, no subgrupo 3, foram alocados 5 estudos que estimaram o percentual de motoristas que declararam intenção de dirigir ao saírem de casas noturnas após terem ingerido álcool (%BD_{INT}). A avaliação crítica dos 19 artigos foi feita com o instrumento AXIS. Foi conduzida uma meta-análise com modelo de efeito aleatório em cada subgrupo, utilizando as packages “meta” e “forestplot” do software R 3.4.2. **Resultados:** As sínteses da %BD obtidas em cada um dos três subgrupos foram: %BD_{12M} = 26,8% com IC95% = (12,5% a 48,5%), %BD_{FLAG} = 8,9% com IC95% = (5,5% a 14,1%) e %BD_{INT} = 48,7% com IC95% = (34,2% a 63,4%).

Conclusão: Nos três subgrupos, as sínteses produzidas da %BD revelam que o ato de BD no Brasil ainda é um problema de saúde pública, apesar de todas as estratégias governamentais já tomadas, inclusive mesmo após a promulgação da Lei Seca de 2008. A concentração de estudos sobre a %BD em poucos estados revela a necessidade de um mapeamento mais amplo e atualizado da %BD no Brasil que possibilite um combate mais efetivo da embriaguez no volante.

Palavras-Chave: Dirigir sob a influência, Concentração alcoólica no sangue, Condução de veículo, Beber e dirigir, Meta-análise

1. Introdução

Beber e dirigir (BD) é uma das principais causas dos acidentes de trânsito (AT) devido as alterações que o álcool provoca na capacidade cognitiva, na coordenação motora e nas habilidades visuoespaciais (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017; OMS, 2007; SULLIVAN et al., 2010).

Os AT causados por BD são um problema de saúde pública no Brasil. Isto se deve, em partes, ao consumo abusivo de álcool entre adolescentes e adultos, que tem se mantido alto nos últimos anos (MUNHOZ et al., 2017). Dentre as causas deste consumo abusivo de álcool estão as campanhas publicitárias, que transformam o álcool num produto atraente (PINSKY e JUNDI, 2008) e as políticas públicas ineficientes no combate a redução do consumo de álcool (MORAES et al., 2017).

Entre 1998 a 2008, a mortalidade por AT no Brasil aumentou, aproximando-se dos 20 óbitos por 100 mil habitantes (BACCHIERI e BARROS, 2011). Com a promulgação da lei nº 11.705 de 19 de Junho de 2008 (conhecido por Lei Seca (LS08)), havia uma expectativa de que haveria uma diminuição da mortalidade por AT, mas dados do Departamento de Informática do Ministério da Saúde mostram que, passados 7 anos da LS08, em 2015, a mortalidade por AT no Brasil continuava em torno de 20 óbitos por 100 mil habitantes.

O objetivo deste estudo é produzir uma síntese da %BD à partir de estudos produzidos sobre a prevalência de beber e dirigir (%BD) no Brasil, após a LS08, oferecendo um aporte quantitativo para o processo de avaliação das políticas e programas voltados à diminuição dos AT, provocados pelo consumo de álcool.

2. Método

2.1 Delineamento

Foi conduzida uma revisão sistemática e meta-análise da %BD no Brasil após a LS08. O relato deste estudo seguiu as recomendações do guia “Meta-analysis of Observational Studies in Epidemiology” (MOOSE) (STROUP et al., 2000).

2.2 Busca

Os artigos foram identificados nas bases de dados SCIELO, MEDLINE, EMBASE e WEB OF SCIENCE.

Foram utilizadas 30 combinações de busca, geradas a partir de 6 descritores DeCS/MeSH (1-Dirigir sob a influência, 2-Consumo de bebidas alcoólicas, 3-Alcoolismo, 4-Concentração alcoólica no sangue, 5-Testes respiratórios e 6-Condução de veículo) e 11 palavras-chave(1-Beber e dirigir, 2-Dirigir bêbado, 3-Dirigir após beber, 4-Alcoolemia, 5-Álcool, 6-Bebidas alcoólicas, 7-Violação de trânsito, 8-Trânsito, 9-Estrada, 10-Motoristas e 11-Veículos). As 30 combinações de busca encontram-se no Quadro 1.

Cada uma das 30 combinações de busca foi inserida nos campos de busca de cada uma das bases de dados, permitindo a identificação de 846 trabalhos na SCIELO, 45350 trabalhos na MEDLINE, 98243 trabalhos na Embase e 94131 trabalhos na Web of Science.

Utilizando os filtros das bases de dados, foram excluídos os trabalhos que não eram artigos, que não mencionaram o Brasil em qualquer parte do texto ou que foram publicados antes do ano de 2008.

Em seguida, os resumos dos artigos filtrados foram lidos com o propósito de excluir artigos qualitativos, artigos quantitativos fora da área de trânsito, artigos quantitativos cuja população-alvo era composta por vítimas de trânsito, os não-artigos (Trabalhos apresentados em eventos científicos, dissertações e teses, comunicações, etc) e os artigos duplicados.

Na última etapa da filtragem, foram excluídos os artigos que utilizaram dados secundários extraídos de sistemas de informação, artigos com dados primários de iniciaram a coleta antes de 2008 artigos que não possuíam estimativa do %BD.

Ao final da etapa de filtragem, restaram 19 artigos que foram incluídos na revisão sistemática e meta-análise. Os 19 estudos incluídos nesta revisão foram subdivididos em três subgrupos, de acordo com o momento em que o ato de BD foi

observado. No subgrupo 1 foram alocados 5 estudos que estimaram o percentual de motoristas que relataram ter dirigido sob efeito de álcool nos últimos 12 meses (%BD_{12M}). No subgrupo 2 foram alocados 9 estudos que estimaram o percentual de motoristas que foram flagrados no trânsito, durante fiscalizações (%BD_{FLAG}). No subgrupo 3 foram alocados 5 estudos que estimaram o percentual de motoristas que declararam ter intenção de dirigir sob efeito de álcool após saírem de casas noturnas (%BD_{INT}).

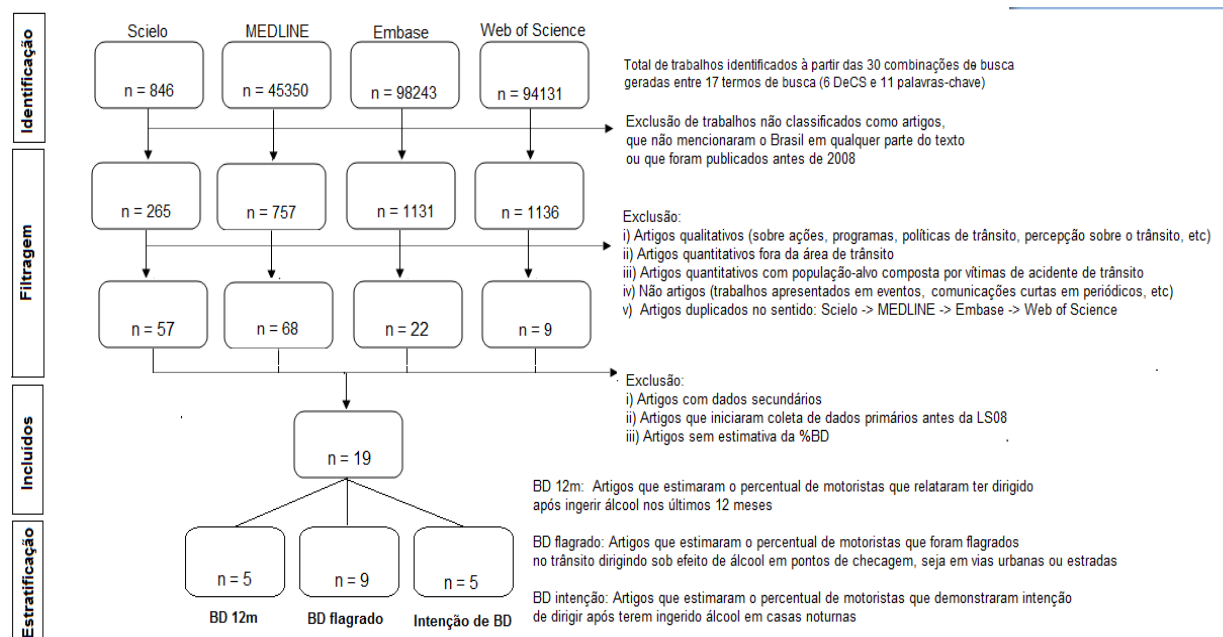
Todos os artigos incluídos foram conduzidos sob o delineamento transversal dentro do território brasileiro, com dados primários coletados após 19 de Junho de 2008 (data da promulgação da LS08). Não foram incluídos, nesta revisão, os estudos que estimaram a concentração alcoólica no sangue de vítimas fatais de AT ou vítimas de AT atendidas em hospitais. O processo de seleção dos artigos é apresentado na Figura 1.

Quadro 1 – Combinações de busca utilizadas para a identificação dos artigos

Combinação (Portugues)	Combinação (Inglês)
1 - "Dirigir sob a influência"	"Driving Under the Influence"
2 - "Dirigir sob a influência" AND "Álcool"	"Driving Under the Influence" AND "Alcohol"
3 - "Consumo de bebidas alcoólicas" AND "Trânsito"	"Alcohol Drinking" AND "Traffic"
4 - "Consumo de bebidas alcoólicas" AND "Estrada"	"Alcohol Drinking" AND "Road"
5 - "Consumo de bebidas alcoólicas" AND "Motoristas"	"Alcohol Drinking" AND "Drivers"
6 - "Consumo de bebidas alcoólicas" AND "Veículos"	"Alcohol Drinking" AND "Vehicles"
7 - "Alcoolismo" AND "Motoristas"	"Alcoholism" AND "Drivers"
8 - "Alcoolismo" AND "Veículos"	"Alcoholism" AND "Vehicles"
9 - "Concentração alcoólica no sangue" AND "Motoristas"	"Blood Alcohol Content" AND "Drivers"
10 - "Concentração alcoólica no sangue" AND "Veículos"	"Blood Alcohol Content" AND "Vehicles"
11 - "Testes respiratórios" AND "Trânsito"	"Breath Tests" AND "Traffic"
12 - "Testes respiratórios" AND "Motoristas"	"Breath Tests" AND "Drivers"
13 - "Testes respiratórios" AND "Veículos"	"Breath Tests" AND "Vehicles"
14 - "Condução de veículo" AND "Bebidas alcoólicas"	"Automobile Driving" AND "alcoholic beverages"
15 - "Condução de veículo" AND "Beber e dirigir"	"Automobile Driving" AND "drinking and driving"
16 - "Beber e dirigir"	"Drinking and driving"
17 - "Dirigir bêbado"	"drunk-driving"
18 - "Dirigir após beber"	"drive after drinking"
19 - "Alcoolemia" AND "Trânsito"	"Blood Alcohol" AND "traffic"
20 - "Alcoolemia" AND "Motoristas"	"Blood Alcohol" AND "Drivers"
21 - "Álcool" AND "Trânsito"	"Alcohol" AND "Traffic"
22 - "Álcool" AND "Estrada"	"Alcohol" AND "Road"
23 - "Álcool" AND "Motoristas"	"Alcohol" AND "Drivers"
24 - "Bebidas alcoólicas" AND "Trânsito"	"Alcoholic beverages" AND "Traffic"
25 - "Bebidas alcoólicas" AND "Estrada"	"Alcoholic beverages" AND "Road"
26 - "Bebidas alcoólicas" AND "Motoristas"	"Alcoholic beverages" AND "Drivers"
27 - "Bebidas alcoólicas" AND "Veículos"	"Alcoholic beverages" AND "Vehicles"
28 - "Violação de trânsito" AND "Dirigir sob a influência"	"Traffic violation" AND "Driving Under the Influence"
29 - "Violação de trânsito" AND "Beber e dirigir"	"Traffic violation" AND "Drinking and driving"
30 - "Violação de trânsito" AND "Dirigir após beber"	"Traffic violation" AND "drive after drinking"

Fonte: Material elaborado pelo autor

Figura 1 – Fluxograma da seleção dos artigos



Fonte: Material elaborado pelo autor

2.3 Avaliação crítica dos artigos selecionados

A avaliação crítica dos 19 estudos incluídos na meta-análise foi conduzida com auxílio do instrumento “Appraisal tool for Cross-Sectional Studies” (AXIS) (DOWNES et al, 2016). O instrumento AXIS permite avaliar a adequação de 20 ações, distribuídas entre as seções Introdução, Método, Resultados, Discussão e Ética de um estudo. Cada uma das 20 ações foi avaliada em adequada ou inadequada conforme as regras abaixo.

1) Descrição do objetivo: A descrição do objetivo foi considerada adequada se as duas condições seguintes eram atendidas: i) Objetivo localizado no início do Abstract e no final da Introdução de forma idêntica e ii) Objetivo escrito no formato <ação><medida><população>, sendo exemplos de <ação>: estimar, avaliar, conhecer, determinar, comparar, sendo exemplos de <medida>: prevalência, associação, compreensão, percepção e sendo a população descrita com critérios de inclusão e localização no espaço e no tempo.

2) Delineamento transversal: O delineamento transversal foi considerado adequado se, no objetivo declarado, não havia registro de interesse em inferir sobre relações de causa e efeito que exigissem outros delineamentos tais como experimentos, coortes ou um casos-controle.

3) Tamanho da amostra: A estimativa do tamanho da amostra foi considerada adequada se haviam fórmulas e elementos compatíveis com os interesses declarados no objetivo.

4) População-alvo: A declaração da população-alvo foi considerada adequada se havia uma descrição dos participantes quanto as condições de inclusão e delimitação geográfica.

5) “Frame” amostral: O “frame” amostral foi considerado adequado se havia um frame para selecionar a amostra (mesmo que a capacidade de representação da população-alvo fosse questionável). Para os estudos com motoristas selecionados por interceptação no trânsito sem uso de “frame”, considerou-se “frame” inadequado.

6) Processo de seleção da amostra: O processo de seleção da amostra foi considerado adequado se a seleção da amostra foi feita seguindo alguma técnica de amostragem probabilística à partir de um “frame”

7) Categorização dos não-respondentes: A categorização dos não-respondentes foi considerada adequada se havia análises dos dados dos não respondentes em relação a suas informações basais. Nos estudos em que toda a população-alvo

acessada participou do estudo, os itens 5, 6 e 7 foram considerados não aplicáveis. Nos estudos com censo e com não-respondentes, os itens 5, 6 e 7 foram avaliados e seguiram suas respectivas regras de adequação.

8) Acurácia da medida: A acurácia de medida de beber e dirigir foi considerada adequada se havia aferição da concentração alcoólica no sangue feita somente com medição objetiva com uso de etilômetro.

9) Confiabilidade da medida: A confiabilidade da medida foi considerada adequada se os instrumentos usados para observar o ato de beber e dirigir (questionário, entrevista ou etilômetro) foram testados em amostras piloto, ou calibrados anteriormente ou publicados previamente.

10) Procedimento estatístico: O procedimento estatístico foi considerado adequado se: i) Os métodos estatísticos (descritivos e analíticos) descritos no Método eram compatíveis com o Objetivo, ii) Se procedimentos de checagem da adequação dos modelos e técnicas via resíduos, Deviance ou Critério de Informação de Akaike (AIC) foram descritos nos estudos com objetivos associativos, iii) Se era indicado o software utilizado para a análise dos dados, se iv) Havia descrição do p-valor ou do intervalo de confiança adotado.

11) Aspectos gerais do Método: Os aspectos gerais do Método foram considerados adequados se sua descrição permitisse a sua reprodução, sendo que a reprodução requer, no mínimo, uma clara descrição da análise dos. Portanto, o método foi considerado adequado se os itens 4) População claramente definida e 10) Procedimento estatístico adequado do AXIS foram considerados adequados.

12) Descrição dos dados básicos: A descrição dos dados básicos foi considerada adequada se havia, na seção Resultados, resumos descritivos das variáveis declaradas no objetivo.

13) Quantificação da não-resposta: A quantificação da não resposta foi considerada adequada se havia: i) o percentual de respondentes (ou de não-respondentes) ou ii) o total da amostra e o total de respondentes (ou de não respondentes). Caracterizando assim uma tentativa de quantificação da não resposta.

14) Tratamento dos não-respondentes: O tratamento dos não respondentes foi considerado adequado se havia comparações entre respondentes e não respondentes em relação às informações basais.

15) Consistência interna dos resultados: A consistência interna dos resultados foi considerada adequada se havia sensatez nos valores mínimos e máximos do resumo descritivo das variáveis numéricas e percentuais sensatos das variáveis categóricas.

16) Alinhamento entre procedimentos estatísticos e resultados: O alinhamento entre os procedimentos estatísticos e os resultados apresentados foi considerado adequado se para toda técnica estatística citada nos Métodos haviam resultados apresentados.

17) Apresentação da discussão e conclusão: A apresentação da discussão foi considerada adequada se havia aos menos uma discussão dos principais resultados (sendo estes alinhados com o objetivo geral). Quanto a conclusão, esta foi considerada adequada se a mesma mostrava-se compatível com o grau de evidência indicada pelos resultados.

18) Descrição das limitações : A descrição das limitações foi considerada adequada se para cada limitação citada havia uma discussão de seus possíveis impactos para a validade dos resultados.

19) Financiamento: Conforme proposto pelo instrumento AXIS, este quesito foi considerado adequado se o estudo não era financiado.

20) Ética: Este item foi considerado adequado se o estudo apresentava a aprovação de um comitê de ética.

2.4 Dados extraídos dos estudos selecionados

Os dados extraídos em cada um dos 19 estudos foram inseridos numa planilha Excel para futura descrição, avaliação e meta-análise. Os dados extraídos foram:

i) Subgrupo do estudo, codificado em: 1 se o estudo pertencia ao subgrupo 1 (estudos que estimaram o percentual de motoristas que relataram ter dirigido sob efeito de álcool nos últimos 12 meses), 2 se o estudo pertencia ao subgrupo 2 (estudos que estimaram o percentual de motoristas que foram flagrados no trânsito) e 3 se o estudo pertencia ao subgrupo 3 (estudos que estimaram o percentual de motoristas que relataram ter dirigido sob efeito de álcool nos últimos 12 meses).

ii) Dados referentes as ações avaliadas com o AXIS: Para cada uma das 20 ações foi criada uma variável binária codificada em 1 se a ação foi considerada adequada e 0 se a ação foi considerada inadequada.

iii) Dados das características da população-alvo dos estudos: As variáveis extraídas foram: 1) Percentual de homens na amostra e 2) Idade média ou mediana da amostra.

iv) Dados referentes ao método de medição/observação do ato de BD. Foram extraídas as seguintes variáveis: 1) Método de medição/observação do ato de BD, codificada em: 1 questionário, 2 entrevista ou 3 etilômetro, e 2) Limite de detecção da concentração alcoólica quando o método de medição foi o etilômetro.

v) Dados referentes ao tamanho amostral. Foram registrados o tamanho geral da amostra e o tamanho da amostra que serviu de base de cálculo do percentual do ato de BD.

vi) Desfecho. Foi extraído o percentual de motoristas que cometeram o ato de BD.

2.5 Análise dos dados

Foram ajustados modelos de efeitos aleatórios em cada subgrupo para calcular a %BD ponderada com IC95%. Foram utilizadas as estatísticas Q de Cochran para avaliar a heterogeneidade entre os estudos e a estatística I^2 de Higgins para descrever o percentual de variação entre os estudos devido a heterogeneidade. Uma análise de sensibilidade foi conduzida para avaliar a influência de um estudo particular sobre o %BD em cada subgrupo, excluindo um estudo por vez da meta-análise com efeito aleatório. Devido ao pequeno número de estudos em cada subgrupo (5 no subgrupo 1, 9 no subgrupo 2 e 5 no subgrupo 3), não foi possível conduzir uma meta-regressão de efeitos aleatórios em cada subgrupo a fim de identificar características dos estudos associadas ao %BD. Para avaliar potencial vício de publicação foi conduzido Funnel plot. As análises foram realizadas com as packages “meta” e “forestplot”, implementadas no software R versão 3.4.2.

3. Resultados

Perfil dos estudos

Ao todo, foram incluídos 19 estudos na meta-análise, sendo 5 estudos no subgrupo 1, 9 estudos no subgrupo 2 e 5 estudos no subgrupo 3. O tamanho amostral dos estudos sugere estimativas estáveis do %BD em cada estudo.

Os estudos apresentam amostras predominantemente compostas por homens entre 22 a 43,8 anos de idade média. Observam-se estudos publicados entre os anos de 2012 a 2018, o que significa que as amostras destes estudos foram selecionadas durante um grande período de tempo desde a promulgação da LS08 em Junho de 2008.

Tabela 1- Perfil dos estudos incluídos na meta-análise

Subgrupo	Medição	População-alvo	n	%H	Id	%BD
Subgrupo 1						
Mendonça et al. (2018)	Questionário	Estudantes em SE	1147	24,6	22,0	11,50
Bedendo et al. (2017)	Questionario	Estudantes no BR	2408	55,2	21,6	16,53
Ulinsky et al. (2016)	Entrevista	Motoristas em Curitiba	398	81,1	32,8	50,30
Sousa et al. (2013)	Entrevista	Motoristas de Palmas e Tocantins	805	84,8	33,8	62,90
Eckschmidt et al. (2013)	Questionário	Estudantes em 27 capitais	5311	42,8	35,7	13,30
Subgrupo 2						
Gjerde et al. (2014)	Etilometro (0,10mg/L de ar)	Motoristas em 27 capitais	3326	94,5	37,3	3,40
Aguilera et al. (2014)	Etilometro (0,05mg/L de ar)	Motoristas em Curitiba	398	81,3	40,0	2,70
Campos et al (2013)	Etilometro (0,10mg/L de ar)	Motoristas em BH	1656	85,2	33,5	15,00
Campos et al (2012)	Etilometro (0,10 mg/L de ar)	Motoristas em 10 cidades de MG	1799	87,4	31,5	22,00
Salgado et al. (2012)	Etilômetro (0,01mg/L de ar)	Motoristas em BH	1455	78,8	37,0	16,66
Pechansky et al. (2012)	Etilometro (0,01mg/L de ar)	Motoristas em 27 capitais	3398	94,3	37,2	4,80
De Boni et al. (2012)	Etilometro (0,05mg/L de ar)	Motoristas em 27 capitais	2410	93,4	36,0	5,97
Da Conceição et al (2012)	Etilômetro (0,05mg/L de ar)	Motoristas em 27 capitais	3397	94,3	37,3	7,90
Campos et al. b (2012)	Etilometro (0,01mg/L de ar)	Motoristas em São Paulo	3854	79,0	32,2	19,00
Subgrupo 3						
Wagner e Sanchez (2017)	Entrevista	31 boates de São Paulo	520	67,3	31,9	71,00
Sanchez et al (2015)	Entrevista	31 boates de São Paulo	1222	56,7	27,0	23,90
Santos et al (2015)	Entrevista	31 boates de São Paulo	2422	60,7	26,0	41,60
De Boni et al (2014)	Entrevista	Lojas de álcool de Porto Alegre	683	76,0	43,8	56,20
De Boni et al (2013)	Entrevista	Lojas de álcool de Porto Alegre	683	72,7	39,7	52,70

n = Tamanho amostral do estudo selecionado ; %H = Percentual de homens na amostra do estudo selecionado ;
Id = Idade média ou mediana da amostra do estudo selecionado ; %BD = Percentual de beber e dirigir estimado no estudo selecionado.

Avaliação dos estudos

A Tabela 2 apresenta os resultados da avaliação crítica dos 19 estudos incluídos nesta meta-análise, seguindo as diretrizes do instrumento AXIS. Observa-se que a maioria dos estudos executou adequadamente as ações de descrição da população-alvo, descrição dos dados básicos, apresenta resultados consistentes, alinhamento entre os resultados e a estratégia de análise descrita no método e apresentam adequada discussão e conclusão. Contudo, a minoria dos estudos apresentou tamanho da amostra, “frame” e processo de seleção da amostra adequada.

Tabela 2 – Percentual de estudos com itens adequados, segundo o instrumento AXIS

Ítem do AXIS	n (%)
Objetivo	6 (31,6%)
Delineamento transversal	17 (89,5%)
Tamanho da amostra	1 (5,3%)
População-alvo	19 (100,0%)
Frame	3 (15,8%)
Processo de seleção	2 (10,5%)
Categorização dos não respondentes	5 (26,3%)
Acurácia do instrumento	8 (42,1%)
Reprodutibilidade da medida	4 (21,1%)
Procedimento estatístico	6 (31,6%)
Aspectos gerais do método	7 (36,8%)
Descrição dos dados básicos	19 (100,0%)
Quantificação dos não respondentes	16 (84,2%)
Tratamento dos não respondentes	5 (26,3%)
Resultados consistentes	19 (100,0%)
Alinhamento entre resultado e estatística	18 (94,7%)
Discussão e conclusão	18 (94,7%)
Limitações discutidas	12 (63,2%)
Financiamento	10 (52,6%)
Ética	19 (100,0%)

A Figura 2 apresenta o gráfico “Funnel plot” das estimativas da %BD de cada estudo individualmente contra o erro padrão de cada estudo. Observa-se que a distribuição dos estudos distancia-se da forma de funil, sugerindo vício de publicação ou heterogeneidade entre os estudos.

Figura 2 – Funnelplot dos estudos primários do subgrupo 1(2a), subgrupo 2(2b) e subgrupo 3(2c)

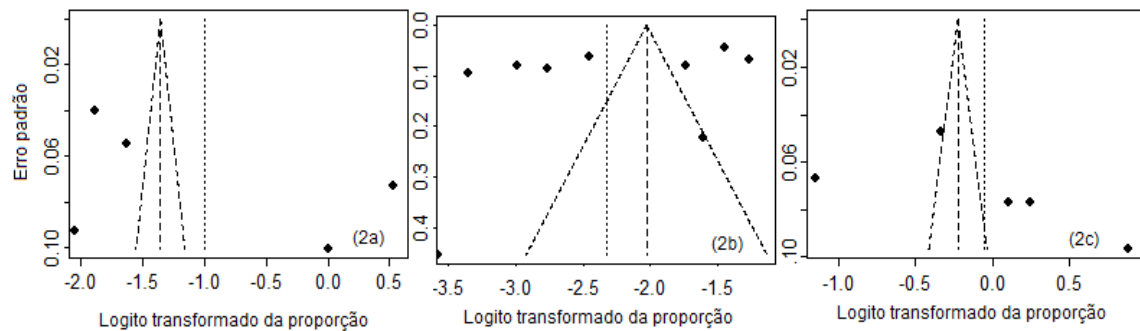


Tabela 3 - Análise de sensibilidade por subgrupo

Subgrupo	%BD (IC95%)	Dif.Rel.	I ²
Retrospectivo			
Excluindo Mendonça et al (2018)	32,7 (13,5 - 59,2)	0,22	99,7
Excluindo Bedendo et al (2017)	30,0 (10, - 51,5)	0,12	99,7
Excluindo Ulinsky et al (2016)	22,2 (9,3 - 44,3)	-0,17	99,7
Excluindo Sousa et al (2013)	20,0 (11,4 - 32,5)	-0,25	99,1
Excluindo Eckschmidt et al (2013)	31,4 (11,8 - 60,8)	0,17	99,6
%BD com todos os estudos	26,8 (12,5 - 45,8)		99,6
Flagrado			
Excluindo Gjerde et al (2014)	10,1 (6,3 - 15,6)	0,13	98,8
Excluindo Aguilera et al (2014)	9,9 (6,0 - 15,9)	0,11	99,1
Excluindo Campos et al (2013)	8,3 (4,7 - 14,0)	-0,07	99,1
Excluindo Campos et al (2012)	7,8 (4,7 - 12,8)	-0,12	98,9
Excluindo Salgado et al (2012)	8,2 (4,9 - 13,5)	-0,08	99,1
Excluindo Pechansky et al (2012)	9,6 (5,9 - 15,3)	0,08	98,8
Excluindo De Boni et al (2012)	9,3 (5,6 - 15,3)	0,04	99,0
Excluindo Da Conceição et al (2012)	9,0 (5,2 - 15,2)	0,01	99,0
Excluindo Campos et al (2012)	8,0 (4,8 - 13,1)	-0,10	98,6
%BD com todos os estudos	8,9 (5,5 - 14,1)		99,0
Intenção			
Excluindo Wagner et al (2017)	42,9 (29,7 - 57,1)	-0,12	98,8
Excluindo Sanchez et al (2015)	55,5 (43,3 - 67,1)	0,14	98,0
Excluindo Santos et al (2015)	50,5 (30,1 - 70,8)	0,04	99,2
Excluindo De Boni et al (2014)	46,8 (30,0 - 64,4)	-0,04	99,1
Excluindo De Boni et al (2013)	47,7 (30,2 - 65,7)	-0,02	99,2
%BD com todos os estudos	48,7 (34,2 - 63,4)		99

Dif. Rel = Diferença relativa entre o %BD obtido pela meta-análise com a exclusão de determinado estudo e o %BD obtido pela meta-análise com todos os estudos do subgrupo.

I² = Valor da estatística de Higgins para a avaliação da heterogeneidade entre os estudos

Resultados da Meta-Análise

A Tabela 4 mostra as estimativas da %BD ponderada, obtida pelo ajuste de modelos de meta-análise. No subgrupo 1 (prevalência de beber e dirigir nos últimos 12 meses), a estimativa ponderada de %BD obtida foi de 26,8 IC95%=(12,5% - 48,5%). No subgrupo 2 (prevalência de beber e dirigir flagrada), a estimativa de %BD foi de 8,9% IC95%=(5,5 – 14,1) e, no subgrupo 3 (prevalência da intenção de dirigir após o consumo de álcool), a estimativa ponderada de %BD foi de 48,7% IC95%=(34,2 – 63,4).

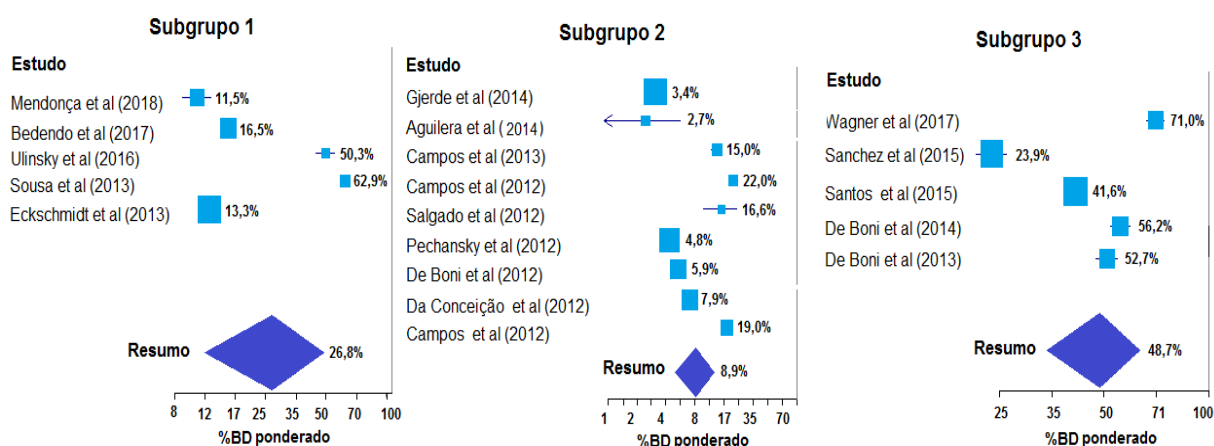
Tabela 4 – Resultados da meta-análise por subgrupo

Estudo	%BD (IC95%)	Peso
Subgrupo 1		
Mendonça et al (2018)	11,5 (9,7 - 13,5)	20,0
Bedendo et al (2017)	16,5 (15,0 - 18,0)	20,0
Ulinsky et al (2016)	50,3 (45,2 - 55,2)	19,9
Sousa et al (2013)	62,9 (59,4 - 66,2)	20,0
Eckschmidt et al (2013)	13,3 (12,3 - 14,2)	20,1
Ponderado	26,8 (12,5 - 48,5)	
Q = 1094 (p<0,001) $\tau^2 = 1,15$, $I^2 = 99,6\%$		
Subgrupo 2		
Gjerde et al (2014)	3,4 (2,8 - 4,0)	11,4
Aguilera et al (2014)	2,7 (0,9 - 6,2)	8,8
Campos et al (2013)	15,0 (13,0 - 17,0)	11,5
Campos et al (2012)	22,0 (19,7 - 24,4)	11,5
Salgado et al (2012)	16,6 (10,1 - 23,7)	10,7
Pechansky et al (2012)	4,8 (4,1 - 5,5)	11,5
De Boni et al (2012)	5,9 (5,0 - 7,0)	11,5
Da Conceição et al (2012)	7,9 (7,0 - 8,8)	11,5
Campos et al (2012)	19,0 (17,6 - 20,4)	11,6
Ponderado	8,9 (5,5 – 14,1)	
Q=766 (p<0,001) ; $\tau^2 = 0,66$; $I^2 = 99,0\%$		
Subgrupo 3		
Wagner et al (2017)	71,0 (66,8 - 74,8)	19,90
Sanchez et al (2015)	23,9 (21,5 - 26,3)	20,00
Santos et al (2015)	41,6 (39,3 - 43,9)	20,10
De Boni et al (2014)	56,2 (52,4 - 59,9)	20,00
De Boni et al (2013)	52,7 (48,8 - 56,5)	20,00
Ponderado	48,7 (34,2 – 63,4)	
Q=390 (p< 0,001) ; $\tau^2 = 0,46$; $I^2 = 99,0\%$		

%BD = Prevalência de beber e dirigir; Q = Estatística de Cochran;

τ^2 = Variância entre estudos ; I^2 = Estatística de Higgins

Figura 3 – Forest plot da meta-análise



Fonte: Material elaborado pelo autor

4. Discussão

O presente estudo apresenta uma síntese da prevalência do ato de beber e dirigir (%BD), entre motoristas no Brasil, após a promulgação da Lei 11.705 de 19 de Junho de 2008, conhecida por Lei Seca de 2008 (LS08), por meio de uma revisão sistemática e modelos de meta análise de efeitos aleatórios ajustados em três subgrupos de estudos.

Devido a associação existente entre álcool e morbimortalidade causada por acidentes de trânsito, o ato de BD é relevante para as áreas da saúde pública e da segurança viária. É reconhecida a presença do consumo de álcool nos modelos que explicam os AT (PETRIDOU e MOUSTAKI, 2001; ROLISON et al., 2018 ; ANDREUCCETTI et al., 2017), bem como é conhecido o impacto econômico e social causado pelo consumo de álcool, sendo considerada a droga mais prejudicial para a sociedade em geral (NUTT et al., 2010).

No mundo, estima-se que o custo social dos acidentes de trânsito pode chegar a cerca de 6% do PIB dos países ricos e a cerca de cerca de 3% do PIB dos países pobres (WIJNEN e STIPDONK, 2016). No Brasil, entre 2003 a 2012, estima-se que o custo total dos acidentes de trânsito para a sociedade represente 5% do PIB, o que equivale a R\$ 295 bilhões (78 bilhões de dólares), sendo que 2,4% correspondem a custos previdenciários incluindo em auxílios-doença e aposentadoria por invalidez ou morte no trânsito (MINISTÉRIO DA FAZENDA, 2016).

Somente nas rodovias federais do Brasil, estima-se que os custos associados às pessoas (com remoção de vítimas, despesas hospitalares, perda de produção), os custos associados aos veículos (com remoção de veículos, danos e perda de carga) e os custos institucionais (com atendimento e processos e danos à propriedade pública e à privada) somem cerca de R\$ 13 bilhões (3,47 bilhões de dólares) (IPEA, 2015).

Uma das explicações para a prevalência ponderada do beber e dirigir flagrado ter sido menor que prevalência do beber e dirigir nos últimos 12 meses pode ser a diferença no tempo de observação do ato de BD. O tempo de observação do ato de BD é bem menor nos estudos que flagram o motorista dirigindo embriagado do que nos estudos que observam o ato de BD nos últimos 12 meses. Porém, se o tempo de observação fosse a única causa, seria esperada uma diferença mais acentuada entre o BD flagrado e o BD dos últimos 12 meses. Mas isto não ocorreu. Em parte, devido à diferença entre os subgrupos em relação ao percentual de motoristas homens nas amostras: No estudo do subgrupo 1, a média do percentual de homens nos estudos é de 57%, enquanto que, no subgrupo 2, a média de homens nos estudos é de 87%. Há estudos que mostram que homens se envolvem mais em acidentes e consomem bebidas alcoólicas mais freqüentemente (SOUTO et al., 2016; BARROS et al., 2018).

Já para o resultado $\%BD_{INT} > \%BD_{FLAG}$ e $\%BD_{12M}$, uma explicação é a configuração das amostras de participantes dos estudos do subgrupo 3, formadas predominantemente por motoristas com provável diminuição do discernimento e da capacidade de tomar decisões racionais após a ingestão de álcool dentro de casas noturnas e lojas que comercializam bebidas alcoólicas.

A síntese da $\%BD$ no subgrupo 1, ($\%BD_{12M} = 26,8\%$ com $IC95\% = 12,5\%$ a $48,5\%$) é mais elevada que a síntese da $\%BD = 17,3\%$ obtida em um estudo conduzido com 18476 estudantes universitários de 22 países da África, Ásia e Américas sobre o ato de beber e dirigir nos últimos 12 meses (PELTZER e PENGPID, 2015). Entretanto, esta estimativa $\%BD = 17,3\%$ obtida entre estudantes em 22 países é semelhante a $\%BD = 16,5\%$, obtida em Bedendo et al. (2017) entre estudantes universitários do Brasil.

A estimativa síntese $\%BD_{12M} = 26,8\%$ é diferente da $\%BD$ igual a $7,3\%$ obtida por um estudo brasileiro conduzido em 27 capitais brasileiras em 2016 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017), porém, o tempo de observação retrospectiva deste estudo foi de

30 dias. Em 2013, outra pesquisa nacional conduzida no Brasil obteve %BD = 24,3% nos últimos 30 dias (MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO, 2013).

Na Espanha, estudo conduzido com 1100 motoristas por meio de entrevista telefônica obteve %BD = 25,3% alguma vez na vida, segundo Alonso et al. (2015), estimativa semelhante com a síntese %BD_{12M} = 26,8% obtida no subgrupo 1, embora o tempo de observação do ato no estudo espanhol seja a vida toda, enquanto que, em nossa meta-análise o subgrupo 1 refere-se aos últimos 12 meses, o que sugere que BD é mais prevalente no Brasil em comparação com a Espanha. Importante ressaltar que, na Espanha, o limite de concentração alcoólica para a população geral é de 5mg/L de ar aoveolar. Ou seja, ao menos numericamente, o limite é maior que o limite determinado pela legislação brasileira. Estes dados sugerem que a fiscalização sobre o consumo de álcool e outras substâncias psicoativas entre motoristas é menos eficiente que o sistema de fiscalização espanhol (OMS, 2015).

Outro estudo, conduzido por Li et al. (2017) em duas cidades chinesas, obteve %BD máximo de 2,5%. Considerando que a legislação chinesa admite uma concentração alcoólica máxima de 2mg/L de ar aoveolar e que, no Brasil, onde a legislação atual determina 0mg/L de ar aoveolar a síntese de %BD_{FLAG} obtida foi igual a 8,9%, este resultado mostra uma suposta fragilidade da fiscalização brasileira.

Além do Brasil, apenas três países possuem uma legislação que determina concentração alcoólica de 0mg/L de ar aoveolar para toda a população: Hungria, Paraguai e Eslováquia. Todos estes países possuem uma mortalidade por AT menor que a mortalidade estimada no Brasil, presente no relatório da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2015).

Estes dados reforçam a necessidade de mais fiscalizações periódicas em todo o território nacional. Uma meta análise conduzida para produzir uma síntese do efeito de postos de fiscalização “checkpoints”, incluindo estudos da Austrália, Estados Unidos, Nova Zelândia, França, Holanda, Suécia e Reino Unido, mostrou a eficácia dos “checkpoints” na redução dos acidentes de trânsito (ERKE et al, 2009). Todos estes países possuem legislação cuja concentração alcoólica máxima é maior que a concentração aceita no Brasil.

A qualidade dos 19 estudos incluídos na presente meta-análise foi avaliada com auxílio do instrumento AXIS. Observou-se que a maioria dos 19 estudos incluídos mostram fragilidades no que diz respeito às ações associadas a seleção e à estimação, aumentando assim, a chance de vício de seleção dentro dos estudos primários.

O gráfico “funnel plot” apontou provável existência de viés de publicação nos três subgrupos de estudos. Embora haja críticas sobre a acurácia do “funnel plot” enquanto ferramenta de avaliação de vício de publicação em meta-análises de proporções, isto é mais sentido nas meta-análises de proporções baixas, como a de Hunter et al. (2014). O que não é o nosso caso.

Dentre as limitações citadas nos 19 estudos primários, encontram-se: Recusa em submeter-se ao etilômetro, baixa cobertura da população-alvo devido a amostra ser não-probabilística do tipo intencional (escolha de regiões, bares, dias da semana, em rodovias ou em horários específicos), ausência de controle de potenciais confundidores, dados coletados por métodos diferentes, coleta de dados por internet, tamanho amostral, abordagem de interceptação com base em veículos suspeitos, informação obtida por auto-relato. Estes são aspectos que devem ser considerados no planejamento de novos estudos.

Embora a análise de sensibilidade não tenha identificado alterações bruscas nas sínteses de %BD nos três subgrupos e apesar de não haver diferenças entre os 19 estudos em relação ao delineamento quantitativo (todos são estudos transversais), esta meta-análise tem algumas limitações: i) As limitações existentes nos estudos primários são, em si, uma limitação da meta-análise, ii) O potencial viés de publicação identificado pelo funnelplot, e iii) a impossibilidade de conduzir uma meta-regressão visando a investigação da alta heterogeneidade observada nos três subgrupos devido ao pequeno número de estudos em cada subgrupo.

Estas limitações nos impedem, de certa forma, de sugerir explicações alternativas, porém, revela a necessidade urgente de novos estudos primários com o propósito de estimar a %BD em todos os 27 estados do Brasil, permitindo uma melhor cobertura da %BD.

5. Conclusão

A %BD no Brasil é comparativamente maior que a encontrada em países cuja legislação sobre o ato de BD é mais branda, sugerindo que a fiscalização de trânsito ineficaz seja uma das explicações da alta %BD no Brasil.

É necessária uma ampla revisão do processo de fiscalização do trânsito no Brasil visando a adequação da periodicidade das fiscalizações. Além disso, a concentração de estudos sobre a %BD em poucos estados revela a necessidade da execução de estudos em todos os 27 estados brasileiros visando uma cobertura mais ampla e atualizada da %BD no Brasil. Tais estudos podem subsidiar a elaboração de políticas e ações mais eficazes no combate da embriaguez no volante, contribuindo assim com a diminuição dos acidentes de trânsito e, conseqüentemente, com a diminuição da morbi-mortalidade causada pelos acidentes de trânsito, no país.

5. Referências

1. AGUILERA, S. L. V. U. et al. Alcohol consumption among drivers in Curitiba, Brazil. **Traffic Injury Prevention**, v. 16, n. 3, p. 219 – 224, nov. 2014. <https://doi.org/10.1080/15389588.2014.935939>.

2. ALONSO, F. et al. Driving under the influence of alcohol: frequency, reasons, perceived risk and punishment. **Substance Abuse Treatment, Prevention, and Policy**, mar. 2015. Disponível em: <<https://substanceabusepolicy.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13011-015-0007-4>>. Acesso em: 01. set. 2018. <https://doi.org/10.1186/s13011-015-0007-4>.

3. ANDREUCCETTI G. et al. Alcohol use among fatally injured victims in São Paulo, Brazil: bridging the gap between research and health services in developing countries. **Addiction**, v. 112, n. 4, p.596–603, abr. 2017. 10.1111/add.13688

4. BACCHIERI, G.; BARROS, A. J. D. Acidentes de trânsito no Brasil de 1998 a 2010: muitas mudanças e poucos resultados. **Rev Saúde Pública**, v. 45, n. 5, p. 949-63, set. 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102011005000069>

5. BARROS, M. B. A. et al. Perfil do consumo de bebidas alcoólicas: diferenças sociais e demográficas no município de Campinas, Estado de São Paulo, Brasil, 2003. **Epidemiol. Serv. Saúde**, v. 17, n. 4, p. 259 – 270, out. 2008. <http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742008000400003>

6. BEDENDO, A. et al. Binge drinking: a pattern associated with a risk of problems of alcohol use among university students. **Rev. Latino-Am. Enfermagem**, v. 25: e2925 set. 2017. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5599070/>> Acesso: 02. Set. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/1518-8345.1891.2925>

7. CAMPOS, V. R.; SALGADO, R. S.; ROCHA, M.C. Bafômetro positivo: correlatos do comportamento de beber e dirigir na cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, v. 29, n. 1, p. 51-61, 2013.

8. CAMPOS, V. R. et al. Beber e dirigir: características de condutores com bafômetro positivo. **RevPsiqClín**, v. 39, n. 5, p. 166-71, 2012.

9. CAMPOS, V. R. et al. The effect of the new traffic law on drinking and driving in São Paulo, Brazil. **Accident Analysis and Prevention**, v. 50, p. 622-7, jan. 2013.
Disponível em:
<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0001457512002357?via%3Dihub>>. Acesso em: 04. Set. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2012.06.011>

10. DA CONCEIÇÃO, T. V. et al. Awareness of legal blood alcohol concentration limits amongst respondents of a national roadside survey for alcohol and traffic behaviours in Brazil. **International Journal of Drug Policy**, v. 23, n. 2, p. 166-8, mar. 2012.

11. DE BONI, R. B .et al. Drug use among drivers who drank on alcohol outlets from PortoAlegre, Brazil. **Accident Analysis and Prevention**, v. 62, p. 137 – 142, jan.2014.

12. DE BONI, R. Regional differences associated with drinking and driving in Brazil. **Rev Bras Psiquiatr**, v. 34, n. 3, p. 306 – 313, out. 2012.

13. DE BONI, R. et al.Is the Prevalence of Driving After Drinking Higher in Entertainment Areas? **Alcohol and Alcoholism**, v. 48, n. 3, p. 356 – 362, nov. 2012.

14. DOWNES, M.J.et al. Development of a critical appraisal tool to assess the quality of cross-sectional studies (AXIS).**BMJ Open**, v. 6, e011458, 2016.

15. ECKSCHMIDT, F. et al.The effects of alcohol mixed with energy drinks (amed) on traffic behaviors among brazilian college students: a national survey. **Traffic Injury Prevention**, v. 14, n. 7, p. 671 – 679, 2013.

16. ERKE, A.; GOLDENBELD, C.; VAA, T. The effects of drink-driving checkpoints on crashes - A meta-analysis. **Accident Analysis and Prevention**, v. 41, n. 5, p. 914 – 923, 2009.

17. GJERDE, H. et al. A comparison of alcohol and drug use by random motor vehicle drivers in Brazil and Norway. **International Journal of Drug Policy**, v. 25, n. 3, p. 393–400, mai. 2014.
18. HUNTER, J.P. et al. In meta-analyses of proportion studies, funnel plots were found to be an inaccurate method of assessing publication bias. **Journal of Clinical Epidemiology**, v. 67, n. 8, p. 897 – 903, ago. 2014.
19. INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Acidentes de trânsito nas rodovias federais brasileiras: Caracterização, tendências e custos para a sociedade**. Brasília: 2015, 34p.
20. LI, Q. et al. Prevalence of drink driving and speeding in China: a time series analysis from two cities. **Public Health**, 144S, S15-S22, mar. 2017. 10.1016/j.puhe.2016.11.024.
21. MENDONÇA, A. K. R. H. et al. Fatores associados ao consumo alcoólico de risco entre universitários da área da saúde. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 42, n. 1, p. 205 – 213, 2018.
22. MINISTÉRIO DA FAZENDA. SECRETARIA DE PREVIDÊNCIA. **Saúde e segurança: Acidentes de trânsito têm impacto nas contas da Previdência**. Disponível em: <<http://www.previdencia.gov.br/2016/10/saude-e-seguranca-acidentes-de-transito-tem-impacto-nas-contas-da-previdencia/>>. Acesso em 15 set. 2018.
23. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Vigitel Brasil 2016: Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico**. 1. ed. Brasília: Secretaria de Vigilância em Saúde, 2017, 159 p. ISBN 978-85-334-2479-1.
24. MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. **Pesquisa nacional de saúde 2013**. Rio de Janeiro: 2014, ISBN 978-85-240-4334-5

25. MORAES, E.; MOREIRA, M. M.; CAMPOS, G. M. costsofdrinkinganddriving in brazil. **Sleep Med Dis Int J**, v. 1, n. 6, 00026, 2017. 10.15406/smdij.2017.01.00026.
26. MUNHOZ, T. N. et al. Tendências de consumo abusivo de álcool nas capitais brasileiras entre os anos de 2006 a 2013: análise das informações do VIGITEL. **Cad. SaúdePública**, v. 33, n. 7, e00104516, 2017. 10.1590/0102-311X00104516.
27. NUTT, D. J.; KING, L. A.; PHILLIPS, L. D. Drug harms in the UK: a multicriteria decision analysis. **Lancet**, v. 376, p. 1558 – 65, nov. 2010. 10.1016/S0140-6736(10)61462-6.
28. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Beber e dirigir: Manual de segurança de trânsito para profissionais de trânsito e de saúde**. Genebra: Global Road Safety Partnership, 2007, 149 p.
29. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Global status report on road safety 2015**. Genebra: World Health Organization, 2015, 323 p.
30. PECHANSKY, F. et al. Predictors of positive blood alcohol concentration (bac) in a sample of brazilian drivers. **Rev Bras Psiquiatr**, v. 34, p. 277-285, 2012.
31. PELTZER, K.; PENGPID S. Drinking and driving among university students in 22 low, middle income and emerging economy countries. **Iran J Public Health**, v. 44, n. 10, p. 1330-1338, 2015.
32. PETRIDOU, E.; MOUSTAKI, M. Human factors in the causation of road traffic crashes. **EuropeanJournalofEpidemiology**, v. 16, p. 819 – 826, 2000.
33. PINSKY, I.; EL JUNDI, S. A. R. J. O impacto da publicidade de bebidas alcoólicas sobre o consumo entre jovens: revisão da literatura internacional. **RevBrasPsiquiatr**, v. 30, n. 4, p. 362 – 74, 2008.

34. ROLISON, J. J. et al. What are the factors that contribute to road accidents? An assessment of Law enforcement views, ordinary drivers' opinions, and road accident records. **Accident Analysis and Prevention**, v.115, p. 11 – 24, 2018.

35. SALGADO, R. S. et al. O impacto da “Lei Seca” sobre o beber e dirigir em Belo Horizonte/MG. **Ciência&SaúdeColetiva**, v. 17, n. 4, p. 971 – 76, 2012.

36. SANCHEZ, Z. M.; RIBEIRO, K. J.; WAGNER, G. A. Binge drinking associations with patrons risk behaviors and alcohol effects after leaving a nightclub: sex differences in the "balada com ciência" portal survey study in Brazil. **Plos One**, v.10, n. 8, e0133646. ago, 2015. 10.1371/journal.pone.0133646.

37. SANTOS, M. G. R. et al. Gender differences in predrinking behavior among nightclubs' patrons. **Alcohol ClinExp Res**, v. 39, n. 7, p. 1243 – 1252, 2015.

38. SOUSA, T. et al. Challenges associated with drink driving measurement: combining police and self-reported data to estimate an accurate prevalence in Brazil. **Injury Int. J. Care Injured**, 44(S4), p. S11–S16, 2013.

39. SOUTO, C. C. et al. Perfil das vítimas de acidentes de transporte terrestre relacionados ao trabalho em unidades de saúde sentinelas de Pernambuco, 2012 – 2014. **Epidemiol. Serv. Saude**, v. 25, n. 2, p. 351 – 361, abr. 2016. 10.5123/S1679-49742016000200014.

40. STROUP, D. F. et al. Meta-analysis of observational studies in epidemiology: A proposal for reporting. **JAMA**, v. 283, n. 15, p. 2008 – 2012, abr. 2000.

41. SULLIVAN, E. V.; HARRIS, A.; PFEFFERBAUM, A. Alcohol's Effects on Brain and Behavior. **Alcohol Research & Health**, v. 33, n. 1, p. 127 – 143, 2010.

42. ULINSKY, S.L. et al. High-risk behaviors and experiences with traffic law among night drivers in Curitiba, Brazil. **Revista Brasileira de Psiquiatria**, v. 38, n. 2, p. 106 – 112, 2016. 10.1590/1516-4446-2014-1574.

43. WAGNER, G. A.; SANCHEZ, Z. M. Patterns of drinking and driving offenses among nightclub patrons in Brazil. **International Journal of Drug Policy**, v. 43, p. 96 – 103, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.drugpo.2017.02.011>.
44. WIJNEN, W.; STIPDONK, H. Social costs of road crashes: An international analysis. **Accident Analysis & Prevention**, v. 94, p. 97 – 106, set. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2016.05.005>.

Estudo 2: Impacto da “Lei Seca” sobre os óbitos por acidente de trânsito no Brasil - Um “Interrupted time series”

Resumo

Introdução: Entre 2002 a 2015, 540 mil pessoas morreram no Brasil devido aos acidentes de trânsito. Em Junho de 2008, com a promulgação da lei 11.705/2008, conhecida por “Lei Seca” (LS08), dirigir sob a influência de álcool ou de qualquer substância psicoativa passou a ser infração, cuja pena é multa em dinheiro e suspensão do direito de dirigir por 12 meses, e dirigir com concentração alcoólica maior que 6dg/litro de sangue ou sob efeito de qualquer substância psicoativa passou a ser crime, com pena de detenção de 6 meses a 3 anos. Há uma carência de estudos recentes sobre o impacto da LS08 sob a perspectiva de séries temporais. O objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto da LS08 sobre as mortes por AT, no Brasil, entre 2002 a 2015. **Método:** “Interrupted Time Series” sobre o número de óbitos por AT no Brasil, entre 2002 a 2015, com modelos de séries temporais incorporando modelos lineares generalizados, tendência, sazonalidade, autocorrelação, co-intervenções e covariáveis. **Resultados:** De um modo geral, não houve redução significativa dos óbitos por AT no Brasil após a LS08. Houve aumento significativo dos óbitos por AT nos meses de Março e Dezembro e redução significativa dos óbitos nos meses de Fevereiro e Novembro. Houve também aumento significativo das mortes por AT em meses com maior número de sábados e domingos e, adicionalmente, observou-se redução significativa dos óbitos por AT após a promulgação de Lei 12760 de 2012 (LS12). **Conclusão:** As alterações nas regras de trânsito realizadas pela LS12 parecem ter sido mais eficazes na redução dos óbitos por AT do que as mudanças realizadas pela LS08. O efeito sazonal identificado é importante para o direcionamento das campanhas de prevenção dos AT e promoção do trânsito seguro.

Palavras-Chave: “Interrupted time series”, Séries temporais, Modelos lineares generalizados, Saúde pública, Acidentes de trânsito, Beber e dirigir

1. Introdução

No mundo, 50 milhões de pessoas sofrem alguma lesão e 1,2 milhão morrem, anualmente, devido aos AT (OMS, 2015). Os AT consomem entre 1,1% a 2,9% do PIB nos países pobres, e entre 0,5% a 6,0% do PIB nos países mais ricos (WIJNEN e STIPDONK, 2016).

Até 2020, os AT poderão se tornar a terceira causa de anos de vida perdidos e vividos com deficiência física, atrás apenas das doenças cardíacas isquêmicas e das depressões (MURRAY e LOPEZ, 1997).

Os AT são fortemente associados ao ato de dirigir sob efeito de álcool, no entanto, apenas 34 países possuem leis voltadas ao combate da alcoolemia no trânsito (OMS, 2015).

No Brasil, há um esforço intersetorial na elaboração e implementações de estratégias voltadas ao trânsito seguro. Uma destas ações é a lei 11.705 de 19 de Junho de 2008, conhecida por “Lei Seca” (LS08) (BRASIL, 2008). Com a LS08, dirigir sob a influência de álcool ou de qualquer substância psicoativa passou a ser infração, cuja pena é multa e suspensão do direito de dirigir por 12 meses, e dirigir com concentração alcoólica maior que 6dg/litro de sangue ou sob o uso de substância psicoativa passou a ser crime com pena de detenção de 6 meses a 3 anos.

Além da LS08, outras modificações ocorreram na legislação que trata da embriaguez ao volante, tais como a Lei 11.275 de 2006 (BRASIL, 2006), que alterou a tipificação da infração de embriaguez ao volante, eliminando a concentração alcoólica mínima de 6dg/litro de sangue que era presente no artigo 165, e a Lei 12.760 de 2012 (BRASIL, 2012), conhecida por Nova Lei Seca (LS12). A LS12 promoveu alteração no artigo 165, elevando o valor da multa (10x) (que antes era fixada em 5x desde 1997) e dobrou o valor da multa no caso de reincidência da conduta tipificadora da infração de embriaguez.

Entre 2002 a 2015, 542 mil pessoas morreram vítimas dos acidentes de trânsito (AT), no Brasil, e há uma carência de estudos recentes sobre o impacto da LS08 utilizando modelos de séries temporais. O objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto da LS08 sobre as mortes por AT, no Brasil, entre 2002 a 2015.

2. Método

Delineamento: Trata-se de um delineamento “interrupted time series” sobre os óbitos por AT no Brasil entre 2002 a 2015. Foram incluídos 168 meses, sendo 78 meses antes da LS08 (Janeiro/2002 a Junho/2008) e 90 meses após a LS08 (Julho/2008 a Dezembro/2015). **Desfecho:** O desfecho analisado foi o número mensal de óbitos por AT, que compreendeu todas as mortes por acidentes de transporte terrestre, classificadas entre as categorias V01 a V89, da décima versão da Classificação Internacional de Doenças. **Intervenção:** A LS08 entrou em vigor no Brasil em 20 de Junho de 2008. De acordo com a LS08, dirigir sob a influência de álcool ou de qualquer outra substância psicoativa que determine dependência passou a ser punido com suspensão do direito de dirigir por 12 meses (além de multa e medidas administrativas já existentes antes da LS08). **Obtenção dos dados:** Os óbitos mensais por AT no Brasil foram obtidos do Sistema de Informação de Mortalidade (SIM-DATASUS). A projeção anual da população foi obtida do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A frota nacional mensal de veículos foi obtida do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN). O consumo mensal de combustíveis (álcool hidratado, gasolina C e óleo diesel), o produto interno bruto (PIB) mensal, o total mensal de pessoas contratadas sob regime da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) e o coeficiente anual de desigualdade de renda de Gini foram obtidos do Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada (IPEA). Os dados da malha rodoviária pavimentada brasileira foram obtidos dos relatórios anuais da pesquisa de rodovias, elaborados pela Confederação Nacional do Transporte (CNT). **Modelo estatístico:** O impacto da LS08 foi estimado usando modelo de séries temporais para contagens, com extensão MLG (LIBOSCHIK et al., 2015). O modelo usado tem a forma geral:

$$g(\lambda_t) = \beta_0 + \sum_{k=1}^p \beta_k \tilde{g}(Y_{t-k}) + \sum_{l=1}^q \alpha_l g(\lambda_{t-l}) + \boldsymbol{\eta}^T \mathbf{X}_t ,$$

sendo λ_t a média do processo no mês $t=1, \dots, 168$, β_0 um intercepto, β_k o efeito de valores de óbitos por AT passados k meses em relação ao momento t , α_l o efeito da média do processo passados l meses em relação ao momento t , $\boldsymbol{\eta}$ um vetor de parâmetros que representa o efeito, no mês t , dos regressores do modelo, contidos na matriz $\mathbf{X}$. **Regressores do modelo:** Os regressores utilizados foram: 1) Tendência temporal, representada por uma função B-Spline, 2) Sazonalidade,

representada por 11 variáveis politômicas, sendo uma variável para cada mês de Fevereiro a Dezembro, assumindo valor -1 para Janeiro (mês de referência), valor 1 para um dado mês entre Fevereiro a Dezembro e valor 0 caso contrário, 3) Número de sábados e domingos por mês, 4) Uma variável binária para a lei 11.275/2006 (LS06), que entrou em vigor em 08.02.2006, assumindo valor 1 para os meses à partir de Março/2006 5) Uma variável binária para a lei 12.760/2012 (LS12), que entrou em vigor em 21.12.2012, assumindo valor 1 à partir de Janeiro/2013, 6) Uma variável binária para o decreto 5.055/2004 (BRASIL, 2004), que instituiu o Serviço Médico de Urgência e Emergência (SAMU04), que entrou em vigor em 28.04.2004, assumindo valor 1 à partir de Maio/2014 7) Uma variável binária para a Portaria 1.010/2012 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2012), que redefine as diretrizes para a implantação do SAMU (SAMU12) e que entrou em vigor em 21.05.2012, assumindo valor 1 à partir de Junho/2012, 8) Tamanho da população (em milhões de habitantes), 9) Frota nacional de veículos automotores (em milhões de veículos). No ano de 2002, o DENATRAN disponibilizou apenas a frota do mês de Dezembro. A frota para os meses de Janeiro a Novembro de 2002 foi estimada com base no aumento médio mensal de 0,23 milhões de veículos, obtida por meio de uma regressão linear com os dados de Janeiro de 2003 a Dezembro de 2006, 10) Proporção do trecho rodoviário federal avaliado como deficiente, ruim ou péssima em pavimentação (em %), 11) Produto Interno Bruto (PIB) (em bilhões de R\$), 12) Número de admissões de empregados no regime da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) (em mil pessoas), 13) Índice de Gini e 14) Consumo total de combustíveis do tipo álcool hidratado, gasolina tipo C e óleo diesel (média diária em mil barris). **Análise:** Primeiramente, sob um modelo máximo com todos os regressores, as distribuições Binomial Negativa (BN) e Poisson foram comparadas com base no critério de informação de Akaike (AIC) e com base na normalidade dos resíduos por Shapiro-Wilk. Escolhida a distribuição BN, foi conduzida uma seleção Backward manual com base em AIC e na normalidade dos resíduos, excluindo um regressor por vez até a obtenção de um modelo parcimonioso contendo somente os regressores significativos. Por fim, as ordens de dependência temporal foram determinadas com base no AIC e na normalidade dos resíduos de Pearson. A adequação do modelo final foi checada com as funções de autocorrelação e autocorrelação parcial dos resíduos, com gráficos de dispersão, com histograma dos resíduos de Pearson e com o histograma dos resíduos PIT. Associações foram

consideradas estatisticamente significantes com base na interpretação dos intervalos a 95% de confiança. Análises foram feitas com as packages MASS, splines e tscount do software R versão 4.3.2.

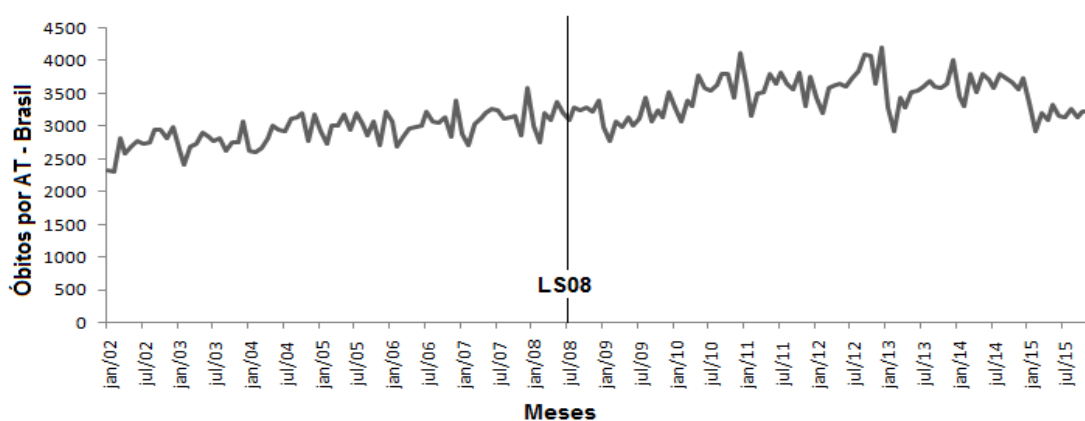
3 Resultados

Entre 2001 a 2015, ocorreram 542.241 óbitos por AT no Brasil (3.228 mortes por mês). Após a LS08, a população brasileira aumentou 14 milhões de habitantes em comparação com a fase pré LS08, a frota nacional aumentou 31 milhões de veículos, o consumo de combustível aumentou em 18 milhões de barris, os trechos ruins e péssimos das rodovias pavimentadas diminuíram em 12%, o PIB mensal aumentou em 210 milhões de reais, o número mensal de pessoas contratadas por CLT aumentou 580 mil, o coeficiente de Gini caiu 6 pontos e o número de óbitos por mês aumentou em 534 pessoas (Tabela 1).

Tabela 1 – Média $\pm$ desvio-padrão dos regressores pré e pós LS08

Regressores	Geral (n=168)	Pré LS08 (n=78)	Pós LS08 (n=90)
Número de sábados e domingos	8,7 $\pm$ 0,8	8,7 $\pm$ 0,8	8,7 $\pm$ 0,8
População (em milhões de pessoas)	192,2 $\pm$ 8,1	184,5 $\pm$ 4,2	198,6 $\pm$ 4,0
Frota nacional (em milhões de veículos)	57,4 $\pm$ 18,2	40,6 $\pm$ 5,7	71,9 $\pm$ 11,7
Consumo de combustível (milhões de barris)	45,6 $\pm$ 10,6	35,9 $\pm$ 3,6	54,0 $\pm$ 6,8
% trecho péssimo/ruim	31,8 $\pm$ 6,9	38,4 $\pm$ 4,0	26,3 $\pm$ 2,8
PIB mensal (em milhões de R\$)	291,1 $\pm$ 123,3	178,8 $\pm$ 40,2	388,5 $\pm$ 80,7
Pessoas contratadas pela CLT	1320 $\pm$ 363,6	1009,9 $\pm$ 197	1589,0 $\pm$ 238
Coeficiente de GINI	54,6 $\pm$ 2,3	56,8 $\pm$ 1,3	52,8 $\pm$ 1,0
Número mensal de óbitos por AT	3227,6 $\pm$ 381,8	2941,9 $\pm$ 240	3475,3 $\pm$ 300

Figura 1 – Número de óbitos por AT. Brasil, 2002 - 2015



Fonte: Material elaborado pelo autor

A Tabela 2 mostra o caminho percorrido pelo processo de seleção Backward manual até a escolha do modelo BN(1,3)-GLM, com AIC = 2040 e resíduos estatisticamente normais pelo teste de Shapiro Wilk ($p = 0,536$). Observa-se aumento do AIC à medida que a ordem k em β_{t-k} aumenta e observa-se AIC intermediário para a ordem $l=3$ em α_{t-l} . Por esta razão, optou-se pelo modelo BN(1,3) sem os regressores eliminados pela seleção Backward, apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Processo de seleção do modelo

Modelo	AIC	p -SW
Poisson iid – especificação máxima	2256	0,839
BN iid – especificação máxima	2083	0,850
Seleção backward por AIC		
Sem Junho ($p = 0,569$)	2081	0,862
Sem LS06 ($p = 0,677$)	2079	0,920
Sem SAMU12 ($p = 0,410$)	2078	0,888
Sem PIB ($p = 0,338$)	2077	0,808
Sem Qualidade da rodovia ($p = 0,406$)	2075	0,675
Sem GINI ($p = 0,505$)	2074	0,811
Sem Maio ($p = 0,146$)	2074	0,821
Identificação das ordens k e l em $(\beta_{t-k}, \alpha_{t-l})$		
BN (1,1)	2072	0,703
BN (1,2)	2041	0,289
BN (1,3)	2040	0,536
BN (2,1)	2098	0,056
BN (2,2)	2050	0,126
BN (2,3)	2048	0,404
BN (3,1)	2105	0,817
BN (3,2)	2063	0,309
BN (3,3)	2133	0,012

AIC = Critério de Informação de Akaike; p -SW= p -valor do teste de Shapiro-Wilk

BN = Binomial Negativa

A Tabela 3 mostra o modelo de série temporal incorporando BN(1,3)-GLM para o número mensal de mortes por acidentes de trânsito ocorridos no Brasil. Observa-se ausência de impacto significativo da LS08. Em comparação a Janeiro, os óbitos por AT aumentaram significativamente em Março e Dezembro. Os óbitos por AT aumentam também nos meses com mais sábados e domingos. Já em comparação a Janeiro, os óbitos por AT são significativamente menores em

Fevereiro e Novembro. Observou-se também redução dos óbitos por AT após a co-intervenção LS12. As demais associações estatisticamente significativas parecem não ter magnitude relevante.

Tabela 3 – Modelo ajustado para as mortes por acidentes de trânsito

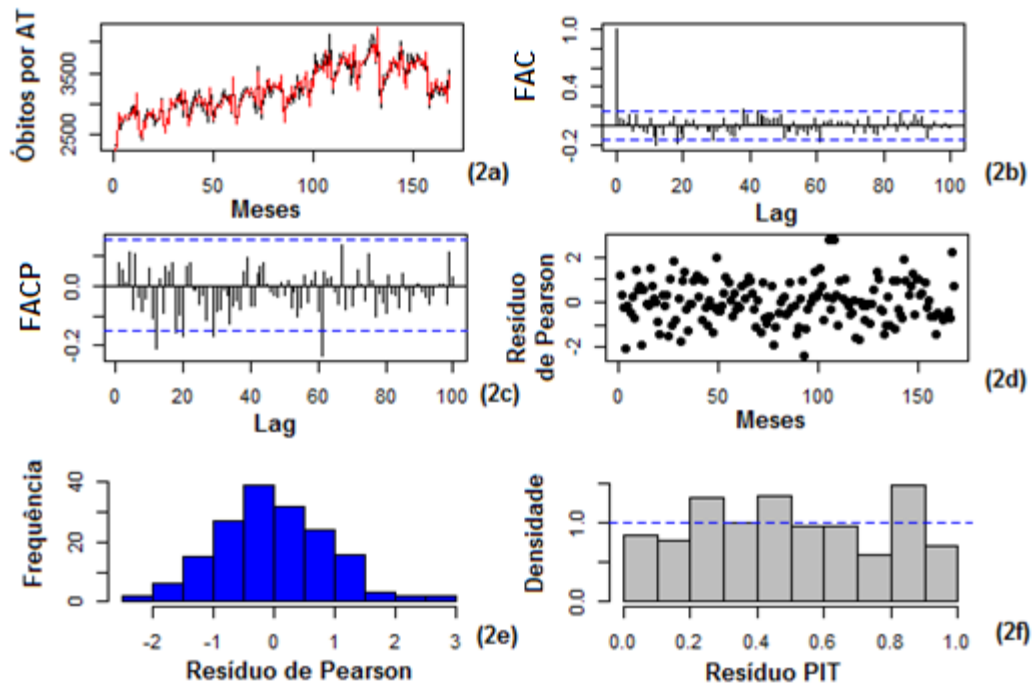
Componentes	Estimativa (IC95%)
Intercepto	4,65 (3,23 a 6,06)
Ordens	
β_{t-1}	0,42 (0,26 a 0,59)
α_{t-1}	0,07 (-0,16 a 0,30)
α_{t-2}	0,05 (-0,12 a 0,21)
α_{t-3}	-0,14 (-0,25 a -0,04)
Splines	
b-spline 1	-0,06 (-0,18 a 0,05)
b-spline 2	-0,41 (-0,88 a 0,06)
b-spline 3	-0,77 (-1,63 a 0,09)
Intervenção	
LS08	-0,02 (-0,05 a 0,003)
Regressores	
Fevereiro	-0,07 (-0,11 a -0,04)
Março	0,04 (0,01 a 0,07)
Abril	-0,01 (-0,04 a 0,01)
Julho	0,001 (-0,02 a 0,02)
Agosto	-0,001 (-0,02 a 0,02)
Setembro	-0,002 (-0,02 a 0,01)
Outubro	0,01 (-0,01 a 0,03)
Novembro	-0,04 (-0,06 a -0,02)
Dezembro	0,13 (0,10 a 0,16)
Número de sábados e domingos	0,036 (0,027 a 0,044)
LS12	-0,05 (-0,08 a -0,02)
SAMU 04	0,03 (-0,004 a 0,06)
Tamanho da população (por 1 milhão de pessoas)	-0,005 (-0,008 a -0,001)
Frota nacional (por 1 milhão de veículos)	0,01 (-0,002 a 0,03)
Consumo de combustíveis (por 1 milhão de barris)	0,004 (0,0003 a 0,01)
Pessoas contatadas pelo regime CLT	0,0001 (0,00002 a 0,002)

α, β = ordens autoregressivas do modelo;

LS08 = Lei Seca de 2008

LS12 = Lei Seca de 2012

Figura 2 – Valores observados (preto) e preditos pelo modelo BN(1,3)-GLM (vermelho) dos óbitos por acidentes de trânsito no Brasil (2a), autocorrelação (2b), autocorrelação parcial (2c), resíduos no tempo (2d), histograma dos resíduos (2e) e histograma dos resíduos PIT (2f) gerados à partir do ajuste do modelo BN(1,2)-GLM



FACP = Função de autocorrelação parcial; Função de autocorrelação; PIT = Probability integral transform

Fonte: Material elaborado pelo autor.

4. Discussão

O presente estudo avalia o impacto da LS08 sobre as mortes por AT, no Brasil, entre 2002 a 2015, por meio de um “Interrupted Time Series” entre 2002 a 2015, com ajuste de modelo de séries temporais incorporando a teoria de modelos lineares generalizados e demais elementos inerentes a séries temporais, tais como a tendência, sazonalidade, autocorrelação, co-intervenções e covariáveis.

Este é o primeiro estudo que avalia o impacto da LS08 no Brasil com uma série temporal extensa e incorporando potenciais confundidores. Os resultados deste estudo mostram que, sob a abrangência temporal utilizada (2002 a 2015), a LS08 não foi eficaz na redução dos óbitos por AT no Brasil.

Este resultado corrobora e também contradiz os resultados obtidos por outros estudos que avaliaram o impacto da LS08.

Jorge e Koizumi (2009) compararam as internações hospitalares no SUS em todo o Brasil entre o semestre anterior e semestre posterior a LS08 e encontraram uma redução de 28,3% nas internações em geral, queda de 13,6% no coeficiente de mortalidade hospitalar e queda de 35,5% nos gastos SUS devido aos AT.

Malta et al. (2010) compararam a mortalidade por AT antes a LS08 (Julho de 2007 a Junho de 2008) e após a LS08 (Julho de 2008 a Junho de 2009) nos 27 estados e capitais por meio de comparação da sobreposição dos intervalos de confiança a 95%, assumindo independência entre as observações. Os autores encontraram queda significativa da mortalidade em 30% dos estados, sendo a maioria dos estados das regiões Sul e Sudeste, queda significativa da mortalidade em homens em 33% dos estados, sendo a maioria dos estados do sul e sudeste. Encontraram também queda significativa da mortalidade em 19% das capitais, sendo a maioria das capitais do sudeste e nordeste e queda significativa da mortalidade entre homens em 19% das capitais, sendo a maioria das capitais nas regiões sudeste e nordeste.

Malta et al (2010 b) avaliaram o impacto da LS08 comparando antes da LS08 (Segundo semestre de 2007) e após a LS08 (Segundo semestre de 2008) entre capitais em relação as internações e óbitos por AT e observaram redução de 23,2% nas internações por AT com diferença na evolução entre macrorregiões sendo observada a maior redução no Norte (28%) e a menor redução no Sul (17%) e redução de 22,6% nos óbitos por AT, sendo as maiores reduções observadas nas capitais do Sudeste (42,4%) e as menores reduções nas capitais do Norte (8,7%). Os autores concluíram que a LS08 foi uma medida salutar para o problema da morbimortalidade causada pelos AT. Salientam a manutenção e ampliação da fiscalização e da educação de forma sistemática e articulada entre os setores governamentais e setores da sociedade civil. Reforçam também, a importância de políticas públicas promotoras de saúde e paz no trânsito, associadas à promoção de ambientes seguros e saudáveis dentro da perspectiva da mobilidade humana e da qualidade de vida.

Abreu et al. (2012) avaliaram o impacto da LS08 comparando o período pré LS08 (mês de Julho de 2007) com o período pós LS08 (mês de Julho de 2008) no município do Rio de Janeiro em relação ao número de vítimas fatais e ao coeficiente de mortalidade por causas externas. Observaram diminuição do número de vítimas

fatais em 12,9% e queda do coeficiente de mortalidade por causas externas em 10,8%.

Salgado et al (2012) avaliaram o impacto da LS08 à partir de uma série de cortes transversais em Belo Horizonte entre 2005 a 2009 com dados coletados em de postos de checagem de fiscalização. Os autores identificaram diferença significativa nas proporções de condutores com algum nível de álcool no sangue de 2007 para 2008, concluindo que a redução é significativa justamente após a mudança na legislação.

Nunes e Nascimento (2012) avaliaram o impacto da LS08 por meio de um estudo ecológico e uma análise espacial dos óbitos por AT em microrregiões do estado de São Paulo comparando os períodos pré LS08 (ano de 2007) com o período pós LS08 (ano de 2009) em relação a mortalidade por AT. Obtiveram redução máxima de 29% em Bragança Paulista e aumento máximo de 41,4% em Presidente Prudente, observando também um aumento dos óbitos em 27 microrregiões dentre um total de 63 microrregiões. Os resultados deste estudo mostram uma piora em muitas microrregiões que pode ter sido causada pela falta de fiscalizações preventivas frequentes.

Oliveira et al (2013) compararam o período pré LS08 (meses de janeiro, fevereiro e dezembro de 2007) com o período pós LS08 (meses de janeiro, fevereiro e dezembro de 2008) em um setor de emergência em um hospital do Rio de Janeiro e observaram que, de um total de 5.327 atendimentos realizados, 44,7% ocorreram pré Lei Seca e 55,2% ocorreram pós Lei Seca, não tendo sido observada redução no número de óbitos por AT.

Martins et al. (2013), em estudo conduzido no Brasil, mostraram ausência de redução significativa dos traumatismos craniofaciais causados por AT, de abuso de álcool no momento do acidente. Embora este estudo seja regional, ele corrobora com nossa opinião de que o impacto da LS08 pode ter sido temporário e ter se dissipado com o tempo.

No Brasil, a embriaguez ao volante é tratada nos artigos 165, 276, 277 e 306 do Código de Trânsito Brasileiro, que foi instituído em 23 de Setembro de 1997 (CTB-97). O artigo 165 trata da infração de embriaguez ao volante, definindo a conduta que tipifica a infração e a penalidade para tal conduta. O artigo 306 trata do crime de embriaguez ao volante, definindo a conduta que tipifica o crime e a penalidade para tal conduta. Já os artigos 276 e 277 tratam das medidas

administrativas, ou seja, tratam da definição dos meios de comprovação da embriaguez, das medidas que os agentes de trânsito devem tomar durante e após a fiscalização da embriaguez e tratam também das medidas e documentos de suporte (tais como resoluções e portarias) que os órgãos executivos de trânsito e o Conselho Nacional de Trânsito devem tomar e providenciar.

Desde 1997, a legislação sobre a embriaguez ao volante foi modificada em cinco ocasiões. Em cada uma delas, um ou mais dentre os artigos 165, 276, 277 e 306 foram alterados, visando o aprimoramento do tratamento jurídico da embriaguez ao volante.

A primeira modificação da legislação sobre a embriaguez ao volante ocorreu com a Lei 11275 de 2006, que alterou a tipificação da infração de embriaguez ao volante, eliminando a concentração alcoólica mínima de 6dg/litro de sangue que era presente no artigo 165. Entretanto, a Lei 11275 de 2006 não surtiu efeito jurídico, visto que o artigo 276 permaneceu inalterado, ou seja, continuava determinando que o impedimento de dirigir ocorria somente se a concentração alcoólica do condutor submetido ao teste de alcoolemia fosse igual ou superior a 6dg/litro de sangue (ou 0,3mg/litro de ar expelido pelos pulmões). No artigo 277, foi inserida a possibilidade do motorista se recusar a se submeter aos testes de comprovação da embriaguez. Na possibilidade de recusa do motorista, o agente de trânsito então passou a utilizar de provas alternativas que comprovem a embriaguez do motorista, permitindo assim o enquadramento do ato em infração conforme o artigo 165 ou em crime conforme o artigo 306.

A segunda modificação da legislação sobre a embriaguez ao volante ocorreu com a Lei 11705 de 2008 (LS08) (conhecida por Lei Seca). Com a LS08, ampliou-se o número de substâncias de uso proibido ao dirigir, pois o termo “substância entorpecente” do artigo 165 foi substituído pelo termo “substância psicoativa”. Outra alteração promovida pela LS08 foi o estabelecimento do tempo de suspensão do direito de dirigir, que passou a ser de 12 meses. A alteração mais relevante promovida pela Lei Seca ocorreu no artigo 276, eliminando a concentração mínima de 6dg/litro de sangue que definia que o condutor encontrava-se impedido de dirigir. Assim, o artigo 276 finalmente alinhou-se ao texto do artigo 165 em termos da concentração alcoólica. No artigo 277, o agente de trânsito foi oficialmente autorizado a utilizar provas alternativas diante da recusa de um motorista a se submeter aos testes de comprovação de embriaguez. Outra alteração relevante

promovida pela LS08 ocorreu no artigo 306, passando a ser crime o ato de dirigir sob concentração alcoólica maior que 6dg/litro de sangue ou sob efeito de substância psicoativa que determine dependência.

A terceira modificação da legislação sobre embriaguez foi promovida pela Lei 12760 de 2012, conhecida por Nova Lei Seca (LS12). A LS12 promoveu alteração no artigo 165, elevando o valor da multa (10x) (que antes era fixada em 5x desde 1997) e dobrou o valor da multa no caso de reincidência da conduta tipificadora da infração de embriaguez. A LS12 também alterou o artigo 277, acrescentando imagens, vídeos e sinais como provas alternativas que comprova a embriaguez ao volante. Outra alteração com a LS12 ocorreu com o artigo 306, eliminando a concentração mínima de 6dg/litro de sangue e inserindo o conceito de “capacidade psicomotora alterada”. Assim, o crime de embriaguez passou a ser definido como a conduta de dirigir com a capacidade psicomotora alterada em razão do uso de álcool ou de outra qualquer substância psicoativa. Foram também estabelecidos os critérios para a definição da alteração da capacidade psicomotora.

A quarta modificação da legislação sobre a embriaguez foi promovida pela lei 12971 de 2014. Esta quarta modificação alterou apenas as medidas administrativas associadas ao artigo 306.

Por fim, a quinta modificação da legislação sobre a embriaguez foi promovida pela Lei 13281 de 2016, que inseriu um novo artigo: o artigo 165-A, que define a infração de recusa aos testes que comprovam a embriaguez ao volante, estabelecendo pena de 10x e suspensão do direito de dirigir por 12 meses e definindo as medidas administrativas pertinentes a serem tomadas pelos órgãos e agentes de trânsito.

Diferentemente do Brasil, intervenções no uso de álcool por condutores de veículos mostraram-se eficazes em outros países. Zhao et al. (2016) observaram que a alteração na legislação sobre beber e dirigir na cidade chinesa de Guangzhou/China produziu uma queda de 9,6% nas lesões por AT. Em Ontário/Canadá, Byrne et al. (2016) observaram uma diminuição de 17% no número de pessoas lesionadas ou mortas em colisões envolvendo pessoas que dirigiram após ingerir bebida alcoólica após a implementação de três intervenções para dissuadir motoristas a pararem de beber e dirigir.

Uma das possíveis explicações para a ausência de impacto da LS08 a longo prazo é a complexidade no funcionamento do Sistema Nacional de Trânsito (SNT), o

que dificulta a manutenção da qualidade das ações de fiscalização e educação no trânsito por seus órgãos e entidades. Outra possível explicação para a ineficácia da LS08 está no fato de que ela alterou, na prática, apenas o tempo de suspensão do direito de dirigir (passou para 12 meses). Multas e medidas administrativas já existiam antes da LS08.

Nosso estudo possui algumas limitações. 1) Co-intervenções: Entre as fases pré e pós LS08 existem, possivelmente, outras co-intervenções relevantes além das quatro co-intervenções ajustadas no modelo de análise. Além disso, as co-intervenções inseridas foram representadas por variáveis binárias, que caracterizam impacto do tipo imediato no formado degrau. Entretanto, a dinâmica real destas co-intervenções é mais complexa, levando a crer que a adoção de funções de transferência que simulem outros tipos de impacto podem fornecer estimativas mais reais. 2) Séries longas, com muitos pontos pré e pós intervenção podem fornecer alto poder de teste, contudo, são mais vulneráveis aos efeitos de instrumentação (mudança nas regras de medição e classificação durante o período estudado) e a alteração na magnitude dos erros de medida. O percentual de trechos em estado ruim/péssimo das rodovias pavimentadas é um de nossas covariáveis que passou por alterações que podem ser observadas nos relatórios das pesquisas de qualidade das rodovias elaborados pelo CNT. Contudo, é difícil saber se esta limitação nos distanciou ou nos aproximou da hipótese nula. 3) A série temporal da população deste estudo é a série da projeção anual da população do Brasil, elaborada à partir dos coeficientes de mortalidade, fecundidade e migração, calculados com dados obtidos nos censos demográficos a cada 10 anos e com base em pesquisas domiciliares por amostra realizadas anualmente.

5. Conclusões

Os resultados sugerem ausência de impacto significativo da LS08, efeito sazonal, efeito do número de sábados e domingos e efeito da LS12, levando-nos a crer que as alterações nas regras de trânsito realizadas na LS12 foram mais eficazes para a redução dos óbitos por AT do que as mudanças realizadas pela LS08. A identificação do efeito sazonal é importante para a intensificação das ações campanhas de prevenção dos AT nos meses de elevação das mortes e o efeito dos sábados e domingos dá subsídios para a intensificação das ações aos fins de semana.

6 Referências

1. ABREU, A. M. M. et al. Impacto da lei seca na mortalidade por acidentes de trânsito. **Rev. enferm. UERJ**, v. 20, n. 1, p. 21 – 6, jan. 2012.
2. BRASIL. Decreto nº 5.055 de 27 de abril de 2004. Institui o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência – SAMU, em Municípios e regiões do território nacional, e dá outras providências.
3. BRASIL. Lei nº 11.275 de 7 de fevereiro de 2006. Altera a redação dos arts. 165, 277 e 302 da Lei no 9.503, de 23 de setembro de 1997, que institui o Código de Trânsito Brasileiro.
4. BRASIL. LEI nº 11.705 de 19 de junho de 2008. Altera a Lei no 9.503, de 23 de setembro de 1997, que ‘institui o Código de Trânsito Brasileiro’, e a Lei no 9.294, de 15 de julho de 1996, que dispõe sobre as restrições ao uso e à propaganda de produtos fumíferos, bebidas alcoólicas, medicamentos, terapias e defensivos agrícolas.
5. BRASIL. Lei nº 12.760 de 20 de dezembro de 2012. Altera a Lei no 9.503, de 23 de setembro de 1997, que institui o Código de Trânsito Brasileiro.
6. BYRNE PA. et al. Evaluation of the general deterrence capacity of recently implemented (2009-2010) low and Zero BAC requirements for drivers in Ontario. **Accid Anal Prev**, v. 88, p. 56 – 67, mar. 2016. 10.1016/j.aap.2015.12.002.
7. JORGE, M. H. P. M.; KOIZUMI, M. S. Acidentes de trânsito causando vítimas: possível reflexo da lei seca nas internações hospitalares. **Associação Brasileira de Medicina de Tráfego**, v. 27, n. 2, p. 16 – 25, 2009.
8. LIBOSCHIK, T.; FOKIANOS, K.; FRIED, R. Tscount: An R package for analysis of count time series following generalized linear models. **Journal of Statistical Software**, v. 85, n. 5, 2017. 10.18637/jss.v082.i05.

9. MALTA, D. C. et al. Impacto da Legislação Restritiva do Álcool na Morbimortalidade por Acidentes de Transporte Terrestre – Brasil, 2008. *Epidemiol. Serv. Saúde*, v. 19, n. 1, p. 77 – 78, jan. 2010.
10. MALTA, D. C. et al. Análise da mortalidade por acidentes de transporte terrestre antes e após a Lei Seca – Brasil, 2007-2009. ***Epidemiol. Serv. Saúde***, v. 19,n. 4, p. 317 – 328, out. 2010.
11. MARTINS, R. H. G. et al. A lei seca cumpriu sua meta em reduzir acidentes relacionados à ingestão excessiva de álcool? ***Rev. Col. Bras. Cir.***, v. 40, n. 6, p. 438 – 442, 2013.
12. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 1.010 de 21 de maio de 2012. Redefine as diretrizes para a implantação do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU 192) e sua Central de Regulação das Urgências, componente da Rede de Atenção às Urgências.
13. MURRAY, C. J. L.; LOPEZ, A. D. Alternative projections of mortality and disability by cause 1990–2020: Global Burden of Disease Study. ***Lancet***, 1997; v. 349, p. 1498–1504, 1997.
14. NUNES, M. N.; NASCIMENTO, L. F. C. Análise espacial de óbitos por acidentes de trânsito, antes e após a Lei Seca, nas microrregiões do estado de São Paulo. *RevAssocMedBras*, v. 58, n. 6, p. 685-690, 2012.
15. OLIVEIRA, A. P. P. et al. Possível impacto da “lei seca” nos atendimentos a vítimas de acidentes de trânsito em uma unidade de emergência. ***Esc Anna Nery***, v. 17, n. 1, p. 54 – 59, jan. 2013.
16. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Global status report on road safety 2015**. Genebra: World Health Organization, 2015, 323 p.

17. SALGADO, R. S. et al. O impacto da “Lei Seca” sobre o beber e dirigir em Belo Horizonte/MG. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, n. 4, p. 971 – 976, 2012.
18. WIJNEN, W.; STIPDONK, H. Social costs of road crashes: An international analysis. **Accident Analysis and Prevention**, v.94,p.97–106,2016.
19. ZHAO, A. et al. Evaluating the impact of criminalizing drunk driving on road-traffic injuries in Guangzhou, China: a time-series study. **J Epidemiol**, v. 26, n. 8, p. 433 – 439, 2016.

Estudo 3: Impacto da Lei Seca sobre a mortalidade no trânsito entre os estados brasileiros – Um “Interrupted Time Series”

Resumo

Introdução: As mortes e lesões por acidentes de trânsito (AT) constituem-se num problema de saúde pública mundial. No Brasil, a lei 11.705/2008, conhecida por “Lei Seca” (LS08), foi uma das ações realizadas pelo governo federal na tentativa de reduzir as mortes por AT no Brasil. Com a promulgação da LS08, dirigir sob a influência de álcool ou de qualquer substância psicoativa passou a ser infração, cuja pena é multa em dinheiro e suspensão do direito de dirigir por 12 meses, e dirigir com concentração alcoólica maior que 6dg/litro de sangue ou sob efeito de qualquer substância psicoativa passou a ser crime, com pena de detenção de 6 meses a 3 anos. O objetivo deste estudo foi avaliar o impacto da LS08 entre os 27 estados brasileiros. **Método:** “Interrupted Time Series” sobre a mortalidade por AT em cada um dos 27 estados brasileiros, à partir de dados obtidos no Sistema de Informação de Mortalidade (SIM-DATASUS), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN). Modelos de séries temporais ARIMA com componente de impacto da LS08 foram ajustados para cada um dos 27 estados. **Resultados:** Após a LS08, a mortalidade por AT diminuiu significativamente em apenas dois estados, diminuiu não significativamente em cinco estados, aumentou não significativamente em oito estados e aumentou significativamente em doze estados. **Conclusão:** Esperava-se que a mortalidade por AT tivesse um comportamento de queda após a LS08 em um número maior de estados. Acreditamos que a causa deste comportamento seja multifatorial, envolvendo o comportamento do condutor, o funcionamento do sistema nacional de trânsito, aspectos de infra-estrutura e a adesão dos gestores municipais quanto à municipalização do trânsito.

Palavras-Chave: Acidentes de trânsito, Lei Seca, Interrupted Time Series, Modelos ARIMA

1. Introdução

Os acidentes de trânsito (AT) tornaram-se um problema de saúde pública mundial. Caso a tendência de aumento da morbimortalidade por AT não seja revertida, os AT poderão se tornar, até 2020, a terceira maior causa de anos de vida perdidos e vividos com deficiência física no mundo (MURRAY E LOPEZ, 1997).

Segundo Silva Jr e Malta (2013), os AT são considerados prioridade para o Ministério da Saúde do Brasil. Há inúmeras políticas e ações estruturadas pelo Ministério da saúde voltadas à redução da morbimortalidade por AT. São tentativas de reduzir o impacto social e econômico causado pelas mortes no trânsito. De acordo com Wijnen e Stipdonk (2016), os AT custam cerca de 1,1% a 2,9% do PIB nos países pobres, e 0,5% a 6,0% do PIB nos países mais ricos.

No Brasil, a lei 11.705/2008, conhecida por “Lei Seca” (LS08) (BRASIL, 2008) representa uma das inúmeras ações promovidas pelo governo brasileiro visando a redução da morbimortalidade associada aos AT. Em vigor desde 20 de Junho de 2008, a LS08 penaliza o condutor flagrado dirigindo sob a influência de álcool ou de qualquer substância psicoativa com a cassação do direito de dirigir por 12 meses em todo o território brasileiro.

Poucos são os estudos sobre o impacto da LS08 na redução da mortalidade por AT, e quanto a dados sobre o impacto da LS08 entre os estados brasileiros, a carência de estudos é ainda maior. O objetivo deste estudo é avaliar o impacto da LS08 sobre a mortalidade por acidentes de trânsito entre os vinte e sete estados brasileiros.

2. Método

Delineamento: Trata-se de um “interrupted time series” sobre os óbitos por AT, ocorridos em cada um dos 27 estados brasileiros, entre 2002 a 2015. Foram incluídos 168 meses, sendo 78 meses antes da LS08 (Janeiro/2002 a Junho/2008) e 90 meses após a LS08 (Julho/2008 a Dezembro/2015). **Desfecho:** O desfecho adotado foi o coeficiente de mortalidade por AT, observado mensalmente, em cada um dos 27 estados brasileiros. O coeficiente de mortalidade por AT foi calculado incluindo todos os óbitos das categorias V01 a V89 da Classificação Internacional de Doenças (CID-10). **Intervenção:** A LS08 entrou em vigor no Brasil em 20 de Junho

de 2008. Com a LS08, dirigir sob a influência de álcool ou de qualquer outra substância psicoativa que determine dependência passou a ser punido com suspensão do direito de dirigir por 12 meses, além de multa e medidas administrativas. **Obtenção dos dados:** Os óbitos mensais por AT foram obtidos no site do Sistema de Informação de Mortalidade (SIM), gerenciado pelo Departamento de Informática do Ministério da Saúde. A projeção anual da população foi obtida no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A frota mensal de veículos foi obtida no site do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN). **Co-intervenções:** Foram consideradas as seguintes co-intervenções: i) O Serviço Médico de Urgência e Emergência, oficializado pelo Decreto 5.055 de 27 de Abril de 2004 (SAMU04) (BRASIL, 2004) e a sua reformulação dada pela Portaria 1.010 de 21 de Maio de 2012 (SAMU12) (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2012). **Regressores do modelo:** Os regressores considerados foram: i) Sazonalidade, representada por 11 variáveis politômicas, sendo uma variável para cada mês de Fevereiro a Dezembro que assumiram os valores -1 para Janeiro (mês de referência), 1 para um dado mês entre Fevereiro a Dezembro e 0 caso contrário, ii) Número de sábados e domingos por mês, iii) Frota estadual de veículos automotores. **Estatística:** Para cada estado foram ajustados modelos do tipo $Z_t = \mu + w_0 I_t + X_t \beta + N_t$, sendo μ uma constante, Z_t o coeficiente de mortalidade por AT no mês t ($t=1...168$), w_0 o impacto da LS08, I_t uma variável binária igual a 0 quando $t \leq 78$ e igual a 1 quando $t > 78$, X_t a matriz de regressores e N_t uma série residual ARIMA(p,d,q). A série residual N_t foi identificada agrupando as 78 observações pré LS08 em 13 agrupamentos com 6 observações seqüenciadas, utilizadas para a verificação da homocedasticidade, estacionariedade e identificação das ordens p e q .

A homocedasticidade foi verificada com um gráfico de dispersão entre a média e o desvio-padrão dos 13 agrupamentos. Se fosse constatada heterocedasticidade, uma transformação Box-Cox era aplicada aos dados.

A estacionariedade foi verificada comparando as séries: i) dos dados originais (ou transformados), ii) da primeira diferença e iii) da segunda diferença, em relação ao comportamento exibido nos gráficos da série temporal e da função das auto-correlações (ACF), onde era observado o decaimento das auto-correlações. Na dúvida sobre qual das três séries era estacionária, o teste de Duckey e Fuller aumentado (ADF) era aplicado, tendo sua equação regressora determinada com base no número de auto-correlações parciais significativamente não nulas.

As ordens p e q foram determinadas comparando modelos com diferentes ordens p e q em relação a minimização do Critério de Informação de Akaike (AIC). A necessidade de constante no modelo foi verificada com o teste t para $H_0: \mu=0$. A adequação do modelo foi avaliada observando graficamente os resíduos (via ACF, PACF, plot da série temporal e histograma) e pelo teste de Ljung-Box. As análises foram realizadas utilizando as packages TSA, lntest, AID com o software R 3.4.2.

3. Resultados

A Tabela 1 mostra a população e a frota dos estados brasileiros antes e após a LS08. Entre 2002 a 2015, nota-se o aumento mais acelerado da frota de veículos em todos os estados, resultando numa queda do número de pessoas para cada veículo no Brasil.

Tabela 1 – Perfil da evolução da população e frota em cada um dos 27 estados brasileiros

Estado	População (milhões de hab)			Frota (milhões de veículos)			Pop/Frota	
	Pré LS08	Pós LS08	%	Pré LS08	Pós LS08	%	Pré LS08	Pós LS08
RR	0,40 ± 0,02	0,48 ± 0,02	18	0,06 ± 0,01	0,14 ± 0,03	127	6,6	3,5
AP	0,59 ± 0,04	0,71 ± 0,04	20	0,05 ± 0,01	0,13 ± 0,03	144	11,6	5,7
AM	3,23 ± 0,14	3,72 ± 0,15	15	0,29 ± 0,06	0,60 ± 0,12	107	11,5	6,4
PA	7,00 ± 0,24	7,83 ± 0,24	11	0,47 ± 0,10	1,17 ± 0,31	150	15,5	7,1
TO	1,30 ± 0,04	1,45 ± 0,04	11	0,19 ± 0,06	0,45 ± 0,09	133	7,3	3,3
AC	0,66 ± 0,03	0,76 ± 0,03	15	0,07 ± 0,02	0,17 ± 0,04	147	9,8	4,6
RO	1,53 ± 0,05	1,70 ± 0,05	10	0,28 ± 0,06	0,64 ± 0,14	130	5,7	2,8
MA	6,20 ± 0,16	6,71 ± 0,14	8	0,34 ± 0,08	0,98 ± 0,29	184	18,9	7,5
PI	3,03 ± 0,05	3,16 ± 0,03	4	0,28 ± 0,06	0,70 ± 0,19	150	11,3	4,8
CE	8,11 ± 0,19	8,69 ± 0,15	7	0,93 ± 0,15	2,00 ± 0,47	113	8,9	4,6
RN	3,05 ± 0,08	3,33 ± 0,08	9	0,39 ± 0,08	0,83 ± 0,17	111	8,0	4,2
PB	3,64 ± 0,07	3,87 ± 0,07	6	0,37 ± 0,06	0,81 ± 0,18	119	10,1	5,0
PE	8,55 ± 0,17	9,11 ± 0,16	6	1,02 ± 0,15	2,07 ± 0,43	99	8,5	4,7
AL	3,07 ± 0,06	3,27 ± 0,05	6	0,25 ± 0,04	0,52 ± 0,12	109	12,7	6,7
SE	1,97 ± 0,06	2,16 ± 0,05	9	0,24 ± 0,04	0,49 ± 0,11	105	8,4	4,6
BA	14,17 ± 0,24	14,92 ± 0,20	5	1,23 ± 0,23	2,67 ± 0,59	116	11,8	5,9
MG	19,18 ± 0,37	20,39 ± 0,33	6	4,30 ± 0,60	7,8 ± 1,31	81	4,5	2,7
ES	3,44 ± 0,10	3,78 ± 0,10	10	0,73 ± 0,12	1,40 ± 0,23	91	4,8	2,8
RJ	15,46 ± 0,24	16,24 ± 0,21	5	3,11 ± 0,31	4,96 ± 0,75	59	5,0	3,3
SP	40,17 ± 0,90	43,15 ± 0,85	7	13,82 ± 1,64	22,21 ± 2,84	60	2,9	2,0
PR	10,21 ± 0,20	10,88 ± 0,19	6	3,32 ± 0,49	5,66 ± 0,82	70	3,1	2,0
SC	5,87 ± 0,17	6,51 ± 0,21	11	2,13 ± 0,35	3,74 ± 0,55	75	2,8	1,8
RS	10,68 ± 0,14	11,10 ± 0,11	4	3,34 ± 0,38	5,27 ± 0,73	57	3,2	2,1
MS	2,30 ± 0,07	2,54 ± 0,07	10	0,59 ± 0,09	1,09 ± 0,19	86	4,0	2,4
MT	2,80 ± 0,09	3,12 ± 0,10	11	0,63 ± 0,13	1,34 ± 0,28	114	4,6	2,4
GO	5,61 ± 0,21	6,31 ± 0,20	12	1,39 ± 0,23	2,74 ± 0,51	97	4,1	2,4
DF	2,32 ± 0,09	2,71 ± 0,14	17	0,81 ± 0,10	1,36 ± 0,19	68	2,9	2,0

LS08 = Lei Seca de 2008; Pop = Tamanho da população; hab = habitantes

Tabela 2 – Estimativa do impacto da Lei Seca (LS08) sobre o coeficiente mensal de mortalidade por AT entre os 27 estados brasileiros – Estados onde houve aumento da mortalidade após a LS08

Estado	Pré LS08 (n=78)	Pós LS08 (n=90)	Nt ⁽³⁾	LS08 w ₀ ⁽¹⁾ (p-value)	pBL ⁽²⁾
Aumento significativo da mortalidade por AT					
Rondônia (RO)	1,96 ± 0,47	2,75 ± 0,67	ARMA(1,1)	0,71 (<0,001)	0,691
Mato Grosso (MT)	2,59 ± 0,46	3,02 ± 0,48	MA(2)	0,41 (<0,001)	0,760
Ceará (CE)	1,67 ± 0,23	2,08 ± 0,40	ARMA(1,1)	0,35 (<0,001)	0,146
Piauí (PI)	1,80 ± 0,44	2,93 ± 0,59	AR(1)	0,34 (0,007)	0,467
Alagoas (AL)	1,61 ± 0,41	1,97 ± 0,43	ARMA(1,1)	0,31 (0,008)	0,771
Sergipe (SE)	1,77 ± 0,48	2,26 ± 0,47	ARMA(2,2)	0,30 (<0,001)	0,163
Pernambuco (PE)	1,41 ± 0,18	1,73 ± 0,23	ARMA(2,3)	0,30 (<0,001)	0,252
Rio Grande do Norte (RN)	1,20 ± 0,27	1,46 ± 0,28	MA(0,0,1)	0,25 (<0,001)	0,994
Acre (AC)	1,22 ± 0,45	1,50 ± 0,57	ARMA(3,2)	0,22 (0,005)	0,345
Maranhão (MA)	1,09 ± 0,25	1,85 ± 0,39	MA(1)	0,22 (0,004)	0,817
Paraíba (PB)	1,49 ± 0,32	1,95 ± 0,39	AR(1)	0,13 (<0,001)	0,174
Amazonas (AM)	0,91 ± 0,24	1,00 ± 0,23	MA(1)	0,08 (0,030)	0,231
Aumento não significativo da mortalidade por AT					
Goiás (GO)	2,21 ± 0,33	2,52 ± 0,35	ARMA(1,1)	0,20 (0,085)	0,074
Tocantins (TO)	2,51 ± 0,62	3,00 ± 0,68	ARMA(3,3)	0,18 (0,315)	0,645
Roraima (RR)	2,25 ± 0,99	2,53 ± 0,99	IMA(1,1)	0,08 (0,798)	0,677
Pará (PA)	1,10 ± 0,20	1,51 ± 0,31	AR(1)	0,07 (0,204)	0,195
Mato Grosso do Sul (MS)	2,44 ± 0,42	2,59 ± 0,47	ARMA(1,1)	0,04 (0,741)	0,910
Bahia (BA)	0,93 ± 0,19	1,37 ± 0,25	IMA(1,1)	0,01 (0,948)	0,216
Minas Gerais (MG)	1,48 ± 0,22	1,75 ± 0,19	IMA(1,1)	0,01 (0,904)	0,503
Espírito Santo (ES)	2,28 ± 0,38	2,34 ± 0,38	AR(2)	0,003 (0,972)	0,410
Amapá (AP)	1,56 ± 0,62	1,42 ± 0,62	ARMA(2,2)	-0,16 (0,068)	0,191
Rio de Janeiro (RJ)	1,55 ± 0,18	1,38 ± 0,19	ARIMA(2,1,1)	-0,10 (0,341)	0,256
São Paulo (SP)	1,46 ± 0,13	1,34 ± 0,15	ARMA(4,7)	-0,06 (0,627)	0,111
Paraná (PR)	2,43 ± 0,30	2,46 ± 0,33	IMA(0,1,2)	-0,01 (0,894)	0,119
Santa Catarina (SC)	2,60 ± 0,30	2,32 ± 0,35	ARMA(2,2)	-0,080 (<0,001)	0,921
Rio Grande do Sul (RS)	1,58 ± 0,18	1,52 ± 0,19	IMA(1,1)	-0,18 (0,060)	0,295
Distrito Federal (DF)	2,22 ± 0,40	1,76 ± 0,35	MA(1)	-0,08 (0,002)	0,326

(1) Estimativa do impacto da LS08 ajustado pela sazonalidade, co-intervenções SAMU04, SAMU12, frota estadual de veículos e número de sábados e domingos no mês e autocorrelação.

(2) p-value referente ao teste de Box-Lugh sobre os resíduos.

(3) Série residual que pode ser do tipo ARMA = Autoregressivo de médias móveis; ARIMA = Autoregressivo integrado de médias móveis; IMA = Integrado de médias móveis; AR = Autoregressivos; MA = Médias móveis

Tabela 3 – Estimativa do impacto da Lei Seca (LS08) sobre o coeficiente mensal de mortalidade por AT entre os 27 estados brasileiros – Estados onde houve diminuição da mortalidade após a LS08

Estado	Pré LS08 (n=78)	Pós LS08 (n=90)	Nt ⁽³⁾	LS08 w ₀ ⁽¹⁾ (p-value)	pBL ⁽²⁾
Diminuição não significativa da mortalidade por AT					
Paraná (PR)	2,43 ± 0,30	2,46 ± 0,33	IMA(0,1,2)	-0,01 (0,894)	0,119
São Paulo (SP)	1,46 ± 0,13	1,34 ± 0,15	ARMA(4, 7)	-0,06 (0,627)	0,111
Rio de Janeiro (RJ)	1,55 ± 0,18	1,38 ± 0,19	ARIMA(2,1,1)	-0,10 (0,341)	0,256
Amapá (AP)	1,56 ± 0,62	1,42 ± 0,62	ARMA(2, 2)	-0,16 (0,068)	0,191
Rio Grande do Sul (RS)	1,58 ± 0,18	1,52 ± 0,19	IMA(1,1)	-0,18 (0,060)	0,295
Diminuição significativa da mortalidade por AT					
Distrito Federal (DF)	2,22 ± 0,40	1,76 ± 0,35	MA(1)	-0,08 (0,002)	0,326
Santa Catarina (SC)	2,60 ± 0,30	2,32 ± 0,35	ARMA(2, 2)	-0,08 (<0,001)	0,921

(1) Estimativa do impacto da LS08 ajustado pela sazonalidade, co-intervenções SAMU04, SAMU12, frota estadual de veículos e número de sábados e domingos no mês e autocorrelação.

(2) p-value referente ao teste de Box-Lugh sobre os resíduos.

(3) Série residual que pode ser do tipo ARMA = Autoregressivo de médias móveis; ARIMA = Autoregressivo integrado de médias móveis; IMA = Integrado de médias móveis; AR = Autoregressivos; MA = Médias móveis

As Tabelas 2 e 3 apresenta as estimativas do impacto da LS08 nos estados brasileiros, ajustadas pela sazonalidade, co-intervenções, frota, número de sábados e domingos mensais e autocorrelação.

A queda esperada da mortalidade por AT após a implementação da LS08 ocorreu significativamente em apenas 2 estados: SC ($\hat{w}_0 = -0,08$; $p < 0,001$) e DF ($\hat{w}_0 = -0,08$; $p = 0,02$). Ocorreram quedas não estatisticamente significativas em 5 estados: AP ($\hat{w}_0 = -0,16$; $p = 0,068$), RJ ($\hat{w}_0 = -0,10$; $p = 0,341$), SP ($w_0 = -0,06$; $p = 0,627$), PR ($\hat{w}_0 = -0,01$; $p = 0,894$) e RS ($w_0 = -0,18$; $p = 0,060$). Nos outros 20 estados, observa-se aumento da mortalidade após a implementação da LS08, sendo que em 12 estados o aumento foi significativo, com destaque para os estados de RO ($\hat{w}_0 = 0,71$; $p < 0,001$), MT ($\hat{w}_0 = 0,41$; $p < 0,001$), CE ($\hat{w}_0 = 0,35$; $p < 0,001$), PI ($\hat{w}_0 = 0,34$; $p = 0,007$) e AL ($\hat{w}_0 = 0,31$; $p = 0,008$).

De modo geral, a estimativa w0 representa a mudança que a média ajustada mensal do coeficiente de mortalidade por AT sofreu após a implementação da LS08. Isto significa, por exemplo, que em AL, a média mensal da mortalidade por AT sofreu um aumento de 0,71 mortes por 100 mil habitantes. Ou seja, após a implementação da LS08 e considerando a média da população de AL após a LS08

igual a 3,71 milhões de habitantes (Tabela 1), aproximadamente 26,3 pessoas a mais passaram a morrer devido aos AT neste estado.

Os gráficos dos modelos ajustados em cada estado são apresentados na Figura 1. Visualmente, as curvas ajustadas (em vermelho) parecem bem ajustadas, sendo esta afirmação reforçada com os valores de p do teste de Box-Ljung sobre os resíduos, não rejeitando a hipótese de ruído branco para os resíduos em todos os 27 modelos ajustados. A Figura 2 mostra a relação entre a magnitude do impacto da LS08 em função das evoluções do tamanho da população e frota de veículos entre os 27 estados. Entre os estados onde a mortalidade caiu após a LS08 ($w_0 < 0$), observa-se variadas evoluções populacionais (Figura 2a). Porém, quando a magnitude do impacto da LS08 é relacionada com a evolução da frota (Figura 2b), observa-se que os estados onde a mortalidade caiu são os estados em que a frota menos evoluiu. Empiricamente, parece haver uma relação entre aumento da frota e magnitude do impacto da LS08.

Figura 1 - Modelos ajustados (linha vermelha) para o coeficiente mensal de mortalidade por AT observado entre os 27 estados brasileiros (linha preta)

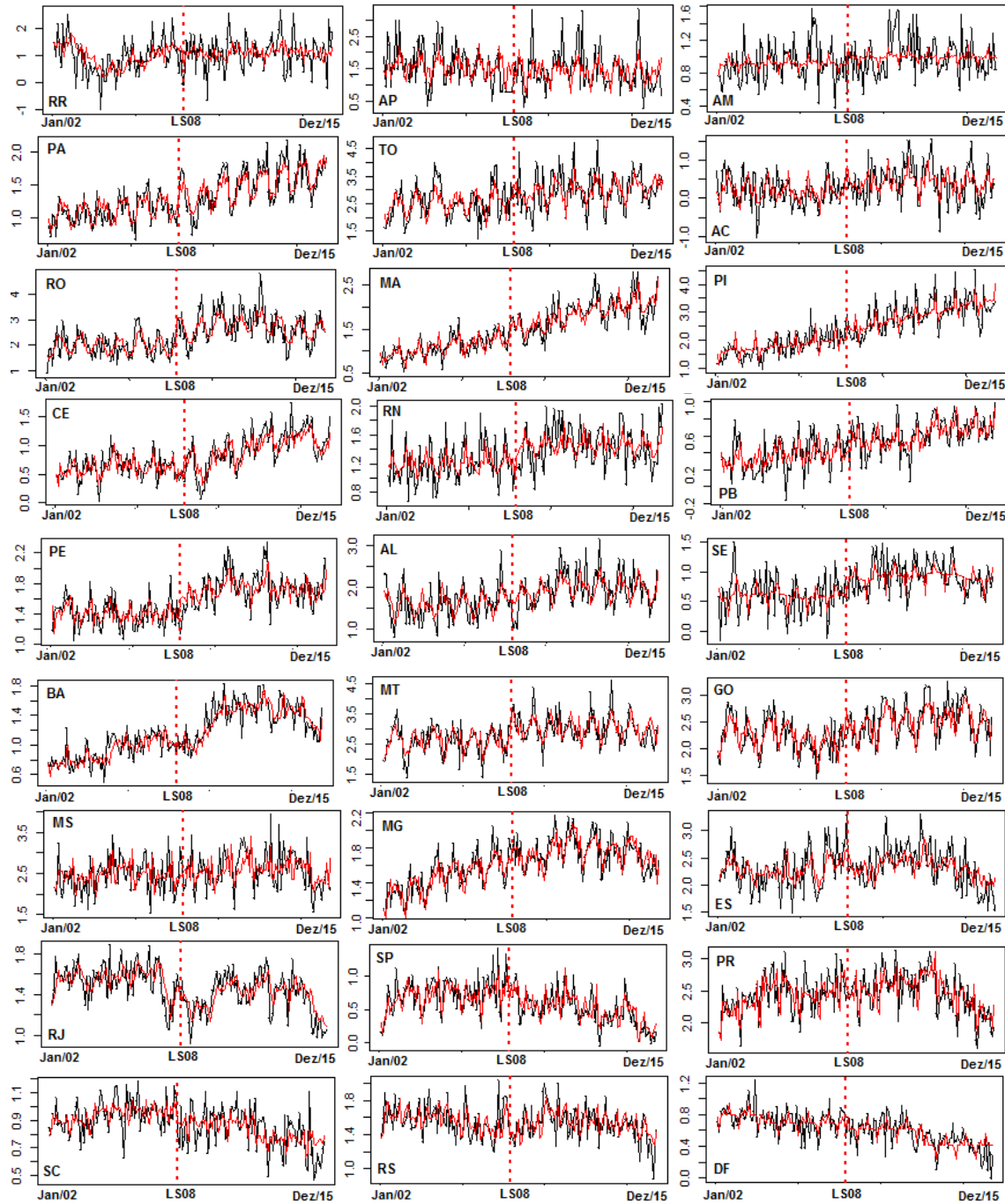
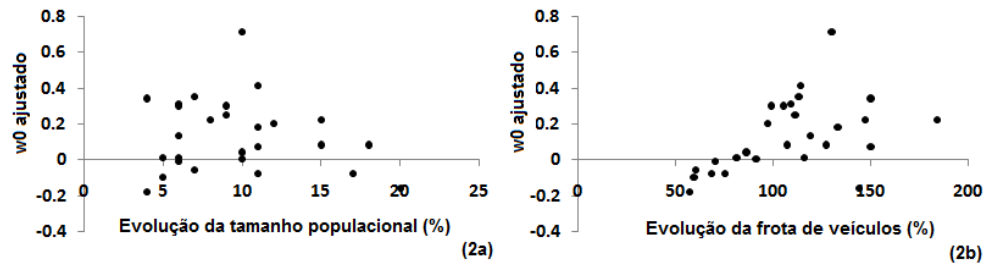


Figura 2. Relação entre evolução populacional, evolução da frota com o impacto da LS08



Fonte: Material elaborado pelo autor

4. Discussão

Este estudo teve como objetivo avaliar o impacto da Lei Seca de 2008 (LS08) sobre a mortalidade por AT entre os 27 estados brasileiros.

Os resultados obtidos mostram que, após a LS08, a mortalidade por AT diminuiu significativamente em apenas dois estados, diminuiu não significativamente em outros cinco estados, aumentou não significativamente em oito estados e aumentou significativamente em doze estados. Logo, a LS08 exerceu um impacto menor que o esperado se for utilizado, como referência, o estudo de Lefio et al. (2018), onde apresentam uma síntese da eficácia de intervenções criadas para regular, reforçar e penalizar o ato de beber e dirigir.

A variabilidade da magnitude do impacto da LS08 entre os estados brasileiros tem múltiplas explicações.

A primeira explicação seria a variabilidade das taxas de crescimento da frota de veículos entre os estados. Nos estados onde a frota aumentou mais que 100% entre as fases pré e pós LS08, observa-se que a mortalidade por AT aumentou, enquanto que, nos estados onde a frota cresceu de forma menos acelerada, a mortalidade por AT diminuiu após a LS08 (Figura 2b). Para Carvalho (2016), o crescimento da frota ao longo dos anos se deve as políticas que atraíram os investimentos da indústria automobilística nos anos 1990, juntamente com as políticas que estimularam a venda de automóveis e motocicletas. As famílias gastam, em média, cerca de cinco vezes mais com transporte privado do que com transporte coletivo (CARVALHO E PEREIRA, 2012). Neste cenário, o transporte coletivo é cada vez mais ignorado pelos grupos populacionais de maior renda, dificultando cada vez mais a mobilidade urbana. Entre 1992 a 2012, o tempo de deslocamento casa-trabalho aumentou em média 6,4% no Brasil (PERO E STEFANELLI, 2015).

A segunda explicação seria o comportamento dos condutores de veículos, que pode ter se modificado diferentemente entre os estados ao longo dos anos. Comportamentos associados aos AT, citados por Nascimento e Menandro (2016), tais como: inexperiência, consumo de álcool e drogas, estresse psicológico agudo, velocidade excessiva habitual, desconsideração habitual das regras de trânsito, superestimação de habilidades, entre outros, podem ter evoluído de modo desigual entre os estados, impactando com magnitudes variadas na mortalidade por AT.

A terceira explicação seria a variabilidade na evolução dos fatores não-comportamentais dos condutores. Fatores citados por Almeida et al. (2013) e Lima et al. (2008), tais como: idade da frota, grau de desenvolvimento urbano, intensidade das travessias urbanas, condições de engenharia de tráfego e condições meteorológicas, entre outros, podem ter evoluído positivamente em alguns estados e negativamente noutros ao longo dos anos.

A quarta explicação seria a variabilidade no funcionamento do sistema nacional de trânsito (SNT) entre os estados. Em cada estado, o SNT é composto por órgãos normativos, executivos, fiscalizadores e administrativos, que trabalham de forma individual e integrada para manter o trânsito em condições seguras. Contudo, devido a complexidade do SNT, é provável que seu funcionamento não seja uniforme em todos os estados. Deste modo, é possível que a tendência temporal da mortalidade por AT seja de aumento nos estados onde o SNT funciona de forma inadequada.

A quinta explicação seria a variabilidade na municipalização do trânsito entre os estados. O Código de Trânsito Brasileiro de 1997 ampliou a responsabilidade dos municípios nas questões de trânsito, que passaram a cuidar do planejamento, projeto, operação, sinalização, fiscalização, penalização e educação de trânsito. Com a municipalização do trânsito, os municípios tornaram-se importantes agentes, entretanto, muitos gestores municipais encaram a municipalização como mais uma despesa, segundo Marques e Machado (2010), e acabam não aderindo a municipalização. Logo, o percentual de municípios com o trânsito municipalizado varia entre os estados, e se a municipalização é positiva para o trânsito, como ocorreu no município de Campinas (QUEIROZ E OLIVEIRA, 2002). Então, é possível que, nos estados onde o percentual de municípios com trânsito municipalizado é menor, a tendência da mortalidade por AT seja de crescimento.

A sexta explicação seria a variabilidade na adesão aos programas e ações promovidas pelo setor da saúde entre os estados. Por exemplo, o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU) representa um importante avanço para o Sistema Único de Saúde no combate a morbimortalidade associada às urgências no Brasil (TELES et al., 2017). Mesmo com a relevância que o SAMU possui, Machado et al. (2011) mostram que a população abrangida pelo SAMU distribui-se de forma variada entre os estados brasileiros. Em Julho de 2009, a proporção da população abrangida pelo SAMU variava de 21% (em ES) a 100% (em DF e SC). Para Machado et al. (2011), esta variabilidade deve-se as condições diferenciadas entre Estados e Municípios quanto a distribuição populacional no território, oferta e organização prévia do sistema de saúde, priorização e capacidade de implantação do SAMU. Logo, é possível que esta variabilidade entre os estados quanto a população abrangida pelo SAMU influencie na tendência de crescimento da mortalidade por AT entre os estados.

Os resultados deste estudo mostram que, no estado do ES, a mortalidade por AT aumentou após a LS08. É possível que este fato esteja associado com a cobertura do SAMU.

Nos estados com a maior cobertura (DF e SC), a mortalidade por AT caiu significativamente segundo nossos resultados. Acreditamos que outras políticas importantes no combate dos AT, tais como Política Nacional de Redução da Morbimortalidade por Acidentes e Violências (2001) e a Política Nacional de Promoção da Saúde (2006) também tenham adesão variada entre os estados brasileiros. As possíveis explicações para o aumento da mortalidade por AT após a LS08 demandam estudos adicionais.

Comparando nossos resultados com outros estudos, Klabunde et al. (2017) também observaram diminuição significativa da mortalidade por AT após a LS08 em SC, exceto entre pessoas com 30-39 anos. Apesar de bons resultados da LS08 em SC, o aumento da mortalidade por AT na faixa 30-39 anos é preocupante, visto que 16,4% da população brasileira encontra-se nesta faixa etária..

Malta et al. (2010) comparando o ano anterior com o ano seguinte a implementação da LS08, já haviam observado queda significativa da mortalidade por AT em SC e em DF. Contudo, os estados de AL, BA, ES, RJ, SP e PR onde o impacto da LS08 na redução da mortalidade também havia sido significativo no estudo de Malta et al. (2010) não apresentaram redução em nosso estudo.

Este estudo possui as seguintes limitações: i) Co-intervenções: Acreditamos que outras co-intervenções, tais como políticas, programas e ações promovidas pelo Ministério da Saúde no combate a morbimortalidade associada aos AT poderiam ter sido incluídas no modelo de análise. ii) Função de transferência: Para todos os 27 estados brasileiros, utilizamos a mesma função de transferência do tipo degrau com impacto permanente. Entretanto, é possível que outras funções de transferência possam representar melhor o impacto da LS08 em alguns estados. iii) Covariáveis: Por uma limitação de dados disponíveis, não foi possível inserir variáveis que expressariam a evolução dos fatores comportamentais e não comportamentais associados aos AT.

5. Conclusão

O comportamento variável do impacto da LS08 entre os estados brasileiros tem várias explicações, entre elas: a variabilidade das taxas de crescimento da frota de veículos entre os estados, a diferença de comportamento dos motoristas entre os estados, fatores não-comportamentais ligados a infraestrutura estadual e aos investimentos realizados e cada estado, o funcionamento do sistema nacional de trânsito entre os estados, a municipalização do trânsito, que vem ocorrendo com velocidades diferentes entre os estados e a cobertura do SAMU. Este cenário multicausal para as mortes por AT mostra que o sucesso de uma intervenção de trânsito depende do engajamento de diversos setores da sociedade e do governo.

6. Referências

1. ALMEIDA, R. L. F. et al. Via, homem e veículo: Fatores de risco associados à gravidade dos acidentes de trânsito. *Rev Saúde Pública*, v.47, n. 4, p. 718 – 31, 2013. 10.1590/S0034-8910.2013047003657.
2. BRASIL. Decreto nº 5.055 de 27 de abril de 2004. Institui o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência – SAMU, em Municípios e regiões do território nacional, e dá outras providências.
3. BRASIL. LEI nº 11.705 de 19 de junho de 2008. Altera a Lei no 9.503, de 23 de setembro de 1997, que ‘institui o Código de Trânsito Brasileiro’, e a Lei no 9.294, de 15 de julho de 1996, que dispõe sobre as restrições ao uso e à propaganda de produtos fumíferos, bebidas alcoólicas, medicamentos, terapias e defensivos agrícolas.
4. CARVALHO, C. H. R.; PEREIRA, R. H. M. **Gastos das famílias brasileiras com transporte urbano público e privado no brasil: uma análise da POF 2003 e 2009**, Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2012, 37 p.
5. CARVALHO, C. H. R. **Desafios da mobilidade urbana no Brasil**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada, 2016, 22 p.
6. KLABUNDE, F. C. et al. Impacto da lei seca na taxa de mortalidade por acidentes de trânsito, Santa Catarina, entre 2005 e 2011. *Arq. Catarin Med*, v. 46, n. 2, p. 108 – 117, abr. 2017.
7. LEFIO, A. et al. A systematic review of the effectiveness of interventions to reduce motor vehicle crashes and their injuries among the general and working populations. **Rev Panam Salud Publica**, v. 42, e60, 2018.
8. LIMA, I. M. O. et al. **Fatores condicionantes da gravidade dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada, 2008, 25 p.

9. MACHADO, C.V.; SALVADOR, F. G. F.; O'DWYER, G. Serviço de atendimento móvel de urgência: Análise da política brasileira. **Rev Saúde Pública**, v. 45, n. 3, p. 519 – 28, 2011.
10. MALTA, D. C. et al. Análise da mortalidade por acidentes de transporte terrestre antes e após a Lei Seca – Brasil, 2007-2009. *Epidemiol. Serv. Saúde*, v. 19, n. 4, p. 217 – 328,. 2010.
11. MARQUES, E. V.; MACHADO, M. A. Identificação dos fatores relevantes na decisão da alocação dos recursos econômicos visando um trânsito seguro. **RAP**, v. 44, n. 6, p. 1379 – 1404, nov. 2010.
12. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 1.010 de 21 de maio de 2012. Redefine as diretrizes para a implantação do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU 192) e sua Central de Regulação das Urgências, componente da Rede de Atenção às Urgências.
13. MURRAY, C. J. L.; LOPEZ, A. D. Alternative projections of mortality and disability by cause 1990–2020: Global Burden of Disease Study. **Lancet**, v. 349, p. 1498 – 1504, 1997.
14. NASCIMENTO, A. S.; MENANDRO, P. R. M. Bebida alcoólica e direção automotiva: Relatos de policiais militares sobre a “Lei Seca”. **Psicologia: Ciência e Profissão**, v. 36, n. 2, p. 411 – 425, 2016.
15. PERO, V.; STEFANELLI, V. A questão da mobilidade urbana nas metrópoles brasileiras. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 19, n. 3, p. 366-402, 2015.
16. QUEIROZ, M. S.; OLIVEIRA, P. C. P. Acidentes de trânsito: uma visão qualitativa no Município de Campinas, São Paulo, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, v. 18, n. 5, p. 1179 – 1187, 2002.

17. SILVA JR, J. B.; MALTA, D. C. Avaliação de políticas e ações voltadas a prevenção de acidentes de trânsito e violências no Brasil. **Epidemiol. Serv. Saúde**, v. 22, n. 3, p. 371 – 372, jul. 2013.
18. TELES, A. S. et al. Serviço de atendimento móvel de urgência (SAMU) do estado da bahia: Subfinanciamento e desigualdade regional. **Cad. Saúde Colet**, v. 25, n. 1, p. 51 – 57, 2017.
19. WIJNEN, W.; STIPDONK, H. Social costs of road crashes: An international analysis. **Accident Analysis and Prevention**, v. 94, p. 97 – 106, 2016.

Estudo 4: Delineamento “Interrupted Time Series”: Origem e aspectos metodológicos

Resumo

O “Interrupted Time Series” (DITS) é um delineamento adequado para avaliar o impacto de intervenções implementadas em populações. Embora o número de estudos que avaliam intervenções com o uso do DITS tenha aumentado nos últimos anos, ainda existe uma carência de textos dedicados aos aspectos metodológicos do DITS. Este estudo discute a validade do DITS sob o referencial teórico de Campbell e Stanley e sintetiza as limitações associadas ao uso do DITS quando aplicado na avaliação de intervenções de trânsito.

Palavras-Chaves

“Interrupted time séries”, “Validade interna”, “Validade externa”, “Limitações em estudos”

1. A origem do delineamento “Interrupted time series”

O delineamento “Interrupted Time Series” (DITS) surgiu na década de 1960, mas sua história começa nos Estados Unidos, com a Crise de 1929. Durante este período marcado por recessão econômica e altas taxas de desemprego, o governo norte-americano se viu obrigado a tomar uma série de medidas de promoção do bem estar social, medidas estas alinhadas com o liberalismo social, pautado num Estado mais intervencionista.

Tais medidas foram implementadas entre 1936 a 1951 e custaram cerca de 188 bilhões de dólares ao governo norte-americano (MERRIAM, 1953). Mais tarde, em meados dos 1950, o governo e a academia norte-americana decidiram avaliar o impacto causado pelas medidas implementadas. Porém, o impacto destas medidas realizadas em ambiente social não podia ser avaliado dentro dos princípios da experimentação científica clássica.

Assim, cientistas sociais da época se dedicaram ao desenvolvimento de métodos de experimentação social que permitissem a avaliação de intervenções na sociedade. Foi uma época na qual a área de avaliação de políticas públicas ganhou relevância e se institucionalizou nos Estados Unidos (CRUMPTON et al., 2016). Foram investidos pelo governo americano milhões de dólares no desenvolvimento dos experimentos sociais, visando aplicar suas teorias na avaliação de políticas públicas e no processo de tomada de decisão.

Neste cenário, Donald Thomas Campbell e Julian Cecil Stanley Jr. deram grande contribuição para a experimentação social. Juntos, estruturaram uma classe inteira de delineamentos que podiam ser aplicados nos estudos de avaliação de intervenções implementadas numa sociedade. A classe de delineamentos criada por Campbell e Stanley recebeu o nome de delineamentos Quase-Experimentais (DQE), sendo um dos delineamentos desta classe chamado de “Time-Series Experiment”, sendo atualmente conhecido por delineamento “interrupted time series” (DITS).

2. Aspectos gerais do Delineamento “Interrupted Time Series”

O DITS pode ser definido como um delineamento que envolve: i) Um desfecho, medido repetidamente num agregado populacional, entre intervalos regulares de tempo, e ii) Uma intervenção, cuja data de implementação situa-se entre as datas da primeira e última medição do desfecho. A hipótese vinculada a um

DITS afirma que a intervenção implementada exerceu impacto sobre o comportamento da série de medições do desfecho.

2.1 Versões do DITS

O DITS possui várias versões. Em sua versão mais simples, a intervenção é avaliada sem qualquer tipo de controle, exceto o comportamento da série do desfecho antes da implementação da intervenção. Em versões com a utilização de um controle, o controle pode ser uma série de um desfecho teoricamente não associado com a intervenção implementada, como pode ser visto em Zhao et al. (2016). O controle pode ser também um subgrupo populacional, como em Bonander et al. (2014), ou um local onde a intervenção não foi aplicada, como em Grundy et al. (2009). Há versões em que o impacto real de intervenção é comparado com o impacto de intervenções iniciadas em datas fictícias. Esta versão ainda subdivide-se em outras versões (BIGLAN et al., 2000; HAWKINS et al., 2007).

2.2 A intervenção

No DITS, é fundamental conhecer a data em que a intervenção foi implementada. Por exemplo, se a intervenção for uma lei, é preciso saber a data em que a lei entrou em vigor. Se a intervenção for uma política ou um programa criado por meio de uma portaria, é preciso conhecer a data em que a portaria entrou em vigor.

O impacto de uma intervenção sobre uma série temporal pode ter início imediato ou pode levar um tempo para se manifestar. A influência de uma intervenção pode ser permanente ou pode ser temporária, dissipando-se após um dado momento.

As intervenções podem ser simples ou complexas. A complexidade de uma intervenção está ligada a dinâmica de interação entre pessoas, pré-requisitos burocráticos/administrativos, grupos de pessoas e demais elementos que precisam estar alinhados para que a intervenção saia do papel e seja, de fato, implementada.

2.3 O Desfecho

No DITS, o desfecho é uma série temporal, gerada pela observação periódica de uma unidade agregada de análise como, por exemplo, o número total de acidentes de trânsito ocorridos mensalmente na cidade de São Paulo, o número de

total de internações por doenças respiratórias ocorridas mensalmente em um hospital e o coeficiente de mortalidade por causas externas no estado do Rio de Janeiro, observado anualmente.

A natureza do desfecho revela possíveis distribuições probabilísticas que podem ser incorporadas no modelo de análise dos dados. Assim, uma contagem absoluta de um evento realizada periodicamente sob uma unidade agregada de análise pode ser modelada por uma distribuição Binomial, Poisson, Poisson inflada de zeros, Poisson com super-dispersão, Beta-Binomial, entre outras. A proporção de um evento pode ser modelada por uma distribuição Beta. Já um coeficiente ou um desfecho de natureza contínua pode ser modelado por uma distribuição Normal. A atribuição da distribuição probabilística ao desfecho é fundamental dentro do processo de formulação do modelo de análise, determinando diretamente ou indicando a classe de modelos que será adotada para a análise dos dados.

2.4 Confundimento

Em DITS, o confundimento ocorre quando o efeito de uma intervenção sobre o comportamento de uma série temporal não pode ser isolado do efeito exercido por outros fatores, tais como: i) tendência temporal, ii) sazonalidade, iii) autocorrelação, iv) co-intervenções, v) co-variáveis, entre outros.

Quando não controlados, tais fatores produzem explicações rivais que dificultam a determinação do efeito da intervenção, reduzindo assim a validade interna do estudo. A seguir, são apresentadas algumas formas de controle de cada um dos potenciais confundidores em um DITS.

2.4.1 Controle de tendência temporal

Tendência é um conceito de fácil entendimento, porém de difícil definição. Por exemplo, o aumento ou diminuição de uma série durante três anos pode ser, na realidade, um platô estacionário na perspectiva de décadas. Portanto, a tendência depende, em essência, do tamanho da série sob consideração (KENDALI, 1941).

Na prática, tendência é um comportamento de aumento ou diminuição do nível de uma série temporal durante um tempo relativamente longo, podendo seguir um comportamento linear, polinomial, exponencial, de potência, logarítmico ou assumindo formas de difícil especificação.

O controle da tendência é feito inserindo, no modelo de análise dos dados, uma função do tempo que descreva adequadamente o comportamento de tendência observado à partir de um gráfico da série ao longo do tempo.

Os estudos de Abegaz et al. (2014), Huitema et al. (2014) e Novoa et al. (2011) são exemplos de como tendências lineares podem ser controladas. Em Bonander et al. (2014) e Bonander et al. (2015) é possível observar o controle de tendências por meio da inserção de funções *splines* no modelo de análise dos dados.

2.4.2 Controle da sazonalidade

A sazonalidade são oscilações periódicas da série temporal. Quando as fases pré e pós-intervenção possuem diferentes extensões, a distribuição dos meses entre as fases é desigual, aumentando o risco da sazonalidade se tornar uma explicação rival, principalmente em séries de curta duração.

A sazonalidade pode ser controlada de vários modos. Em Bernal et al. (2017), a sazonalidade foi controlada estratificando a análise segundo os meses do ano. Em Bonander et al. (2014), observa-se que a sazonalidade foi controlada inserindo, no modelo de análise, uma combinação de seno-cosseno. É possível também inserir variáveis indicadoras binárias indicando os meses, conforme visto em Huitema et al. (2014), Nagata et al. (2008) e em Sebegó et al. (2014).

2.4.3 Controle da autocorrelação

A autocorrelação é um fenômeno comumente presente em series temporais, pois valores mais próximos no tempo apresentam maior similaridade do que valores mais distantes (BERNAL et al., 2017).

A autocorrelação pode ser controlada incorporando, nos modelos de séries temporais, um componente autoregressivo que represente a estrutura da correlação entre as observações. A estrutura de correlação entre as observações pode ser identificada utilizando as funções de autocorrelação e de autocorrelação parcial, como em Chandran et al. (2014), além de gráficos dos resíduos do modelo ajustado contra o tempo. Na ausência de uma estrutura de autocorrelação, os modelos da classe ARIMA podem ser substituídos por modelos de regressão segmentada, como pode ser visto em Dennis et al. (2013).

2.4.4 Controle de cointervenções

Séries temporais em ambientes naturais estão expostas a acontecimentos políticos, econômicos, sociais, entre outros. Estes acontecimentos são conhecidos por cointervenções e podem alterar o comportamento de uma série temporal. Quando co-intervenções ocorrem próximo a data de implementação da intervenção que está sendo avaliada, fica difícil saber se a alteração observada deve-se somente a intervenção-alvo ou deve-se, também, ao impacto das co-intervenções.

Quanto mais próxima uma co-intervenção estiver da intervenção-alvo, maior é o risco da co-intervenção ser uma explicação-rival, diminuindo assim a validade interna do estudo, o que não significa que co-intervenções distantes da data de implementação da intervenção-alvo devam ser ignoradas, pois determinadas co-intervenções podem exercer impacto duradouro com lenta dissipação. Desta forma, pode ser necessário o controle tanto das co-intervenções distantes (quando há plausibilidade teórica da sua associação com a série temporal sob análise), como das co-intervenções próximas da intervenção-alvo. O controle das co-intervenções no modelo de análise é feito inserindo componentes que representem a forma do impacto de cada co-intervenção a ser controlada.

2.4.5 Controle de co-variáveis

Em DITS, as co-variáveis também são séries temporais e precisam ser inseridas no modelo para que não se tornem explicações rivais do efeito da intervenção-alvo. Geralmente, co-variáveis com pouca oscilação no tempo não representam uma ameaça para a estimativa do impacto da intervenção-alvo, mas as co-variáveis que oscilam muito no tempo precisam ser controladas, principalmente quando há uma diferença na oscilação entre as fases pré e pós intervenção.

2.5 Dados secundários em DITS

DITS depende fortemente de dados secundários armazenados em sistemas de informação. Quanto a qualidade dos sistemas de informação no Brasil, foi publicado, em 2017, uma avaliação feita pela OMS dos sistemas de informação de 194 países segundo a proporção de óbitos registrados com causa bem definida. Esta avaliação mostrou que 42% dos 194 países avaliados possuem sistemas de informação com qualidade muito baixa, enquanto que 25% possuem sistemas com alta qualidade (equivalente 80% ou mais dos óbitos registrado com causa bem

definida). Neste último grupo encontra-se o Brasil, juntamente com os Estados Unidos, Canadá e México, entre outros países (OMS, 2017).

A boa avaliação do Brasil deveu-se o Sistema de Informação de Mortalidade (SIM), em partes, em decorrência das ações realizadas pelo Ministério da Saúde com o objetivo de regulamentar a coleta, o fluxo, a periodicidade do envio dos dados e a transferência dos recursos financeiros (SOARES FILHO et al., 2016).

Visando o processo permanente de melhoria dos sistemas de informações gerenciados pelo DATASUS, o Ministério da Saúde lançou, em 2016, a Política Nacional de Informação e Informática em Saúde, com o objetivo de nortear as ações de tecnologia da informação e comunicação do SUS e padronizar o processo de obtenção e tratamento dos dados em saúde.

Estudos com DITS no trânsito brasileiro podem contar, atualmente, com SIM e com outros vários sistemas de informação gerenciados pelo DATASUS, além dos sistemas de informação de dados macroeconômicos e demográficos gerenciados pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

2.6 Aspectos éticos

Em 2016, o Conselho Nacional de Saúde emitiu a Resolução número 510, de 7 de Abril de 2016, que desobrigou, do registro e da avaliação pelo sistema CEP/CONEP, as pesquisas que utilizam informações de acesso público (nos termos da Lei 12.527/2011), cujas informações são agregadas, sem possibilidade de identificação individual. Esta resolução representa um estímulo à produção do conhecimento por meio de estudos com dados secundários, incluindo os estudos de avaliação de políticas e programas com DITS.

3. A Teoria da validade de Campbell e Stanley

A validade interna refere-se ao grau de evidência do impacto de uma intervenção e está associada com a qualidade das ações de seleção, medição e controle de potenciais confundidores (HARRIS et al., 2016). Já a validade externa refere-se a qualidade da inferência e a possibilidade de generalizar uma relação causal para diferentes medidas, unidades, cenários e pontos no tempo (ROTHMAN E GREELAND, 1988; STECKLER e MCLEROY, 2008).

Campbell e Stanley (1963) estruturaram uma classe de delineamentos quase-experimentais e discutiram a validade associada a cada um dos delineamentos desta classe. O trabalho de Campbell e Stanley até hoje influencia metodologistas da experimentação social e da experimentação em geral.

Desde os anos 1920, pesquisadores que necessitavam de experimentação para estudar fenômenos sociais enfrentavam problemas metodológicos para formar grupos comparáveis e para isolar efeitos principais de fatores analisados simultaneamente. Com o surgimento da técnica ANOVA e com o surgimento da randomização, parte dos problemas foram resolvidos, mas ainda havia uma carência de métodos adequados para abordar fenômenos que não podiam ser estudados por experimentos controlados e randomizados. Esta lacuna foi preenchida com o trabalho de Campbell e Stanley (1963). Conforme a teoria de validade de Campbell e Stanley, a validade interna é composta por sete fatores e a validade externa é composta por três fatores. A seção a seguir trata cada um destes fatores dentro do contexto de DITS.

4. Os fatores da validade em DITS

Segundo a teoria sobre validade de Campbell e Stanley (1963), a validade interna é constituída por 7 fatores principais: 1-História, 2-Maturação, 3-Pré-teste, 4-Instrumentação, 5- Regressão, 6-Seleção, 7-Mortalidade diferencial, enquanto a validade externa é constituída pelos seguintes fatores: 1- Interação teste-intervenção, 2- Interação seleção-intervenção e 3-Arranjos reativos.

No contexto do DITS, quando estes fatores não são controlados, as validades diminuem, aumentando o risco de conclusões equivocadas sobre o impacto de uma intervenção, implicando, na prática, em gastos financeiros desnecessários com uma intervenção ineficaz, sem benefício real e expondo desnecessariamente a população. Abaixo, são apresentados os 10 fatores de validade da teoria de Campbell e Stanley (1963) sob a perspectiva dos DITS.

4.1 História

O fator História refere-se a eventos que ocorreram antes, simultaneamente ou após a implementação de uma intervenção sob avaliação. Estes eventos, também conhecidos por co-intervenções, podem ser acontecimentos políticos, econômicos, sociais entre outros. As co-intervenções e seus impactos sobre o comportamento de

uma série temporal geram explicações rivais que reduzem a validade interna dos achados obtidos com o DITS.

Na fase de planejamento, é importante identificar as co-intervenções que devem ser controladas na fase de análise. Políticas, programas e ações em saúde, infra-estrutura, economia, campanhas vinculadas na mídia e iniciativas voltadas a segurança do trânsito são exemplos de co-intervenções. Na fase de análise, as co-intervenções podem ser controladas por meio de séries de controle, conforme Linden (2017), ou inserindo componentes que as representem nos modelos estatísticos de regressão segmentada ou em modelos de séries temporais.

4.2 Maturação

O fator maturação refere-se a transição da população-alvo. A maturação de uma população pode ser classificada pela velocidade com que as co-variáveis se modificam no tempo. Por exemplo, no Brasil, entre 1991 a 2010, algumas variáveis apresentaram diferentes velocidades de modificação. Grandes mudanças ocorreram no tamanho da população, na mortalidade infantil e na pobreza. Mudanças moderadas ocorreram na expectativa de vida e no índice de Gini, enquanto a população masculina e expectativa de anos de estudo praticamente não mudaram entre 1991 a 2010 (Tabela 1).

Tabela 1 – Evolução sócio-demográfica, Brasil, 1991-2010

Variável	1991	2000	2010
Alta taxa de alteração/ano			
População (em habitantes)	146825475	169798885	190755799
Mortalidade infantil (em %)	44,68	30,57	16,7
Pessoas pobres (em %)	38,16	27,9	15,2
Moderada taxa de alteração/ano			
Expectativa de vida (em anos)	64,73	68,61	73,94
Índice de Gini	0,63	0,64	0,60
Quase nenhuma taxa de alteração/ano			
População masculina (em %)	49,3	49,2	48,9
Expectativa de anos de estudo	8,16	8,76	9,54

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano

Quanto mais intensa for a maturação da população-alvo, menor será a validade interna, caso a maturação não seja controlada. Em DITS, a maturação pode ser controlada inserindo co-variáveis no modelo de análise. Por exemplo, em um estudo de intervenção entre 1991 a 2010 no Brasil as co-variáveis da Tabela 1 com as maiores taxas de modificação/ano deveriam ser incluídas no modelo de análise.

4.3 Pré-teste

Ao medir uma variável pela segunda vez, o valor observado da variável pode se alterar simplesmente por ter sido medida anteriormente, sem que esta alteração tenha qualquer conexão com a intervenção-alvo. Este fenômeno, conhecido por efeito de pré-teste, pode ser um problema em DITS em razão das medições periódicas que são feitas tanto na série-desfecho como nas co-variáveis.

O efeito do pré-teste varia entre as variáveis, pois as variáveis são diferentes quanto a reatividade diante de uma primeira medição. Em DITS, é importante conhecer o grau de reatividade das co-variáveis.

Quanto mais co-variáveis reativas existir no estudo, menor será a validade interna se estas co-variáveis não forem consideradas no modelo de análise. Geralmente, a reatividade de uma variável depende do quanto a medição anterior estimula o comportamento e as atitudes das pessoas, aumentando a probabilidade de alteração do valor desta variável quando for medida no momento futuro.

Em DITS ecológicos, espera-se que co-variáveis agregadas, tais como coeficientes, taxas, médias e percentuais tenham baixa reatividade em razão das propriedades inerentes de uma medida agregada em face as condições sob as quais tais dados foram observados nas pessoas.

4.4 Instrumentação

A instrumentação são os recursos (instrumentos de medição, questionários de obtenção dos dados e observadores), utilizados em um estudo, para medir uma grandeza ou para classificar uma propriedade qualitativa.

O efeito da instrumentação refere-se a diferença entre valores medidos em uma mesma unidade de análise. Esta diferença pode ser causada por alterações da instrumentação durante a execução de um estudo, tais como: i) substituição de um instrumento de medição ou de observadores durante a condução de um estudo, ii)

alteração da regra de classificação de uma propriedade qualitativa durante a condução de um estudo.

Em DITS ecológico, o efeito da instrumentação é difícil de ser comprovado devido o caráter secundário do dado. Campbell e Stanley (1963) minimizam o efeito da instrumentação nos DITS, pois as alterações na instrumentação nem sempre provocam alterações drásticas no desfecho. Contudo, é preciso cuidado na interpretação do impacto de intervenções cuja data da implementação coincide ou é próxima da data de alteração da instrumentação.

Outro aspecto dentro da instrumentação é o erro de medida. Segundo Salway e Wakefield (2005), o erro de medida nas exposições contínuas é geralmente amenizado nos delineamentos ecológicos devido a maior robustez e estabilidade das variáveis agregadas, enquanto que o erro de classificação não diferencial de exposições categóricas pode causar viés, levando a um distanciamento da hipótese nula, ao contrário do que ocorre em estudos de unidades individuais de análise.

4.5 Regressão

A regressão ou “regressão para a média” (do inglês “regression to ward the mean” (RTM)) é um fenômeno estatístico que ocorre quando indivíduos ou populações são selecionadas com base em valores extremos (por exemplo, todos abaixo ou acima da média).

Quando os indivíduos selecionados com base em seus baixos e extremos valores são medidos num segundo momento, seus valores tendem a ser elevar. Da mesma forma, quando indivíduos selecionados por terem altos e extremos valores são medidos num segundo momento, seus valores tendem a diminuir.

Em estudos quase-experimentais do tipo pré-pós teste, a RTM pode facilmente reduzir a validade interna, pois a RTM pode confundir o impacto significativo da intervenção avaliada, devido a ausência de um grupo controle (LINDEN., 2013). A RTM é um fenômeno típico de delineamentos que envolvem medidas repetidas com correlações imperfeitas (KELLY e PRICE., 2005).

Segundo Campbell e Stanley (1963), o efeito da RTM é uma função negativamente acelerada do tempo transcorrido entre duas medições. Ou seja, a força do efeito da RTM aumenta com a diminuição do tempo transcorrido entre duas medições e diminui com o aumento do tempo transcorrido entre duas medições. Em DITS, o tempo entre duas medições é relativamente longo (mensal, trimestral,

semestral, anual), tornando a hipótese rival do efeito de regressão para a média pouco plausível.

O que a torna pouco plausível é o fato de que as séries temporais utilizadas nos DITS ecológicos são nada mais são que observações periódicas de indicadores criados à partir de dados populacionais ou de dados provenientes de amostras não selecionadas com base em valores extremos.

4.6 Seleção

Para Campbell e Stanley (1963), o DITS é imune ao efeito de seleção, desde que as mesmas pessoas estejam envolvidas em todos os momentos de medição. Contudo, a questão da seleção em DITS pode ser mais explorada em razão das diferentes maneiras de se pensar sobre a amostragem.

Em DITS, a amostragem pode se referir: 1) ao número mínimo de séries para a estimação do processo estocástico subjacente, 2) ao tamanho mínimo da série nas fases pré e pós-intervenção, ou 3) ao número de unidades populacionais considerado na estimação de cada ponto da série temporal.

Quanto a (1), a possibilidade de replicação de séries temporais é restrita a ambientes experimentais em pesquisa básica aplicada ou a ambientes experimentais em pesquisa teórica envolvendo estatística computacional. Na prática, os fenômenos estudados por DITS são observados uma única vez, levando a discussão sobre réplicas de séries temporais para o campo teórico dos processos estocásticos e das probabilidades.

Quanto a (2), Penfold e Zhang (2013) afirmam que a estimação do nível e da inclinação de uma série temporal requer, no mínimo, oito observações em cada fase pré e pós-intervenção. Porém, não há um número mínimo geral de pontos nas fases pré e pós-intervenção. O poder de teste em DITS depende de vários outros fatores, tais como a distribuição dos pontos pré e pós, da variabilidade dos dados, da magnitude do impacto e da presença de confundimento (BERNAL et al., 2017).

Quanto a (3), tanto os valores do desfecho como os valores das co-variáveis podem ter sido gerados à partir de amostras selecionadas por órgãos ou entidades para a execução de relatórios periódicos. Nestes casos, a qualidade das séries construídas depende da qualidade do processo de amostragem planejado e executado pelo órgão ou entidade responsável pelo dado.

Em DITS no trânsito, observa-se que os estudos trazem um número bem variado de pontos pré e pós-intervenção. Entre 22 estudos de avaliação de intervenção no trânsito com DITS, publicados entre 2015-2018 (Tabela 2), o número de pontos pré-intervenção variou entre 8 a 135 pontos com média de 61 pontos, enquanto que o número de pontos pós-intervenção variou entre 2 a 148 pontos, com média de 42 pontos.

4.7 Mortalidade experimental

Para Campbell e Stanley (1963), a mortalidade diferencial refere-se a perda diferencial de sujeitos entre os grupos em comparação. Segundo Flannelly et al. (2018), a mortalidade experimental é mais comumente referida como “drop-out rate” ou “attrition”.

O “attrition” é um fenômeno pertinente em delineamentos que envolvem observação longitudinal e tende a ser mais danoso em estudos com tamanhos amostrais menores, onde as frequências relativas dos eventos são sensíveis as menores perdas. Em DITS ecológicos que avaliam o impacto de uma intervenção, o “attrition” exerce possivelmente menos impacto sobre os valores dos indicadores observados periodicamente.

A seguir, são apresentados os três fatores associados a validade externa de um estudo, com ênfase no DITS.

4.8 Interação entre o pré-teste e a intervenção

Como visto na seção 4.3, o efeito pré-teste refere-se a alteração sofrida no valor de uma variável pelo fato dela ter sido medida uma primeira vez. A interação entre o efeito pré-teste e a intervenção ocorre se houver diferença entre os grupos controle e intervenção em relação a magnitude do efeito pré-teste.

No caso de avaliações de impacto de intervenções com DITS tendo séries, locais ou segmentos populacionais utilizados como controle, a interação entre o efeito pré-teste e a intervenção pode ocorrer, mas é bem menos provável do que em delineamentos com unidades individuais de análise. Esta interação pode reduzir a validade externa do estudo, reduzindo seu poder de generalização.

4.9 Interação entre a seleção e a intervenção

Outro fator comprometedor da validade externa é a interação entre a seleção e a intervenção. Como visto na seção 4.6, o DITS é imune ao efeito de seleção, desde que as mesmas pessoas estejam envolvidas em todos os momentos de medição. Logo, é pouco provável que a interação entre seleção e intervenção ocorra em DITS, principalmente em estudos que usam DITS sem controle.

4.10 Arranjos reativos

O efeito de arranjos reativos refere-se ao efeito provocado pelo fato dos sujeitos saberem que estão experimentando uma novidade. Também conhecido por efeito “Hawthorne”, este efeito foi relatado pela primeira vez após um programa de pesquisa sobre métodos de aumento de produtividade de trabalhadores na Western Electrical Hawthorne, em Chicago, entre 1920 a 1930 (MCCARNEY et al., 2007). Em DITS, o efeito de arranjos reativos pode surgir mais provavelmente se controles forem utilizados.

5. Limitações em DITS

As limitações de um estudo são as ações de planejamento, de execução ou de análise que não foram realizadas, ou que foram realizadas inadequadamente, causando diminuição da validade do estudo.

Embora as limitações contribuam com o avanço científico, estima-se que apenas 17% dos artigos científicos contenham uma exploração adequada das suas limitações (IOANNIDIS, 2007). A falta de exploração adequada das limitações em um estudo deve-se, segundo Price e Murnan (2004), aos seguintes fatores: i) A crença, por parte dos autores, de que a chance de publicação diminui quando as limitações são abertamente discutidas, ii) A crença, por parte dos autores, de que o apontamento das limitações é uma tarefa do revisor do manuscrito, e não do autor do estudo e iii) Despreparo metodológico do autor do trabalho. De fato, reconhecer uma limitação, bem como sua magnitude e direção em relação a “verdade” requer habilidades além do conhecimento empírico do tema pesquisado.

Segundo Linden (2016), o DITS apresenta, em geral, uma forte validade interna, principalmente pela sua capacidade de controlar o efeito da regressão para a média. Segundo o mesmo autor, o DITS apresenta uma boa validade externa, em especial os DITS ecológicos. Portanto, é de se esperar alta validade dos estudos com DITS quando poucas limitações durante a condução do estudo.

Com o objetivo de levantar as limitações mais freqüentes em estudos na área de trânsito com DITS, esta seção apresenta levantamento das limitações citadas em uma amostra de 22 estudos sobre a avaliação do impacto de intervenções no trânsito, todos tendo sido publicados entre 2015 a 2018, em periódicos internacionais (Tabela 2).

Tabela 2 – Número de limitações identificadas em 22 estudos sobre impacto de intervenções no trânsito, publicados entre 2015 a 2018

Estudo	País	Fatores de Campbell e Stanley (1963)									Total	
		Validade Interna							Validade Externa			
		Hist	Mat	PreT	Inst	Reg	Sel	MExp				
Nazif-Munoz e Nicolic (2018)	Sérvia	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	3
Garnett et al (2017)	Canadá	1	0	0	4	0	1	0	0	1	0	7
Hansen et al (2017)	EUA	0	3	0	1	0	2	0	0	0	0	6
Jiao et al (2017)	EUA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Morrison et al (2017)	EUA	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	4
Nazif-Munoz et al (2017)	Israel	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
Nistal-Nuño (2017)	Chile	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Park e Sener (2017)	EUA	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Lavoie et al (2017)	EUA	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
Brubacher et al (2016)	Canadá	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Byrne et al (2016)	Canadá	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	3
Ma et al (2016)	Canadá	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Olsen et al (2016)	Escócia	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2
Zhao et al (2016)	China	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2
Oh et al (2016)	Coréia do Sul	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	5
Bhalla et al (2015)	Rússia	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Blais e Camis (2015)	França	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Bonander et al (2015)	Suécia	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
Jiang et al (2015)	Austrália	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Steinbach et al (2015)	Inglaterra	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	3
Wagennar et al (2015)	EUA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costich et al (2015)	EUA	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3
Total		14	10	0	19	0	8	0	0	3	0	54

Hist=História; Mat=Maturação; PreT=Pré-teste; Inst=Instrumentação; Reg=Regressão; Sel=Seleção; MExp=Mortalidade experimental; ITI=Interação entre o pré-teste e a intervenção; ISI=Interação entre a seleção e a intervenção; Arranjos reativos.

Ao todo, 54 limitações foram identificadas entre os 22 estudos avaliados, resultando em 2,45 limitações citadas por estudo. Entre os estudos avaliados, não foi identificada nenhuma limitação associada aos fatores pré-teste, regressão, mortalidade experimental, interação entre o pré-teste e a intervenção e arranjos

reativos foi citada. De fato, a ocorrência destes efeitos é mais provável em delineamentos com unidades de análise individuais.

Observou-se que 35% das limitações apontadas são referentes ao fator Instrumentação. Dentre elas, limitações de Instrumentação relacionadas aos seguintes motivos: i) a falta de registro mensal de grandezas usadas em coeficientes mensais, ii) a discordância entre dados de órgãos de trânsito e de saúde iii) missings, iv) mudanças administrativas com potencial para alterar critérios na obtenção de dados, v) auto-relato de uso do cinto e posição que ocupava no veículo, vi) alteração de critérios de classificação da população-alvo vii) mudanças no setor de renovação de licenças viii) erro de classificação por parte de autoridades policiais no grau de envolvimento do motorista com álcool e na tipificação do acidente ix) sistemas de informação limitados que impedem a construção de coeficientes mais acurados x) erro de classificação ou de medida em envolvimento com álcool e severidade das lesões xi) possibilidade de efeito da instrumentação na medição da concentração alcoólica no sangue xii) erros de registro do local do acidente de trânsito xiii) denominadores que usam veículos não refletem a dinâmica do trânsito e a real carga de exposição como o volume de trânsito, e xiv) completitude baixa.

Já 26% das limitações apontadas estão associadas com o fator História. Algumas limitações citadas desta categoria foram: i) a dificuldade para incorporam, no modelo de análise, a dinâmica complexa de algumas co-intervenções, ii) a falta de incorporação leis voltadas para o aumento da segurança viária em geral, tais como leis de proibição de uso de dispositivos móveis ao volante, de uso do cinto de segurança, entre outras e iii) mudanças políticas.

O terceiro fator de validade que mais gerou limitações entre os estudos avaliados foi o fator Maturação. Dentre as limitações apontadas dentro desta categoria, estão: i) a impossibilidade de incluir séries temporais de uso de álcool e drogas durante a condução, crescimento econômico e condições climáticas.

Limitações associadas com o fator Seleção apareceram na quarta colocação, com 15% das limitações pertencentes a esta categoria. Algumas das limitações apontadas desta categoria foram: i) Séries curtas tanto na fase pré e/ou na fase pós-intervenção, ii) População-alvo selecionada com base em dados de dispensação médica, iii) inclusão de pessoas que não estão dirigindo ao invés de proxies mais acurados, iv) Sistemas de informação com subnotificação dos acidentes de trânsito,

e v) localidades que aceitaram participar do estudo por acreditarem ter os melhores resultados após a intervenção de uma lei.

Dentre as limitações citadas que não se enquadram nos fatores de validade interna de Campbell e Stanley (1963), estão: i) a limitação dos sistemas de informação que impossibilita a análise de outras séries temporais como desfecho, tais como bem-estar psicológico, exercícios físicos, poluição atmosférica, número de ciclistas, além dos tradicionais número de mortes, lesões e acidentes de trânsito, ii) a falta de co-variáveis medidas a nível individual, iii) a ausência de locais de controle e iv) a ausência de componentes no modelo de análise para a interação de co-variáveis com a intervenção-alvo.

6. Considerações finais

Assim como em qualquer outro delineamento, o delineamento DITS está sujeito a uma série de fatores que afetam a validade de um estudo. Na produção recente sobre avaliação de intervenções de trânsito com DITS, as limitações de Instrumentação estão entre as limitações mais frequentes, seguidas das limitações de História, Maturação e Seleção. Na maioria das vezes, as limitações e DITS ocorrem devido a baixa qualidade ou insuficiência de dados em sistemas de informação. Logo, a melhoria dos sistemas de informação, com maior completitude, com uma maior quantidade de co-variáveis e com dados coletados mensalmente constitui-se no principal desafio para o aumento da validade dos estudos com DITS.

7. Referências

1. ABEGAZ, T. Effectiveness of an improved road safety policy in Ethiopia: an interrupted time series study. **BMC Public Health**, 14: 539, 2014. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4052816/>>. Acesso em 01 set. 2018. 10.1186/1471-2458-14-539.

2. BERNAL, J. L.; CUMMINS, S.; GASPARRINI, A. Interrupted time series regression for the evaluation of public health interventions: a tutorial. **International Journal of Epidemiology**, v. 46, n. 1, p. 348 – 55, fev. 2017. 10.1093/ije/dyw098.

3. BHALLA, K. et al. Rapid assessment of road safety policy change: relaxation of the national speed enforcement law in Russia leads to large increases in the prevalence of speeding. **InjPrev**, v. 21, n. 1, p.53 – 6, fev. 2015. 10.1136/injuryprev-2014-041189

4. BIGLAN, A.; ARY, D.; WAGENAAR, A. C. The value of interrupted time-series experiments for community intervention research. **PrevSci**, v. 1, n. 1, p. 31 – 49, mar. 2000.

5. BLAIS, E.; CARNIS, L. Improving the safety effect of speed camera programs through innovations: Evidence from the french experience. **Journal of Safety Research**, v. 55, p. 135 – 145, dez. 2015. 10.1016/j.jsr.2015.08.007.

6. BONANDER, C.; ANDERSSON, R.; NILSON F. The effect of stricter licensing on road traffic injury events involving 15 to 17-year-old moped drivers in Sweden: A time series intervention study. **Accident Analysis and Prevention**, v. 83,p.154–161, out. 2015. 10.1016/j.aap.2015.07.022.

7. BONANDER, C.; NILSON, F.; ANDERSSON, R. The effect of the swedish bicycle helmet law for children: an interrupted time series study. **Journal of Safety Research**, v.51, p.15–22, dez.214.10.1016/j.jsr.2014.07.001.

8. BRUBACHER, J. R. et al. The impact of child safety restraint legislation on child injuries in police-reported motor vehicle collisions in British Columbia: An interrupted time series analysis. **Paediatr Child Health**, v.21, n. 4, e.27 – 31, mai. 2016.

9. BYRNE, P. A. et al. Evaluation of the general deterrence capacity of recently implemented (2009–2010) low and zero BAC requirements for drivers in Ontario. **Accident Analysis and Prevention**, v. 88, p. 56 – 67, mar. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.12.002>.

10. CAMPBELL, D. T.; STANLEY, J.C. **Experimental and quasi-experimental designs for research**. Boston: Houghton Mifflin, 1963, 84 p.

11. CHANDRAN A. et al. Early impact of a national multi-faceted road safety intervention program in Mexico: results of a time-series analysis. **PlosOne**. V. 9, n. 1, e87482, jan. 2014.

12. COSTICH, J.F.; SLAVOVA, S. S. Using enforcement and adjudication data to assess the impact of a primary safety belt law. **Traffic Injury Prevention**, v. 16, n. 7, p. 664 – 8, 2015. 10.1080/15389588.2014.999857

13. CRUMPTON, C. D. et al. Avaliação de políticas públicas no Brasil e nos Estados Unidos: análise da pesquisa nos últimos 10 anos. **Rev. Adm. Pública**, v. 50, n. 6, p. 981 – 1001, 2016.

14. DENNIS, J. et al. Helmet legislation and admissions to hospital for cycling related head injuries in Canadian provinces and territories: interrupted time series analysis. **BMJ**. v. 346, f2674, 2013.10.1136/bmj.f2674

15. FLANNELLY, K. J.; FLANNELLY, L. T.; JANKOWSKI, K. R. B. Threats to the internal validity of experimental and quasi-experimental research in healthcare. **Journal of Health Care Chaplaincy**. v. 24, n. 3, p. 107 – 130, jul. 2018. 10.1080/08854726.2017.1421019

16. GARNETT, M. et al. Did amendments to the Ontario highway traffic act in 2009-2010 affect the proportion of alcohol-related motor vehicle collisions seen at a level I trauma centre over a 10-year period? **CJEM**, v. 19, n. 2, p. 106-111, 2017. 10.1017/cem.2016.343.
17. GRUNDY, C. et al. Effect of 20 mph traffic speed zones on road injuries in London, 1986-2006: controlled interrupted time series analysis. **BMJ**. v. 10, b4469, dez. 2009. <https://doi.org/10.1136/bmj.b4469>
18. HANSEN, R. N. Et al. Impact of an opioid risk reduction initiative on motor vehicle crash risk among chronic opioid therapy patients. **Pharmacoepidemiology and Drug Safety**. v. 26, p. 47 – 55, 2017. 10.1002/pds.4130
19. HARRIS, A. D. et al. The use and interpretation of quasi-experimental studies in medical informatics. **J Am Med Inform Assoc**, v. 13, n. 1, p. 16 – 23, 2006. 10.1197/jamia.M1749
20. HAWKINS NG. et al. The multiple baseline design for evaluating population-based research. **Am J Prev Med**, v. 33, n. 2, p. 162 – 8, 2007.
21. HUITEMA, B. E.; HOUTEN, R. V.; MANAL, H. Time-series intervention analysis of pedestrian countdown timer effects. **Accident Analysis and Prevention**. v. 72, p. 23 – 31, nov.2014. 10.1016/j.aap.2014.05.025.
22. IOANNIDIS, J. P. A. Limitations are not properly acknowledged in the scientific literature. **Journal of Clinical Epidemiology**, v. 60, n. 4, p. 324 – 329, abr. 2007. 10.1016/j.jclinepi.2006.09.011
23. JIANG, H.; LIVINGSTON, M.; ROOM, R. Alcohol consumption and fatal injuries in australia before and aftermajor traffic safety initiatives: a time series analysis. **Alcohol ClinExp Res**, v. 39, n. 1, p. 175–183, 2015.
24. JIAO, B. et al. Cost-effectiveness of neighbourhood slow zones in New York city. **InjPrev**, p. 1–6, 2017. 10.1136/injuryprev-2017-042499.

25. KELLY, C.; PRICE, T. D. Correcting for regression to the mean in behavior and ecology. **The American Naturalist**, v. 166, n. 6, p. 700 – 707, dez. 2005.

26. KENDALL, M. G. The effect of the elimination of trend on oscillation in time-series. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 104, n. 1, p. 43-52, 1941.

27. LAVOIE, M. C. et al. Effect of Maryland's 2011 Alcohol Sales Tax Increase on Alcohol-Positive Driving. **Am J Prev Med**, v. 53, n. 1, p. 17 – 24, 2017.

28. LINDEN, A. Assessing regression to the mean effects in health care initiatives. **BMC Medical Research Methodology**, v. 13, n. 119, p. 1 – 7, 2013.

29. LINDEN, A. Challenges to validity in single-group interrupted time series analysis. **J. Eval. Clin. Pract**, v. 23, p. 413–418, 2017. 10.1111/jep.12638

30. MA, T. et al. Program design for incentivizing ignition interlock installation for alcohol-impaired drivers: The Ontario approach. **Accident Analysis and Prevention**, v. 95, p. 27–32, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2016.06.011>

31. MCCARNEY, R. et al. The Hawthorne effect: a randomised, controlled trial. **BMC Medical Research Methodology**, v. 7, n. 30, 2007. 10.1186/1471-2288-7-30

32. MERRIAM, I. C. Social welfare programs in the United States. **Bulletin**, p. 3 – 12, fev. 1953. Disponível em: <<https://www.ssa.gov/policy/docs/ssb/v16n2/v16n2p3.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2018.

33. MORRISON, C. N. et al. Ridesharing and motor vehicle crashes in 4 US cities: An interrupted time-series analysis. **American Journal of Epidemiology**, v. 187, n. 2, p. 224-232, 2017. 10.1093/aje/kwx233

34. NAGATA, T. Effectiveness of a law to reduce alcohol-impaired driving in Japan. **Inj Prev**, v. 14, n. 1, p. 19 – 23, fev. 2018. 10.1136/ip.2007.015719.

35. NAZIF-MUNOZ, J. I.; BLANK-GOMMEL, A.; SHOR, E. Effectiveness of child restraints and booster legislation in Israel. **InjPrev**, v. 24, n. 6, p. 411-417, dez. 2017. 10.1136/injuryprev-2017-042458.

36. NAZIF-MUNOZ, J. I.; NIKOLIC, N. The effectiveness of child restraint and seat belt legislation in reducing child injuries: The case of Serbia. **Traffic InjPrev**, v. 19, S7 – S14, fev. 2018. 10.1080/15389588.2017.1387254

37. NISTAL-NUÑO, B. Segmented regression analysis of interrupted time series data to assess outcomes of a South American road traffic alcohol policy change. **Public Health**, v. 150, p. 51-59, set. 2017. 10.1016/j.puhe.2017.04.025

38. NOVOA, A. M. et al. Effect on road traffic injuries of criminalizing road traffic offences: a time–series study. **Bull World Health Organ**, v. 89, n. 6, p. 422–431, jun. 2011. 10.2471/BLT.10.082180.

39. OH, J.; EUN, S. J.; KIM, H.S. Effects of deregulation of the driving licence application process on road safety in Korea: an interrupted time-series analysis. **J Epidemiol Community Health**, v. 70, n. 12, p. 1178 – 1183, dez. 2016. 10.1136/jech-2015-207000.

40. OLSEN, J. R. et al. Effects of new urban motorway infrastructure on road traffic accidents in the local area: a retrospective longitudinal study in Scotland. **J Epidemiol Community Health**, v. 70, n. 11, p. 1088 – 1095, nov. 2016. 10.1136/jech-2016-207378.

41. PARK, E. S.; SENER, I. N. Impact of light rail transit on traffic-related pollution and stroke mortality. **Int J Public Health**, v. 62, n. 7, p. 721 – 728, set. 2017. 10.1007/s00038-017-0967-4.

42. PENFOLD, R.B.; ZHANG, F. Use of interrupted time series analysis in evaluating health care quality improvements. **AcadPediatr**, v. 13, n. 6, S38-44, nov. 2013. doi: 10.1016/j.acap.2013.08.002.

43. PRICE, J. H.; MURNAN, J. Research limitations and the necessity of reporting them. **American Journal of Health Education**, v. 35, n. 2, p. 66 – 67, 2004.
44. ROTHMAN. K. J.; GREELAND, S.; LASH, T. L. **Modern epidemiology**. 3 ed. Philadelphia: Lippincott Williams, 2008, 758 p.
45. SALWAY, R.; WAKEFIELD, J. Sources of bias in ecological studies of non-rare events. **Environmental and Ecological Statistics**, v. 12, p. 321–347, 2005.
46. SEBEGO M. et al. The impact of alcohol and road traffic policies on crash rates in Botswana, 2004-2011: a time-series analysis. **Accid Anal Prev**, v. 70, p. 33-9, set. 2014. 10.1016/j.aap.2014.02.017.
47. SOARES FILHO, A. M.; CORTEZ-ESCALANTE, J. J.; FRANÇA, E. Revisão dos métodos de correção de óbitos e dimensões de qualidade da causa básica por acidentes e violências no Brasil. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 21, n. 12, p. 3803 – 3818, 2016. 10.1590/1413-812320152112.13682015
48. STECKLER, A.; MCLEROY, K. R. The importance of external validity. **American Journal of Public Health**, v. 98, n. 1, p. 9 – 10, 2008. 10.2105/AJPH.2007.126847
49. STEINBACH, R. et al. The effect of reduced street lighting on road casualties and crime in England and Wales: controlled interrupted time series analysis. **J Epidemiol Community Health**, v. 69, n. 11, p. 1118 – 24, nov. 2015. 10.1136/jech-2015-206012.
50. WAGENAAR, A. C.; LIVINGSTON, M. D.; STARAS, S. S. Effects of a 2009 Illinois Alcohol Tax Increase on Fatal Motor Vehicle Crashes. **Am J Public Health**, v. 105, n. 9, p. 1880 – 5, set. 2015. 10.2105/AJPH.2014.302428.
51. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **World health statistics 2017: monitoring health for the SDGs, Sustainable Development Goals**. França: World Health Organization, 2017, 103 p.

52. ZHAO A. et al. Evaluating the Impact of Criminalizing Drunk Driving on Road-Traffic Injuries in Guangzhou, China: A Time-Series Study. **J Epidemiol**, v. 26, n. 8, p.433 – 9, ago. 2016. 10.2188/jea.JE20140103.

Conclusões gerais

As sínteses obtidas sobre o ato de beber e dirigir (BD) no estudo 1 mostram que 26,8% dos motoristas relatam que dirigem após consumir álcool dentro de um período retroativo de 12 meses, 8,9% dos motoristas são flagrados sob efeito de álcool em operações de fiscalização e que 48,7% dos motoristas têm intenção de dirigir após ingerir álcool em bares.

As estimativas obtidas são relevantes quando os seguintes fatos são considerados: i) O aumento progressivo do número de motocicletas e motonetas na frota nacional. Dados do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN) mostram que, entre 2005 a 2015, o percentual da frota nacional composta por motocicletas ou motonetas subiu de 19% para 26,2%, ii) O perfil sócio-demográfico dos motociclistas no Brasil. Seerig et al (2016) mostram que a maioria dos motociclistas possuem baixa escolaridade (75,7% possuem até 11 anos de escolaridade, o que corresponde ter até o ensino médio) e iii) A forte associação entre baixa escolaridade e BD (IMPINEN et al, 2011).

Além disso, outros dois fatores fortemente associados com o BD segundo Impinen et al (2011) – desemprego e divórcio, apresentam tendência de crescimento no Brasil. Dados da Coordenação de População e Indicadores Sociais (COPIS) revelam o crescimento ano a ano dos divórcios ocorridos no Brasil (COPIS, 2017), e dados do IBGE, compilados pelo IPEA, mostram que a taxa de desocupação no país aumentou de 7,9% para 11,7%.

Portanto, considerando os resultados do estudo 1 juntamente com as evidências sobre a composição do trânsito brasileiro, o perfil dos motociclistas e a evolução dos divórcios e da desocupação no Brasil, conclui-se a favor de um provável aumento da prevalência de BD nos próximos anos.

Quanto aos 2 e 3, pode-se observar que: i) Existe um efeito sazonal sobre os óbitos por AT, que aumentam significativamente em Março e Dezembro e nos meses com maior número de sábados e domingos, ii) A Lei 12.760 de 2012, que trata da embriaguez ao volante, mostra-se mais eficaz na diminuição dos óbitos por AT do que a LS08, iii) O impacto aquém do esperado da LS08. A diminuição significativa da mortalidade por AT foi observada somente nos estados de Santa Catarina e Distrito Federal e foi observado aumento significativo da mortalidade por AT nos

seguintes estados: Amazonas, Acre, Rondônia, Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Mato Grosso.

Segundo Laranjeira e Romano (2004), estratégias que visam a redução da concentração alcoólica no sangue, tal como a LS08 tendem a ser efetivas, embora os efeitos possam se dissipar com o tempo. Os autores ainda recomendam que, para manter a efetividade de estratégias como a LS08, é preciso que a fiscalização ocorra freqüentemente, de forma visível e que os motoristas sejam selecionados aleatoriamente. Além do modo com que as operações de fiscalização são realizadas, a relativa ineficácia de LS08 parece estar associada a múltiplas causas vinculadas a variabilidade entre os estados brasileiros quanto ao comportamento do condutor, ao funcionamento do sistema nacional de trânsito, aos aspectos de infraestrutura e a adesão dos gestores municipais quanto à municipalização do trânsito.

Referências Gerais

1. ABEGAZ, T. Effectiveness of an improved road safety policy in Ethiopia: an interrupted time series study. *BMC Public Health*, 14: 539, 2014. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4052816/>>. Acesso em 01 set. 2018. 10.1186/1471-2458-14-539.
2. ABREU, A. M. M. et al. Impacto da lei seca na mortalidade por acidentes de trânsito. *Rev. enferm. UERJ*, v. 20, n. 1, p. 21 – 6, jan. 2012.
3. AGUILERA, S. L. V. U. et al. Alcohol consumption among drivers in Curitiba, Brazil. *Traffic Injury Prevention*, v. 16, n. 3, p. 219 – 224, nov. 2014. <https://doi.org/10.1080/15389588.2014.935939>.
4. ALMEIDA, R. L. F. et al. Via, homem e veículo: Fatores de risco associados à gravidade dos acidentes de trânsito. *Rev Saúde Pública*, v.47, n. 4, p. 718 – 31, 2013. 10.1590/S0034-8910.2013047003657.
5. ALONSO, F. et al. Driving under the influence of alcohol: frequency, reasons, perceived risk and punishment. *Substance Abuse Treatment, Prevention, and Policy*, mar. 2015. Disponível em: <<https://substanceabusepolicy.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13011-015-0007-4>>. Acesso em: 01. set. 2018. <https://doi.org/10.1186/s13011-015-0007-4>.
6. ANDREUCCETTI G. et al. Alcohol use among fatally injured victims in São Paulo, Brazil: bridging the gap between research and health services in developing countries. *Addiction*, v. 112, n. 4, p.596–603, abr. 2017. 10.1111/add.13688
7. BACCHIERI, G.; BARROS, A. J. D. Acidentes de trânsito no Brasil de 1998 a 2010: muitas mudanças e poucos resultados. *Rev Saúde Pública*, v. 45, n. 5, p. 949-63, set. 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102011005000069>
8. BARROS, M. B. A. et al. Perfil do consumo de bebidas alcoólicas: diferenças sociais e demográficas no município de Campinas, Estado de São Paulo, Brasil,

2003. *Epidemiol. Serv. Saúde*, v. 17, n. 4, p. 259 – 270, out. 2008.
<http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742008000400003>

9. BEDENDO, A. et al. Binge drinking: a pattern associated with a risk of problems of alcohol use among university students. *Rev. Latino-Am. Enfermagem*, v. 25: e2925 set. 2017. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5599070/>> Acesso: 02. Set. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/1518-8345.1891.2925>

10. BERNAL, J. L.; CUMMINS, S.; GASPARRINI, A. Interrupted time series regression for the evaluation of public health interventions: a tutorial. *International Journal of Epidemiology*, v. 46, n. 1, p. 348 – 55, fev. 2017. 10.1093/ije/dyw098.

11. BHALLA, K. et al. Rapid assessment of road safety policy change: relaxation of the national speed enforcement law in Russia leads to large increases in the prevalence of speeding. *InjPrev*, v. 21, n. 1, p.53 – 6, fev. 2015. 10.1136/injuryprev-2014-041189

12. BIGLAN, A.; ARY, D.; WAGENAAR, A. C. The value of interrupted time-series experiments for community intervention research. *PrevSci*, v. 1, n. 1, p. 31 – 49, mar. 2000.

13. BLAIS, E.; CARNIS, L. Improving the safety effect of speed camera programs through innovations: Evidence from the french experience. *Journal of Safety Research*, v. 55, p. 135 – 145, dez. 2015. 10.1016/j.jsr.2015.08.007.

14. BONANDER, C.; NILSON, F.; ANDERSSON, R. The effect of the swedish bicycle helmet law for children: an interrupted time series study. *Journal of Safety Research*, v.51, p.15–22, dez.2014. 10.1016/j.jsr.2014.07.001.

15. BONANDER, C.; ANDERSSON, R.; NILSON F. The effect of stricter licensing on road traffic injury events involving 15 to 17-year-old moped drivers in Sweden: A time series intervention study. *Accident Analysis and Prevention*, v. 83,p.154–161, out. 2015. 10.1016/j.aap.2015.07.022.

16. BRASIL. Decreto nº 5.055 de 27 de abril de 2004. Institui o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência – SAMU, em Municípios e regiões do território nacional, e dá outras providências.
17. BRASIL. Lei nº 11.275 de 7 de fevereiro de 2006. Altera a redação dos arts. 165, 277 e 302 da Lei no 9.503, de 23 de setembro de 1997, que institui o Código de Trânsito Brasileiro.
18. BRASIL. LEI nº 11.705 de 19 de junho de 2008. Altera a Lei no 9.503, de 23 de setembro de 1997, que ‘institui o Código de Trânsito Brasileiro’, e a Lei no 9.294, de 15 de julho de 1996, que dispõe sobre as restrições ao uso e à propaganda de produtos fumíferos, bebidas alcoólicas, medicamentos, terapias e defensivos agrícolas.
19. BRASIL. Lei nº 12.760 de 20 de dezembro de 2012. Altera a Lei no 9.503, de 23 de setembro de 1997, que institui o Código de Trânsito Brasileiro.
20. BRUBACHER, J. R. et al. The impact of child safety restraint legislation on child injuries in police-reported motor vehicle collisions in British Columbia: An interrupted time series analysis. *Paediatr Child Health*, v.21, n. 4, e.27 – 31, mai. 2016.
21. BYRNE, P. A. et al. Evaluation of the general deterrence capacity of recently implemented (2009–2010) low and zero BAC requirements for drivers in Ontario. *Accident Analysis and Prevention*, v. 88, p. 56 – 67, mar. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.12.002>.
22. CAMPBELL, D. T.; STANLEY, J.C. *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Boston: Houghton Mifflin, 1963, 84 p.
23. CAMPOS, V. R. et al. The effect of the new traffic law on drinking and driving in São Paulo, Brazil. *Accident Analysis and Prevention*, v. 50, p. 622-7, jan. 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0001457512002357?via%3Dihub>. Acesso em: 04. Set. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2012.06.011>

24. CAMPOS, V. R. et al. Beber e dirigir: características de condutores com bafômetro positivo. *RevPsiqClín*, v. 39, n. 5, p. 166-71, 2012.
25. CAMPOS, V. R.; SALGADO, R. S.; ROCHA, M.C. Bafômetro positivo: correlatos do comportamento de beber e dirigir na cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. *Cad. Saúde Pública*, v. 29, n. 1, p. 51-61, 2013.
26. CARVALHO, C. H. R. Desafios da mobilidade urbana no Brasil. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada, 2016, 22 p.
27. CARVALHO, C. H. R.; PEREIRA, R. H. M. Gastos das famílias brasileiras com transporte urbano público e privado no brasil: uma análise da POF 2003 e 2009, Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2012, 37 p.
28. CHANDRAN A. et al. Early impact of a national multi-faceted road safety intervention program in Mexico: results of a time-series analysis. *PlosOne*. V. 9, n. 1, e87482, jan. 2014.
29. COORDENAÇÃO DE POPULAÇÃO E INDICADORES SOCIAIS. Estatísticas de registro civil - 2016. p. 43, 2017. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/7008b7eee18577ef910339f1cc678bc2.pdf>. Acesso em: 17 set. 2018.
30. COSTICH, J.F.; SLAVOVA, S. S. Using enforcement and adjudication data to assess the impact of a primary safety belt law. *Traffic Injury Prevention*, v. 16, n. 7, p. 664 – 8, 2015. 10.1080/15389588.2014.999857
31. CRUMPTON, C. D. et al. Avaliação de políticas públicas no Brasil e nos Estados Unidos: análise da pesquisa nos últimos 10 anos. *Rev. Adm. Pública*, v. 50, n. 6, p. 981 – 1001, 2016.
32. DA CONCEIÇÃO, T. V. et al. Awareness of legal blood alcohol concentration limits amongst respondents of a national roadside survey for alcohol and traffic

behaviours in Brazil. *International Journal of Drug Policy*, v. 23, n. 2, p. 166-8, mar. 2012.

33. DE BONI, R. et al. Is the Prevalence of Driving After Drinking Higher in Entertainment Areas? *Alcohol and Alcoholism*, v. 48, n. 3, p. 356 – 362, nov. 2012.

34. DE BONI, R. B .et al. Drug use among drivers who drank on alcohol outlets from PortoAlegre, Brazil. *Accident Analysis and Prevention*, v. 62, p. 137 – 142, jan.2014.

35. DE BONI, R. Regional differences associated with drinking and driving in Brazil. *Rev Bras Psiquiatr*, v. 34, n. 3, p. 306 – 313, out. 2012.

36. DENNIS, J. et al. Helmet legislation and admissions to hospital for cycling related head injuries in Canadian provinces and territories: interrupted time series analysis. *BMJ*. v. 346, f2674, 2013. 10.1136/bmj.f2674

37. DESAPRIYA, E. B. R. Alcohol limit for drink driving should be much lower. *BMJ*, v. 328, p. 895, abr. 2004.

38. DOWNES, M.J.et al. Development of a critical appraisal tool to assess the quality of cross-sectional studies (AXIS). *BMJ Open*, v. 6, e011458, 2016.

39. ECKSCHMIDT, F. et al. The effects of alcohol mixed with energy drinks (amed) on traffic behaviors among brazilian college students: a national survey. *Traffic Injury Prevention*, v. 14, n. 7, p. 671 – 679, 2013.

40. ERKE, A.; GOLDENBELD, C.; VAA, T. The effects of drink-driving checkpoints on crashes - A meta-analysis. *Accident Analysis and Prevention*, v. 41, n. 5, p. 914 – 923, 2009.

41. FLANNELLY, K. J.; FLANNELLY, L. T.; JANKOWSKI, K. R. B. Threats to the internal validity of experimental and quasi-experimental research in healthcare. *Journal of Health Care Chaplaincy*. v. 24, n. 3, p. 107 – 130, jul. 2018. 10.1080/08854726.2017.1421019

42. GARNETT, M. et al. Did amendments to the Ontario highway traffic act in 2009-2010 affect the proportion of alcohol-related motor vehicle collisions seen at a level I trauma centre over a 10-year period? *CJEM*, v. 19, n. 2, p. 106-111, 2017. 10.1017/cem.2016.343.
43. GJERDE, H. et al. A comparison of alcohol and drug use by random motor vehicle drivers in Brazil and Norway. *International Journal of Drug Policy*, v. 25, n. 3, p. 393–400, mai. 2014.
44. HANSEN, R. N. Et al. Impact of an opioid risk reduction initiative on motor vehicle crash risk among chronic opioid therapy patients. *Pharmacoepidemiology and Drug Safety*. v. 26, p. 47 – 55, 2017. 10.1002/pds.4130
45. HARRIS, A. D. et al. The use and interpretation of quasi-experimental studies in medical informatics. *J Am Med Inform Assoc*, v. 13, n. 1, p. 16 – 23, 2006. 10.1197/jamia.M1749
46. HAWKINS, N. G. et al. The multiple baseline design for evaluating population-based research. *Am J Prev Med*, v. 33, n. 2, p. 162 – 8, 2007.
47. HUITEMA, B. E.; HOUTEN, R. V.; MANAL, H. Time-series intervention analysis of pedestrian countdown timer effects. *Accident Analysis and Prevention*. v. 72, p. 23 – 31, nov.2014. 10.1016/j.aap.2014.05.025.
48. HUNTER, J.P. et al. In meta-analyses of proportion studies, funnel plots were found to be an inaccurate method of assessing publication bias. *Journal of Clinical Epidemiology*, v. 67, n. 8, p. 897 – 903, ago. 2014.
49. IMPINEN, A. et al. The Association between Social Determinants and Drunken Driving: A 15-Year Register-based Study of 81,125 Suspects. *AlcoholandAlcoholism*, v. 46, n. 6, p.721 - 728, jun. 2011. 10.1093/alcalc/agr075

50. INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Acidentes de trânsito nas rodovias federais brasileiras: Caracterização, tendências e custos para a sociedade. Brasília: 2015, 34p.
51. IOANNIDIS, J. P. A. Limitations are not properly acknowledged in the scientific literature. *Journal of Clinical Epidemiology*, v. 60, n. 4, p. 324 – 329, abr. 2007. 10.1016/j.jclinepi.2006.09.011
52. JIANG, H.; LIVINGSTON, M.; ROOM, R. Alcohol consumption and fatal injuries in australia before and aftermajor traffic safety initiatives: a time series analysis. *Alcohol ClinExp Res*, v. 39, n. 1, p. 175–183, 2015.
53. JIAO, B. et al. Cost-effectiveness of neighbourhood slow zones in New York city. *InjPrev*, p. 1–6, 2017. 10.1136/injuryprev-2017-042499.
54. JORGE, M. H. P. M.; KOIZUMI, M. S. Acidentes de trânsito causando vítimas: possível reflexo da lei seca nas internações hospitalares. *Associação Brasileira de Medicina de Tráfego*, v. 27, n. 2, p. 16 – 25, 2009.
55. KELLY, C.; PRICE, T. D. Correcting for regression to the mean in behavior and ecology. *The American Naturalist*. v. 166, n. 6, p. 700 – 707, dez. 2005.
56. KENDALL, M. G. The effect of the elimination of trend on oscillation in time-series. *Journal of the Royal Statistical Society*, v. 104, n. 1, p. 43-52, 1941.
57. KLABUNDE, F. C. et al. Impacto da lei seca na taxa de mortalidade por acidentes de trânsito, Santa Catarina, entre 2005 e 2011. *Arq. CatarinMed*, v. 46, n. 2, p. 108 – 117, abr. 2017.
58. LARANJEIRA, R.; ROMANO, M. Consenso brasileiro sobre políticas públicas do álcool. *Rev Bras Psiquiatr*, v. 26, p. 68 – 77, 2004.
59. LAVOIE, M. C. et al. Effect of Maryland’s 2011 Alcohol Sales Tax Increase on Alcohol-Positive Driving. *Am J Prev Med*, v. 53, n. 1, p. 17 – 24, 2017.

60. LEFIO, A. et al. A systematic review of the effectiveness of interventions to reduce motor vehicle crashes and their injuries among the general and working populations. *Rev Panam Salud Publica*, v. 42, e60, 2018.
61. LI, Q. et al. Prevalence of drink driving and speeding in China: a time series analysis from two cities. *Public Health*, 144S, S15-S22, mar. 2017. 10.1016/j.puhe.2016.11.024.
62. LIBOSCHIK, T.; FOKIANOS, K.; FRIED, R. Tscount: An R package for analysis of count time series following generalized linear models. *Journal of Statistical Software*, v. 85, n. 5, 2017. 10.18637/jss.v082.i05.
63. LIMA, I. M. O. et al. Fatores condicionantes da gravidade dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada, 2008, 25 p.
64. LINDEN, A. Assessing regression to the mean effects in health care initiatives. *BMC Medical Research Methodology*, v. 13, n. 119, p. 1 – 7, 2013.
65. LINDEN, A. Challenges to validity in single-group interrupted time series analysis. *J. Eval. Clin. Pract*, v. 23, p. 413–418, 2017. 10.1111/jep.12638
66. LUTZ, W.; SAMIR, K. C. Dimensions of global population projections: what do we know about future population trends and structures? *Phil. Trans. R. Soc. B*, v. 365, p. 2779 - 91, 2010. 10.1098/rstb.2010.0133
67. MA, T. et al. Program design for incentivizing ignition interlock installation for alcohol-impaired drivers: The Ontario approach. *Accident Analysis and Prevention*, v. 95, p. 27–32, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2016.06.011>
68. MACHADO, C.V.; SALVADOR, F. G. F.; O'DWYER, G. Serviço de atendimento móvel de urgência: Análise da política brasileira. *Rev Saúde Pública*, v. 45, n. 3, p. 519 – 28, 2011.

69. MACLEOD, K. E. et al. Acceptance of drinking and driving and alcohol-involved driving crashes in California. *Accid Anal Prev*, v. 81, p. 134 - 142, aug. 2015, 10.1016/j.aap.2015.04.035
70. MALTA, D. C. et al. Análise da mortalidade por acidentes de transporte terrestre antes e após a Lei Seca – Brasil, 2007-2009. *Epidemiol. Serv. Saúde*, v. 19,n. 4, p. 317 – 328, out. 2010.
71. MALTA, D. C. et al. Impacto da Legislação Restritiva do Álcool na Morbimortalidade por Acidentes de Transporte Terrestre – Brasil, 2008. *Epidemiol. Serv. Saúde*, v. 19, n. 1, p. 77 – 78, jan. 2010.
72. MARQUES, E. V.; MACHADO, M. A. Identificação dos fatores relevantes na decisão da alocação dos recursos econômicos visando um trânsito seguro. *RAP*, v. 44, n. 6, p. 1379 – 1404, nov. 2010.
73. MARTINS, R. H. G. et al. A lei seca cumpriu sua meta em reduzir acidentes relacionados à ingestão excessiva de álcool? *Rev. Col. Bras. Cir*, v. 40, n. 6, p. 438 – 442, 2013.
74. MASKALYK, J. Drinking and driving. *CMAJ*, v. 168, n. 3, p. 313, feb. 2003.
75. MCCARNEY, R. et al. The Hawthorne effect: a randomised, controlled trial. *BMC Medical Research Methodology*. v. 7, n. 30, 2007. 10.1186/1471-2288-7-30
76. MENDONÇA, A. K. R. H. et al. Fatores associados ao consumo alcoólico de risco entre universitários da área da saúde. *Revista Brasileira de Educação Médica*, v. 42, n. 1, p. 205 – 213, 2018.
77. MERRIAM, I. C. Social welfareprograms in the United States. *Bulletin*, p. 3 – 12, fev. 1953. Disponível em: <<https://www.ssa.gov/policy/docs/ssb/v16n2/v16n2p3.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2018.

78. MINISTÉRIO DA FAZENDA. SECRETARIA DE PREVIDÊNCIA. Saúde e segurança: Acidentes de trânsito têm impacto nas contas da Previdência. Disponível em: < <http://www.previdencia.gov.br/2016/10/saude-e-seguranca-acidentes-de-transito-tem-impacto-nas-contas-da-previdencia/>>. Acesso em 15 set. 2018.
79. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Vigitel Brasil 2016: Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. 1. ed. Brasília: Secretaria de Vigilância em Saúde, 2017, 159 p. ISBN 978-85-334-2479-1.
80. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 1.010 de 21 de maio de 2012. Redefine as diretrizes para a implantação do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU 192) e sua Central de Regulação das Urgências, componente da Rede de Atenção às Urgências.
81. MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. Pesquisa nacional de saúde 2013. Rio de Janeiro: 2014, ISBN 978-85-240-4334-5
82. MORAES, E.; MOREIRA, M. M.; CAMPOS, G. M. costs of drinking and driving in brazil. *SleepMedDisInt J*, v. 1, n. 6, 00026, 2017. 10.15406/smdij.2017.01.00026.
83. MORRISON, C. N. et al. Ridesharing and motor vehicle crashes in 4 US cities: An interrupted time-series analysis. *American Journal of Epidemiology*, v. 187, n. 2, p. 224-232, 2017. 10.1093/aje/kwx233
84. MURRAY, C. J. L.; LOPEZ, A. D. Alternative projections of mortality and disability by cause 1990–2020: Global Burden of Disease Study. *Lancet*, 1997; v. 349, p. 1498–1504, 1997.
85. MUNHOZ, T. N. et al. Tendências de consumo abusivo de álcool nas capitais brasileiras entre os anos de 2006 a 2013: análise das informações do VIGITEL. *Cad. SaúdePública*, v. 33, n. 7, e00104516, 2017. 10.1590/0102-311X00104516.

86. NAGATA, T. Effectiveness of a law to reduce alcohol-impaired driving in Japan. *InjPrev*, v. 14, n. 1, p. 19 – 23, fev. 2018. 10.1136/ip.2007.015719.
87. NASCIMENTO, A. S.; MENANDRO, P. R. M. Bebida alcoólica e direção automotiva: Relatos de policiais militares sobre a “Lei Seca”. *Psicologia: Ciência e Profissão*, v. 36, n. 2, p. 411 – 425, 2016.
88. NAZIF-MUNOZ, J. I.; BLANK-GOMMEL, A.; SHOR, E. Effectiveness of child restraints and booster legislation in Israel. *InjPrev*, v. 24, n. 6, p. 411-417, dez. 2014. 10.1136/injuryprev-2017-042458.
89. NAZIF-MUNOZ, J. I.; NIKOLIC, N. The effectiveness of child restraint and seat belt legislation in reducing child injuries: The case of Serbia. *Traffic InjPrev*, v. 19, S7 – S14, fev. 2018. 10.1080/15389588.2017.1387254
90. NISTAL-NUÑO, B. Segmented regression analysis of interrupted time series data to assess outcomes of a South American road traffic alcohol policy change. *Public Health*, v. 150, p. 51-59, set. 2017. 10.1016/j.puhe.2017.04.025
91. NOVOA, A. M. et al. Effect on road traffic injuries of criminalizing road traffic offences: a time–series study. *Bull World Health Organ*, v. 89, n. 6, p. 422–431, jun. 2011. 10.2471/BLT.10.082180.
92. NUNES, M. N.; NASCIMENTO, L. F. C. Análise espacial de óbitos por acidentes de trânsito, antes e após a Lei Seca, nas microrregiões do estado de São Paulo. *Rev Assoc Med Bras*, v. 58, n. 6, p. 685-690, 2012.
93. NUTT, D. J.; KING, L. A.; PHILLIPS, L. D. Drug harms in the UK: a multicriteria decision analysis. *Lancet*, v. 376, p. 1558 – 65, nov. 2010. 10.1016/S0140-6736(10)61462-6.
94. OH, J.; EUN, S. J.; KIM, H.S. Effects of deregulation of the driving licence application process on road safety in Korea: an interrupted time-series analysis. *J*

Epidemiol Community Health, v. 70, n. 12, p. 1178 – 1183, dez. 2016. 10.1136/jech-2015-207000.

95. OLIVEIRA, A. P. P. et al. Possível impacto da “lei seca” nos atendimentos a vítimas de acidentes de trânsito em uma unidade de emergência. Esc Anna Nery, v. 17, n. 1, p. 54 – 59, jan. 2013.

96. OLSEN, J. R. et al. Effects of new urban motorway infrastructure on road traffic accidents in the local area: a retrospective longitudinal study in Scotland. J Epidemiol Community Health, v. 70, n. 11, p. 1088 – 1095, nov. 2016. 10.1136/jech-2016-207378.

97. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Resolução nº 64/255 de 10 de maio de 2010. Improving global road safety.

98. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Road traffic injury prevention : training manual. Genebra: World Health Organization, 2006, 113 p.

99. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Global status report on road safety 2015. Genebra: World Health Organization, 2015, 323 p.

100. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Beber e dirigir: Manual de segurança de trânsito para profissionais de trânsito e de saúde. Genebra: Global Road Safety Partnership, 2007, 149 p.

101. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. World health statistics 2017: monitoring health for the SDGs, Sustainable Development Goals. França: World Health Organization, 2017, 103 p.

102. PARK, E. S.; SENER, I. N. Impact of light rail transit on traffic-related pollution and stroke mortality. Int J Public Health, v. 62, n. 7, p. 721 – 728, set. 2017. 10.1007/s00038-017-0967-4.

103. PECHANESKY, F. et al. Predictors of positive blood alcohol concentration (bac) in a sample of brazilian drivers. *Rev Bras Psiquiatr*, v. 34, p. 277-285, 2012.
104. PELTZER, K.; PENGPID S. Drinking and driving among university students in 22 low, middle income and emerging economy countries. *Iran J Public Health*, v. 44, n. 10, p. 1330-1338, 2015.
105. PENFOLD, R.B.; ZHANG, F. Use of interrupted time series analysis in evaluating health care quality improvements. *AcadPediatr*, v. 13, n. 6, S38-44, nov. 2013. doi: 10.1016/j.acap.2013.08.002.
106. PERO, V.; STEFANELLI, V. A questão da mobilidade urbana nas metrópoles brasileiras. *Revista de Economia Contemporânea*, v. 19, n. 3, p. 366-402, 2015.
107. PETRIDOU, E.; MOUSTAKI, M. Human factors in the causation of road traffic crashes. *European Journal of Epidemiology*, v. 16, p. 819 – 826, 2000.
108. PINSKY, I.; EL JUNDI, S. A. R. J. O impacto da publicidade de bebidas alcoólicas sobre o consumo entre jovens: revisão da literatura internacional. *Rev Bras Psiquiatr*, v. 30, n. 4, p. 362 – 74, 2008.
109. PRICE, J. H.; MURNAN, J. Research limitations and the necessity of reporting them. *American Journal of Health Education*, v. 35, n. 2, p. 66 – 67, 2004.
110. QUEIROZ, M. S.; OLIVEIRA, P. C. P. Acidentes de trânsito: uma visão qualitativa no Município de Campinas, São Paulo, Brasil. *Cad. Saúde Pública*, v. 18, n. 5, p. 1179 – 1187, 2002.
111. ROLISON, J. J. et al. What are the factors that contribute to road accidents? An assessment of Law enforcement views, ordinary drivers' opinions, and road accident records. *Accident Analysis and Prevention*, v.115, p. 11 – 24, 2008.
112. ROTHMAN. K. J.; GREELAND, S.; LASH, T. L. **Modern epidemiology**. 3 ed. Philadelphia: Lippincott Williams, 2008, 758 p.

113. SALGADO, R. S. et al. O impacto da “Lei Seca” sobre o beber e dirigir em Belo Horizonte/MG. *Ciência&SaúdeColetiva*, v. 17, n. 4, p. 971 – 76, 2012.
114. SALWAY, R.; WAKEFIELD, J. Sources of bias in ecological studies of non-rare events. *Environmental and Ecological Statistics*, v. 12, p. 321–347, 2005.
115. SANCHEZ, Z. M.; RIBEIRO, K. J.; WAGNER, G. A. Binge drinking associations with patrons risk behaviors and alcohol effects after leaving a nightclub: sex differences in the "balada com ciência" portal survey study in Brazil. *Plos One*, v.10, n. 8, e0133646. ago, 2015. 10.1371/journal.pone.0133646.
116. SANTOS, M. G. R. et al. Gender differences in predrinking behavior among nightclubs’ patrons. *Alcohol ClinExp Res*, v. 39, n. 7, p. 1243 – 1252, 2015.
117. SEBEGO M. et al. The impact of alcohol and road traffic policies on crash rates in Botswana, 2004-2011: a time-series analysis. *Accid Anal Prev*, v. 70, p. 33-9, set. 2014. 10.1016/j.aap.2014.02.017.
118. SEERING, L. M. Use of motorcycle in Brazil: users profile, prevalence of use and traffic accidents occurrence – a population-based study. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 21, n. 12, p. 3703 - 3710, 2016.
119. SILVA JR, J. B.; MALTA, D. C. Avaliação de políticas e ações voltadas a prevenção de acidentes de trânsito e violências no Brasil. *Epidemiol. Serv. Saúde*, v. 22, n. 3, p. 371 – 372, jul. 2013.
120. SOARES FILHO, A. M.; CORTEZ-ESCALANTE, J. J.; FRANÇA, E. Revisão dos métodos de correção de óbitos e dimensões de qualidade da causa básica por acidentes e violências no Brasil. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 21, n. 12, p. 3803 – 3818, 2016. 10.1590/1413-812320152112.13682015

121. SOUSA, T. et al. Challenges associated with drink driving measurement: combining police and self-reported data to estimate an accurate prevalence in Brazil. *Injury Int. J. CareInjured*, 44(S4), p. S11–S16, 2013.
122. SOUTO, C. C. et al. Perfil das vítimas de acidentes de transporte terrestre relacionados ao trabalho em unidades de saúde sentinelas de Pernambuco, 2012 – 2014. *Epidemiol. Serv. Saude*, v. 25, n. 2, p. 351 – 361, abr. 2016. 10.5123/S1679-49742016000200014.
123. STECKLER, A.; MCLEROY, K. R. The importance of external validity. *American Journal of Public Health*, v. 98, n. 1, p. 9 – 10, 2008. 10.2105/AJPH.2007.126847
124. STEINBACH, R. et al. The effect of reduced street lighting on road casualties and crime in England and Wales: controlled interrupted time series analysis. *J Epidemiol Community Health*, v. 69, n. 11, p. 1118 – 24, nov. 2015. 10.1136/jech-2015-206012.
125. STROUP, D. F. et al. Meta-analysis of observational studies in epidemiology: A proposal for reporting. *JAMA*, v. 283, n. 15, p. 2008 – 2012, abr. 2000.
126. SULLIVAN, E. V.; HARRIS, A.; PFEFFERBAUM, A. Alcohol's Effects on Brain and Behavior. *Alcohol Research & Health*, v. 33, n. 1, p. 127 – 143, 2010.
127. TELES, A. S. et al. Serviço de atendimento móvel de urgência (SAMU) do estado da bahia: Subfinanciamento e desigualdade regional. *Cad. Saúde Colet*, v. 25, n. 1, p. 51 – 57, 2017.
128. ULINSKY, S.L. et al. High-risk behaviors and experiences with traffic law among night drivers in Curitiba, Brazil. *Revista Brasileira de Psiquiatria*, v. 38, n. 2, p. 106 – 112, 2016. 10.1590/1516-4446-2014-1574.
129. WAGENAAR, A. C.; LIVINGSTON, M. D.; STARAS, S. S. Effects of a 2009 Illinois Alcohol Tax Increase on Fatal Motor Vehicle Crashes. *Am J Public Health*, v. 105, n. 9, p. 1880 – 5, set. 2015. 10.2105/AJPH.2014.302428.

130. WAGNER, G. A.; SANCHEZ, Z. M. Patterns of drinking and driving offenses among nightclub patrons in Brazil. *International Journal of Drug Policy*, v. 43, p. 96 – 103, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.drugpo.2017.02.011>.
131. WIJNEN, W.; STIPDONK, H. Social costs of road crashes: An international analysis. *Accident Analysis & Prevention*, v. 94, p. 97 – 106, set. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2016.05.005>.
132. ZHAO, A. et al. Evaluating the impact of criminalizing drunk driving on road-traffic injuries in Guangzhou, China: a time-series study. *J Epidemiol*, v. 26, n. 8, p. 433 – 439, 2016.