UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO- UFOP
INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
PÓS GRADUAÇÃO EM ECONOMIA APLICADA - PPEA
MESTRADO EM ECONOMIA APLICADA

CHARLES GOMES DA SILVA[1]

O Impacto da Lei Seca Sobre os Custos das Fatalidades no Trânsito nos Municípios Brasileiros

24 de abril de 2018

O Impacto da Lei Seca Sobre os Custos das Fatalidades no Trânsito nos Municípios Brasileiros

Author: Charles Gomes da Silva

Orientador: Carlos Eduardo da Gama Torres

Co-orientador: Igor Viveiros Melo Souza

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Ouro Preto, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, para obtenção do título de Magister Scientiae

24 de abril de 2018

cutte Gomes da Silva, Charles.
O Impacto da Lei Seca Sobre os Custos das Fatalidades no Trânsito nos Municípios Brasileiros [manuscrito] / Charles Gomes da Silva. - 2018.
67f.: il.: color.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo da Gama Torres.
Coorientador: Prof. Dr. Igor Viveiros Melo Souza.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Sociais Aplicadas. Departamento de Ciências Econômicas e Gerenciais. Programa de Pós-Graduação em Economia.
Área de Concentração: Economia Aplicada.

1. Lei Seca. 2. Alcoolemia. 3. Municípios. 4. BAC. I. da Gama Torres, Carlos Eduardo. II. Viveiros Melo Souza, Igor. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Titulo.

CDU: 330.101.8

Catalogação: www.sisbin.ufop.br

CHARLES GOMES DA SILVA

O IMPACTO DA LEI SECA SOBRE OS CUSTOS DAS FATALIDADES NO TRÂNSITO NOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS.

Trabalho apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada do Instituto de Ciências Sociais e Aplicadas (ICSA) da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Economia Aplicada, aprovado em 28 de fevereiro de 2018.

Banca Examinadora:

Prof.(a). Dr.(a). Carlos Eduardo da Gama Torres - Orientador (UFOP)

Prof.(a). Dr.(a). Cláudio Burian Wanderley (Fundação João Pinheiro)

Prof.(a). Dr.(a). Victor Maia Senna Delgado (UFOP)

Sumário

Sumário . . . . . **i**

Lista de ilustrações . . . . . **i**

Lista de tabelas . . . . . **i**

1 Introdução **1**

1.1 Considerações Iniciais 1

1.2 Problema e Sua Importância 5

1.3 Hipótese 7

1.4 Objetivos 7

2 Referencial Teórico **9**

2.1 O efeito das políticas de melhorias e aprimoramentos de segurança sob os automóveis 9

2.2 Políticas para regulamentar a redução do alcoolemia no trânsito 14

3 Introdução de uma política de Segurança contra o álcool **18**

3.1 Fatores contribuintes para os acidentes de trânsito 18

3.2 Custos associados aos acidentes de trânsito 22

3.3 Modelo teórico: Introdução da política de segurança contra o álcool e direção veicular 24

4 Legislação sobre limites de álcool no sangue e direção veicular . . **27**

4.1 Políticas de Concentração de álcool no sangue no mundo 27

4.2 Lei de limites de concentração de álcool no sangue no Brasil: A lei seca . . 29

5 Metodologia **33**

5.1 Dados em Painel 33

5.2 O modelo TOBIT 36

5.3 2SLS 37

5.4 Fonte de Dados 39

6 Resultados **40**

6.1 Análise Descritiva 40

6.2 Análise do modelo econométrico para os determinantes das fatalidades no trânsito 44

7 Conclusão **51**

REFERÊNCIAS **53**

Lista de ilustrações

Figura 1 – Espaço amostral 18
Figura 2 – Grupos de Risco 19
Figura 3 – Álcool e demais fatores ligados aos condutores 20
Figura 4 – Risco relativo estimado de mortalidade de condutores alcoolizados 21
Figura 5 – Tipos de externalidades causadas pelos meios de transporte 24
Figura 6 – Utilidade do condutor após a introdução de uma política de controle do álcool 25
Figura 7 – Países e as políticas de limites BAC 28
Figura 8 – Fatalidades nas rodovias concedidas e as demais localidades 40
Figura 9 – Multas totais em rodovias federais e fatalidades no trânsito 41
Figura 10 – Multas por dirigir sob o efeito de álcool em rodovias federais 42
Figura 11 – Média do resultado de exame de alcoolemia feito pelos motoristas . 44

Lista de tabelas

Tabela 1 – Principais Fatores Causadores de Acidentes de Trânsito no Brasil Conforme Grupo de Risco 20
Tabela 2 – Descrição dos dados 39
Tabela 3 – Fiscalização por parte da polícia rodoviária federal 43
Tabela 4 – Resultados pelo modelo de efeito fixo 45
Tabela 5 – Resultados pelo modelo de Variáveis Instrumentais 49
Tabela 6 – Resultados pelo modelo TOBIT 50

Resumo

SILVA, Charles Gomes, M.Sc., Universidade Federal de Ouro Preto. **O Impacto da Lei Seca Sobre os Custos das Fatalidades no Trânsito nos Municípios Brasileiros.** Orientador: Carlos Eduardo da Gama Torres. Coorientador: Igor Viveiros Melo Souza

A segurança rodoviária tornou-se uma preocupação crescente nas vias de trânsito brasileiras devida a quantidade significativa de vítimas mortais e das perdas econômicas derivadas dessas ocorrências. De acordo com o DATA-SUS, (2017) e DENATRAN, (2017), todos os anos ocorrem no Brasil cerca de 750 mil acidentes de trânsito, resultando em 28 mil mortes e outros milhares de feridos. Além disso, segundo IPEA, (2005) estima-se que os custos totais dos acidentes de trânsito sejam de R$ 28 bilhões ao ano, justificando a intervenção governamental. Uma das ferramentas utilizadas pelo o governo brasileiro foi a implementação da lei seca, que em 2012, estabeleceu um limite de álcool no sangue ao condutor de veículo de 0.00 g/l, além de outras sanções mais restritivas. Esse estudo avalia a eficácia da lei seca através de um sistema punitivo mais rigoroso, na qual tal lei reduz a probabilidade do indivíduo dirigir sob o efeito do álcool. Dessa forma é feito um modelo teórico acerca da efetividade da política da lei seca em reduzir a utilidade do condutor em dirigir sob o efeito do álcool. Este estudo avalia a eficácia da política da lei seca utilizando três modelos empíricos: Painel, 2SLS e TOBIT para o período de 2007 a 2015, utilizando todos os municípios brasileiros. Os resultados mostram a existência de impactos positivos para os três modelos da lei seca sobre as fatalidades no trânsito. Além disso este estudo isola o efeito da política de segurança contra o álcool. Finalmente, é importante ressaltar que a lei seca poderia ser mais efetiva se agisse conjuntamente com outras políticas de segurança no trânsito.

Abstract

SILVA, Charles Gomes, M.Sc., Universidade Federal de Ouro Preto.**The Impact of the Dry Law on the Cost of Traffic Fatalities in Brazilian Municipalities** . Advisor: Carlos Eduardo da Gama Torres. Co-Advisor: Igor Viveiros Melo Souza. Road safety has become a growing concern in Brazilian transit routes due to the significant number of fatalities and economic losses resulting from these occurrences. According to DATASUS, (2017) and DENATRAN, (2017), there are approximately 750,000 traffic accidents in Brazil each year, resulting in 28,000 deaths and thousands of other injuries. In addition, according to IPEA, (2005) it is estimated that the total costs of traffic accidents are R$ 28 billion per year, justifying governmental intervention. One of the tools used by the Brazilian government was the implementation of the dry law, which in 2012 established a limit of blood alcohol to the vehicle driver of 0.00 g / l, in addition to other more restrictive sanctions. This study evaluates the effectiveness of the dry law through a more rigorous punitive system in which such law reduces the likelihood of the individual driving under the influence of alcohol. In this way a theoretical model is made about the effectiveness of the dry law policy in reducing the driver's utility in driving under the influence of alcohol. This study evaluates the effectiveness of the dry law policy using three empirical models: Panel, 2SLS and TOBIT for the period from 2007 to 2015, using all Brazilian municipalities. The results show the existence of positive impacts for the three models of the dry law on traffic fatalities. In addition, this study isolates the effect of alcohol safety policy. Finally, it is important to emphasize that the dry law could be more effective if it acts in conjunction with other traffic safety policies.

1 Introdução

1.1 Considerações Iniciais

As fatalidades no trânsito representam um grande problema de saúde pública, tendo em vista as taxas de mortalidade e morbidade elevadas, que atingem todas as faixas etárias e representam grandes gastos para o setor público. De acordo com o Departamento de Informática do Sistema Únicos de Saúde (DATA-SUS, (2017))[2] e o Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN, (2017))[3] todos os anos ocorrem no Brasil, em média, cerca de 750 mil acidentes de trânsito, resultando em 28 mil mortes e outros milhares de feridos. Conforme exposto pela OMS, (2015) os acidentes envolvendo veículos configuram-se como o segundo maior responsável pelas mortes por causas externas, estando atrás apenas dos homicídios.

Segundo a OPAS/OMS, (2005)[4] R$ 5,3 bilhões foram dispendidos no país em 2005, nos acidentes de trânsito. Esses dispêndios são utilizados para cobrir todo o processo de resgate e amparo à pessoa acidentada (entre eles, os cuidados de saúde, remoção e translado e até a perda de produção causada por sequelas do acidente). Para os casos onde houveram ilesos, feridos e mortos, o governo teve um gasto médio de R$1 mil, R$36,6 mil e R$270,1, respectivamente.

Em consoante aos dados da OPAS/OMS, (2005), BLINCOE et al., (2002) aponta os gastos provenientes dos acidentes de trânsito, envolvendo automóveis, nos Estados Unidos no ano de 2000. As entidades públicas gastaram em torno de US$32 bilhões com despesas médicas, US$52 bilhões é o valor estimado para as perdas em propriedades[5]. Segundo os autores, 9% da receita total do setor público foram canalizados para custear acidentes de trânsito naquele ano, representando um equivalente de US$200 em impostos adicionais para cada habitação nos EUA. Em relação aos acidentes com automóveis provenientes da ingestão de álcool, estimou-se cerca de 22% de todos os custos econômicos dos acidentes, representando um gasto médio de US$ 51,1 bilhões.

Esses eventos têm reflexos diretos sobre os custos do setor público, dado que os acidentes de trânsito representam um custo total global de US$ 518 bilhões por ano em todo mundo. No Brasil, o total de mortos e feridos graves extrapola 150 mil pessoas e o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, (2005)) estima que os custos totais causados pelos acidentes no trânsito sejam de R$ 28 bilhões ao ano. Os custos dos acidentes de trânsito ao setor público são destinados desde aos tratamentos emergenciais imediato à atenção especializada: reabilitação física, psicológica e

[2] Órgão da Secretaria Executiva do Ministério da Saúde responsável por coletar, processar e disseminar informações sobre saúde em todo o Brasil

[3] Órgão máximo executivo de trânsito da União

[4] Organização Pan-Americana de Saúde/Organização Mundial da Saúde

[5] Os acidentes de trânsito eventualmente geram responsabilização para diversas pessoas, como deveres jurídicos decorrentes de obrigações que surgem por imposição legal. Dessa forma, quem causa dano no trânsito acaba por ter o dever de indenizar, ou receber indenização por parte da esfera pública, gerando custos elevados para ambas partes.

assistência social. Os autores JORGE; KOIZUMI; TONO, (2007) reforçam essa afirmativa, ao demonstrar que a população necessita dos recursos públicos para assistência emergencial imediata e para cobrir os gastos hospitalares.

Afim de minimizar os problemas de saúde pública advindos de acidentes, os governos aplicam políticas de segurança para conscientizar os condutores sobre suas responsabilidades ao dirigir. Essas políticas são aplicadas para reduzir a possibilidade de sequelas e mortes provenientes dos acidentes, tais quais: políticas para o uso obrigatório do cinto de segurança, *air-bag*, posse de seguros contra os acidentes como formas de tentar mitigar o problema, entre outras. Porém, segundo PELTZMAN, (1975) o uso desses aparatos pode ter um efeito compensatório[6] , em que os indivíduos ao sentirem-se mais seguros podem dirigir com menos atenção ou de forma mais agressiva, elevando a probabilidade dos acidentes atingirem não apenas o motorista, mas os não-beneficiários diretos[7] da implementação dos aparelhos de segurança.

Entre os fatores que explicam a incidência de acidentes, muitos deles são relacionados às imprudências do próprio condutor, cita-se: excesso de velocidade, imperícia, falta de manutenção do veículo, desrespeito às leis de trânsito, etc. Outros fatores são conferidos a causas externas, por exemplo, condições climáticas e más condições nas vias públicas (SOUZA; MINAYO; FRANCO, (2007)). Além dessas razões, a OMS, (2013) salienta o risco para ocorrência de acidentes causado pela ingestão de álcool e outras substâncias nocivas: a essa causa é atribuída um relevante problema de saúde pública, suscitando em implicações diretas[8] e indiretas[9] para causas de violência em geral, sobretudo quando o ato de dirigir é influenciado pelo seu consumo.

Segundo MCMILLAN; LAPHAM, (2006), estima-se que entre um quarto e metade das causas das mortes em acidentes de trânsito estão relacionadas à utilização abusiva do álcool. Por consequência, diante das evidências quanto a relação entre o álcool e os acidentes no trânsito, diversos países estabeleceram leis e medidas legais para que seja proibido o ato de dirigir sob efeitos do álcool, ao reduzir os níveis toleráveis de álcool no sangue, especialmente em motoristas menos experientes (JONES; SHULTS, (2009)).

Os autores MOSKOWITZ; FIORENTINO, (2000) abordaram a questão da concentração de álcool no sangue dos motoristas. Resultados da pesquisa indicam que níveis acima de 0,5 g/l podem resultar em perdas de algumas habilidades necessárias à uma direção mais segura, como habilidades visuais reduzidas, prejuízo à coordena-

[6] Será melhor abordado na sessão três.

[7] Os não-beneficiários diretos da política de segurança são: pedestres, motociclistas e ciclistas

[8] O impacto do consumo de álcool tem efeitos sobre a distorção cognitiva e de percepção, além de déficit de atenção, julgamento errado de uma situação e mudanças neuroquímicas, essas alterações biológicas do indivíduo poderiam causar ou estimular conduta violenta

[9] Supõe que a correlação entre bebida-violência corresponde a causas comuns, como personalidade, genética , características pessoais, relacionamento complicado com os familiares, além de outras motivações que são intrínsecas ao indivíduo.

ção motora e funções de atenção difusas[10]. Após esse estudo, outros foram realizados com intuito de identificar uma quantidade "ótima" aceitável de álcool, cujos níveis de BAC (*blood alcohol concentration*) não interfiram consideravelmente na maneira do motorista conduzir o veículo. Os trabalhos que abordam essa temática encontram resultados distintos, porém é comum entre as deliberações de cada estudo que quanto maior o nível de álcool no sangue do motorista, maior a probabilidade do mesmo envolver-se em um acidente de trânsito (BORKENSTEIN et al., (1964)). Estudos recentes indicam que os pesquisadores voltam seus esforços na tentativa de mensurar a correlação entre os efeitos de níveis de álcool no sangue e a ocorrência dos acidentes no trânsito e da violência em geral.

Em um estudo de caso na Áustria, no ano de 1998, BARTL; ESBERGER, (2000) analisam um período de 22 meses após a introdução do novo limite BAC, de 0.08 para 0.05 g/l. Os resultados encontrados apontam que apenas 17.72% dos motorista detectados em blitz apresentaram um nível de álcool no sangue entre a 0.05 g/l e 0.079 g/l, limite anteriormente permitido. Logo, foi evidenciado que no curto prazo, o estabelecimento do novo limite causa uma queda significativa nas fatalidades no trânsito. Porém, é questionável se a esse resultado são facultados outros fatores, além da nova lei, como as intensas campanhas públicas para motivar a não ingestão de álcool antes de dirigir ou do aumento da aplicação policial. Ao considerar os efeitos do novo limite BAC a longo prazo, os resultados indicam maior impacto na queda dos acidentes para condutores recém habilitados em relação àqueles mais experientes[11].

Expandindo a análise para toda a Europa, ALBALATE, (2008) também considerou a alteração nos níveis de álcool aceitáveis por motoristas e levou em conta algumas características individuais dos mesmos como possíveis determinantes para a eficácia da política (anos de estudo, experiência ao conduzir um automóvel, habilidades, entre outros). Segundo o autor, uma mudança no comportamento das pessoas pode gerar um impacto sobre o consumo de bebidas e, consequentemente, reduzir as causas de acidentes provenientes deste fator. Esse estudo revela a importância da complexidade individual sobre os efeitos da implementação de uma política de segurança. Resultados desse estudo recomendam um período superior a dois anos para verificar o real efeito desse tipo de política, descartando resultados fiáveis no curto prazo.

Conforme discutido por SWEEDLER et al., (2004) a introdução de leis com caráter mais rigoroso e com aplicações mais severas[12] contribuem para alterar o comportamento na conduta social dos indivíduos. Algumas nações[13] constataram uma forte

[10] É a atenção que se consegue espalhar por várias direções.

[11] Segundo a *European Commission*, os condutores inexperientes são aqueles em que a emissão da habilitação foi expedida a menos de dois anos.

[12] Leis como horário de funcionamento de bares e restaurantes, taxação das bebidas alcoólicas, regulação da disponibilidade física do álcool, medidas de combate ao ato de beber e dirigir, elaboração de estratégias de educação e persuasão referentes ao álcool, dentre outros.

[13] De acordo com a OPAS/OMS (2005) o BAC máximo permitido para população geral fica entre 0.05 – 0.07 g/l (61 países) ou 0.08–0,15 g/l (46 países). Em 18 países não há limite estabelecido e em

correlação entre à prática da aplicação do bafômetro e fiscalização árdua nas estrada com as mortes relacionadas com o álcool.

BIDERMAN; MELLO; SCHNEIDER, (2010) estudam, indiretamente, a relação entre o consumo do álcool e os acidentes, para o Brasil, através da taxa de homicídios. Os autores avaliam o impacto da Lei Seca sobre os homicídios entre março de 2001 e agosto de 2004, em 16 municípios da região metropolitana de São Paulo, através da restrição no horário de funcionamento de bares e restaurantes. Como resultado, considerou-se uma queda de até 10% nos homicídios após a implementação da Lei, porém um problema desta conclusão é separar os efeitos da diminuição das pessoas nas ruas e a efetiva queda na taxa de fatalidades. Além disso, foi considerado a restrição de horário para o fechamento dos bares (uma implementação de leis municipais) como uma medida efetiva na redução dos homicídios. Os autores salientam que há maior dificuldade no monitoramento dos motoristas que dirigem sob o efeito de álcool do que no controle de funcionamento dos bares. Essa informação pode contribuir aos formuladores de políticas públicas sobre em quais domínios a Lei se faz mais eficiente em atingir seus objetivos. Ainda como resultado, foi ressaltado que a proibição e tributação de bebidas alcoólicas são políticas falhas na tentativa de reduzir o consumo de álcool. Restringir o consumo recreativo é menos radical e mais direcionado do que a proibição. O objetivo não é evitar que as pessoas bebam, mas tornar o consumo menos frequente e consciente.

Em contraposição à prática de beber antes de dirigir, o governo brasileiro adotou em 19 de junho de 2008, a Lei No. 11.705, alterando o Código de Trânsito Brasileiro (CTB) por meio da incorporação de dispositivo que pode inibir o consumo de substâncias alcoólicas por parte dos indivíduos. O objetivo da Lei é tornar o consumo de álcool pelos motoristas menos tolerável do ponto de vista jurídico. Para isso, houve mudança na concentração aceitável de álcool por litros de sangue por parte do condutor do veículo de trânsito (quando BAC for superior a 0,6g/l), este está sujeito a penalidades como multa de R$957,00, suspensão do direito de dirigir por 12 meses, além de apreensão do veículo.

Por outro lado, a Lei não permite a venda e comercialização de bebidas alcoólicas para consumo em proximidades às rodovias federais e terrenos próximos com acesso as mesmas (porém essa lei não abrangia as vias públicas). Em 2012, foi sancionada a Lei no 12.760, que fortalece a anterior: é elaborada uma alteração no CTB que, além de aumentar o valor da multa (de R$ 957,69 para R$ 1.915,38, podendo dobrar em caso de reincidência no período de 12 meses), amplifica as possibilidades de provas de infração ao dirigir sob a influência de álcool ou de qualquer substância psicoativa.

Mais recentemente, em 19 de dezembro de 2017, houve uma alteração substancial na Lei Seca:

25 a tolerância é zero, o que significa proibir a condução de veículos sob influência de qualquer quantidade de álcool. Assim, países que impuseram alguma medida restritiva para o consumo de álcool, tiveram uma queda significante nos acidentes de trânsito.

"(...) o agente retido por conduzir com capacidade psicomotora alterada pela influência de álcool ou outra substância, sob possibilidades de cometer crime resultando em lesão corporal de natureza grave[14] ou gravíssima[15], cumprirá uma pena de cinco a oito anos de reclusão, suspensão ou proibição do direito de se obter a permissão ou a habilitação para dirigir um veículo automotor."

Diante das evidências empíricas supracitadas e das leis adotadas pelo governo brasileiro nos últimos anos, fica evidente que os agentes públicos viram minimizar os custos associados aos acidentes de trânsito (sobretudo aqueles causados por bebidas), através de leis e medidas que visam uma melhor conduta e educação no trânsito.

1.2 Problema e Sua Importância

A incidência dos acidentes de trânsito é um grande transtorno para a saúde pública, além de incorrer em alto custo social (pela perda de vidas e transtorno familiar, por exemplo), gera um ônus ao poder público. Dessa forma, a segurança rodoviária torna-se uma grande preocupação aos formuladores de políticas pelo mundo, principalmente nos países em desenvolvimento, em que 90% das vítimas fatais são provenientes dessas localidades, apesar dos mesmos concentrarem apenas 48% dos veículos do mundo (OMS, (2013)).

Para mensurar o impacto negativo de tais acidentes na sociedade, foi desenvolvido um indicador de saúde, o DALY (*Disability-Adjust Life Year*)[16], que associa o número de anos perdidos por uma morte prematura e os anos vividos com algum tipo de incapacidade[17]. Sob o ponto de vista desse indicador, em 1990, considerando países da OCDE, é o nono fator de maior relevância para explicar mortes e invalidez, sendo responsável por 2,6% da causa das mesmas, são os acidentes de trânsito. Uma previsão para 2020 aponta que os acidentes de trânsito irão ser a terceira maior causa desse tipo de problema, representando 5.1% do total. Considerando apenas os países com um nível de desenvolvimento médio ou baixo, os acidentes passarão a ocupar o segundo maior fator relacionado a esse indicador, perdendo apenas para as doenças cardiovasculares (FERRAZ; JR; BEZERRA, (2008)).

[14] Que tornem a vítima incapacitada para suas atividades habituais por mais de 30 dias; as que gerem perigo de vida, as que gerem debilidade permanente de um membro, sentido ou função; e as que acelerem o parto.

[15] Que tornem a vítima a incapacidade permanente para o trabalho, enfermidade incurável, perda ou inutilização de membro, sentido ou função, deformidade permanente ou gere o aborto em gestante.

[16] O ano de vida ajustado por deficiência (DALY) é uma medida da carga de doença global, expressa como o número de anos perdidos devido a doença, deficiência ou morte precoce. Foi desenvolvido na década de 1990 como uma forma de comparar a saúde geral e a expectativa de vida de diferentes países.

[17] Ponderado de acordo com o tipo de incapacidade. Ou seja, caso a pessoa sofreu algum tipo de acidente e perdeu os movimentos das mãos, terá um peso menor que uma pessoa que esteja paraplégica.

Considerando-se a segurança rodoviária brasileira, de acordo com relatório divulgado pela OMS, (2013), em um ranking considerando 186 economias de todo o mundo, o Brasil ocupava a 148^{o} posição, com um indicador de 22.5 óbitos a cada cem mil habitantes, enquanto outros países da América Latina, tais como México (14.7), Argentina (12.6) e Chile (12.3) exibiam índices significativamente menores. Entre o período de 2000 a 2012, há um crescimento expressivo no número de óbitos. Em 2012, foram 177.4 mil feridos e 45.7 mil vítimas fatais, caracterizando um óbito a cada 12 minutos. No Brasil são gastos, em média, 16 bilhões de reais em decorrência de acidentes rodoviários (OMS, (2013)).

Existem vários fatores que podem explicar as causas dos acidentes no trânsito, porém, as dificuldades para captar as interações entre os indivíduos, para mensurar o impacto das causas externas e internas ligadas às ocorrências dos mesmos e o efeito das políticas para amenizá-los, trazem ao estudo sobre essa temática uma abordagem complexa, repleta de desafios e paradoxos concernentes a essas dificuldades. Reconhecer os principais fatores que geram e influenciam a causa dos acidentes pode permitir que ações preventivas possam ser desenvolvidas e atuar de maneira eficiente na redução dos mesmos. Os fatores que contribuem para a incidência de um acidente rodoviário podem ser explicados pelas ações recorrentes das atitudes das motoristas e/ou das condições (intrínsecas ou externas) que levaram diretamente ao acidente(BROUGHTON, (1998)).

Estudos apontam o álcool como um dos principais fatores causadores dos acidentes no trânsito. Pode-se citar aquele realizado por PHILLIPS; BREWER, (2011), que compara o comportamento dos motoristas sóbrios com os alcoolizados. Os autores ressaltam que esses últimos podem ser mais propensos a dirigir sob condições de ricos: tendem a conduzir sob uma velocidade mais alta, não utilizam dispositivos de segurança, como o cinto e, no geral, estão mais propensos a sofrer colisões. Neste trabalho fica evidente que, mesmo a níveis mais baixos de BAC no sangue, como por exemplo 0.01g/l, maiores são os riscos de acidentes, ao comparar com indivíduos cujos níveis BAC são nulos. Relatório divulgado pela OMS, (2014) confirmam os resultados encontrados por PHILLIPS; BREWER, (2011), de que o risco de ocorrer um incidente nas rodovias e estradas são contabilizados a níveis muitos baixos de concentração de álcool no sangue e que, a ingestão de bebida aumenta esses riscos gradativamente. Os motoristas com um BAC entre 0.02 g/l e 0.05 g/l têm pelo menos três vezes mais chances de sofrer um acidente em relação a um motorista não alcoolizado. Se o condutor está com o BAC de 0.05 g/l e 0.08 g/l, esse risco dobra. Além disso, quanto maior o nível de BAC maiores as possibilidades de acidentes com morte ou lesões graves.

As contra-medidas para reduzir a condução de veículos automotores sob o uso de álcool, podem limitar o volume dos acidentes de trânsito atribuídos a esse fator. O estabelecimento de limite para o BAC é uma delas. Aplicações de políticas com pontos

de controle de sobriedade e testes de alcoolemia (teste em etilômetro) também podem diminuir os acidentes no trânsito em 20% (PEEK-ASA, (1999); ELDER et al., (2002)).

Em consoante a discussão apresentada, é necessária uma investigação mais aprofundada acerca das políticas de limites de álcool no sangue e sua correlação com a taxa de fatalidade nos municípios brasileiros. É o que se propõe a fazer este estudo, que pode ser utilizado como indicativo para a continuidade de alguma política ou para reformulação das já existentes, em específico, à política da Lei Seca. Na literatura existem controvérsias sobre a efetividade de políticas de segurança, que podem não obter os resultados esperados para todos os usuários de estradas (ALBALATE, (2008)). É importante ressaltar que a literatura que aborda os acidentes de trânsito ainda é incipiente no Brasil e voltada principalmente para a introdução do código de trânsito no Brasil (KUME; NERI, (2007)). Poucos estudos procuraram controlar as características não observáveis, que podem variar de um município para o outro, utilizando variáveis explicativas que sejam correlacionadas com a taxa de fatalidades no trânsito. Pode-se citar o estudo de ALBALATE, (2008) que avalia a eficácia da transição de limites de BAC de 0,08 g/l de sangue para 0.05 g/l. Baseado no painel de países europeus, para o período de 1991 a 2003 e utlizando método de diferenca-em-diferença em uma estimativa de efeitos fixos, chega ao resultado da existência de impactos positivos em certo grupos de usuários da estrada, e para toda a população quando a política é acompanhada por intervenções da fiscalização.

Por fim, há uma consideração importante sobre o debate a respeito das políticas direcionada ao condutor alcoolizado. ALBALATE, (2008) afirma que o desencorajamento do consumo de bebida alcoólicas pode não ser a única solução para se reduzir os casos de fatalidades em acidentes de trânsito, mas se tal política é acompanhada de outas intervenções, por exemplo, a redução obrigatória da quilometragem percorrida pelo condutor. Isso se daria através de maiores investimentos que estimulariam o uso alternativo de transporte, como transporte público e táxis, e incentivariam a mudanças nos hábitos dos indivíduos.

1.3 Hipótese

A Lei Seca tem reduzido de maneira sistemática as fatalidades em acidentes de trânsito nos municípios brasileiros.

1.4 Objetivos

Esse trabalho tem como objetivo geral relacionar uma possível queda da taxa de fatalidade dos municípios brasileiros com a implementação da Lei Seca , dado que seu objetivo é afetar os incentivos de motoristas a se exporem à riscos e, consequentemente, reduzir os índices de fatalidades em acidentes de veículos. Especificamente pretende-se:

1. Verificar se um sistema punitivo de multas têm impactos sobre a redução dos acidentes de trânsito.

2. Analisar os principais fatores que possam determinar as mortalidades em rodovias.

3. Observar os possíveis motivos que possam ser mais efetivos na redução das fatalidades no trânsito.

2 Referencial Teórico

O primeiro tópico dessa seção aborda os estudos que referem-se à política de segurança discricionária[18] e o seu impacto sobre o comportamento dos beneficiários diretos e dos não-beneficiários dessa política. Em seguida, é feita uma revisão bibliográfica dos trabalham que avaliam o impacto de políticas contra o álcool e outras políticas sobre as fatalidades no trânsito.

2.1 O efeito das políticas de melhorias e aprimoramentos de segurança sob os automóveis

Há na literatura investigações empíricas que abordam o comportamento dos condutores de veículos sob a obrigatoriedade de distintas políticas de segurança, evidenciando uma relação de compensação por parte dos motoristas (PELTZMAN, (1975); RUMAR et al., (1976); WILDE, (1981); EVANSM; WASIELEWSKI; BUSECK, (1982); BLOMQUIST, (1988); GARBACZ, (1991); EVANS; GRAHAM, (1991); CHIRINKO; HARPER, (1993)) . Outros estudos constam que aprimoramentos de segurança nos automóveis (cinto de segurança, air bags, etc) podem ser eficazes em promover segurança no trânsito e reduzir o número de fatalidades associadas a eles, não apresentando efeitos compensatórios (JOKSCH, (1976); ROBERTSON, (1977); KELLEY, (1984);GARBACZ, (1985), COHEN; EINAV, (2003)).

De acordo com PELTZMAN, (1975) os condutores de veículos podem responder a variações no nível de segurança dos automóveis dirigindo de forma imprudente: com velocidade acima da permitida, realizando ultrapassagens em locais proibidos e reduzindo os cuidados e a atenção no trânsito, de forma geral. A estas ações é atribuído o chamado "efeito compensatório", em que a direção não defensiva é compensada pelo ganho de segurança ao utilizar dispositivos obrigatórios. O autor chama atenção para o aumento da segurança e redução de fatalidades aos condutores de veículos, e aumento no número de acidentes e lesões aos pedestres, motociclistas e ciclistas. Em outras palavras, o efeito positivo da regulamentação de segurança no automóvel, pelo motorista (beneficiário direto), é coibido por suas práticas imprudentes que colocam em risco a vida de outrem (não beneficiários que utilizam as vias de trânsito).

Em geral, grande parte dos estudos empíricos que se apoiam na hipótese do comportamento compensatório, obtêm estimativas através do método Mínimos Quadrados Ordinários afim de obter a correlação entre padrões de segurança automotivos, impostos pelo governo, sobre as taxas de mortalidade nas estradas. Além disso, busca-se inserir variáveis comportamentais para captar o efeito compensatório.

[18] São políticas voltadas para apenas um usuário da pista, tal como automóveis. Exemplos são a obrigatoriedade do uso do cinto de segurança, a utilização de air-bag, entre outros

Para estimar uma previsão para taxas de acidentes para o período após a instituição de regulamentos de segurança, PELTZMAN, (1975) usou as taxas de acidentes do período anterior ao regulamento da Administração Nacional de Segurança no Tráfego Rodoviário (em inglês, National Highway Traffic Safety Administration - NHTSA)[19], que implementou políticas para segurança em automóveis. Resultados evidenciaram que as taxas de acidentes previstas para o período anterior ao NHTSA (1965-1972) não foram diferentes das taxas de acidentes após a regulamentação do mesmo, indicando que as normas de segurança para automóveis não tiveram um efeito global significativo na segurança rodoviária. Além disso, testes similares para acidentes envolvendo motociclistas e pedestres apontaram que, para ambos os grupos de não-ocupantes, os riscos de acidentes eram menores antes da regulamentação do NHTSA. Diante desses resultados, o autor concluiu que os motoristas de automóveis reduziram seus esforços de segurança em resposta às novas normas de segurança.

BLOMQUIST, (1988)contribui com melhorias na especificação do modelo de PELTZMAN, (1975), ao estabelecer uma melhor definição para as variáveis e utilizando uma base de dados distinta. Embora os autores se diferenciavam pelo uso de metodologias (o primeiro utiliza cross section e o segundo, análise temporal) e na magnitude das suas estimativas, pode-se verificar resultados comuns em ambos os trabalhos. A primeira contribuição apresentada pelos autores refere-se à queda na taxa de mortalidade em acidentes de trânsito devido ao uso de regulamentações de segurança impostas nos automóveis; em segundo momento, concluiu-se que o transporte rodoviário é mais seguro em geral, embora esse fosse um resultado não esperado; por último, foi consenso entre os autores que os não-ocupantes dos veículos (pedestres e motociclistas) estavam em posição desfavorável à regulamentação obrigatória nos automóveis. Essa última contribuição foi justificada pela hipótese do comportamento compensatório, porém ainda é necessário um embasamento empírico que dê sustentação a esses resultados.

Dessa forma, outros autores propuseram-se em investigar a hipótese do comportamento compensatório afim de fornecer as evidências empíricas necessárias para sustentar a hipótese. WILDE, (1981), observou que as taxas de fatalidades em ambientes de trânsito sofreram uma queda após o período em que as regulamentações de segurança de trânsito foram implantadas, porém voltaram aos níveis anteriores após um período de tempo. O autor justificou-se pelas mudanças comportamentais em respostas às alterações exógenas sobre risco, ou seja, regulamentações de segurança que elevaram a comodidade do motorista ao conduzir de forma mais segura, o conduziram a condutas imprudentes, a conduta compensatória. RUMAR et al., (1976), também apresentaram uma investigação pautada no comportamento compensatório na Suécia. Os autores embasaram seu estudo em condutores que possuíam automóveis

[19] Entidade responsável por questões de segurança do trânsito nos Estados Unidos.

com pneus cravejados[20], seu uso tornou-se obrigatório mediante Lei, assegurando reduzir os acidentes ao aumentar o coeficiente de atrito do pneu nas estradas com gelo. As medições foram realizadas em duas curvas de alto risco (que ligam o subúrbio a cidade de Uppsala) e analisadas para os períodos em que as estradas encontravam-se molhadas e secas. Foi verificado que após aderirem aos pneus recomendados, os motoristas passaram a dirigir com maior velocidade e com maior nível de insegurança, quando comparados ao período de estradas secas, em que são utilizados pneus normais. Por fim, os autores concluíram que os condutores utilizaram da margem de segurança adicional, proporcionada pelos pneus cravejados em condições de pistas molhadas, para aumentar sua segurança, porém essa elevação é compensada por práticas imprudentes.

JOKSCH, (1976) e ROBERTSON, (1977) foram críticos da hipótese de compensação iniciada por PELTZMAN, (1975). Os pesquisadores basearam-se nos problemas de estimativas ao utilizar as variáveis que captam o comportamento compensatório. Um dos problemas nas estimativas referiam-se à multicolinearidade, que poderia omitir variáveis importantes ou alterar os sinais dos parâmetros estimados. Além disso, foi criticada a forma arbitrária pela qual as proxies foram utilizadas. Ademais, o modelo de séries temporais não possuía um previsor confiável para as taxas de fatalidades (JOKSCH, (1976)). JOKSCH, (1976), argumentou que omissão de variáveis importantes causou problemas de correlações espúrias e tendenciosas no modelo de PELTZMAN, (1975). Para tanto, o crítico reconstruiu as equações de regressão da série temporal afim de obter resultados consistentes. O autor encontrou séries não estacionárias, inviabilizando as previsões propostas por PELTZMAN, (1975). Logo, ao considerar fatores que captam o comportamento compensatório por parte do motorista, a análise temporal não foi a metodologia adequada para embasar o modelo. Para reforçar o uso indevido dos modelos de séries temporais, JOKSCH, (1976) construiu um modelo que buscou verificar a relação das mortes dos não-ocupantes de veículos às medidas de segurança nos automóveis, seus resultados não evidenciaram um impacto significativo devido ao efeito compensatório, contrariando PELTZMAN, (1975).

De maneira análoga, ROBERTSON, (1977) também elencou alguns problemas concernentes à teoria do comportamento compensatório, alegando a falta de variáveis importantes na definição do modelo. Além disso, houveram ainda outros pontos questionáveis sobre a hipótese levantada por PELTZMAN, (1975): (i) as regressões que projetaram o efeito das regulamentações de segurança poderiam estar altamente correlacionadas, podendo ter resultado em distorções nas projeções feitas pelo autor; (ii) não houve uma divisão entre automóveis que tiveram ou não alguma regulamentação; (iii) as taxas de fatalidades projetadas (dos ocupantes e não-ocupantes de automóveis) foram substancialmente maiores do que aquelas realmente observadas, portanto, não havia como mensurar se a queda nas mortes dos ocupantes poderiam afetar as taxas

[20] São pneus com pontas de metal pequenas, projetadas para prender superfícies de estrada de gelo

globais de fatalidades dos não-ocupantes de veículos e (iv) foram desconsideradas medidas de regulamentação para outros segmentos, por exemplo, o uso obrigatório de capacete poderia reduzir as mortes para motociclistas.

Outros dois autores estiveram em conformidade com as ideias de ROBERTSON, (1977) sobre a teoria de PELTZMAN, (1975), foram eles KELLEY, (1984)) e GARBACZ, (1985), que realizaram uma reavaliação do modelo de comportamento compensatório. Os resultados descritos pelos pesquisadores indicaram que o uso obrigatório do cinto de segurança foi essencial na redução dos acidentes de trânsito e não causaram um comportamento compensatório. Para os autores, esse diferente resultado foi encontrado devido a um conjunto de dados mais ricos em informações do que aquele utilizado por PELTZMAN, (1975). Reforçando a crítica sobre a hipótese do efeito compensatório, GARBACZ, (1985)) avaliou, também, os limites de velocidade impostos nos EUA na redução das fatalidades de trânsito. O autor absteve-se do efeito secundário levantado por PELTZMAN, (1975). O autor enfatizou que o consumo de álcool e a renda dos ocupantes de veículos foram variáveis fundamentais nos estudos relacionados a esse tema.

COHEN; EINAV, (2003) também utilizaram dados referentes ao uso do cinto de segurança e buscaram estimar a eficácia das leis que obrigaram seu uso na redução das fatalidades no trânsito, para todos os estados americanos, no período de 1983 a 1997. Em contraste aos resultados de PELTZMAN, (1975), não foi evidenciado comportamento compensatório pelo uso obrigatório do cinto de segurança, os resultados mostraram que a lei obrigatória foi significativa para reduzir as mortes no trânsito: o aumento em 1 ponto percentual no número de condutores que utilizam o cinto de segurança seria capaz de evitar 136 mortes anuais, correspondendo a queda de 0,13% nas fatalidades por ano.

Diante de toda discussão acerca da hipótese do comportamento compensatório, os modelos desenvolvidos pelos críticos de PELTZMAN, (1975) também foram alvos de críticas que geraram questionamentos sobre a relação dos efeitos das regulamentações obrigatórias de segurança sobre a segurança rodoviária.

EVANSM; WASIELEWSKI; BUSECK, (1982) avaliaram o efeito do cinto de segurança na percepção de risco dos motoristas, nas cidades de Ontário (Canadá), onde seu uso era obrigatório e em Michigan (EUA), em que não era obrigatório o uso do dispositivo de segurança. Os resultados não mostraram evidências do comportamento de compensação por partes dos motoristas. Logo, concluíram que os benefícios do cinto de segurança não eram diminuídos ou neutralizados por um comportamento compensatório por partes dos condutores diante de suas percepções de risco.

Porém, estudos mais recentes que abordaram a questão da obrigatoriedade do uso do cinto de segurança, sugeriram uma redução na fatalidade para os ocupantes de automóveis, entretanto, houveram evidências de que havia aumento da mortalidade entre os não-ocupantes. Cita-se o estudo realizado por GARBACZ, (1991), que avaliou

a utilização da regulamentação do cinto de segurança na Nova Zelândia. De acordo com autor, o efeito líquido sobre os ocupantes dos veículos podia ser compensado, pelo menos parcialmente, pelas mortes dos não-ocupantes, dado uma condução mais perigosa por parte dos motoristas, que se sentiam mais seguros e conduziam com imprudência. Além disso, os benefícios na segurança, provenientes da regulamentação do cinto, foi menor do que geralmente é apontado pela literatura. Segundo o autor, alguns resultados poderiam sugerir que a velocidade seja uma variável endógena, desta forma, os efeitos de um comportamento compensatório apareceriam de qualquer maneira.

EVANS; GRAHAM, (1991), verificaram a veracidade da hipótese de PELTZMAN, (1975) no setor de transporte americano, evidenciando o efeito das novas leis de regulamentação obrigatória. Para este fim, foi utilizado um modelo de efeitos fixos, onde as fatalidades no trânsito foram estimadas usando dados agrupados de cinquenta estados durante o período 1975-1987. Os resultados indicaram que tais leis reduziram as fatalidades entre os ocupantes de automóveis em níveis compatíveis com as previsões de estudos anteriores. Contudo, há evidências de uma elevação na fatalidade dos não-ocupantes, padrão observado pelos teóricos que defenderam o comportamento compensatório. Para os autores, a lei de regulamentação do cinto de segurança apresentou maior efeito em estados que impõe uma idade mínima (21 anos) para os condutores.

CHIRINKO; HARPER, (1993) forneceram um estudo sobre os determinantes das mortes dos ocupantes de veículos motorizados, dando ênfase aos efeitos da regulamentação da segurança dos automóveis. Foi verificado que as mortes de não-ocupantes tendiam a se elevar em resposta a uma maior segurança auferida aos condutores de automóveis. O comportamento compensatório foi quantitativamente relevante nessa análise e suavizou os efeitos esperados pela regulamentação de segurança no total de acidentes com automóveis. Ficou claro que as decisões relativas às opções de políticas a serem aplicadas devem considerar uma série de fatores e efeitos diversos, tais como a análise da eficiência econômica, do bem-estar social. Os testes empíricos evidenciaram resultados distintos quanto ao comportamento compensatório.

Entre as dificuldades encontradas nas estimações, cita-se a incapacidade do pesquisador em isolar o efeito de uma política sobre o comportamento individual do motorista. Os estudos empíricos abordados nessa pesquisa têm sido um subproduto das avaliações sobre as políticas de segurança, tais como regulamentos que exigem dispositivos de segurança dos ocupantes e limites de velocidade e, conseguiram captar apenas o impacto exógeno dessas políticas, apontando para possíveis respostas do condutor frente a uma mudança na regulamentação de segurança.

2.2 Políticas para regulamentar a redução do alcoolemia no trânsito

Estudos relacionados aos acidentes de trânsito, em sua grande maioria, propõe-se em avaliar a eficácia das políticas públicas de segurança sobre as fatalidades no trânsito. O uso obrigatório de dispositivos (cinto de segurança obrigatórios e air bags), inspeções regulares, limites de velocidade são alguns exemplos de políticas recorrentes. Nesta seção é abordada as políticas e regulamentos destinados a reduzir as fatalidades rodoviárias relacionadas especificamente ao álcool.

Pesquisas econômicas (MOSKOWITZ; FIORENTINO, (1996); LEVITT; PORTER, (1999); ZADOR; KRAWCHUK; VOAS, (2000); COMPTON et al., (2002) ; KEALL; FRITH; PATTERSON, (2004)) e laudos médicos (OMS, 2013, 2014, 2015) demonstram que o consumo de álcool é um dos principais determinantes para a ocorrência de acidentes e fatalidade no trânsito. Políticas de segurança são elaboradas com o objetivo de desencorajar a condução de veículos cujos condutores encontram-se sobre o efeito nocivos do álcool. A importância dos estudos acerca do consumo de álcool na causa de acidentes tem se elevado nos últimos anos no Brasil, principalmente pela instituição da Lei Seca, no ano de 2008.

Nas últimas duas décadas (1998 a 2018) foi desenvolvido um conjunto de normas e ações governamentais que visam reduzir o consumo de álcool pela população, cita-se: a lei de idade mínima para o consumo legal de álcool, limites de quantidade de álcool por litro de sangue, horário de funcionamento para estabelecimentos comerciais que comercializam bebidas alcóolicas, imposto sobre bebidas com álcool, entre outros. O aumento do número de acidentes envolvendo jovens embriagados e a reformulação da Lei Seca nos anos de 2012 e 2017 elevam o debate sobre políticas de segurança. Há um conjunto de trabalhos que buscam verificar o efeito das políticas de controle do álcool aos acidentes rodoviários. O método comumente utilizado é os Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), que permite obter estimativas significativas sobre o efeito dessas duas variáveis, atreladas a outras variáveis de controle.

Países cujo governo e/ou estados são mais rigorosos na imposição de limites ao consumo de álcool para motoristas apresentam taxas de fatalidades inferiores aos países onde as políticas de consumo de bebidas alcóolicas para condutores são mais brandas (MOSKOWITZ; FIORENTINO, (2000)). No entanto, a avaliação dessas políticas pode ser complexa para ambos os casos, dada a dificuldade de captar a inter-relatação dessas políticas ao comportamento de cada indivíduo. Se a variável que representa a política de álcool estiver correlacionada a variáveis não observáveis (intrínsecas de cada condutor), as estimativas obtidas tendem a ser viesadas.

Alguns estudos se concentram em controlar esses fatores não observáveis, entre eles, cita-se o estudo realizado por BAUGHMAN et al., (2001) que examinaram 237 alterações nas políticas relacionadas às vendas e ao consumo de álcool promulgadas nas comunidades do Texas, entre 1975 e 1996. Afim de determinar o efeito da política da redução de alcoolemia sobre a incidência de acidentes, os autores categorizaram-

na pelos locais de venda das bebidas alcóolicas (sendo consumidas no local ou fora dele) e o tipo de álcool disponível (cerveja, vinho ou liquor). Os resultados apresentados indicaram que os municípios com maior consumo de álcool per capita apresentou maior número de acidentes causados pela ingestão de bebidas alcóolicas. As estatísticas apresentadas no estudo indicaram que: (i) a legalização de vendas de bebidas alcoólicas em estabelecimentos próximos às rodovias estiveram associada a 6,71 acidentes/ano/município, representando um acréscimo de 5% no número de acidentes anuais; (ii) para cada 100.000 milhas rodadas por um veículo, estimou-se um aumento de 2,57 acidentes/ano; (iii) para cada US$ 1 milhão investido em despesas para segurança rodoviária, foi esperado uma queda de 6,03 acidentes/ano. Outra ressalva abordada neste estudo refere-se ao local de consumo de bebidas alcóolicas: as vendas de álcool para o consumo no local estiveram associadas a um aumento no número dos acidentes de trânsito, enquanto a venda para o consumo fora do estabelecimento poderia reduzir os acidentes esperados. Além disso, a venda de bebidas com maior teor alcoólico apresentou maior risco para a segurança rodoviária. As conclusões desse trabalho sugerem que os governos podem efetivar diferentes taxas de impostos para cada tipo de bebida, reduzindo o consumo daquelas com maior índice de álcool.

Ao analisar 48 estados norte-americanos, no período de 1982 a 1988, RUHM, (1996) verificou que a redução na taxa de mortalidade em acidentes de trânsito esteve associada ao aumento da idade mínima para o consumo de bebidas alcoólicas (de 18 para 21 anos), porém o modelo tornou-se estatisticamente insignificante ao adicionar regressores para a renda per capita, taxas de desemprego, além de outras[21] medidas de controle do álcool. O autor afirmou que, apesar de muitos estados terem promulgado ou reforçado regulamentos que visavam desestimular o consumo de bebida antes de dirigir[22], pesquisas acerca do real impacto dessas políticas podem oferecer informações limitadas e duais sobre a eficácia na redução das fatalidades no trânsito. O autor considerou o viés proporcionado pelas variáveis omitidas[23] e as condições macroeconômicas pré-existentes onde as leis foram promulgadas.

Para obter um modelo melhor especificado, as leis para o funcionamento e re-

[21] Legislação preliminar de teste do bafômetro, pontos de controle de sobriedade (Blitz) e mudanças nas leis de responsabilidade civil (tal como idade miníma para beber)

[22] Os estados americanos, onde a polícia é autorizada a administrar o teste de bafômetro, apresentam em seu estatuto de jurisprudência direito às partes lesadas de apresentar uma ação judicial contra os infratores embriagados. A solicitação é feita nas agências de licenciamento estadual, podendo suspender ou revogar a licença do infrator. A lei que exige sanção de licença se este recusar-se a submeter ao teste do bafômetro, como penalidade, a lei que exige o infrator prestes serviços a comunidade.

[23] Segundo RUHM, (1996) deve-se considerar fatores que variam ao longo do tempo. Alguns estudos questionam o uso do modelo de efeito fixos devido à colinearidade entre as políticas de controle do álcool e as variáveis independentes (por exemplo, SAFFER; GROSSMAN, (1987); CHALOUPKA; SAFFER; GROSSMAN, (1993) . A multicolinearidade aumenta os erros padrão dos coeficientes, mas não causa viés, em contraste com métodos que não conseguem purgar a heterogeneidade entre estados.

gulação dos chamados *dram shop*[24] e *per se*[25] foram as únicas variáveis regulatórias que geraram um efeito negativo significativo sobre as taxas de mortalidade no trânsito. Porém, embora os coeficientes estimados tenham sido significativos, eles provavelmente foram superestimados, dado que muitas políticas foram promulgadas ao mesmo tempo, e essas não foram controladas pelo modelo (RUHM, (1996)).

Por fim, RUHM, (1996)) concluiu que leis e medidas anti-álcool mais severas não foram capazes de ter um impacto na redução das fatalidades no trânsito. O autor salientou que elevações nos impostos sobre bebidas alcoólicas tiveram efeitos mais significativos na queda das mortes no tráfego. Segundo as estimativas, uma elevação na carga tributária sobre a cerveja em 78% resultou em uma redução de 7 a 8 % nas mortes rodoviárias, evitando de 3300 a 3700 mortes/ano nos Estados Unidos.

YOUNG; BIELINSKA-KWAPISZ, (2006), utilizando dados sobre 48 estados americanos, entre o período de 1982 a 2000, visaram explicar como os preços das bebidas alcoólicas poderiam influenciar nas fatalidades de trânsito. Os pesquisadores atentaram-se ao fato de que o preço das bebidas seria uma variável endógena, visto que que uma maior demanda por esse bem, tornariam seus preços mais elevados. Após controlar o problema de endogeneidade, ficou evidenciado pelos resultados que um aumento no imposto sobre cerveja em US$0,50 reduziria as fatalidades de trânsito em cerca de 4,5%, evitando 1900 mortes no ano 2000. Os autores indicaram que as fatalidades que envolviam o álcool apresentaram uma proporção de 30 a 40% das mortes relacionadas ao trânsito. Desse modo, as estimativas indicaram que o aumento em 1% no consumo per capita das bebidas alcoólicas, elevaria em 1.13% as mortes causadas pela ingestão de álcool. Além disso, para fins de política, foi apontado que o consumo de bebidas alcóolicas por jovens (na faixa etária de 16 a 21 anos) é menos elástico ao preço do álcool nos finais de semana, acarretando em maior número de acidentes nesses dias. COOK; MOORE, (2001) encontraram resultados semelhantes aos deYOUNG; BIELINSKA-KWAPISZ, (2006), sugerindo que pequenas mudanças nos níveis de preços, incorridas por impostos governamentais, podem gerar efeitos maiores nos acidentes envolvendo jovens condutores.

Ao se analisar todos os estados norte-americanos no período de 1977 a 1992, DEE, (1999), apresentou evidências sobre a eficácia de políticas estatais do álcool, através da aplicação de impostos e instauração da idade mínima legal para beber, na redução das vítimas juvenis nos acidentes trânsito. Seus resultados foram opostos àqueles encontrados por GROSSMAN; COATE; ARLUCK, (1987); KENKEL, (1993); GROSS-

[24] Essas leis são aplicadas através de ações judiciais civis, permitindo que as vítimas dos motoristas alcoolizados ou suas famílias processem os comerciantes de álcool ou varejistas por danos patrimoniais. Normalmente, quando a vítima ganha o processo contra um comerciante e o condutor alcoolizado, os custos são divididos entre os dois réus.

[25] Per se é um termo latino que significa "por si só" ou "inerentemente". Por exemplo, se em algum estado o Departamento de trânsito puder administrar por si mesmo, suspendendo ou cancelando a carteira de motorista cujos limites de álcool no sangue ultrapassar a quantidade estipulada por lei, ou se este recuse a fazer o teste do bafômetro.

MAN et al., (1994); e COOK; MOORE, (2001), que sugeriram que a política de preços (em particular, impostos sobre a venda de cerveja) representaram uma medida eficaz para reduzir a prevalência e as consequências do consumo abusivo de álcool entre os adolescentes. De acordo com o estudo de DEE, (1999), impostos incidentes sobre a cerveja apresentaram um impacto relativamente insignificante sobre o seu consumo. Em suma, suas evidências mostraram que a taxação sobre as bebidas, em geral, não reduz significativamente seu consumo e os acidentes associados aos seus efeitos. Porém, houveram indícios de que o aumento da idade mínima para o consumo legal de álcool (de 18 para 21 anos) reduziu o consumo em 8% e as mortes no trânsito conferidas a causa de embriaguez em 9%.

A literatura que trata a eficácia das políticas de controle do álcool sobre as fatalidades no trânsito aponta para resultados distintos. Como observado por EISENBERG, (2003), as limitações e os diferentes níveis de precisão realizados nos estudos relacionados ao tema levam a obtenção de diferentes conclusões acerca do efeito dessas políticas. Alguns trabalhos basearam suas análises em pequenas amostras, resultando em possíveis problemas de estimação, afetando a confiabilidade dos dados. Outros analisaram períodos de pós-política muito curtos ou não controlaram as políticas simultâneas que podem confundir a efetividade real das políticas contra o alcoolismo. Além disso, poucos estudos tentaram controlar características não observadas que podem variar de um estado/município para outro, usando um amplo conjunto de variáveis explicativas. No entanto, não é possível capturar toda a heterogeneidade adicionando um grande número de covariáveis. Neste sentido, os trabalhos existentes não apresentaram uma avaliação robusta devido a pelo menos um desses problemas expostos.

3 Introdução de uma política de Segurança contra o álcool

Nessa seção será apresentado o mecanismo de funcionamento da política de segurança contra o álcool. Em primeiro momento, será demonstrado o espaço amostral na qual está inserida os acidentes de trânsito, bem como as fatalidades. Em seguida, são evidenciados os custos incorridos pelos acidentes de trânsito, além das externalidades negativas causadas pelo mesmo. Por fim, é apresentado o modelo teórico que embasa as políticas de segurança, indicando como elas atuam de forma reduzir os custos e elevar o bem-estar social.

3.1 Fatores contribuintes para os acidentes de trânsito

A determinação do espaço amostral nesta pesquisa é dada pelo "número de viagens totais dos veículos nos municípios brasileiros". Dentro desse grupo, é de interesse para atender aos objetivos do trabalho ao subgrupo "acidentes de trânsito", especificamente aqueles que apresentaram fatalidades (Figura 1).

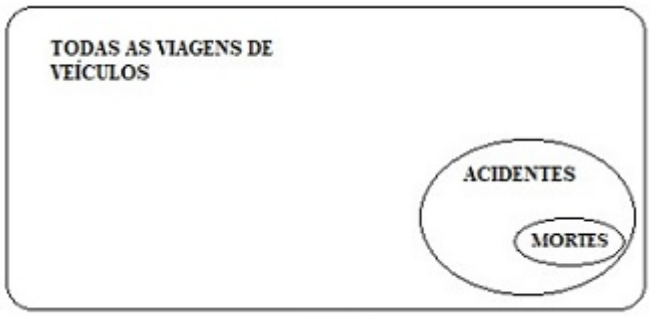


Figura 1 – Espaço amostral

Fonte: Elaboração do Próprio Autor

A partir do desenho do espaço amostral, o presente estudo propõe-se verificar a probabilidade de ocorrer acidentes no trânsito, pelo consumo ou não do álcool. Essa relação é descrita na equação 1 :

$$P(Ac) = (PMe).P(Ac/Me) + P(Me^{-}).P(Ac/Me^{-}) \quad (1)$$

em que $P(Ac)$ representa a probabilidade de ocorrer um acidente , $P(Me)$ é a probabilidade do motorista sob o efeito de álcool se envolver em um acidente, $P(Ac/Me)$ é a probabilidade de ocorrer o acidente, dado que ele está sob o efeito do álcool. $P(Me^{-})$ é a probabilidade do motorista não está sob o efeito do álcool e se envolver em um acidente e $P(Ac/Me^{-})$ é a probabilidade do motorista se envolver em um acidente, dado que ele não está sob o efeito do álcool.

Essa probabilidade é usualmente baixa $P(Ac)$, visto que é estimado um acidente para cada 1 milhão de veículos (CET-SP, (1994)). É um tipo de evento raro (pela

sua probabilidade de ocorrência), imprevisível (não é possível prevê-lo), frequente (ocorre diariamente) e pode ser observado como uma sequência de eventos (CHAGAS, (2011)). Por estes motivos, os estudos relacionados aos acidentes de trânsito tornam-se complexos, a imprevisibilidade permite ao pesquisador observar as ocorrências apenas após o ocorrido, além disso, a causa dos acidentes está ligada a circunstâncias aleatórias que impossibilita sua previsão (BRANDÃO, (2006)). Porém, há fatores que comumente condicionam a sua ocorrência e a gravidade: fatores logísticos e ambientais relacionados à via pública e/ou ao veículo e o comportamento do condutor. Nesse último, pode atribuir ações ou omissões humanas que se referem a imprudência, falha humana (descuido ao conduzir, distração), insegurança na condução do veículo, consumo de álcool, entre outras atitudes (ALMEIDA; PIGNATTI; ESPINOSA, (2009)).

Esses fatores podem ocorrer de forma isolada ou simultânea. A Figura 2 ilustra interseção de possíveis causas para os acidentes no trânsito. LUM; REAGAN, (1995) apresentam alguns resultados de um estudo,comparando as causas dos acidentes nos EUA e Grã-Bretanha, que são resumidos no diagrama de Venn da Figura 2:

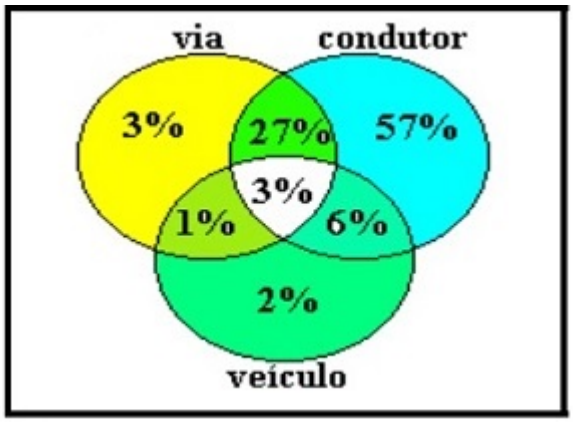


Figura 2 – Grupos de Risco

Fonte: LUM; REAGAN, (1995)

Na Tabela 1 são demonstrados os principais fatores causadores de acidentes de Trânsito no Brasil. Estas causas estão em conformidade com aquelas sugeridas por SINAY E TAMAYO, (2013), sendo classificadas pelo grupo de risco (fatores humanos, condição viária e condição veicular).

Tabela 1 – Principais Fatores Causadores de Acidentes de Trânsito no Brasil Conforme Grupo de Risco

Fatores Humanos	**Condição Viária**	**Condição Veicular**
Circulação em velocidade incompatível	Geometria e traçado	Falha de manutenção do veículo
Falhas de percepção de Riscos	Estado técnico e superfície do pavimento	Idade do veículo em circulação
Consumo de Bebidas alcoólicas e drogas	Estado técnico e credibilidade da sinalização	Tipo de veículo
Falta do uso de cinto de segurança	Presença e estado técnico dos acostamentos	Tamanho dos veículos
Falta de Atenção e Distrações	Condições de drenagem	Função para a qual o veículo foi destinado
Ultrapassagens arriscadas	Presença de obstáculos laterais	**Fatores Relacionados às Condições Ambientais***
Idade do motorista	Condições de iluminação	Condições climáticas
Sonolência e stress	Presença de pedestres e ciclistas na via	Condições de iluminação
Uso do Celular	Presença de animais de grande porte	-

Fonte: SINAY E TAMAYO, (2013), * **Está ligada a mais outro fator**

De acordo com SINAY E TAMAYO, (2013), as condições e fatores para a ocorrência do evento estão interligados e podem proporcionar a interação de diferentes elementos do tráfego, causando acidentes de menor ou maior risco.

O foco deste trabalho recai sobre o grupo de risco "fatores humanos", logo, é um fator que pode ser controlado pelo motorista. Especificamente, para a causa dos acidentes de trânsito justificadas pelo "consumo de bebidas alcoólicas e drogas", nesta categoria, é de interesse para a presente pesquisa apenas as fatalidades incorridas pela ingestão de álcool pelo condutor. Para explicitar o fator de análise nesse estudo, a Figura 3 expõe os fatores que podem levar aos acidentes, enfatizando a causa de interesse.

Figura 3 – Álcool e demais fatores ligados aos condutores

Fonte: Elaboração do Próprio Autor

Segundo OMS, (2014) o álcool, nas suas doses de consumo iniciais, atua como estimulante e pode causar sensação de entusiasmo ao motorista: ao atuar sobre o sistema nervoso central, causa inibições aos reflexos do condutor, inviabilizando sua capacidade de tomada rápida de decisões. Além disso, com o aumento no consumo de bebidas alcóolicas, as habilidades motoras e o tempo de reação também são afetados, levando o motorista a um comportamento de descontrole, com maiores tendências impulsivas e agressivas, podendo torna-lo imprudente, reduzindo suas percepções de risco (ao conduzir com velocidade incompatível com a permitida, por exemplo), elevando a falta de atenção, distrações e sonolência, entre outras ações.

O consumo abusivo de bebidas alcoólicas, é uma das principais causas de morte no trânsito nos Estados Unidos. De acordo com STAHRE et al., (2014) entre os adultos com idade produtiva[26], cerca de 4% de todas as mortes no país estão relacionadas aos acidentes de trânsito onde o condutor ingeriu bebida alcoólica. A Figura 4 apresenta uma relação existente entre o risco de ocorrer acidentes entre os condutores alcoolizados e os motoristas que tinham alcoolemia zero. Esse risco elevava-se consideravelmente conforme aumentava a concentração de álcool no sangue do condutor que consome álcool.

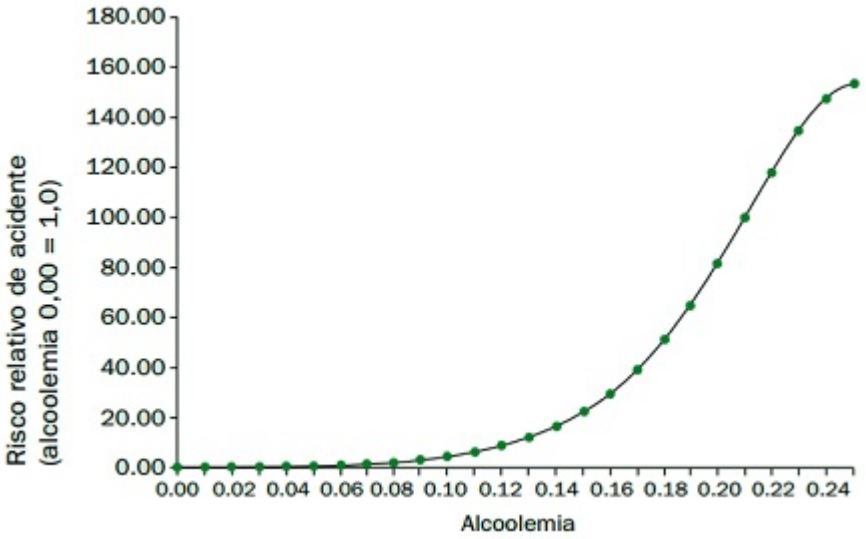


Figura 4 – Risco relativo estimado de mortalidade de condutores alcoolizados

Fonte: COMPTON et al., (2002)

[26] Idade produtiva de 16 à 65 anos.

Na figura 4 , COMPTON et al., (2002) revelaram que o risco relativo aos acidentes é aumentado de maneira significativa a partir de uma alcoolemia no sangue de 0,04 g/dl. Para isso, os autores mediram o risco relativo de uma condutor se envolver em acidentes, comparando um invdivíduo que ingeriu bebida alcoólica e dirigiu um veículo, com o que não ingeriu destilados e conduziu um veículo. No eixo vertical, é medida o risco de uma pessoa se envolver em um acidente, dado que esse indivíduo esteja sobre o efeito de álcool comparando com o seu complemento, que são os indivíduos que se envolveram em um acidente, porém não estariam sob o efeito de álcool. No eixo horizontal é medida a concentração de níveis de álcool de um indivíduo. O motorista ao alcançar um nível de 0,10 g/100 ml, o risco de acidente em relação à alcoolemia zero é cerca de 5 vezes superior; uma concentração de 0,24 g/100 ml de álcool no sangue representa um risco de 140 vezes superior ao risco com alcoolemia zero. Dada essas constatações, fica nítido que o consumo de bebidas alcoólicas prejudica o desempenho ao volante, aumentando o risco de acidentes de trânsito.

Conforme discutido em seções anteriores (tópicos 1 e 2), a condução embriagada gera custos à sociedade e externalidades negativas, destacando-se, os impactos intra-setoriais no meio ambiente, congestionamentos, entre outros. Sobre os custos e externalidades, uma abordagem mais detalhada será apresentada no tópico subsequente (seção 3.2)

3.2 Custos associados aos acidentes de trânsito

Alguns estudos relacionados ao transporte urbano[27] elencam três principais externalidades[28] recorrentes, estas são consideradas tanto pela sua visibilidade quanto pela sua natureza tangível, são elas: congestionamentos, poluição e acidentes[29] . As externalidades negativas referentes aos acidentes de trânsito trazem custos econômicos e perda de bem-estar aos cidadãos. Os custos sociais recaem principalmente aos familiares das vítimas, em casos de mortes e invalidez. O custo econômico é dado pelo custo financeiro incorrido pelos cuidados hospitalares, funerários, além dos custos governamentais, além da perda do capital humano (ou seja, a renda presente e futura proveniente do trabalho), conforme citado na seção 1. Aquém dos familiares, outros indivíduos podem arcar com danos ambientais, congestionamentos e outros fatores.

Logo, o custo dos impactos econômicos dos acidentes de trânsito podem, segundo DENATRAN, (2017), recair sobre quatro grupos de categorias:

1. Às pessoas

[27] Ver; BOVY, (1990), SMALL; GOMEZ-IBANEZ, (1999), MILLER; MOFFET, 1993, VERHOEF, (1994) e LITMAN, (1996).

[28] Uma externalidade positiva ocorre quando a ação de um indivíduo beneficia pessoas que não participaram diretamente dessa troca. Por outro lado, uma externalidade negativa impõe um custo sobre terceiros

[29] Ver figura 5

2. Aos veículos

3. À via e ao ambiente onde ocorre o acidente

4. ao envolvimento de instituições públicas com o acidente, quer seja o seu atendimento direto ou outras atividades decorrentes do acidente como processos judiciais, por exemplo

Desta forma, a função do custo de uma acidente no trânsito nas rodovias brasileiras, segundo DENATRAN, (2006), pode ser representada pela equação abaixo:

$$Cac = Cpes + Caut + Camb + Cinst \tag{2}$$

Onde Cac é o custo total do acidente, $Cpes$ é o custo associados às pessoas[30], $Caut$ é o gasto relacionado aos automóveis[31], $Camb$ é o custos associados à via e ao ambiente do local de acidente[32] e $Cinst$ é o são os custos institucionais[33].

A figura 3.2, representa os custos que são causados pelas viagens de automóveis e são classificados em duas proporções. No eixo das ordenadas simboliza os custos externos que os condutores de veículos sobrepõe um sobre os outros, chamado de intra-setoriais, além dos custos externos que são impostos para o resto da sociedade: os custos ambientais sociais[34]. Outra medida é o custo ambiental, em um sentido ecológico(ou seja, prejudicar os ambientes naturais). No eixo das abcissas, é mostrado os efeitos decorrentes das atividades resultantes da condução de automóveis. Conforme VERHOEF, (1994) , as áreas que estão sombreadas apontam a incidência de primeira ordem dos custos externos. Alguns exemplos, podem exibir várias propriedades. Por exemplo, os custos causados pelos acidentes, em certa proporção, são sobrepostos entre os usuários dos automóveis, além de uma incidência social, e pode ter um impacto ambiental, caso os envolvidos em acidentes transportem uma substância perigosa.

Conforme VERHOEF, (1994), as áreas sombreadas referem-se aos custos externos de primeira ordem. Pela Figura 5 pode-se verificar que os acidentes de trânsito podem gerar custos em todos os domínios simultaneamente, ou seja, relacionados ao meio ambiente, ao bem-estar social e ao ambiente intra-setorial. Além destes, há os custos intangíveis e subjetivos, relativos às atividades econômicas realizadas pelo indivíduo caso ele estivesse vivo ou em perfeitas condições de exercê-las (DENATRAN, (2017)).

[30] Englobam custos como atendimento pré-hospitalar, atendimento hospital, custo pós-hospitalar, custo de perda de produção, custo de remoção e translato, gasto previdenciário.
[31] Custo dos danos materiais aos veículos, custo de perda de carga, custo de remoção/pátio, custo de reposição
[32] Custo dos danos à propriedade pública e custo dos danos à propriedade privada
[33] custo de processos judiciais e custo do atendimento policial
[34] Mortes, invalidez, sofrimento para as vítimas e seus familiares, dentre outros

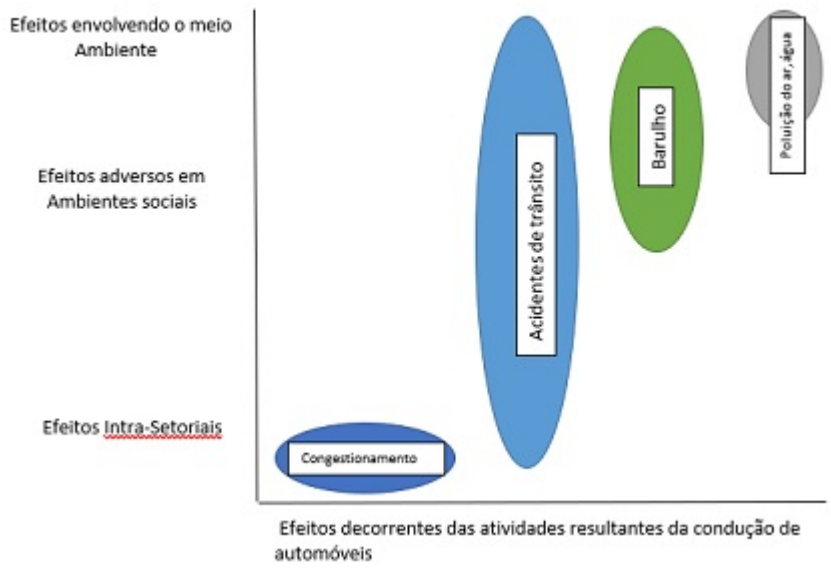


Figura 5 – Tipos de externalidades causadas pelos meios de transporte

Fonte: VERHOEF, (1994)

3.3 Modelo teórico: Introdução da política de segurança contra o álcool e direção veicular

Nesta seção é desenvolvido um modelo teórico simplificado, relacionando os custos referentes ao ato de beber e dirigir e suas consequências para a sociedade. Além disso, é indicado como uma política de segurança no trânsito, tal como a Lei Seca, pode reduzir a utilidade do indivíduo em dirigir sob o efeito do álcool. A literatura econômica trata as infrações como o resultado das decisões racionais dos indivíduos, em que os infratores em potencial decidem entre os benefícios em dirigir burlando as regras e os custos que podem resultar dessa atividade(KENKEL, (1993)).

Os modelos apresentados nessa pesquisa são baseados nos trabalhos de KENKEL, (1993) e WINSTON; MAHESHRI; MANNERING, (2006). Para inserir a discussão abordada pelos autores, é necessário reproduzir a curva de utilidade do condutor quando o mesmo opta por consumir bebida alcóolica e conduzir. Para entender como essa curva é otimizada, parte-se da equação do custo esperado da condução embriagada, sujeito à Lei Seca como política de segurança. Procura-se verificar a influência dessa política sobre a utilidade do motorista ao conduzir sob efeito do álcool.

De acordo com o modelo desenvolvido por Kenkel (1993), os condutores de veículos podem elevar sua utilidade esperada de duas formas: consumindo bebidas alcóolicas e se locomover. O problema de maximização da utilidade está relacionado aos efeitos da condução embriagada, tornando-se uma ação ilegal com riscos e custos associados. Nesse contexto, as políticas de controle do álcool podem reduzir a uti-

lidade de beber e dirigir, ao tornar essa prática mais custosa em termos de custo de oportunidade, ou seja, diante dos prejuízos auferidos pelas leis de trânsito e das sanções incorridas, é racional ao condutor evitar conduzir após ingerir bebida alcóolica, se locomovendo de outras formas (utilizando aplicativos, táxis). A equação de custos é descrita abaixo:

$$(C_{dei}) = \sum_{i=1}^{n} [Pr_{dai}] * [Pr(Ac/Me)] * [C_{sai}] \tag{3}$$

onde (C_{dei}) é o custo imputado a sociedade, a um dado indivíduo i por dirigir embriagado, Pr_{da} é a probabilidade do indivíduo dirigir sob o efeito do álcool, $Pr(Ac/Me)$ é a probabilidade de ocorrer um acidente dado que o motorista está embriagado e C_{sa} é o custo de sofrer um acidentes. A lei que impõe limites para álcool no sangue (Lei Seca) atua de forma a reduzir a probabilidade de que um determinado motorista dirija embriagado, ao estabelecer um mecanismo de punição mais rígido, e consequentemente, tende a reduzir os custo associados a um acidente. Esse raciocínio é ilustrado pela Figura 6:

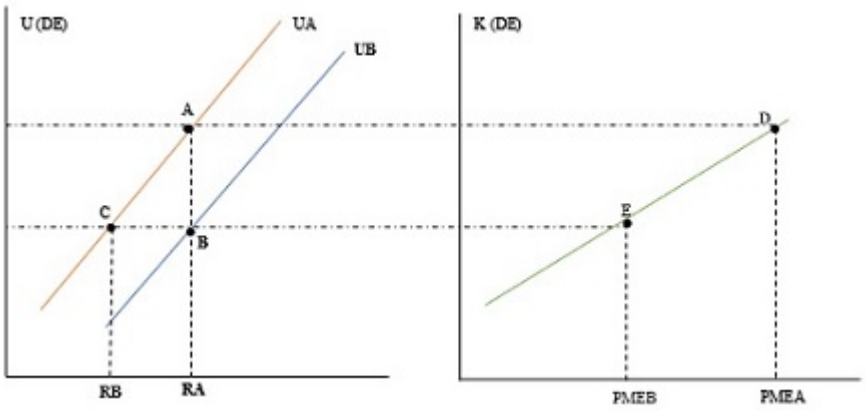


Figura 6 – Utilidade do condutor após a introdução de uma política de controle do álcool

Fonte: Elaboração do Próprio autor

A introdução da política de segurança pode afetar a utilidade do condutor em dirigir sob o efeito do álcool $(U(DE))$ e também a renda do indivíduo. Matematicamente, essa ocorrência é descrita pela equação (4):

$$Rt = I - (Pr(MEF) * MDE) \tag{4}$$

Onde a renda total (Rt) é dada pelo renda disponível (I) menos a probabilidade do motorista embriagado ser flagrado em um blitz $(Pr(MEF))$. MDE representa o valor monetário pago pelo motorista, caso ele seja autuado pela lei seca. Essa probabilidade pode ser pensada como uma variável binária, dado que o indivíduo foi pego ou não em uma blitz da lei seca.

Antes da promulgação de uma política de segurança, o condutor maximizava sua utilidade de beber e dirigir no ponto A, onde os incentivos para tal ação não eram tão restritivos. Como consequência, a distância percorrida pelo motorista embriagado ($K(DE)$), retratada no ponto D, é maior, aumentando a probabilidade do condutor sob o efeito do álcool se envolver em um acidente ($PMEA$). No entanto, após a sanção da lei seca, que reduz os limites de álcool no sangue, a curva UA se desloca para UB, logo para que o condutor tenha o mesmo nível de renda, a utilidade de beber e dirigir passa para o ponto B. Consequentemente, o motorista minimizará a distância percorrida sob o efeito do álcool (passando de D para), dada a maior restrição, fiscalização impostas pela a lei e diminuirá a probabilidade do condutor se envolver em uma acidente (passando de PMEA para PMEB).

O benefício fornecido pela promulgação da lei seca é que a utilidade de beber e dirigir se torna mais cara, porque o custo impostos pela lei, suportado pelo motorista é maior (ou seja, sua renda diminuíra consideravelmente se ele for flagrado em uma blitz). O ônus suportado pela sociedade também diminui, visto que ao reduzir a utilidade do condutor em beber e dirigir, está se reduzindo o risco de um acidentes no trânsito, e assim todas as externalidades negativas que esses podem causar. Por simplificação, supondo que o custo médio de um acidente de trânsito causado por um motorista embriagado é igual ao custo de uma condutor que não ingeriu bebida alcoólica antes de dirigir, tem-se que o ganho social da lei seca é dada por:

$$GS = \sum_{i=1}^{n} [P(ME_i) - P(Me_i)^{-}].CAC^{-} \tag{5}$$

onde GS é o ganho da sociedade, $P(ME_i)$ é a probabilidade do motorista sob o efeito de álcool se envolver em um acidente, $P(Me_i^{-})$ é a probabilidade do motorista que não ingeriu álcool se envolver em acidente e CAC^{-} é o custo médio de um acidente de trânsito.

Logo, a lei seca reduz a probabilidade de um motorista dirigir sob o efeito do álcool, dado que esse fator, segundo COMPTON et al., (2002), aumenta o risco de um acidente de trânsito. Consequentemente, quanto maior os níveis de alcoolemia, maior a probabilidade de uma ocorrência no tráfego. Logo com a implementação da política de segurança , considerando tudo mais permanecendo constante, aumenta o ganho para a sociedade, ao reduzir a probabilidade de um acidente de trânsito causado pela ingestão do álcool.

4 Legislação sobre limites de álcool no sangue e direção veicular

Nessa seção, primeiramente é abordada a política de limites de álcool no sangue para o condutor de veículos em todo o mundo, além de trabalhos empíricos que mostram a relação dessa política com uma redução nos acidentes de trânsito. Ademais, é feita uma abordagem da criação da lei seca em 2007 e o que alterou no seu texto em 2012.

4.1 Políticas de Concentração de álcool no sangue no mundo

O ato de beber e posteriormente dirigir pode elevar o risco de um envolvimento em acidentes de trânsito, bem como aumentar a gravidade das lesões resultantes. A condução de um veículo pode ser prejudicada em níveis baixos de consumo de bebidas alcoólicas, e crescendo exponencialmente à medidas que seu consumo se intensifica(OMS, (2014)).

Por esse motivo, as leis de consumo do álcool devem basear-se nos níveis de BAC, a fim de reduzir a utilidade do condutor em beber e dirigir(OMS, (2014)). Isto posto, a variedade de limites do BAC no sangue estão em vigor em todo o mundo, e trabalhos empíricos buscam atribuir uma queda nas fatalidades no trânsito à esse tipo de legislação. Conforme WAGENAAR et al., (2007), estima-se que 360 mortes são evitadas anualmente nos EUA, como resultado de um limite legal de 0.08 g/l de sangue, e outras 538 vidas poderiam ser salvas, se o limite fosse reduzido para 0.05 g/l de sangue.

Vários outros países adotaram limites de BAC de 0.5 g/l de sangue ou menos. Por exemplo, um estudo de longo prazo na Holanda, concluiu que a redução dos limites de concentração de álcool no sangue para 0.05 g/l(adotado em 1974) contribuiu para uma redução de condutores embriagados envolvidos em acidentes de trânsito (NOORDZIJ, (1994)). Na França , MERCIER-GUYON, (1998) avaliou o impacto da redução do limite BAC de 0.08 g/l para 0.05 g/l de sangue em 1996. Segundo o autor, as mortes em acidentes de trânsito relacionadas ao álcool caíram de 100 fatalidades por ano, para 64 mortes anuais.

A queda no limite na Suécia para 0.02 g/l em 1990 também mostrou resultados expressivos. De acordo com NORSTRÖM; LAURELL, (1997), apesar da Suécia ter adotado o limite de 0.05 já em 1950, a mudança para uma medida ainda mais restritiva em 1990 elevou a segurança no trânsito. Os autores relatam que, seis anos após a implementação do novo limite, houve uma redução de 9,7% nas fatalidades em acidentes de trânsito, 11 % em acidentes envolvendo apenas um motorista e uma queda de 7.5 % nos acidentes totais.

Em 1988, o limite BAC foi reduzido de 0,08 para 0,05 na Áustria. Conforme o estudo de BARTL; ESBERGER, (2000) a lei que reduziu os limites do BAC teve um impacto sob a redução de 9,4% nos acidentes relacionados ao álcool. No entanto, eles ob-

servaram que intensas campanhas de mídia e execução por parte das polícia, também aconteceram conjuntamente a implementação da nova lei , tornando quase impossível atribuir as reduções a qualquer um desses fatores, pelo menos no curto prazo. Logo, os autores concluíram que reduzir o limite legal de BAC de 0,08 a 0,05 g/l em combinação com a policia intensiva e o envio de maior propaganda dos efeitos adversos do uso de bebidas alcoólicas leva a um efeito positivo a curto prazo. Isso fornece suporte para a visão de que um limite legal de 0.05 g/l de sangue, como parte de uma abordagem abrangente para combater a condução após à ingestão de bebidas alcoólicas pode ter efeitos benéficos.

Desde 2008, têm havido um maior fortalecimento da legislação que impõe limites de álcool no sangue para os condutores de veículos em todo o mundo. Segundo dados da OMS, (2013), 89 países, que abrangem um total de 66% da população mundial (4,55 bilhões de pessoas), possuem lei que limita o BAC de 0.05 g/l ou menos. Os países que têm maior renda, têm maior probabilidade de ter um limite BAC inferior a 0.05 g/l de sangue (cerca de 67% desses países aderiam tal lei), do que nações de renda média ou baixa (49% e 21%, respectivamente). Mesmo em países que o consumo do álcool é proibido, recomenda-se uma lei de limitação BAC para os condutores de veículos, estando em vigor em países como Mali, Marrocos e os Emirados Árabes Unidos. Contudo, existem países que não tem nenhuma lei que limita a condução sob o efeito de bebidas alcoólicas ou implementaram uma lei baseadas em medidas menos robustas do que o BAC (como avaliar o nível de intoxicação do indivíduo, observando sinais e sintomas). Na figura 7 é demonstrado a lei de limitação do BAC por país / área.

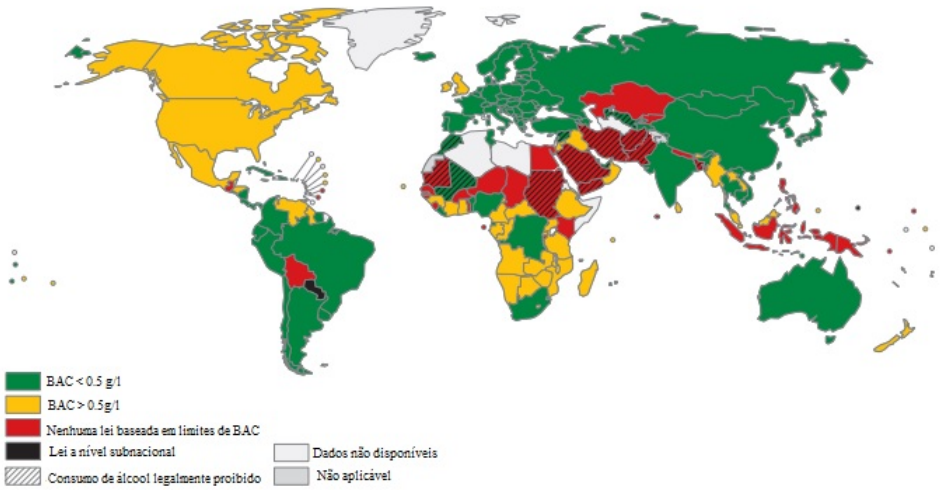


Figura 7 – Países e as políticas de limites BAC

Fonte: OMS, (2014)

A aplicação das leis que limitam o uso de bebida alcoólica por parte do condutor mostrou-se mais eficaz quando é feita de maneira aleatória (não apenas suspeitos

de beber), além de ser realizado em momentos e locais onde a condução sob o efeito do álcool é mais provável de ocorrer. ELDER et al., (2002) afirma que a eficácia do ponto de controle aleatório, no qual todos os motorista são parados, e esses são submetidos a teste de respiração têm uma maior efeito do que ponto de controle seletivos, na qual a polícia deve ter motivos para suspeitar que o motorista bebeu antes de dirigir, e assim aplicar o teste de respiração. Embora, segundo o autor, as duas ações têm impacto sob a redução de acidentes envolvendo álcool, tendo um papel vital na prevenção de acidentes relacionados com o álcool e lesões associadas. Logo medidas de controle aleatório aumentam a percepção do motorista quanto à probabilidade de apreensão, fazendo que o sucesso seja maior.

De acordo com OMS, (2013), o teste aleatório de respiração é usado por 74% dos países do mundo e é usado como forma de aplicar as leis de limites do BAC na condução de veículos, porém, esse número varia dada a renda do país. 88 % dos países com renda mais elevada, utilizam o ponto de controle aleatório, contra 77 % de renda média e 45 % dos países de renda baixa. Porém, apenas trinta e nove nações classificaram a aplicação dessa medida como boa (≥ 8 numa escala de 0 a 10).

Avaliar a contribuição das leis de limites de álcool no sangue em um país é uma ferramenta importante para projetar e direcionar um trabalho de prevenção dos acidentes de trânsito que estão relacionados com o uso do álcool. Essas medidas, aliadas à outros tipos de política, tais como exposição do problema da utilização do álcool antes da condução na mídia, idades mínima para beber, sistema punitivo de pontos, são medidas , que interligadas com a limitação do BAC podem reduzir, de maneira sistemática, os acidentes no trânsito.

4.2 Lei de limites de concentração de álcool no sangue no Brasil: A lei seca

As implicações do consumo do álcool para a saúde são diversas, tanto por ser um fator de risco para doenças crônicas não transmissíveis[35] como por causar acidentes e violência, gerando externalidades negativas para a sociedade (DAMACENA et al., (2016)).

A literatura demonstra que, nos últimos anos, há uma forte tendência do risco elevado para a incidência de acidentes no trânsito entre os motoristas sob o efeito de álcool quando comparados com aqueles que não ingerem bebidas alcoólicas antes de dirigir[36]. Isto posto, no ano de 2008, o governo brasileiro estabeleceu a lei N^o11.705, denominada lei seca. Esta lei altera dispositivos da Lei N^o9.503[37], e estabelece como

[35] O uso prejudicial de álcool pode ser avaliado também como um fator de doença crônica não transmissível. De acordo com DUNCAN et al., (2012) cerca de 25% dos adultos relatam pelo menos um problema de natureza social, ocupacional, familiar, legal ou física relacionado a seu uso, e que entre 9% e 12% de toda a população adulta do Brasil apresenta dependência de álcool.

[36] Ver COMPTON et al., (2002)

[37] O Código de Trânsito Brasileiro (CTB) é um documento legal que define atribuições das diversas autoridades e órgãos ligados ao trânsito do Brasil, fornece diretrizes para a engenharia de tráfego

limite para criminalização o ato de beber e dirigir com uma concentração de álcool no sangue igual ou superior a 0.06 g/l. Segundo o artigo 10, da Lei N^o11.705:

> *"Esta Lei altera dispositivos da Lei no 9.503, de 23 de setembro de 1997, que institui o Código de Trânsito Brasileiro, com a finalidade de estabelecer alcoolemia de 0.06 g/l de sangue e de impor penalidades mais severas para o condutor que dirigir sob a influência do álcool, e da Lei no 9.294, de 15 de julho de 1996, que dispõe sobre as restrições ao uso e à propaganda de produtos fumígeros, bebidas alcoólicas, medicamentos, terapias e defensivos agrícolas (...), para obrigar os estabelecimentos comerciais em que se vendem ou oferecem bebidas alcoólicas a estampar, no recinto, aviso de que constitui crime dirigir sob a influência de álcool."*

Logo, a lei seca entrou em vigor em todos os estados brasileiros. A grande mudança introduzida pela lei foi um novo nível permitido para os condutores de veículos de álcool no sangue (0.06 g/l, cerca de 2 cervejas em lata) e o aumento das penalidades impostas aos motoristas infratores seja pela elevação do valor das multas aplicadas, seja pela suspensão do direito de dirigir, ou, ainda, pelas implicações criminais também mais rigorosas.

A violação por parte do motorista fragrado pela lei seca implicava em uma multa de R$ 957,00 (novecentos cinquenta sete reais), e no caso de reincidência, pelo prazo de 1 ano, a multa duplicava, além de uma suspensão do direito de dirigir, pelo prazo de até doze meses. Também era vedada, em rodovias federais ou em terreno contíguos à faixa de domínio com acesso direto à rodovia, a venda ou o oferecimento de bebidas alcoólicas, para o consumo local. Caso haja um descumprimento dessa lei por parte dos comerciantes, este está sujeito ao pagamento de uma multa de R$ 1.500,00 (um mil e quinhentos reais). O comerciante também era obrigado, por lei, a pregar, em um local de ampla visibilidade, um aviso que é proibido o consumo de álcool nesse local. Caso o comerciante descumprasse essa lei, este deveria pagar uma multa de R$ 300,00 (trezentos reais).

A fiscalização e a aplicação de multas é competência da polícia rodoviária federal, contudo a união poderá firmar convênios com os estados e municípios, a fim de que estes também possam exercer a fiscalização, além das aplicações das multas. A supervisão será feita pelo agente de trânsito, e este terá autonomia de caracterizar, mediante provas em direito admitidas, acerca de notórios sinais de embriaguez e excitação, também será exigido, o teste do bafômetro. Caso o condutor se recuse a submeter a qualquer um dos procedimentos, será aplicado as penalidades e medidas administrativas cabíveis.

No dia 20 de dezembro de 2012 entrou em vigor a Lei nº 12.760 que alterou o Código de Trânsito Brasileiro – Lei 9.503/1997, tendo como objetivo principal sanar

e estabelece normas de conduta, infrações e penalidades para os diversos usuários desse complexo sistema.

ou ao menos amenizar o grande número de morte e lesões nos acidentes de trânsito, além de corrigir um erro do legislador pretérito, que ao elaborar especificamente o tipo penal referente à embriaguez ao volante pecou pela demasia e acabou por deixar diversos casos de embriaguez no trânsito sem solução, causando grande sensação de impunidade em toda a população.

Constata-se inicialmente que a nova lei inovou no sentido de dobrar a multa prevista como penalidade para aquele que dirige sob a influência de álcool ou de qualquer outra substância psicoativa que determine dependência. De acordo com a nova redação, o condutor que for flagrado em tal situação se submeterá a multa de dez vezes e suspensão do direito de dirigir por doze meses. A lei anterior previa o mesmo período de suspensão do direito de dirigir, no entanto a multa era de cinco vezes, fato que comprova a intenção do legislador de dispensar tratamento mais rígido àquele que for flagrado em estado de embriaguez ou sob efeito de substância psicoativa.

Também, na nova lei promulgada em 2012, qualquer concentração de álcool por litro de sangue, o condutor estará sujeito a todas as penalidades já prevista na versão da lei anterior. Ou seja, basta que o motorista apresente qualquer nível de concentração de álcool no seu organismo, mesmo que muito pequena, ele estará sujeito a punições de acordo com a lei. Neste ponto, talvez a intenção do legislador tenha sido sanar uma sensação de impunidade por parte da sociedade, no que se refere ao motorista embriagado, uma vez que por mais que ele alegue que somente tenha ingerido pouca quantidade de álcool e que este fato se comprove por meio de teste de alcoolemia, ele não ficará impune, sujeitando-se principalmente à suspensão do seu direito de dirigir, qual seja o fato de não ter ingerido qualquer quantidade de álcool que possa colocar em risco a integridade de terceiros.

No que se refere à constatação do estado de embriaguez ou do fato de o sujeito estar conduzindo veículo automotor sob a influência de outra substância psicoativa que determine dependência, disciplina que esta poderá ser aferida por teste, exame clínico, perícia, o, que serão oportunamente disciplinados pelo Contran. Segundo o Art. 277 da lei 12.760/2012:

> *"(...) o condutor de veículo automotor envolvido em acidente de trânsito ou que for alvo de fiscalização de trânsito poderá ser submetido a teste, exame clínico, perícia ou outro procedimento que, por meios técnicos ou científicos, na forma disciplinada pelo Contran, permita certificar influência de álcool ou outra substância psicoativa que determine dependência."*

Este ponto causa dúvida sobre como a lei será aplicada, uma vez que o estado de embriaguez e a influência de substância psicoativa que determine dependência são constatáveis através de procedimentos *a serem disciplinados pelo Contran*. Logo, existe margem para uma certa impunidade perante a nova resolução da lei. Não há sentido de elaboração legal que visa diminuir as mortes ocasionadas por veículos automo-

tores, se esta não pudesse ser aplicada de forma imediata. Até mesmo na mídia são verificadas cada vez mais campanhas de conscientização do motorista elaboradas pelo Governo Federal que demonstram essa intenção.

A verdade é que a lei trouxe mudanças benéficas e que refletirão positivamente na postura por parte dos condutores, que terão uma maior cautela. Mais do que isso, trata-se de uma verdadeira medida de combate adotada pelo Governo Federal, juntamente com as demais campanhas que estão sendo veiculadas na mídia, de conscientização do motorista brasileiro que deve ter a ciência que um veículo em suas mãos pode ter duas faces. A primeira benéfica, meio de transporte que o desloca para onde desejar com segurança e a segunda maléfica, funcionando como uma verdadeira arma nas mãos de indivíduos irresponsáveis que ao ingerirem bebida alcóolica colocam em risco a integridade física de um número indeterminado de pessoas, cabendo principalmente às Polícias de todo Estado e do Brasil a fiscalização e punição deste tipo de comportamento, garantindo-se a tão desejada paz social.

5 Metodologia

Para atingir os objetivos listados, os métodos propostos neste estudo variam entre análise descritiva e estatística dos dados a uma abordagem econométrica. A avaliação descritiva consiste em fornecer informações gerais e úteis sobre o tema abordado, a partir dessa é possível, por meio de gráficos e tabelas, ilustrar o comportamento das variáveis ao longo do tempo, assim como verificar possíveis tendências. A abordagem econométrica é dada pelo modelo de dados em painel, TOBIT e variáveis instrumentais, do qual são estimados os possíveis impactos da política de controle do álcool no sangue e a direção veicular no municípios brasileiros, no período de 2007 a 2015.

5.1 Dados em Painel

Partindo do modelo sugerido por CASTRO-NUNO; CASTILLO-MANZANO; FAGEDA, (2013), para atender o objetivo apresentado nesse estudo, de verificar o impacto da lei seca sobre o total de acidentes nos municípios brasileiros, propõe-se a utilização de dados em painel, compreendendo o período de 2007 a 2015, devido à disponibilidade restrita de dados. Esse método permite unir a dimensão espacial à temporal, podendo identificar efeitos que não são mensurados por meio da análise de dados em séries temporais ou em corte transversal.

Dessa forma, de acordo com BALTAGI, (2001), os modelos de regressão com dados em painel, são também chamados de dados combinados, por agregar uma combinação de séries temporais e de observações em corte transversal multiplicadas por T períodos de tempo. Nesse caso, há muito mais informação para se estudar o fenômeno e graus de liberdade adicionais. Pode-se destacar algumas vantagens dos dados em painel em relação ao uso específico do corte transversal ou das séries temporais.

Segundo MARQUES et al., (2000), o principal benefício da utilização desse método refere-se ao domínio da heterogeneidade individual, isto é , à probabilidade de se medir isoladamente cada efeito gerado por conta das diferenças existentes entre cada observação da *cross-section*, além de poder analisar a evolução, para um dado indivíduo, em um estudo ao longo do tempo. Logo, ainda sobre MARQUES et al., (2000), a metodologia de dados em painel fornecem uma maior quantidade de informações, maior variabilidade dos dados, menor colinearidade entre as variáveis, maior número de graus de liberdade e maior eficiência de estimação.

Para modelar os efeitos não observados existem duas possibilidades: os efeitos fixos e aleatórios. o modelo de efeito fixo leva em consideração a individualidade de cada unidade do corte transversal, variando o intercepto das observações. Os interceptos então podem ser diferentes e tais características de diferenciação podem ser advindas das particularidades de cada município . Logo, o modelo de efeito fixos decorre do fato de que, embora o intercepto possa diferir entre os indivíduos, cada inter-

cepto individual é invariante no tempo, pressupondo-se que o coeficientes angulares dos regressos não variam entre os indivíduos nem ao longo do tempo (GUJARATI, (2009)). Para tanto, serão utilizados ambos estimadores, além disso, para verificar a adequação e a robustez do modelo de Efeito Fixo, é estimado, também, o modelo de efeitos aleatórios e o pooled. O mesmo procedimento pode ser visto no trabalhos de TRAYNOR, (1993),EISENBERG, (2003), WINSTON; MAHESHRI; MANNERING, (2006), ALBALATE, (2008), dentre outros.

Dessa forma, será utilizado para o estudo, o modelo de efeitos fixos(FE), para avaliar a eficácia da política de lei seca, dado que as características individuais de cada estado é difícil de mensurar ou que não foram bem especificadas no modelo, tais como, particularidades geográficas, históricas e culturais, entre outros. Desta forma a unidade de análise é município-ano, e os dados abrangem as 5570 cidades brasileiras no período de 2007-2015.

O modelo a ser estimado é o de efeitos fixos (FE). Conforme DUARTE; LAMOUNIER; TAKAMATSU, (2007) esses modelos têm a intenção de controlar as ações das variáveis omitidas que podem alternar entre os indivíduos, porém é constante ao longo do tempo. Ao passo que os parâmetros de resposta são constantes para os indivíduos e para os períodos de tempo. Porém, segundo CAMERON; TRIVEDI, (2010), esta modelagem têm um complicação adicional, dado que os regresssores podem estar correlacionados com os efeitos de nível individual, de modo que a estimativa consistente dos parâmetros pode sugerir uma eliminação ou o controle dos efeitos fixos. Desta forma, o modelo de efeitos fixos para variável dependente y_{it} pode ser escrita da seguinte forma:

$$y_{it} = \alpha_i + X_{it}^{'}\beta + \varepsilon_{it} \tag{6}$$

Neste modelo, α_i são os interceptos a serem estimados, sendo um para cada indivíduo. Como os parâmetros são invariantes no tempo e entre os indivíduos, todas as diferenciações na conduta entre os componentes da amostra, devem ser captadas pelo intercepto. Logo, α_i pode representar os efeitos das variáveis omitidas do modelo.

Para o modelo de efeitos fixos (FE), α_i pode estar correlacionado com a matriz dos regressores X_{it}. Dada esta constatação, é permitida uma forma parcial de endogeneidade. O termo de erro ε_{it} pode ser escrito da seguinte forma: $u_{it} = \alpha_i + \varepsilon_{it}$, logo permite que a matriz dos regressores seja correlacionada com o componente invariante no tempo do termo de erro (α_i), e por consequência , pode-se assumir que os regressores não estão correlacionados com o erro idiossincrásico ε_{it}.

Segundo CAMERON; TRIVEDI, (2010), o modelo de FE implica que $E(y_{it}|\alpha_i, X_{it}) = \alpha_i + X_{it}^{'}\beta$, assumindo que $E(y_{it}|\alpha_i, X_{it}) = 0$, logo $\beta_j = \Delta E(y_{it}|\alpha_i, X_{it})/\Delta X_{j,it}$. Logo, pode-se obter um estimador consistente do efeito marginal do $j - simo$ regressor em $E(y_{it}|\alpha_i, X_{it})$, desde que $X_{j,it}$ seja uma variável temporal. Paralelamente, o conhecimento dos $\beta^{'}s$ não fornece todas as informações necessárias sobre o processo gerador

da variável dependente y_{it}. Particularmente, para essa predição, é necessária a estimativa de $E(y_{it}|x_{it}) = E(\alpha_i|x_{it}) + X_{it}^{'}\beta$, e $E(\alpha_i|x_{it})$ não pode ser um estimador consistente em painéis curtos. Caso α_i for assumido aleatório, porem ser evitadas, no modelo EF, perda de graus de liberdade, além de vários parâmetros.

Dessa forma, o modelo EF pode-se tornar útil se o α_i é correlacionado com os regressores em qualquer período de tempo. Ademais, como α_i é abordado como um parâmetro fixo, pode ser viável usar efeitos fixos quando as observações são obtidas de toda a população e/ou se deseja fazer inferência sobre os indivíduos.

Para testar se o modelo de EF é apropriado, deve-se fazer o teste de verificação se os interceptos são idênticos ou não entre os indivíduos. As hipóteses são sugeridas por GRIFFITHS et al., (1993) e podem ser testadas através da estatística F :

$$H_0 : \beta_{01} = \beta_{02} = ... = \beta_{0k}$$
$$H_1 : \beta_{01} \neq \beta_{02} \neq ... \neq \beta_{0k}$$

Dessa forma, ao se rejeitar a hipótese nula, todos os interceptos são diferentes, satisfazendo os pressupostos dos modelo de efeito fixo. Segundo WOOLDRIDGE, (2010), o estimador do intercepto α_i, apesar de não-viesado, é inconsistente quando a amostra é muito grande, sendo que cada indivíduo aumenta o coeficiente α_i. Logo, os estimadores serão mais consistentes dado um maior período de tempo.

Para testar qual dos modelos é mais consistente, o teste BREUSCH; PAGAN, (1980) citado em GREENE, (2003), basea-se no multiplicador de lagrange, determinando as seguintes hipóteses:

$$H_0 = \sigma_\alpha^2 = 0$$
$$H_1 = \sigma_\alpha^2 \neq 0$$

Já a estatística do Teste de Breusch e Pagan é determinada da seguinte forma:

$$LM = \frac{nT}{2(T-1)}[\frac{\Sigma_{i=1}^{n}[\Sigma_{t=1}^{T}\epsilon_{it}]^2}{\Sigma_{t=1}^{T}\Sigma_{i=1}^{n}\epsilon_{it}^2}]^2$$

Dessa forma, o teste tem que se a hipótese nula for rejeitada, o modelo RE é preferível ao modelo POLS. Caso contrário o modelo Pols é mais adequado. Segundo WOOLDRIDGE, (2010) o motivo fundamental para a decisão entre os modelo é o efeito não observado α_i. Logo em situações onde α_i não é correlacionado com todos os regressores, o modelo RE é o mais adequado. Logo se α_i é correlacionado com as variáveis dependentes, então o modelo mais apropriado é o FE.

Dessa forma, para verificar a correlação entre os regressores e o intercepto, GREENE, (2003) sugere o teste de Hausman, sob a hipótese nula de que os efeitos individuais são aleatórios, logo os estimadores devem ser semelhantes porque ambos são consistentes. A hipótese alternativa, os estimadores divergem, dado que α_i é correlacionado com as variáveis explicativas. Assim as hipóteses seguem ademais:

$$H_0 = \alpha_i \text{ não é correlacionado com os regressores.}$$
$$H_1 = \alpha_i \text{ é correlacionado com os regressores}$$

Logo se a hipótese nula for rejeitada, há evidencias que α_i é correlacionado com os regressores, dessa forma o modelo de efeitos fixo é preferível. Caso o contrário, se a hipótese alternativa for rejeitada, o modelo de efeitos aleatórios é o mais indicado.

Segundo CAMERON; TRIVEDI, (2010) a distinção principal na análise em painel são os modelos FE e RE. Se os efeitos forem fixos, os estimadores OLS e RE são inconsistentes, e em vez disso, o estimador dos efeitos fixos é o mais indicado. Porém, esse estimador, pode não ser desejável, dado que a estimação *within* leva a uma estimativa menos eficiente e não é capaz de estimar os coeficientes das variáveis independentes invariantes no tempo.

5.2 O modelo TOBIT

Outro problema possível de ocorrer em nossa estimação econométrica se refere à própria natureza das variáveis dependentes. Estas são limitadas por natureza (não existe número negativo de acidentes). Para resolver isto, pode-se usar o modelo econométrico Tobit, desenvolvido por TOBIN, (1958). Para as taxas de acidentes, os dados são censurados à esquerda com um agrupamento em zero , porque os acidentes podem não ser observados em todos os segmentos da estrada durante o período de observação. Na amostra do presente estudo, é passível de encontrar um grupo de municípios que naquele ano específico, as fatalidades sejam iguais a 0, ao par que outras cidades reportam valores positivos com grande dispersão. Logo há acumulação de observações em um único ponto de massa na fronteira do domínio. De acordo com GREENE, (2003), o modelo Tobit padrão pode ser definido da seguinte maneira:

$$y_i^* = \beta' x_i + \varepsilon_i \tag{7}$$

em que é normalmente distribuído, com médio zero e variância constante de σ^2, isto é ε_i $N(0, \sigma^2)$; y^* é a variável latente, β é o vetor dos parâmetros a serem estrimados; ε_i é o termo de erro.

Dessa forma a especificação do modelo TOBIT é da forma:

$$y_i^* = \begin{cases} y_i^*, se & y_i^* > 0 \\ 0, se & y_i^* \leq 0 \end{cases} \tag{8}$$

Levando em consideração um limite inferior de fatalidades igual a 0, a variável latente y_i^*, a qual se refere a taxa de mortalidade no trânsito é definida pela equação 7.

Desta forma, numa amostra com censura da variável dependente, podem coincidir observações ditas completas, em que, para cada indivíduo, se dispõe de dados para as variáveis independentes e dependentes. Também existem observações incompletas, porém só é observados para as variáveis independentes(BALTAGI, (2001)).

GREENE, (2003) aponta que as estimativas dos parâmetros do modelo Tobit é geralmente feito por máxima verossimilhança, que fornece estimadores consistentes e assintoticamente eficientes para os parâmetros e variância.Assim, para encontrar o efeito marginal das variáveis explicativas sobre a variável dependente, é necessário multiplicar o valor do coeficiente β_j por um fator multiplicativo $[\phi(\frac{x\beta}{\theta})]$ que se situa entre 0 e 1. Logo:

$$Emx_j = \frac{\alpha E(y_i)}{\alpha x_j} = \beta_j \phi(\frac{x\beta}{\theta}) \tag{9}$$

Assim, conhecido os efeitos marginais dos regressores, bem com a significância dos coeficientes, é possível fazer inferência acerca dos determinantes da variação das fatalidades no trânsito nos municípios brasileiros.

5.3 2SLS

Uma grande complicação que pode ocasionar no modelo estimado nesse trabalho é a possibilidade que os parâmetros sejam inconsistentes devido a endogeneidade. As estimativas de uma regressão medem apenas a magnitude da associação entre a variável dependente e as variáveis explicativas, em vez da magnitude e direção da causalidades que é necessária para a análise mais correta da implementação da lei seca (CAMERON; TRIVEDI, (2005)).Logo, o estimador de variáveis instrumentais pode fornecer estimativas mais consistentes dos parâmetros, desde que exista um instrumento z que tenha a propriedade que as mudanças em z estão associadas a mudanças em x, mas não conduziram a mudança em y (além da rota indireta via x) . Isso leva ao seguinte diagrama de caminho:

$$\begin{array}{ccccc} z & \longmapsto & x & \longmapsto & y \\ & & \uparrow\nearrow & & \\ & & u & & \end{array}$$

A variável instrumental z está associada a x, porém não a u. Pode-se dizer que z e y são correlacionados, porém isso é mostrado de forma indireta, através de x, que por sua vez determina y. De acordo com BALTAGI, (2001), uma variável z é chamada de instrumento ou variável instrumental para o regressor x se: 1) z não está correlacionado com o termo de erro u ; 2) Existe correlação de z e y a partir das relações entre (z e x) e (x e y). Caso z e y fossem totalmente ortogonais. A projeção de x em z também seria ortogonal a y.

A primeira hipótese exclui que o instrumento z seja uma variável independente no modelo para y, dado que se isso ocorresse, essa seria absorvida pelo o termo de erro. A segunda hipótese exige que exista alguma associação entre o instrumento e a variável a ser instrumentada (BALTAGI, (2001)). De acordo com WOOLDRIDGE, (2010), o problema de simultaneidade, pode causar, além de viés, a inconsistência dos

parâmetros estimados, dessa forma as estimativas não convergirão de maneira assintótica para o parâmetro populacional.

Considerando-se um modelo geral de regressão com a variável dependente y_1, que depende de m regressores endógenos, denotado de y_2 e K_1 regressores exógenos(incluindo o intercepto), denotado por x_1. Este modelo é chamado de equação estrutural:

$$y_{1i} = y_{2i}^{'}\beta 1 + x_{1i}^{'}\beta_2 + u_i, i = 1, ..., N \tag{10}$$

O erro não é correlacionado com x_{1i}, mas está correlacionado com y_{2i}. Essa correlação leva o estimador OLS a ser inconsistente para β. A obtenção de um estimador consistente, assumi-se a existência de pelo menos M x_2 para y_2 que satisfaçam a hipótese de $E(u_i|x_{2i}) = 0$. Os instrumentos x_2 precisam está correlacionados com y_2 para provocar algumas informações sobre as variáveis fora do modelo. Uma maneira de motivar é assumir que cada componente y_{2j} de y_2 satisfaça o primeiro estágio da equação(também chamado de modelo de forma reduzida)(CAMERON; TRIVEDI, (2005))

$$y_{2ji} = x_{1i}^{'}\pi_{1j} + x_{2i}^{'}\pi_{2j} + v_{ij}, i = 1, ..., m \tag{11}$$

As equações do primeiro estágio têm apenas variáveis exógenas no lado direito. Os regressores exógenos x_1 em (10) podem ser utilizados como instrumentos entre as próprias variáveis independentes. Logo, precisa-se inserir um instrumento adicional x_2, dado que, muitas vezes y_2 é escalar, quando $m = 1$. Isso pode ser difícil porque x_2 precisa ser uma variável que pode ser legitimamente excluída do modelo estrutural (10) para y_1(CAMERON; TRIVEDI, (2005)). O modelo (10) pode ser escrito de uma forma simplificada:

$$y_i = x_i^{'}\beta + u_i \tag{12}$$

onde o vetor das variáveis independentes $(x_i^{'} = [y_{2i}^{'}x_{1i}^{'}])$ combinam as variáveis exógenas e endógenas. E a variável dependente é y em vez de y_i. Combina-se os instrumentos para essas variáveis. Logo, o vetor $(Z_i^{'} = [x_{2i}^{'}x_{1i}^{'}])$, onde x_1 serve como um instrumento ideal para si e x_2 um instrumento para y_2, e os instrumentos z satisfazem a condição $E(u_i|z_{2i}) = 0$. Em suma, regredi-se y em x usando o instrumento z. O termo 2SLS surge porque o estimador pode ser calculado em duas etapas. Primeiramente, estima-se por OLS as regressões do primeiro estágio representadas pela equação (11) e, segundo, estima-se por OLS a regressão estrutural (10), onde as variáveis independentes o endógenas são substituídas no primeiro estágio(CAMERON; TRIVEDI, (2005)).

5.4 Fonte de Dados

Informações a respeito das fatalidades de trânsito, serão obtido no banco de dados do Data-SUS(TABNET - ESTATÍSTICAS VITAIS). Dados referentes ao número de multas aplicadas nas rodovias federais são advindo da Polícia Rodoviária Federal (PRF - DADOS ABERTOS). Dados referentes ao total de veículos de um dado município são obtidos no DENATRAN (RELATÓRIOS ESTATÍSTICOS). Informações que corresponde ao produto interno bruto dos municípios e ao número de habitantes (População residente - 1º de julho - estimativas - Habitante - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE e IPEA- DATA , respectivamente.) Na Tabela 2 encontra-se uma breve descrição das variáveis utilizadas na regressão e sua fonte de dados.

Tabela 2 – Descrição dos dados

Variáveis	Descrição	Sinal Esperado	Fonte
$Fatcar_{it}$	É a razão entre as fatalidades em acidentes de trânsito e o total de veículos no município i no tempo j	Variável Dependente	DATA-SUS E DENATRAN
$Multbbcar_{it}$	É a razão entre as multas por dirigir sob o efeito do álcool e o total de veículos no município i no tempo j	(+)	PRF E DENATRAN
$Outmult_{it}$	É a razão entre as multas de outra natureza o total de veículos no município i no tempo j	(-)	PRF E DENATRAN
$leisec_t$	É uma dummy temporal onde admite 0 para os anos de 2007 a 2012 e 1 para os anos de 2013 a 2015. Esta variável tenta captar os efeitos da Lei Seca.	(-)	-
$Pibper_{it}$	É a razão entre o produto interno bruto e o número de habitantes nnomunicípio i no tempo j	(+)	IBGE E IPEA-DATA
$Rfleisec_{it}$	É a interação entre a dummy temporal $leisec_t$ e a variável $Multbbcar_{it}$	(-)	-
$Tend_t$	É uma tendência linear para cada município i	(-)	-

Fonte: Elaboração do próprio autor

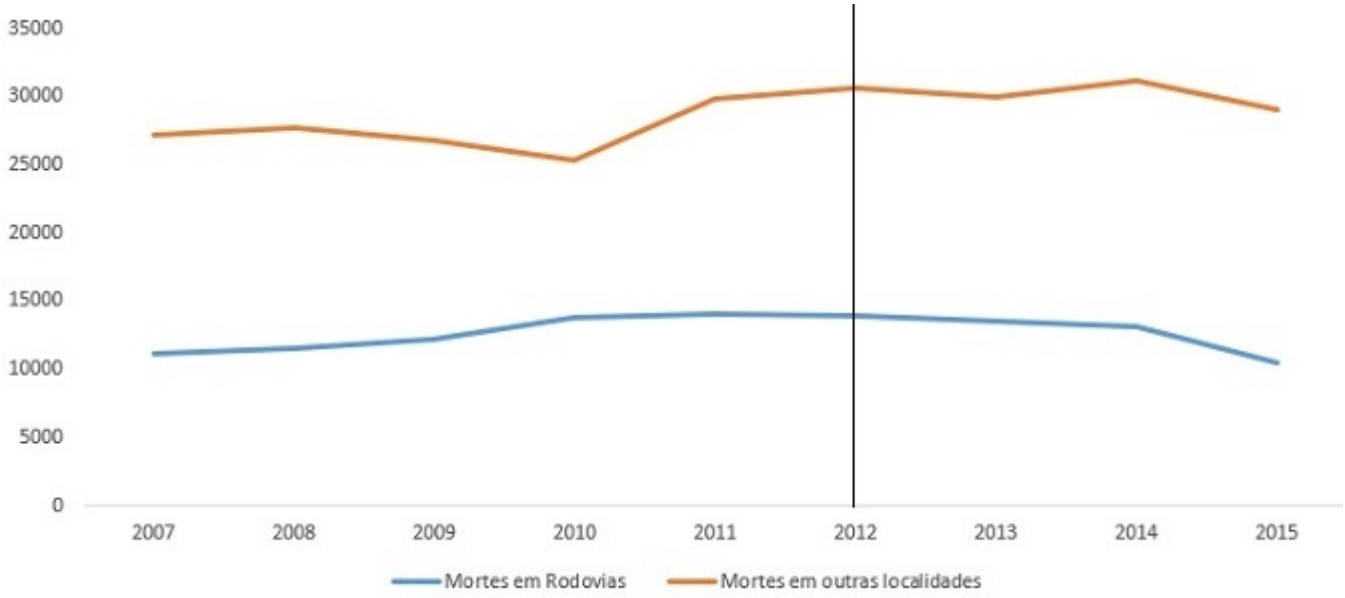
6 Resultados

Nesta seção é apresentada uma análise descritiva das fatalidades nos acidentes de trânsito. Em seguida, essa análise é estendida para as variáveis sobre a política da lei seca. Por último, são apresentados e discutidos os resultados econométricos do modelo proposto, utilizando a metodologia de dados em painel, TOBIT e Variáveis Instrumentais, ressaltando o impacto da lei seca sobre as fatalidades nos acidentes de trânsito.

6.1 Análise Descritiva

Os acidentes de transporte terrestre no Brasil matam aproximadamente 43 mil pessoas por ano, de acordo DATA-SUS, (2017), e estes representam uma das principais motivos de mortes no país. As rodovias federais concedidas à iniciativa privada respondem a em média 7788 mortos nos acidentes de trânsito, além de uma média de 25997 feridos graves. Destes últimos, cerca de 16.75% vieram a falecer após decorrência de até 30 dias[38], representando em média, 30.65 % das mortes em acidentes de trânsito no período analisado. A figura 8 representa as fatalidades absolutas envolvendo rodovias e as demais localidades, a linha preta vertical representa o ano em que o nível de alcoolemia foi reduzido para 0.00 g/l.

Figura 8 – Fatalidades nas rodovias concedidas e as demais localidades



Fonte: ABCR, (2017) e DATA-SUS, (2017)

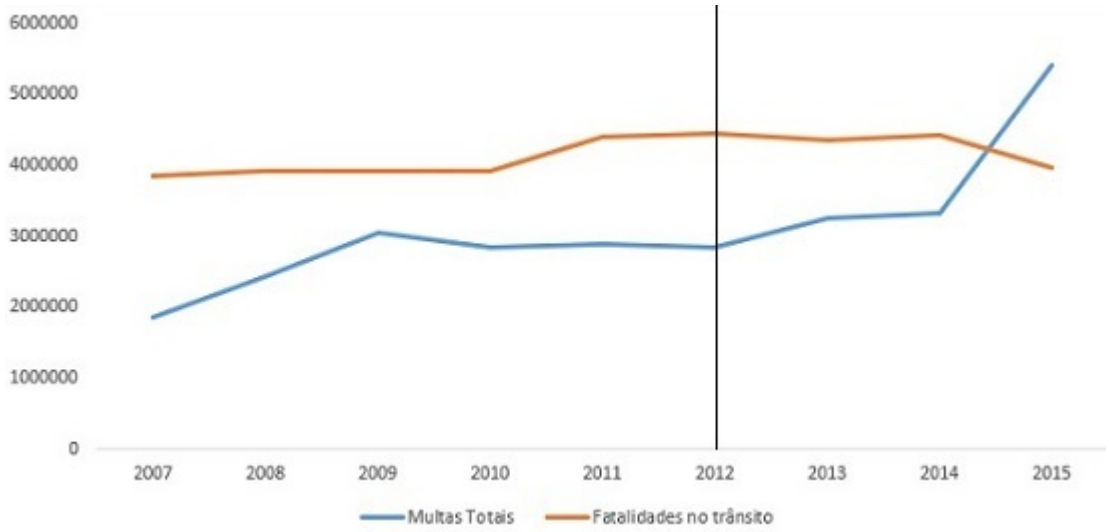
Observa-se que as duas séries são bastantes correlacionadas, obtendo uma tendência de elevação após 2010, porém mais acentuada quando analisa-se apenas as

[38] Estimativa de VIEIRA et al., (1999)

fatalidades envolvendo outras localidades. Após 2011, as duas séries se mantiveram, em média, constantes, e após 2014, mostraram uma pequena tendência de queda. Porém não é observada nenhuma quebra estrutural a partir da implementação da lei seca.

O conjunto de dados desse trabalho, leva em consideração, para as variáveis independentes, apenas as multas aplicadas nas rodovias federais, ou seja, são computadas apenas as multas aplicadas pela polícia rodoviária federal. Porém, como é visto nos dados e na figura 8, existe um alto grau de associação entre as fatalidades em rodovias e nas demais localidades, logo, as multas em rodovias federais podem ser capazes de explicar as fatalidades em acidentes de trânsito de uma forma geral. Isto posto, as multas em rodovias federais, nesse trabalho, representam a eficácia de um sistema punitivo, ou seja, espera-se que um maior número de multas esteja correlacionado de maneira negativa com as fatalidades no trânsito, mas também, pode-se pensar em diferentes relações entre essas variávies ao longo do tempo, tal como a expectativa dos agentes em relação a fiscalização, que é importante para a essa análise.

Figura 9 – Multas totais em rodovias federais e fatalidades no trânsito



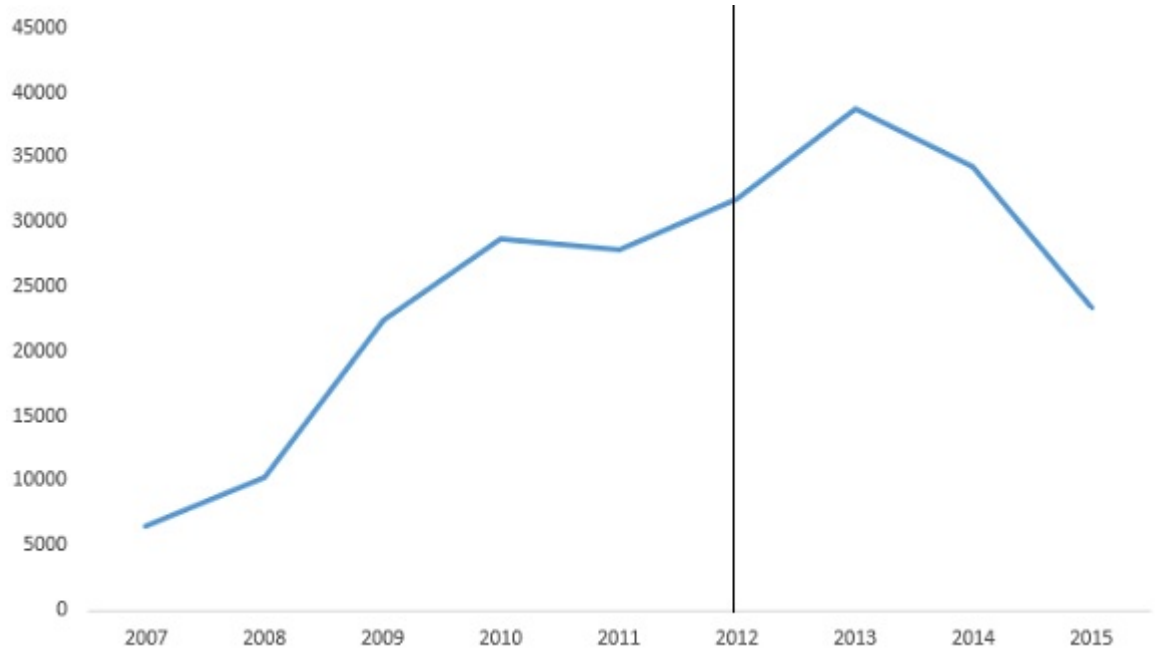
Fonte: DATA-SUS, (2017) e PRF, (2017)

Constata-se na figura 9, as séries das fatalidades e as multas em rodovias federais. Porém é importante ressaltar que essas variáveis podem ter um grau de correlação, mas não é possível inferir sobre a sua causalidade. Isto posto, têm-se que no início da análise, em 2007, há um aumento substancial nas multas totais, porém as fatalidades apresentam um comportamento contante até 2010. Em 2009 há uma redução na emissão de multas e se mantendo constante até o ano de 2013. Percebe-se que com a implementação da lei seca em 2012, a emissão de multas elevou drasticamente, ao passo que as fatalidades no trânsito se mantiveram constantes, e em 2014, ela se mostrou declinante. Mas é claro, não pode-se atribuir a queda apenas a política de controle do álcool, pois não é controlado políticas simultâneas, pondendo confundir a efetivi-

dade real das leis contra a alcoolemia (ALBALATE, (2008)). Além do mais, existem vários tipos de multas que podem ter elevado nesse período, não impactando diretamente nos acidentes de trânsito (multas por estacionamento, parar em local indevido, entre outros.)

É importante observar a evolução das multas por direção sob a influência do álcool, essas demonstram a efetividade do sistema de punição para as pessoas que conduzem os veículos sob o efeito do álcool. Na figura 10, é demonstrada o desenvolvimento das multas por alcoolemia acima do permitido por lei.

Figura 10 – Multas por dirigir sob o efeito de álcool em rodovias federais



Fonte: PRF, (2017)

Após a primeira versão da lei seca, houve um aumento considerável das multas de alcoolemia até o ano de 2010. Essa elevação pode ter sida impactada diretamente pela implementação da lei, onde a fiscalização se tornou mais rígida. Em 2010, há uma pequena queda das multas aplicadas, porém já em 2011, houve uma tendência de elevação até o ano de 2013, dado que a partir de 2012, a lei contra a direção sobre o efeito do álcool se tornou mais dura. Após o ano de 2013, há uma tendência de queda das multas aplicadas. Essa queda pode ser advinda da crise enfrentada pelo governo brasileiro, que reflete nos recursos passados para a polícia rodoviária federal, que diminuíram, e assim impactando no número de veículos fiscalizados e teste de de alcoolemia. Na tabela 3 é possível observar a fiscalização de veículos e pessoas em rodovias federais, além do teste de alcoolemia.

Para os anos de 2007 à 2011 , o número absoluto de veículos fiscalizados pela polícia federal tiveram uma redução de cerca de 25%. Porém já no ano de 2012, com a implementação da lei seca, houve um aumento essa estatística, chegando ao seu pico

Tabela 3 – Fiscalização por parte da polícia rodoviária federal

Ano	Veículos Fiscalizados	Pessoas Fiscalizadas	Testes Alcoolemia	Etilômetros
2007	7025212	.	.	326
2008	6862182	.	.	357
2009	6464614	.	.	1015
2010	5850664	.	.	1078
2011*	5213318	459424	93922	1916
2012	5914475	4094088	648291	1916
2013	8014877	7170917	1515165	1916
2014	7556242	7275329	1531369	1931
2015	6409794	8203331	2000772	2220

Fonte: SIPAC/PRF2017, (2017) - **2011*** o registro sistematizado de pessoas e teste de alcoolemia se iniciou em novembro de 2011.

em 2013 (8014877). Porém a partir desse ano, há uma tendência de redução o número de veículos fiscalizados. Ao observar as pessoas fiscalizadas e o número de testes de alcoolemia, há uma ressalva: o registro desses dados só foram sistematizados a partir de novembro de 2011. Logo, a análise dessas estatísticas começam em 2012. Para as duas séries, observa-se um tendência de crescimento. Os teste de alcoolemia tiveram um aumento de aproximadamente 320%, ao passo de um crescimento das pessoas fiscalizadas de cerca de 99 %. É difícil atribuir apenas a implementação da lei seca um maior número de pessoas e veículos fiscalizados, dado que a polícia federal não fiscaliza apenas para verificar se os condutores estão sob o efeito do álcool. Porém a evolução abrupta de testes de alcoolemia mostra que mais pessoas estão sendo fiscalizadas, e assim aumentando a probabilidade de detecção e de punição dos infratores.

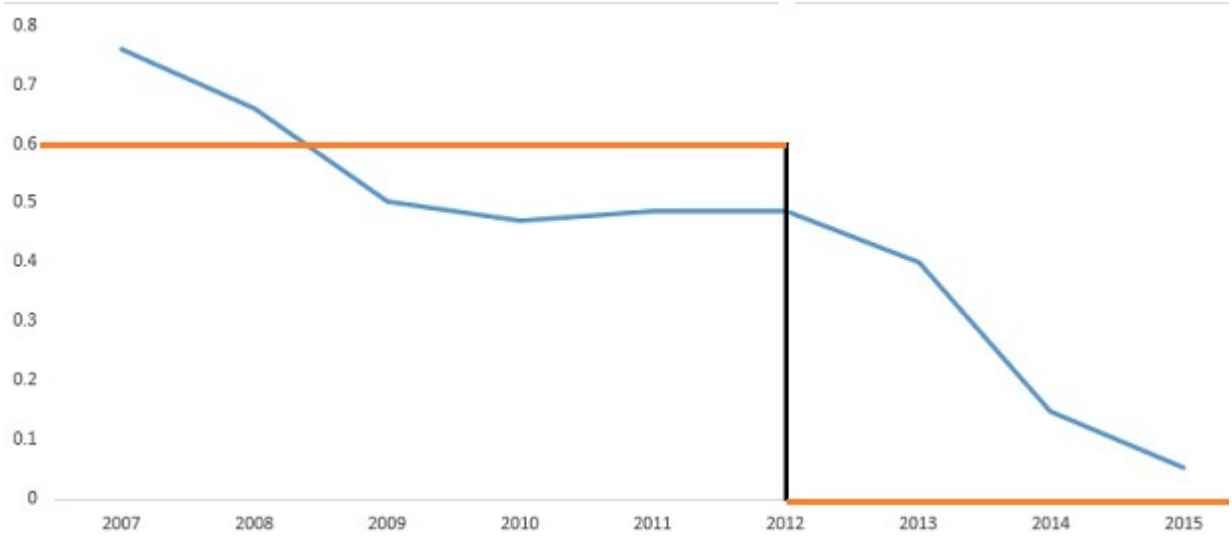
Deste modo, é relevante observar também a evolução do número de etilômetros[39], que desde a implementação da lei em 2007, têm um aumento considerável. No início do período analisado, a polícia federal contava com apenas 326 etilômetros, porém já em 2015, 9 anos após a implementação da lei seca, houve um crescimento de aproximadamente 700 % dos bafômetros, chegando a 2220, em posse da polícia rodoviária federal. Esse dados podem ser capazes de explicar uma evolução no sistema fiscalizador e punitivo que a lei seca têm causados, aumentando a probabilidade de punição do condutor sob o efeito do álcool.

A evolução do número de etilômetros aumenta a probabilidade do condutor, que está sob o efeito do álcool, ter que fazer o teste e ser punido. Ao fazer o teste do bafômetro (assim apelidado pela mídia) é medido a concentração do álcool etílico na corrente sanguínea de uma pessoa. Logo, para os anos de 2007 a 2012, a concentração permitida era de 0.06 g/l de sangue. A partir desse ano foi considerada a alcoolemia zero. Na figura 11 é mostrada medição examinada para o registro da infração de

[39] É o aparelho que mede a concentração de álcool etílico na corrente sanguínea de uma pessoa mediante a análise do ar pulmonar profundo. Sua principal aplicação é identificar condutores de veículos que estejam sob efeito de bebidas alcoólicas

dirigir sob o efeito do álcool para os anos da análise.

Figura 11 – Média do resultado de exame de alcoolemia feito pelos motoristas



Fonte: PRF, (2017)

É possível observar uma forte tendência de queda no resultado médio dos exames de bafômetro em rodovias federais. A linha laranja demonstra a concentração permitida de álcool no sangue, que era de 0.06g/l até 2012, a partir desse ano, os níveis estipulados pela lei seca foram de 0.00 g/l. Já a linha preta representa o ano onde a alcoolemia permitida passou para 0.00 g/l de sangue. Já a linha azul representa a média obtida dos exames do bafômetro.

Ao analisar a figura 11, observa-se que a partir de 2008, os condutores estavam dirigindo conforme a lei estabelecida, dado que a média de álcool no sangue estava abaixo da permitida, demonstrando um eficácia da implementação do novo limite de álcool. A partir de 2012, um novo limite é estabelecido, e a média realizada nos etilômetros caiu consideravelmente, chegando a quase o patamar de 0.0 g/l de sangue. Logo, pode-se entender que a lei gerou incentivos aos condutores que dirigir sob o efeito do álcool é passível de uma maior punição, e que a fiscalização mais rígida, dado um maior número de etilômetros, mais teste de alcoolemia, têm dado resultado, pelo menos em uma maior probabilidade de punição aos infratores.

6.2 Análise do modelo econométrico para os determinantes das fatalidades no trânsito

Neste tópico são apresentados os resultados obtidos dos modelos estimados, para o modelo de dados em painel, tobit e de variáveis instrumentais. Usando o modelo empírico básico, a estimativa produz os resultados apresentados na Tabela 3, que sugere a efetividade da lei seca na redução dos acidentes de trânsito fatais. As colunas 1 a 6 mostram resultados para as especificações realizadas. A primeira coluna mostra

uma regressão preliminar básica, na qual apenas a variável multas por dirigir sob o efeito de álcool e os efeitos fixos dos municípios são incluídos .

A incorporação dos efeitos fixos limitam a heterogeneidade nas taxas de fatalidades no trânsito entre os municípios. Logo, o efeito fixado nos municípios tentam controlar o diferencial nas regiões analisadas, dado que essas diferenças podem ser atribuídas a algumas características não observáveis, tais como melhorias nas estradas, maior tecnologia embutida nos automóveis, entre outros. Isto posto, o resultado líquido desses efeitos fixados é concentrar na variação da taxa de fatalidade ao longo do tempo nos municípios analisados. Na tabela 4 é observado os resultados da estimação dos seis modelos especificados.

Tabela 4 – Resultados pelo modelo de efeito fixo

Variáveis Independentes	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Constante	0.0022***	0.0031***	0.0034***	0.0033***	0.0029***	0.00028***
	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)
Multbb	-.2215***	-.2168***	-.2160***	-.2150***	-.3116***	-.2462***
	(.000)	(.000)	(.000)	(.000)	(.000)	(.000)
OutMult	-	-	-	-	0.0017***	0.0015***
					(0.000)	(0.000)
leisec2013	-	-	0.0040*	0.00040	0.0002	.000683***
			(0.085)	(0.104)	(0.204)	(0.002)
pibper	-	-	-	0.00003	0.00004	0.0000269
				(0.699	(0.582)	(0.595)
RFleisec2013	-	-	-	-	-	-.1992***
						(0.000)
Tendlinear	-	- .0017***	- .0023***	- .0024***	- .0019***	- .0020***
		(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)
N^o de observações	10097	10097	10097	10097	10058	10058
R^2	0.1921	0.1642	0.1618	0.1614	0.0010	0.0012

A variável dependente é as fatalidades no trânsito no período de 2007 – 2015. Os valores entre parênteses são os erros-padrões das estimativas. ***, **, *, indicam significância nos níveis de 1, 5, 10% respectivamente. Fonte: Resultado da pesquisa. Elaboração próprio do autor.

Os resultados das estimativas utilizando o modelo de efeito fixo para as taxas de fatalidade dos municípios são relatadas na tabela 4. Em todas as especificações as multas aplicadas por dirigir sob efeito de bebidas alcoólicas são significativas e negativas. Ou seja, um maior número de multas aplicadas, dado um total de veículos, têm um impacto sobre a redução das fatalidades no trânsito. Isso mostra que uma maior probabilidade de punição aos condutores, através de pesadas multas , têm um grande impacto na renda dos indivíduos, e assim, desencorajando os condutores de veículos a dirigem sob o efeito do álcool. Essa questão pode ser observada na seção 3 deste trabalho, onde a utilidade do indivíduo em dirigir sob o efeito do álcool se

reduz quando há uma maior probabilidade de ser pego em uma blitz e/ou a uma elevação no valor monetário da multa. Segundo CARLSMITH; DARLEY; ROBINSON, (2002), um potencial infrator, como outros cidadãos, é um indivíduo racional, e tal funciona alterando os custos e benefícios da situação para que a atividade criminosa se torne uma opção menos atraente. Logo, a maioria das formas de punição (como multas, prisões, entre outros) destinam-se a induzir todos os indivíduos a fazer uma análise de custo-benefício de cometer tal crime (no caso, dirigir sob o efeito de álcool), e assim inibi-los de praticar um ato criminoso[40]. De acordo com FIGUEIREDO et al., (2001), multas mais caras podem ser um meio efetivo de diminuir os acidentes fatais de maneira imediata.

Ao se analisar apenas a mudança de nível, tratada pela introdução de uma dummy de tempo para os anos onde houve algumas alterações no texto da lei seca (leisec2013), onde o efeito de tal mudança é sentido um ano após sua implementação, seu resultado foi positivo e significativo, apenas nas especificações (3) e (6),. Porém tal variável capta outros efeitos que podem proporcionar um maior (menor) risco de fatalidades no trânsito (imprudência ao ultrapassar por parte dos condutores, desrespeito das leis no trânsito, aumento significativo da frota, pouca fiscalização, entre outros, que podem ter aumentado (diminuído) nos anos de análise), sendo difícil atribuir apenas a política uma elevação (queda) das fatalidades no trânsito.

Esta pesquisa inovou ao tentar isolar o efeito da política de segurança contra o ato de beber e dirigir, ao interagir uma mudança de nível causado pela introdução da lei seca (*leisec2013*) e o número de multas por dirigir sob o efeito de álcool após a implementação de tal lei (RFleisec2013). Dessa forma, é possível mensurar o efeito líquido da política, mitigando outros fatores que poderiam ser captados, se a lei fosse atribuída apenas a dummy de tempo. Em um trabalho similar, EISENBERG, (2003) observou que os coeficientes atribuídos a mudança da política do controle de alcoolemia no trânsito não são significativos . Porém quando se utiliza uma interação entre os limites BAC e a fiscalização aleatória por parte da polícia, encontra-se um impacto negativo nas fatalidades de trânsito. Conforme o autor, este resultado sugere que a redução dos níveis de BAC não tem um impacto global, a menos que este seja aplicada em conjunto com uma maior fiscalização por parte da polícia. Logo, quando as políticas estão em conjunto, as taxas de fatalidade no trânsito diminuem consideravelmente.

Logo, ao interagir a dummy *leisec*2013 com as multas aplicadas por dirigir sob o efeito do álcool(*multbbcar*), criando a variável *RFleisec* , têm-se um impacto negativo sobre as fatalidades no trânsito, conforme mostrado na especificação (6). Ao expurgar os efeito que podem agir em conjunto com a dummy lei seca, dado que esta é uma variável categórica, e apenas demonstra os anos onde a alcoolemia foi reduzida para 0.0 g/l de sangue. A interação dessas variáveis demonstra que a redução de níveis de

[40] Ver NAGIN, (1998) para uma revisão bibliográfica

BAC no sangue aliada a uma maior punição aos infratores teve um impacto considerável na redução das fatalidades no trânsito. Como demonstrado no modelo teórico, uma possível redução na renda do condutor de veículo, causado pelo um aumento na punição, faz com que este tenha incentivos à não dirigir sob o efeito do álcool, reduzindo o risco de acidentes no trânsito, e por consequência as fatalidades.

Um resultado ambíguo no modelo, é o sinal positivo e significativo de outros multas aplicadas pela polícia rodoviária federal (*outmult*), demonstrado nas especificações (5) e (6). É preciso entender a natureza de tais multas. São computadas todos os tipos de infrações, das que são relacionadas diretas e indiretamente com os acidentes de trânsito (avançar o sinal vermelho, avançar parada obrigatória, conduzir motocicleta, motoneta ou ciclomotor transportando passageiro, sem usar capacete, fazer ultrapassagem proibida) e multas que não estão relacionadas com os acidentes de trânsito, como por exemplo, estacionar em local proibido, deixar de atualizar o cadastro do veículo, estacionar ao lado ou sobre canteiro central, entre outros. Porém é difícil mensurar quais são as multas que podem ter ligação com os acidentes de trânsito, dado sua subjetividade e complexidade de construir uma relação de causalidade. Além disso, EVANS; BROWN, (2003) argumenta que políticas individuais e estruturais não afetam todas as pessoas, nem todos os condutores de veículos, logo o sistema punitivo de multas pode não afetar todos os usuários da pista. Logo, esses grupos não devem ser tratados como homogêneos. A multidimensionalidade da população e dos seus subgrupos devem ser levados em consideração para atender os objetivos de nível macro e reduzir os acidentes no trânsito. Além dos efeitos serem baixos. Suponha que existam dois grupos de municípios. Aqueles que fiscalizam a lei seca e aqueles que não. Esta variável eventualmente captaria(e ajustaria) o viés daqueles que fiscalizam outras infrações, que não a lei seca.

Também, é importante ressaltar que, a maior fiscalização e punição em condutores que dirigem sob o efeito do álcool não é acompanhado por outras políticas que também têm impacto relevante sobre as fatalidades no trânsito (como incentivos a redução da velocidade no trânsito, direção defensiva, entre outros). Apesar de ocorrerem uma maior fiscalização por parte do governo, este não está gerando incentivos suficientes para que os motoristas diminuam a sua utilidade em dirigir com maior intensidade.

A variável macroeconômica não parece ter um papel de grande importância sobre as taxas de fatalidades no municípios brasileiros. Nas especificações (4), (5) e (6) o PIB per capita dos municípios são positivamente relacionados com as fatalidades, porém em nenhum dos modelos sugeridos ele é significativo. EISENBERG, (2003) também evidencia o pequeno grau de associação entre as taxas de fatalidades e o PIB per capita, porém não rejeita o efeito pro-cíclico das mortes no trânsito, mas parece ser mais fraco que o esperado.

KOPITS; CROPPER, (2005), evidencia uma relação não-linear entre mortes no

trânsito e crescimento econômico, utilizando amostras de países desenvolvidos e em desenvolvimento. Segundo o autor, as taxas de fatalidades no trânsito de uma nação estariam positivamente relacionadas com seu crescimento econômico, de forma que, os países ao crescer estariam sujeitos a elevação do número de acidentes no trânsito. Porém, existe um ponto de inflexão para cada país, onde as taxas de fatalidades começam a declinar.

No modelo apresentado nesse trabalho, as fatalidades no trânsito está relacionado à quão severas são as medidas punitivas. Logo a variável explicativa no modelo é representada pelo o número de multas aplicadas em um determinado município (*Mult*), e a variável dependente é o número de fatalidades nos acidentes de trânsito (*Fatal*). Porém, ao se entender que as multas estabelecidas por lei são influenciadas pelo clima de impunidade (se o indivíduo sabe que a fiscalização está mais frouxa, ele tende a cometer mais delitos, ou se a fiscalização está mais rígida, ele tende a cometer menos delitos), as variáveis trocariam de papel. As fatalidades nos acidentes de trânsito poderiam explicar a quantidades de multas, mantendo outros mecanismos constantes. Dessa forma, se faz necessário a utilização de uma variável instrumental afim de eliminar o problema de simultaneidade[41].

Um ponto importante a se destacar dos modelos que tratam de heterogeneidade não-observada é a hipótese de exogeneidade estrita. Embora essa suposição seja crucial para a consistência dos estimadores OLS, é também uma das mais prováveis de não ser válida. Logo, deve-se utilizar um procedimento caso essa suposição não seja válida. WOOLDRIDGE, (2010) sugere algumas soluções para esse problema, destacando a utilização de variáveis instrumentais para que os estimadores sejam consistentes mesmo quando à hipótese de exogeneidade estrita não for válida. Para a utilização de variáveis instrumentais foi utilizado o método 2SLS (Mínimos Quadrados de Dois Estágios). O objetivo principal de usar esse modelo é para resolver o problema de endogeneidade.

Para isso, a estratégia utilizada foi incorporar as fatalidades defasadas como um instrumento para as multas por dirigir sob a influência de álcool. É importante ressaltar que um elevado número de fatalidades no trânsito em $t-1$, faz com que as autoridades públicas intervenham com políticas mais severas , e assim elevando o número de multas e outros tipos de punição. YANG; KIM, 2003, em estudo para os acidentes rodoviárias na Coréia, observou que nos anos de 1970 a 2000 houve uma taxa elevada dessa estatística, chegando a aumentar cerca de oito vezes no período mencionado. Ao perceber esse grave problema de saúde pública, o governo coreano interviu através de várias políticas de segurança[42]. Em resposta à essas medidas, já

[41] Quando uma das variáveis explicativas é determinada pela variável explicada no modelo. Ou seja, x influencia y, mas y também influencia x simultaneamente

[42] Aplicação de penalidades para comportamento de risco, tais como condução após a ingestão de bebida alcoólica, instalação de câmeras de monitoramento de tráfego, recompensas financeiras para cidadãos que relatam violações no trânsito, entre outros

em 2001, cerca de duas mil mortes foram evitadas, além de nove mil feridos. Através de múltiplas intervenções, elevando a eficácia do sistema punitivo, os acidentes de trânsito foram reduzidos em um curto período de tempo.

Ademais, os acidentes de trânsito podem ser considerados eventos raros, apesar de ocorrerem com alguma frequência. Dada uma mediação típica, acontecem menos de um acidente por milhão de veículos que passam por essa mediação(CET-SP, (1994)). Logo, esse tipo de ocorrência não acontecem com grande frequência e tendem a ser imprevisíveis em relação a hora e local, além do mais, cada acidente pode ser observado como uma cadeia sequencial de eventos(CHAGAS, (2011)). Essa aleatoriedade faz com que as fatalidades no período $t-1$ não influenciem a taxa de mortalidade no período t, tornando a variável dependente defasada uma boa escolha de variável instrumental. Na tabela 5 é demonstrado os resultados do modelo de variáveis instrumentais:

Tabela 5 – Resultados pelo modelo de Variáveis Instrumentais

Variáveis Independentes	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Constante	.773***	1.610***	1.724***	1.677***	.037***	.034*
	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.002)	(0.058)
Multbb	-350.7***	-788.5***	-858.8***	-853.1***	-.3116***	-21.39***
	(.000)	(.000)	(.000)	(.000)	(.000)	(.000)
OutMult	-	-	-	-	.0131**	0.0118***
					(0.013)	(0.204)
leisec2013	-	-	-.0441***	-.0425***	-.001518	-.0210***
			(0.000)	(0.000)	(0.415)	(0.000)
pibper	-	-	-	.00028***	.000816***	.000774***
				(0.000)	(0.001)	(0.005)
RFleisec2013	-	-	-	-	-	-8.152**
						(0.003)
Tendlinear	-	.0221188***	.0324084***	.0303898***	.0008	.00132
		(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.204)	(0.139)
N^o de observações	10052	10052	10052	10052	10028	10028
R^2	0.2610	0.2614	0.2614	0.2614	0.2241	0.2397

A variável dependente é as fatalidades no trânsito no período de 2007 – 2015. Os valores entre parênteses são os erros-padrões das estimativas. ***, **, *, indicam significância nos níveis de 1, 5, 10% respectivamente. Fonte: Resultado da pesquisa. Elaboração próprio do autor.

Os resultados estão de acordo com o modelo de efeito fixo, apresentado na tabela 4. Porém a única diferença se dá pelo sinal da *tendlinear* e *leisec*. Pode-se explicar essa desigualdade através da variação do rigor da fiscalização nos municípios analisados. O modelo de variáveis instrumentais é mais robusto, dado que o coeficiente de determinação, é maior, logo ele consegue explicar melhor os valores observados. A instrumentação das multas por beber deve retirar os efeitos de simultaneidade entre

essa variável e as fatalidades, dado que esses últimos não são correlacionados com as fatalidades no período $t-1$. Logo espera-se que os coeficientes estimados pelo 2SLS sejam menos viesados e mais consistentes do que aqueles estimados por OLS. Dessa forma, ao instrumentalizar as multas por dirigir embriagado em razão da frota de cada município, está se expurgando vieses que a simultaneidade pode causar e assim encontrando o real efeito das multas por dirigir embriagado, *ceteris paribus* , sobre as fatalidades no trânsito.

Como os dados do painel são caracterizados por ter muitos indivíduos observados em alguns períodos de tempo, é muito útil considerar as propriedades assintóticas desses estimadores à medida que o número de indivíduos aumenta com o número de observações por indivíduo fixo. Os esquemas de estimativa que exigem a estimativa dos efeitos fixos serão, em geral, inconsistentes nesse sentido (HONORÉ, (1992)). As fatalidades nos municípios, pode-se encontrar um grupo significativo de observações que declaram as mortes iguais a zero, ao par de outras que reportam valores positivos com grande disperção. Para esse fim, é utilizado o modelo TOBIT, em que há acumulação de observações num único ponto de massa na fronteira do domínio. Os resultados são apresentados na tabela 6:

Tabela 6 – Resultados pelo modelo TOBIT

Variáveis Independentes	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Constante	-	-	-	-	-	-
Multbb	-.34795	-.3437	-.3422	-.34232	-.76015	-.690085
	(0.696)	(0.717)	(0.705)	(0.674)	(0.347)	(0.216)
OutMult	-	-	-	-	.005367	.00509
					(0.292)	(0.364)
leisec2013	-	-	.000492	.0004921	.0002214	.0005867
			(0.365)	(0.264)	(0.430)	(0.182)
pibper	-	-	-	.0000062	.0000067*	.0000067*
				(0.574)	(0.088)	(0.073)
RFleisec2013	-	-	-	-	-	-.23682*
						(0.081)
Tendlinear	-	-.000231	-.00031	-.00031	-.000189	-.00019**
		(0.205)	(0.258)	(0.134)	(0.105)	(0.024)
N^o de observações	10790	10790	10790	10790	10744	10744
R^2	-	-	-	-	-	-

A variável dependente é as fatalidades no trânsito no período de 2007 – 2015. Os valores entre parênteses são os erros-padrões das estimativas. ***, **, *, indicam significância nos níveis de 1, 5, 10% respectivamente. Fonte: Resultado da pesquisa. Elaboração próprio do autor.

Na tabela 6 apresenta a mudança na probabilidade de ter uma taxa de fatalidades no trânsito acima de zero para o período de 2007 a 2015. Nesse modelo, o interesse é encontrar quantas multas são precisas serem aplicadas em uma fatalidade no trân-

sito em relação as variáveis de controle. Porém, existem municípios que registram fatalidades no trânsito, e esses não registram nenhuma multa. E cidades que apontam várias multas no trânsito, mas não registram nenhuma fatalidade. Logo pode-se dividir os municípios em dois grupos, o primeiro (ϖ_1) onde tem-se informações relativas aos regressores(pib per capita, multas por beber, multas totais...), bem como ao regressando (taxa de fatalidades por frota), e um outro grupo (ϖ_2), ao que têm-se informações relativas aos regressores, mas não ao regressando. Logo, o modelo TOBIT estima os parâmetros com base apenas no primeiro grupo.

No resultado da tabela 6 é importante observar que a variável de interesse do estudo, *RFleisec*2013 é significativa para o grupo (ϖ_1) , mesmo a 10 % logo a lei seca teve impacto negativo sobre as fatalidades no trânsito, a renda do município também é observada significante e positivamente relacionada nas especificações (5) e (6).

7 Conclusão

A redução do nível de BAC de 0.06 g/l para 0.00 g/l têm sido uma política efetiva nos municípios brasileiro. Através de um sistema punitivo mais rígido, o ato de beber e dirigir parece ser menos rotineiro nas estradas brasileiras, através da redução da utilidade do condutor em dirigir sob o efeito do álcool, e de pesadas multas, que reduzem sua renda total. No entanto, o aumento da fiscalização proporcionado pela lei seca não é transbordado para as demais categorias de multas, que também têm impacto importante sobre a ocorrência de acidentes de trânsito. Logo, a eficácia do sistema punitivo depende de outros parâmetros não observados nessa pesquisa, tais como idade, gênero e zona do grupo das vítimas. Portanto, isso pode servir de alento aos formuladores de política para entender quais grupos da sociedade que são mais propensos a serem afetados pelas políticas de segurança nas vias de trânsito.

Também é importante ressaltar que, embora haja efeitos positivos da política de segurança contra o álcool, é importante ressaltar o custo-benefício para que tal política possa ser recomendada do ponto de vista econômico. É observado que um controle dos níveis de BAC geram externalidades positivas, ao reduzir a probabilidade de um motorista dirigir sob o efeito, dado que esse fator, aumenta o risco de um acidente no trânsito. Logo com a implementação de um política de segurança, através de um sistema punitivo mais rígido, aumenta o ganho da sociedade, através da redução do custo de um acidente no trânsito.

A contribuição dessa pesquisa é permitir que não haja interpretações enganosas sobre a efetividade da política de segurança contra o álcool. Por essa razão, é isolada o efeito de tal política, ao interagir a mudança de nível causada pela introdução da lei seca e o número de multas por dirigir sob o efeito de álcool após a implementação de tal lei . Dessa forma, é possível mensurar o efeito líquido da política, mitigando outros fatores que poderiam ser captados, se a lei fosse atribuída apenas a dummy de

tempo. Dessa forma têm-se um impacto negativo sobre as fatalidades no trânsito. Ao expurgar os efeito que podem agir em conjunto com a dummy lei seca, dado que esta é uma variável categórica, e apenas demonstra os anos onde a alcoolemia foi reduzida para 0.0 g/l de sangue. A interação dessas variáveis demonstra que a redução de níveis de BAC no sangue aliada a uma maior punição aos infratores teve um impacto considerável na redução das fatalidades no trânsito. Como demonstrado no modelo teórico, uma possível redução na renda do condutor de veículo, causado pelo um aumento na punição, faz com que este tenha incentivos à não dirigir sob o efeito do álcool, reduzindo o risco de acidentes no trânsito, e por consequência as fatalidades.

Para todos três modelos analisados, houve um impacto da lei seca sobre a redução dos acidentes de trânsito, dada pela interação da variável de nível e multas por beber. Nos modelos OLS e 2SLS, as multas por dirigir sob o efeito do álcool têm sido um mecanismo de punição efetivo para a redução nos acidentes de trânsito e as multas por outra natureza têm um impacto positivo sobre as mortes no tráfego, que apesar de uma maior fiscalização por parte do governo, este não está gerando incentivos que reduzam a atividade criminosa por parte dos motoristas. É importante ressaltar a hipótese de que a redução dos níveis de concentração do álcool poderia reduzir os acidentes de trânsito. No entanto, visto que o sistema punitivo de multas de outras natureza parece não reduzir as fatalidades no trânsito, a redução dos limites BAC não parece ser o único caminho possível para uma queda nas fatalidades no trânsito.

Por fim, há uma consideração importante sobre o debate a respeito das políticas contra o condutor alcoolizado. A literatura[43] aposta o desencorajamento do consumo do álcool não como a única solução para reduzir os casos de condução em estado de embriaguez, mas sim quando essa política é acompanhada de algumas intervenções de execução. Em auxílio a política da lei seca, que comprovou reduzir as fatalidades no trânsito, uma solução alternativa poderá ser a redução da quilometragem percorrida pelo condutor. Isso se daria através de maior investimento para o uso do transporte público, ou incentivos para a mudança de hábito de lazer (aplicativos de carona, táxis com valores mais acessíveis, incentivos para programação de caminhadas ao trabalho, entre outros).

[43] Ver ALBALATE, (2008), EISENBERG, (2003)

Referências

ABCR. Associação brasileira de concessionária de rodovias. *Acesso em: http://www.abcr.org.br/Conteudo/Secao/41/acidentes+de+trafego.aspx*, p. 214–249, (2017). 40

ALBALATE, D. Lowering blood alcohol content levels to save lives: the european experience. *Journal of Policy Analysis and Management*, Wiley Online Library, v. 27, n. 1, p. 20–39, (2008). 3, 7, 34, 42, 52

ALMEIDA, L. V. d. C.; PIGNATTI, M. G.; ESPINOSA, M. M. Principais fatores associados à ocorrência de acidentes de trânsito na br 163, mato grosso, brasil, 2004. *Cadernos de Saúde Pública*, SciELO Public Health, v. 25, n. 2, p. 303–312, (2009). 19

BALTAGI, B. Econometric analysis of panel data 2nd edn john wiley & sons. *New York, ISBN*, v. 471499374, (2001). 33, 36, 37

BARTL, G.; ESBERGER, R. Effects of lowering the legal bac limit in austria. In: *Proceedings of the 15th international conference on alcohol, drugs and traffic safety*. [S.l.: s.n.], (2000). p. 22–26. 3, 27

BAUGHMAN, R. et al. Slippery when wet: the effects of local alcohol access laws on highway safety. *Journal of Health economics*, Elsevier, v. 20, n. 6, p. 1089–1096, (2001). 14

BIDERMAN, C.; MELLO, J. M. D.; SCHNEIDER, A. Dry laws and homicides: evidence from the são paulo metropolitan area. *The economic journal*, Wiley Online Library, v. 120, n. 543, p. 157–182, (2010). 4

BLINCOE, L. et al. *The economic impact of motor vehicle crashes, 2000*. [S.l.], (2002). 1

BLOMQUIST, G. C. The motor vehicle and traffic safety mandate. In: *The Regulation of Motor Vehicle and Traffic Safety*. [S.l.]: Springer, (1988). p. 1–25. 9, 10

BORKENSTEIN, R. et al. The role of the drinking driver in traffic crashes. *Bloomington, Indiana, USA: Department of Police Administration, Indiana University*, (1964). 3

BOVY, P. H. Transport and the environment: a tentative overview of issues in cities of developed and developing countries. In: *Conference on the Development and the Planning of Urban Transport in Developing Countries (CODATU V), 5th, 1990, Sao Paulo, Brazil*. [S.l.: s.n.], (1990). 22

BRANDÃO, L. M. Medidores eletrônicos de velocidade. uma visão da engenharia para sua implantação. (2006). 19

BREUSCH, T. S.; PAGAN, A. R. The lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. *The Review of Economic Studies*, JSTOR, v. 47, n. 1, p. 239–253, (1980). 35

BROUGHTON, J. *A new system for recording contributory factors in road accidents*. [S.l.], (1998). 6

CAMERON, A. C.; TRIVEDI, P. K. *Microeconometrics: methods and applications*. [S.l.]: Cambridge university press, (2005). 37, 38

CAMERON, A. C.; TRIVEDI, P. K. *Microeconometrics using stata*. [S.l.]: Stata press College Station, TX, (2010). v. 2. 34, 36

CARLSMITH, K. M.; DARLEY, J. M.; ROBINSON, P. H. Why do we punish? deterrence and just deserts as motives for punishment. *Journal of personality and social psychology*, American Psychological Association, v. 83, n. 2, p. 284, (2002). 46

CASTRO-NUNO, M.; CASTILLO-MANZANO, J. I.; FAGEDA, X. The"europeanization"of the common road safety policy: An econometric analysis. Louvain-la-Neuve: European Regional Science Association (ERSA), (2013). 33

CET-SP. Acidentes de trânsito fatais no município de são paulo - relatório anual da companhia de engenharia de trânsito. (1994). 18, 49

CHAGAS, D. M. Estudo sobre fatores contribuintes de acidentes de trânsito urbano. (2011). 19, 49

CHALOUPKA, F. J.; SAFFER, H.; GROSSMAN, M. Alcohol-control policies and motor-vehicle fatalities. *The Journal of Legal Studies*, University of Chicago Law School, v. 22, n. 1, p. 161–186, (1993). 15

CHIRINKO, R. S.; HARPER, E. P. Buckle up or slow down? new estimates of offsetting behavior and their implications for automobile safety regulation. *Journal of Policy Analysis and Management*, Wiley Online Library, v. 12, n. 2, p. 270–296, (1993). 9, 13

COHEN, A.; EINAV, L. The effects of mandatory seat belt laws on driving behavior and traffic fatalities. *The Review of Economics and Statistics*, MIT Press, v. 85, n. 4, p. 828–843, (2003). 9, 12

COMPTON, R. et al. *Paper presented at the Proceedings of Alcohol, Drugs & Traffic Safety–T 2002: 16th International Conference on Alcohol, Drugs & Traffic Safety*. [S.l.]: August, (2002). 14, 21, 22, 26, 29

COOK, P. J.; MOORE, M. J. Environment and persistence in youthful drinking patterns. In: *Risky behavior among youths: An economic analysis*. [S.l.]: University of Chicago Press, (2001). p. 375–438. 16, 17

DAMACENA, G. N. et al. Consumo abusivo de álcool e envolvimento em acidentes de trânsito na população brasileira, 2013. *Ciência & Saúde Coletiva*, SciELO Public Health, v. 21, p. 3777–3786, (2016). 29

DATA-SUS. *Disponível em: <www.datasus.gov.br>*, (2017). ii, iii, 1, 40, 41

DEE, T. S. State alcohol policies, teen drinking and traffic fatalities. *Journal of public Economics*, v. 72, n. 2, p. 289–315, (1999). 16, 17

DENATRAN. *Disponível em: <www.denatran.gov.br>*, (2017). ii, iii, 1, 22, 23

DENATRAN, I. Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras. *Relatório Executivo*, (2006). 23

DUARTE, P. C.; LAMOUNIER, W. M.; TAKAMATSU, R. T. Modelos econométricos para dados em painel: aspectos teóricos e exemplos de aplicação à pesquisa em contabilidade e finanças. In: *Congresso USP de Controladoria e Contabilidade*. [S.l.: s.n.], (2007). v. 7, p. 1–15. 34

DUNCAN, B. B. et al. Doenças crônicas não transmissíveis no brasil: prioridade para enfrentamento e investigação. *Revista de saúde pública*, SciELO Public Health, v. 46, p. 126–134, (2012). 29

EISENBERG, D. Evaluating the effectiveness of policies related to drunk driving. *Journal of Policy Analysis and Management*, Wiley Online Library, v. 22, n. 2, p. 249–274, (2003). 17, 34, 46, 47, 52

ELDER, R. W. et al. Effectiveness of sobriety checkpoints for reducing alcohol-involved crashes. *Traffic Injury Prevention*, Taylor & Francis, v. 3, n. 4, p. 266–274, (2002). 7, 29

EVANS, T.; BROWN, H. Road traffic crashes: operationalizing equity in the context of health sector reform. *Injury control and safety promotion*, Taylor & Francis, v. 10, n. 1-2, p. 11–12, (2003). 47

EVANS, W. N.; GRAHAM, J. D. Risk reduction or risk compensation? the case of mandatory safety-belt use laws. *Journal of Risk and Uncertainty*, Springer, v. 4, n. 1, p. 61–73, (1991). 9, 13

EVANSM, L.; WASIELEWSKI, P.; BUSECK, C. R. V. Compulsory seat belt usage and driver risk-taking behavior. *Human Factors*, Sage Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 24, n. 1, p. 41–48, (1982). 9, 12

FERRAZ, A.; JR, A. R.; BEZERRA, B. Segurança viária, editora grupo gráfico são francisco. *São Carlos-SP*, p. 49–57, (2008). 5

FIGUEIREDO, L. F. P. de et al. Increases in fines and driver licence withdrawal have effectively reduced immediate deaths from trauma on brazilian roads: first-year report on the new traffic code. *Injury*, Elsevier, v. 32, n. 2, p. 91–94, (2001). 46

GARBACZ, C. A note on peltzman's theory of offsetting consumer behavior. *Economics Letters*, Elsevier, v. 19, n. 2, p. 183–187, (1985). 9, 12

GARBACZ, C. Impact of the new zealand seat belt law. *Economic Inquiry*, Wiley Online Library, v. 29, n. 2, p. 310–316, (1991). 9, 12

GREENE, W. H. *Econometric analysis*. [S.l.]: Pearson Education India, (2003). 35, 36, 37

GRIFFITHS, W. et al. *Learning and practicing econometrics*. [S.l.: s.n.], (1993). 35

GROSSMAN, M. et al. Effects of alcohol price policy on youth: A summary of economic research. *Journal of research on adolescence*, Taylor & Francis, v. 4, n. 2, p. 347–364, (1994). 17

GROSSMAN, M.; COATE, D.; ARLUCK, G. M. Price sensitivity of alcoholic beverages in the united states: Youth alcohol consumption. *Control issues in alcohol abuse prevention: Strategies for states and communities*, Jai Press Inc.: Greenwich, CT, p. 169–198, (1987). 16

GUJARATI, D. N. *Basic econometrics*. [S.l.]: Tata McGraw-Hill Education, (2009). 34

HOLLAND, M.; XAVIER, C. L. Din ,mica e competitividade setorial das exportaáıes brasileiras: uma an· lise de painel para o perìodo recente. *Economia e Sociedade*, v. 14, n. 1, p. 85–108, (2004).

HONORÉ, B. E. Trimmed lad and least squares estimation of truncated and censored regression models with fixed effects. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, JSTOR, p. 533–565, (1992). 50

JOKSCH, H. C. Critique of sam peltzman's study: the effects of automobile safety regulation. *Accident Analysis & Prevention*, Elsevier, v. 8, n. 2, p. 129–137, (1976). 9, 11

JONES, S. E.; SHULTS, R. A. Trends and subgroup differences in transportation-related injury risk and safety behaviors among us high school students, 1991-2007. *Journal of school health*, Wiley Online Library, v. 79, n. 4, p. 169–176, (2009). 2

JORGE, M. H. P. de M.; KOIZUMI, M. S.; TONO, V. L. Causas externas: O que são, como afetam o setor saúde, sua medida e alguns subsídios para a sua prevenção. *Revista Saúde-UNG*, v. 1, n. 1, p. 37–47, (2007). 2

KEALL, M. D.; FRITH, W. J.; PATTERSON, T. L. The influence of alcohol, age and number of passengers on the night-time risk of driver fatal injury in new zealand. *Accident Analysis & Prevention*, Elsevier, v. 36, n. 1, p. 49–61, (2004). 14

KELLEY, H. Testing peltzman's theory of driver intensity. *Law & Policy*, Wiley Online Library, v. 6, n. 1, p. 129–143, (1984). 9, 12

KENKEL, D. S. Drinking, driving, and deterrence: The effectiveness and social costs of alternative policies. *The Journal of Law and Economics*, The University of Chicago Press, v. 36, n. 2, p. 877–913, (1993). 16, 24

KOPITS, E.; CROPPER, M. Traffic fatalities and economic growth. *Accident Analysis & Prevention*, Elsevier, v. 37, n. 1, p. 169–178, (2005). 47

KUME, L.; NERI, M. C. É possível reduzir as mortes no trânsito? o efeito do novo código brasileiro de trânsito. Fundação Getulio Vargas, (2007). 7

LEVITT, S. D.; PORTER, J. *Estimating the effect of alcohol on driver risk using only fatal accident statistics*. [S.l.], (1999). 14

LITMAN, T. Transportation cost analysis: Techniques, estimates and implications. 1996 update. (1996). 22

LUM, H.; REAGAN, J. A. Interactive highway safety design model: accident predictive module. *Public Roads*, v. 58, n. 3, (1995). 19

MARQUES, L. D. et al. Modelos dinâmicos com dados em painel: revisão de literatura. *Centro de estudos Macroeconómicos e Previsão, faculdade de Economia do Porto*, (2000). 33

MCMILLAN, G. P.; LAPHAM, S. Legalized sunday packaged alcohol sales and alcohol-related traffic crashes and crash fatalities in new mexico. *American Journal of Public Health*, American Public Health Association, v. 96, n. 11, p. 1944, (2006). 2

MERCIER-GUYON, C. Lowering the bac limit to 0.05: Results of the french experience. In: *Transportation Research Board 77th Annual Meeting*. [S.l.: s.n.], (1998). p. 11–15. 27

MILLER, P.; MOFFET, J. The price of mobility: Uncovering the hidden costs of transportation. 1993. 22

MOSKOWITZ, H.; FIORENTINO, D. *A review of the scientific literature regarding the effects of alcohol on driving-related behavior at blood alcohol concentrations of 0.08 grams per deciliter and lower*. [S.l.]: National Highway Traffic Safety Administration, (1996). 14

MOSKOWITZ, H.; FIORENTINO, D. *A review of the literature on the effects of low doses of alcohol on driving-related skills*. [S.l.], (2000). 2, 14

NAGIN, D. S. Deterrence and incapacitation. *The handbook of crime and punishment*, Oxford University Press, New York, p. 345–368, (1998). 46

NOORDZIJ, P. Decline in drinking and driving in the netherlands. In: IN: PROCEEDINGS OF THE CONFERENCE"STRATEGIC HIGHWAY RESEARCH PROGRAM SHRP AND TRAFFIC SAFETY ON TWO CONTINENTS", THE HAGUE, THE NETHERLANDS, SEPTEMBER 22-24, 1993, VTI KONFERENS 1A, PART 2, P. 187-200, 2 REF. [S.l.], (1994). 27

NORSTRÖM, T.; LAURELL, H. Effects of lowering the legal bac-limit in sweden. *Alcohol, drugs and traffic safety*, p. 87–94, (1997). 27

OMS. *Global status report on road safety 2013: supporting a decade of action*. [S.l.]: World Health Organization, (2013). 2, 5, 6, 28, 29

OMS. *Global status report on road safety 2015*. [S.l.]: World Health Organization, (2015). 1

OMS, M. d. U. d. A. d. S. *Global status report on alcohol and health, 2014*. [S.l.]: World Health Organization, (2014). 6, 21, 27, 28

OPAS/OMS. Custos dos acidentes de trânsito no brasil". conferência pan americanca sobre segurança de trânsito. brasília, 8 e 9 de dezembro de 2005. www.denatran.gov.br., (2005). 1

PEEK-ASA, C. The effect of random alcohol screening in reducing motor vehicle crash injuries. *American Journal of Preventive Medicine*, Elsevier, v. 16, n. 1, p. 57–67, (1999). 7

PELTZMAN, S. The effects of automobile safety regulation. *Journal of political Economy*, The University of Chicago Press, v. 83, n. 4, p. 677–725, (1975). 2, 9, 10, 11, 12, 13

PHILLIPS, D. P.; BREWER, K. M. The relationship between serious injury and blood alcohol concentration (bac) in fatal motor vehicle accidents: Bac= 0.01% is associated with significantly more dangerous accidents than bac= 0.00%. *Addiction*, Wiley Online Library, v. 106, n. 9, p. 1614–1622, (2011). 6

PRF. *Disponível em: https://www.prf.gov.br/portal/dados-abertos/*, (2017). 41, 42, 44

ROBERTSON, L. S. A critical analysis of peltzman's "the effects of automobile safety regulation". *Journal of Economic Issues*, Taylor & Francis, v. 11, n. 3, p. 587–600, (1977). 9, 11, 12

RUHM, C. J. Alcohol policies and highway vehicle fatalities. *Journal of health economics*, Elsevier, v. 15, n. 4, p. 435–454, (1996). 15, 16

RUMAR, K. et al. Driver reaction to a technical safety measure—studded tires. *Human Factors*, Sage Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 18, n. 5, p. 443–454, (1976). 9, 10

SAFFER, H.; GROSSMAN, M. Drinking age laws and highway mortality rates: Cause and effect. *Economic Inquiry*, Wiley Online Library, v. 25, n. 3, p. 403–417, (1987). 15

SINAY E TAMAYO, A. Segurança viária: Uma visão sistémica. *Rio de Transportes III, Rio de Janeiro*, (2013). 19, 20

SIPAC/PRF2017. *Disponível em: Sistema Integrado de Patrimônio, Administração e Contratos: SIPAC/PRF*, (2017). 43

SMALL, K. A.; GOMEZ-IBANEZ, J. A. Urban transportation. *Handbook of regional and urban economics*, Elsevier, v. 3, p. 1937–1999, (1999). 22

SOUZA, E. R. d.; MINAYO, M. C. d. S.; FRANCO, L. G. Avaliação do processo de implantação e implementação do programa de redução da morbimortalidade por acidentes de trânsito. *Epidemiologia e serviços de saúde*, Coordenação-Geral de Desenvolvimento da Epidemiologia em Serviços/Secretaria de Vigilância em Saúde/Ministério da Saúde, v. 16, n. 1, p. 19–31, (2007). 2

STAHRE, M. et al. Peer reviewed: Contribution of excessive alcohol consumption to deaths and years of potential life lost in the united states. *Preventing chronic disease*, Centers for Disease Control and Prevention, v. 11, (2014). 21

SWEEDLER, B. M. et al. Worldwide trends in alcohol and drug impaired driving. *Traffic injury prevention*, Taylor & Francis, v. 5, n. 3, p. 175–184, (2004). 3

TOBIN, J. Estimation of relationships for limited dependent variables. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, JSTOR, p. 24–36, (1958). 36

TRAYNOR, T. L. The peltzman hypothesis revisited: An isolated evaluation of offsetting driver behavior. *Journal of Risk and Uncertainty*, Springer, v. 7, n. 2, p. 237–247, (1993). 34

VERHOEF, E. External effects and social costs of road transport. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Elsevier, v. 28, n. 4, p. 273–287, (1994). 22, 23, 24

VIEIRA, H. et al. Avaliação de medidas de contenção de acidentes: uma abordagem multidisciplinar. Florianópolis, SC, (1999). 40

WAGENAAR, A. C. et al. Effects of legal bac limits on fatal crash involvement: analyses of 28 states from 1976 through 2002. *Journal of safety research*, Elsevier, v. 38, n. 5, p. 493–499, (2007). 27

WILDE, G. J. *Objective and subjective risk in drivers' response to road conditions: The implications of the theory of risk homeostasis for accident aetiology and prevention*. [S.l.]: Queen's University, (1981). 9, 10

WINSTON, C.; MAHESHRI, V.; MANNERING, F. An exploration of the offset hypothesis using disaggregate data: The case of airbags and antilock brakes. *Journal of Risk and Uncertainty*, Springer, v. 32, n. 2, p. 83–99, (2006). 24, 34

WOOLDRIDGE, J. M. *Econometric analysis of cross section and panel data*. [S.l.]: MIT press, (2010). 35, 37, 48

YANG, B.-M.; KIM, J. Road traffic accidents and policy interventions in korea. *Injury control and safety promotion*, Taylor & Francis, v. 10, n. 1-2, p. 89–94, 2003. 48

YOUNG, D. J.; BIELINSKA-KWAPISZ, A. Alcohol prices, consumption, and traffic fatalities. *Southern Economic Journal*, JSTOR, p. 690–703, (2006). 16

ZADOR, P. L.; KRAWCHUK, S. A.; VOAS, R. B. Alcohol-related relative risk of driver fatalities and driver involvement in fatal crashes in relation to driver age and gender: an update using 1996 data. *Journal of studies on alcohol*, Rutgers University Piscataway, NJ, v. 61, n. 3, p. 387–395, (2000). 14