

POTENCIAL DE REDUÇÕES DE ACIDENTES DE TRÂNSITO E IMPACTO ECONÔMICO ATRAVÉS DA IMPLEMENTAÇÃO DE ITENS DE SEGURANÇA AUTOMOTIVOS

TRAFFIC ACCIDENT REDUCTION POTENTIAL AND ECONOMIC IMPACT BY IMPLEMENTATION OF AUTOMOTIVE SAFETY DEVICES

POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO E IMPACTO ECONÓMICO MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD AUTOMOTRIZ

Juliano Ferreira da Silva¹
Rodolfo Vieira Nunes²
George André Willrich Sales³
Alexandre Gonzales⁴

Artigo recebido em outubro de 2020

Artigo aceito em setembro de 2021

RESUMO

Acidentes de trânsito se tornaram problema grave não apenas de saúde pública, mas também financeiro em vários países. O Brasil, além de registrar alta taxa de acidentes, está atrasado em relação aos outros países na adoção de medidas que possam diminuir o seu número. O custo relacionado a esses pode ser reduzido por meio de política pública voltada a implementação de tecnologias de segurança automotiva, como os Sistemas de Assistência ao Condutor, conhecido como ADAS (Advanced Driver Assistant Systems). O artigo pretende estimar o potencial impacto social-econômico ao introduzir tais tecnologias de acordo com as estatísticas atuais de gastos relacionados aos acidentes. Assim, está estruturado como pesquisa descritiva, documental e quantitativa. Em que por meio de uma regressão MQO objetiva-se compreender a relação entre as variáveis: acidentes de trânsitos, tecnologia de segurança e frota automotiva. Com as tecnologias avaliadas na investigação evidenciam uma redução de acidentes ao do longo dos anos, e um efeito econômico em que é visto possível economia nos custos. Além disso, a investigação serve como parâmetro de análise e mensuração às políticas públicas que tratem do impacto social-econômico dos gastos relacionados aos acidentes de trânsito.

Palavras-chave: ADAS. Segurança. Rota 2030. Indústria Automobilística.

¹ Pós-Graduado em Gestão de Negócios, Universidade de São Paulo/USP ESALQ. E-mail: julianusilva@gmail.com.

² Doutorando em Administração, Universidade de São Paulo/USP. E-mail: rodolfonunes@usp.br.

³ Doutor em Administração de Empresas, Universidade Presbiteriana Mackenzie/UPM. E-mail: george.sales@fipecafi.org.

⁴ Doutor em Controladoria e Contabilidade, Universidade de São Paulo/USP. E-mail: agonzales@pucsp.br.

ABSTRACT

Traffic accidents have become a serious problem not only of public health, but also financial in several countries. Brazil, in addition to registering a high rate of accidents, lags behind other countries in adopting measures that can reduce their number. The cost related to these can be reduced through public policy aimed at implementing automotive safety technologies, such as Driver Assistance Systems, known as ADAS (Advanced Driver Assistant Systems). The article aims to estimate the potential social-economic impact of introducing such technologies according to current accident-related expenditure statistics. Thus, it is structured as descriptive, documentary and quantitative research. In which, through an OLS regression, the objective is to understand the relationship between the variables: traffic accidents, safety technology and automotive fleet. With the technologies evaluated in the investigation, they show a reduction in accidents over the years, and an economic effect in which possible savings in costs are seen. In addition, the investigation serves as a parameter for analysis and measurement of public policies that address the social-economic impact of expenses related to traffic accidents.

Keywords: ADAS. Safety. Rute 2030. Automobile Industry.

RESUMEN

Los accidentes de tránsito se han convertido en un grave problema no solo de salud pública, sino también económico en varios países. Brasil, además de registrar una alta tasa de accidentes, está rezagado con respecto a otros países en la adopción de medidas que puedan reducir su número. El costo relacionado con estos puede reducirse a través de políticas públicas dirigidas a implementar tecnologías de seguridad automotriz, como los Sistemas de Asistencia al Conductor, conocidos como ADAS (Advanced Driver Assistant Systems). El artículo tiene como objetivo estimar el impacto socioeconómico potencial de la introducción de tales tecnologías de acuerdo con las estadísticas actuales de gastos relacionados con accidentes. Así, se estructura como investigación descriptiva, documental y cuantitativa. En el cual, a través de una regresión OLS, el objetivo es entender la relación entre las variables: accidentes de tránsito, tecnología de seguridad y parque automotor. Con las tecnologías evaluadas en la investigación muestran una reducción de accidentes a lo largo de los años, y un efecto económico en el que se ven posibles ahorros en costos. Además, la investigación sirve como parámetro para el análisis y medición de políticas públicas que aborden el impacto socioeconómico de los gastos relacionados con los accidentes de tránsito.

Palabras clave: ADAS. La seguridad. Ruta 2030. Industria del automóvil.

1 INTRODUÇÃO

Acidentes de Trânsito (AT) são a oitava maior causa de mortes no mundo, liderando o ranking para idades entre 5 e 49 anos (WHO, 2018). Algumas estimativas de custos com AT no Brasil chegam a corresponder a 4% do PIB nacional, o que equivale ao gasto público de aproximadamente 220 bilhões de reais ao ano (CONTADOR; OLIVEIRA, 2015). Os impactos sociais e econômicos relacionados aos AT são preocupantes e soluções que visam mitigar as consequências trágicas devem ser consideradas na elaboração de políticas públicas.

A diminuição dos AT e/ou mitigação da sua gravidade é uma realidade em alguns países desenvolvidos, onde implementou-se medidas com efeitos cientificamente provados, como: aplicação de limites de velocidade apropriados, aumento da fiscalização e cumprimento da legislação, melhorias em infraestrutura das estradas, implementação de equipamentos de segurança, entre outros (WHO, 2014). Tal realidade verificada em outros

países contrasta com diversas dificuldades verificadas no setor automobilístico nacional como visto em Junior e Santos (2020) o que pode estar correlacionado com o registro no Brasil de uma alta taxa de acidentes por habitante. Além disso, o Brasil está defasado da meta estabelecida pela Organização das Nações Unidas (ONU), em que entre 2011 e 2021, esperava-se uma redução de 50% do número de vítimas de AT (ONU, 2015).

O novo programa de incentivos à indústria automobilística proposto pelo governo brasileiro, conhecido como Rota 2030, prevê metas de eficiência energética dos veículos e medidas para reverter este cenário como a implementação de equipamentos de segurança em veículos (SILVA; VELOSO; TOZI, 2018). Tal programa é desenhado diferentemente das políticas anteriores de incentivos fiscais propostas pelo governo federal no que tange ao período proposto e sua fiscalização mais abrangente, possuindo indicadores claros relacionados não somente a metas de emissões veiculares, mas também de segurança veicular (CIRILO; CLARK; CORREA, 2020; FRANCO; SILVA; SOUZA; GONZALES, 2020). Tais metas vêm alinhadas com uma política que visa incentivar a pesquisa e desenvolvimento das empresas para que a indústria nacional possa ser competitiva no setor automotivo (DA COSTA, 2020).

As tecnologias de segurança veicular como o sistema de controle eletrônico de estabilidade - ESC sigla em inglês para *Electronic Stability Control*, alerta de frenagem de emergência - FCW do inglês *Forward Collision Warning*, frenagem autônoma de emergência - AEB abreviação de *Autonomous Emergency Braking* e o alerta de cinto desafivelado - SBR do inglês *Seat Belt Reminder*, serão discutidos em profundidade neste trabalho e estão no pacote de ADAS (Advanced Driver Assistant Systems). Destes citados, o AEB é o que possui um dos níveis mais altos de eficácia na redução de AT e mitigação de sua gravidade e por isso se tornará obrigatoriedade na América do Norte para veículos leves até 2023 de acordo com o acordo voluntário entre montadoras, a agência National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), e a organização Insurance Institute for Highway Safety (IIHS) (FRIEDMAN; MATTOS; PAVER, 2017). O potencial de redução de AT destas tecnologias é tema de estudo de vários autores como Cicchino (2017), Doecke, Anderson, Mackenzie e Ponte (2012) e Friedman *et al.* (2017), que possuem resultados muito significativos através de análises de dados de acidentes de outros países correlacionados com as características e efeitos positivos dos equipamentos de segurança automotivos.

Poucos estudos foram encontrados que correlacionam a implementação dessas tecnologias e a avaliação de seus impactos socioeconômicos no Brasil, os quais se julgam de grande importância para embasamento da adoção de políticas públicas. Assim, a questão de pesquisa desse artigo busca quantificar: qual o valor economizado da redução de acidentes pela implementação dos itens de segurança?

Este trabalho tem por objetivo fornecer uma estimativa do impacto econômico potencial da adoção de tecnologias de segurança automotivas no Brasil. Para isto, este trabalho busca estratificar os AT no Estado brasileiro por causa e correlacionar com o potencial de reduções de AT de acordo com cada tecnologia citada, a partir de seus efeitos conhecidos em outros países.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Inicia-se o referencial teórico pelos acidentes de trânsito e comparação da base de dados.

2.1 Acidentes de trânsito e comparação da base de dados

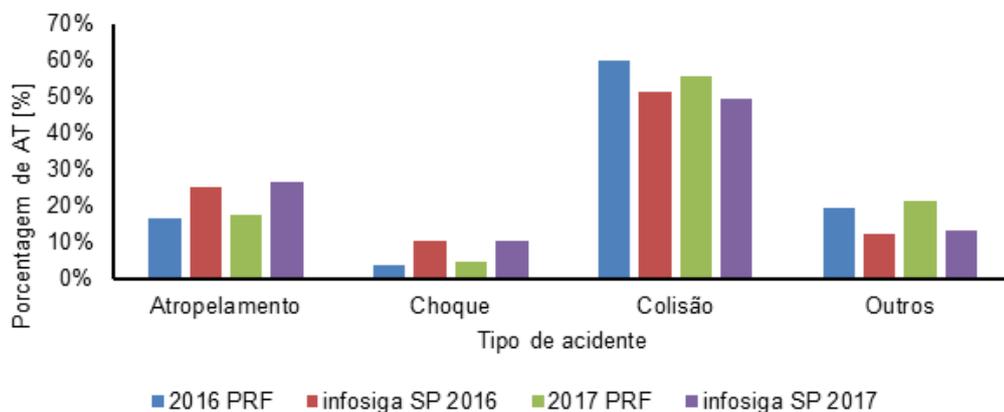
O banco de dados da Polícia Rodoviária Federal - PRF (2020), que contém AT ocorridos nas rodovias federais, compreendeu uma fonte importante para estudos no tema e se tornou a base principal para as análises deste trabalho, devido ao seu nível de detalhamento. A dificuldade maior do trabalho foi entender qual a precisão necessária, a viabilidade e a qualidade de dados que possam tornar as análises dos AT relevantes.

Um exemplo de influência na qualidade de dados foi a alteração na metodologia de registro através da implementação em 2015 da ferramenta e-declaração eletrônica de acidente de trânsito (DAT), que permite o registro diretamente pela internet de AT sem pessoas feridas ou mortas, o que reduziu os registros de número de AT com ilesos, e por consequência dificultou a análise e comparação dos dados em anos anteriores à implementação da ferramenta (MTPA, 2017).

Apesar da disponibilidade reduzida e das diferenças na metodologia e categorização dos AT em nível municipal, estadual e federal, entende-se que a extrapolação de dados é válida para comparação deles. Esta hipótese é suportada pela avaliação dos custos por acidente em rodovias estaduais e federais, que são semelhantes (IPEA, 2006).

A fim de entender o impacto desta diferença de qualidade de dados, utilizou-se como comparativo os dados das vias estaduais e municipais do estado de São Paulo, disponibilizado pelo sistema Infosiga (GESP, 2020). Como exemplo, a comparação do número de óbitos das rodovias federais e estaduais entre as duas bases de dados para diferentes anos, como mostra o Gráfico 1 a seguir, indicam que ambas são comparáveis entre si, pois além da baixa diferença percentual entre os dados, possuem o mesmo comportamento estatístico para diferentes tipos de acidentes.

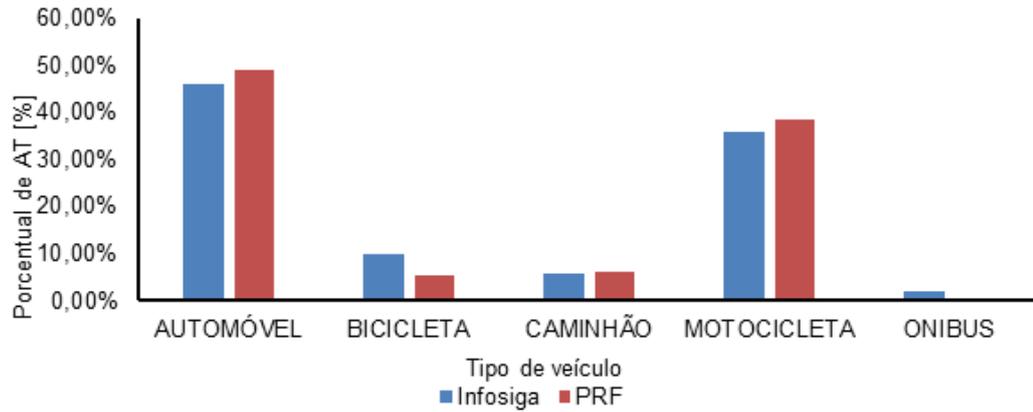
Gráfico 1 - Comparativo das bases de dados de AT estaduais e federais por acidente



Fonte: Elaborado pelos autores

Outra comparação que sustenta a compreensão da escolha da base de dados da PRF é a de que AT com óbitos em rodovia que tenham colisão como causa são também semelhantes entre dados do Infosiga e da PRF no ano de 2017, quando analisados sob a ótica de tipos de veículo envolvidos, como mostra o Gráfico 2.

Gráfico 2 - Comparativo das bases de dados de AT estaduais e federais por veículo



Fonte: Elaborado pelos autores

De acordo com a base de dados do Infosiga, a porcentagem de AT com óbitos em colisões ocorridas em rodovias estaduais e municipais são de 56% e 44% respectivamente, que mostra aproximada proporção e similaridade de AT entre diferentes classes de vias. Como os equipamentos de segurança estudados tem efeito sobre todos os tipos de AT ou apenas colisões como mostra a tabela 5, é satisfatória a análise utilizando-se apenas da base de dados da PRF, apesar da mesma compreender cerca de apenas 20% dos óbitos ocorridos no território nacional.

2.2 Equipamentos de Segurança Automotivos

O programa Rota 2030 visa a implementação obrigatória de dispositivos de segurança com início em 2021 para veículos leves e 2027 para veículos pesados (KUTNEY, 2019). A Tabela 1 relaciona a lista de equipamentos de segurança e o ano de sua obrigatoriedade de implementação para veículos leves. Todos os equipamentos listados possuem algum tipo de relevância no auxílio da diminuição dos acidentes, porém devido à qualidade dos dados de AT disponíveis, grande parte destes equipamentos não são passíveis de serem correlacionados para estimativas de potencial de redução de AT no Brasil.

Tabela 1 - Equipamentos segurança previstos no programa Rota 2030

Tecnologia	Ano Obrigatoriedade
Proteção contra impactos laterais na carroceria	2023
Sistema eletrônico de controle de estabilidade	2022
Alerta para cinto de segurança afivelado	2021
Repetidores laterais das luzes de seta	2023

Luzes de rodagem diurna	2023
Alerta de frenagem de emergência	2023
Proteção contra impactos frontais em camionetas e utilitários	2026
Alerta ou visibilidade traseira, com câmera de ré ou sensores de aviso sonoro	2030
Proteção a impacto lateral contra poste	2030

Fonte: Grande (2019)

A Tabela 2 lista alguns destes equipamentos que estão em estudo, mas que ainda não foram regulamentados:

Tabela 2 - Equipamentos segurança em estudo de implementação (Rota 2030)

Tecnologia
Frenagem autônomo de emergência
Aviso de mudança involuntária de faixa
Frenagem autônoma com detecção de pedestres e ciclistas
Assistente de permanência em faixa
Monitor de sonolência e distração do motorista
Controle cruzeiro adaptativo

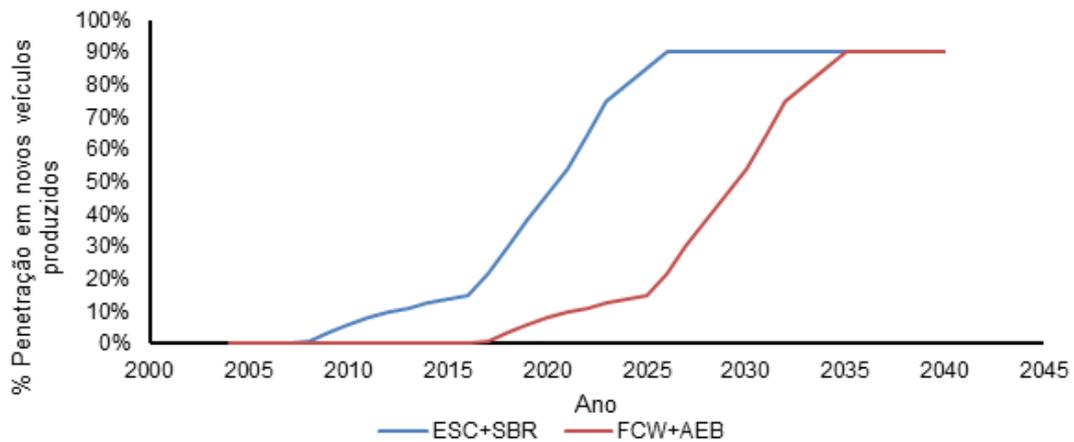
Fonte: Grande (2019)

Dos diferentes sistemas e dispositivos de segurança existentes na atualidade, houve atenção maior naqueles previstos no programa rota 2030 e que fossem estatisticamente mais relevantes para redução de AT, os quais possuem bibliografia extensa e resultados positivos cientificamente provados por diversos métodos que podem ser aplicados ao cenário nacional, que foram: ESC, FCW, AEB e SBR. Tais sistemas pertencem ao ADAS e tem como propósito reduzir AT devido a fatores relacionados ao erro humano (SANTOS; GUINZANI; LIMA; BATAGINI, 2019).

De forma direta ou indireta, erros humanos são responsáveis por grande parte dos AT, sendo cerca de 37% devidos a falta de atenção à condução, 13% por desobediência a normas de trânsito, 8% a velocidade do veículo incompatível com a permitida na via, 8% por ingestão de álcool e 8% por não guardar distância de segurança, de acordo com dados da PRF para 2019 (PRF, 2020). Para estimar a inserção dos equipamentos de segurança automotivos interpolou-se linearmente a atual porcentagem de veículos novos com o sistema em questão e as porcentagens previstas para cada ano de obrigatoriedade de acordo com o estabelecido no programa rota 2030 (KUTNEY, 2019).

Todos os veículos leves vendidos no país devem ter ao menos 65% da lista mostrada na Tabela 1 e há certos benefícios em descontos de IPI se a lista da Tabela 1 e 2 forem implementadas em sua totalidade pelas montadoras (KUTNEY, 2019).

Gráfico 3 - Projeção de penetração de tecnologia em novos veículos



Fonte: Elaborado pelos autores

Para efeitos de aproximação de cálculos, no Gráfico 3 considerou-se que a eficácia das tecnologias de segurança automotiva é semelhante para veículos leves e pesados. De acordo com DENATRAN (2019), como a composição da frota dos veículos pesados é cerca de apenas 15% do total da frota desconsiderou-se a defasagem de 5 anos na obrigatoriedade estabelecida na descrição do programa rota 2030 para veículos pesados no cálculo da penetração da tecnologia.

2.2.1 Controle Eletrônico de Estabilidade (ESC)

O ESC é um sistema de frenagem adequado a diferentes veículos leves e pesados que objetiva estabilizar o automóvel e evitar a derrapagem em diferentes situações e condições, resultando em uma porcentagem de redução estimada de 5% para todos AT (EC, 2018).

Em 2015 o sistema no Brasil estaria disponível em 9% da frota e, em 2017, 22% dos carros saíram da linha de montagem com ele instalado (ATB, 2015; GUIMARÃES, 2017). Como mostra a Figura 3, foi considerada uma projeção linear de penetração da tecnologia de acordo com os anos de obrigatoriedade estabelecido no programa Rota 2030 (KUTNEY, 2019).

2.2.2 Alerta de Cinto Desafivelado (SBR)

O alerta de cinto desafivelado é um sistema que utiliza de dispositivos visuais e sonoros para avisar o motorista de que deve afivelar o cinto de segurança. Estudos mostram que de acordo com a eficácia do sistema de aviso, pode-se aumentar em 7% o uso do cinto de segurança (EC, 2018). Esta eficiência correlacionada com o potencial de redução de AT com óbitos e lesões moderadas a graves na faixa entre 45-50% com o uso do cinto, como evidenciado em NHTSA (2001), resulta num potencial do alerta em diminuir entre 3-4% o número de AT considerados.

De acordo com os dados de AT de 2019 da PRF evidenciado em PRF (2020), 60% dos AT não possui vítimas (AT com ilesos) para os veículos aptos a tal tecnologia. Assim foi considerada uma eficácia de 1,5% de redução de todos os AT. Devido à falta de estatísticas de

penetração de tal tecnologia, considerou-se a mesma penetração de carros com ESC, pois eles têm períodos de obrigatoriedade semelhantes como evidenciado no Gráfico 3.

2.2.3 Alerta de Frenagem de Emergência (FCW) e Frenagem Autônoma de Emergência (AEB)

O FCW é um sistema de dispositivos sonoros e visuais de aviso ao motorista de colisão eminente e o AEB realiza a frenagem para evitar o AT ou reduzir os impactos causados pelo mesmo (EC, 2018).

Na visão dos autores Grover, Knight, Okoro, Simmons, Couper, Massie e Smith (2008), os custos e benefícios dos sistemas são fundamentalmente difíceis de prever devido à indisponibilidade de base de dados com informações suficientes, sendo quase impossível prever a eficácia do sistema AEB para veículos leves. Apesar do grande número de estudos na literatura, a medida de efetividade das tecnologias em relação a evitar um acidente tem grande incerteza, podendo variar entre 10 e 72% de acordo com o método utilizado (DOECKE *et al.*, 2012). Mesmo para casos em que o acidente não é prevenido, eles podem diminuir a severidade em aproximadamente 30% (IMLAY, 2018).

Estudos comprovam que o sistema de alerta de frenagem de emergência (FCW) tem efeitos significativos de redução de AT, e ele tem em 2023 o ano de obrigatoriedade para novos veículos produzidos. Apesar disso, é considerada uma maior eficácia de FCW em conjunto com AEB (CICCHINO, 2017). Por isso foi considerado para este trabalho um potencial de redução de AT de ambos os sistemas em conjunto de acordo com o artigo publicado por Cicchino (2017), que considera uma redução nas colisões traseiras de 50%, as quais são a causa de aproximadamente 25% dos AT no Brasil (PRF, 2020).

Como evidenciado na tabela 2, o AEB está na lista de tecnologias em estudo e seu ano de obrigatoriedade ainda não foi definido, portando considerou-se a mesma curva de implementação do ESC com atraso em 10 anos, como mostra a figura 3. Esse período se mostra muito satisfatório, levando-se em conta a penetração atual do mercado brasileiro do sistema AEB, como é visto em Santos *et al.* (2019) para o ano de 2017. Nele consta que 1% dos veículos no Brasil possuem o sistema de série, o que se assemelha com a estimativa da penetração do ESC de 2007, calculado pela atual penetração e interpolado com o ano de obrigatoriedade proposta pelo programa Rota 2030.

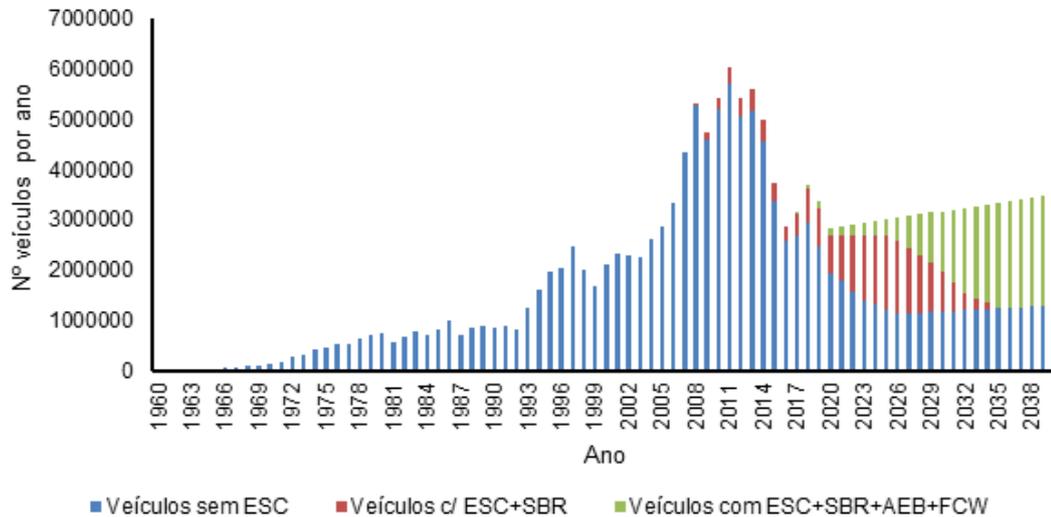
Outro motivo da escolha do período se faz pela diferença de aproximadamente 10 anos na obrigatoriedade de estratégias no Brasil em comparação com a Europa, como visto em Dekra (2012) onde ESC é mandatório para novos modelos desde 2011 e para novos veículos desde 2014.

2.3 Projeção da Frota Brasileira

O modelo dos mínimos quadrados ordinários do programa Gretl foi utilizado para obter a projeção da frota brasileira a partir de 2019 com base nos dados da frota dos veículos cadastrados no Brasil anualmente (DENATRAN, 2019). Avaliou-se a proporção de veículos como evidenciado na seção Introdução, no qual 70% da frota que compõe os veículos leves e pesados são aptos a utilizarem as tecnologias abordadas neste trabalho. Também se considerou a penetração das tecnologias na frota de acordo com o Gráfico 3. Para simplificação da parcela de efeitos para cada tecnologia e da penetração na frota, considerou-

se veículos com tecnologias AEB+FCW possuírem ESC+SBR. O Gráfico 4 ilustra a projeção ao longo dos anos da frota de veículos brasileira.

Gráfico 4 - Projeção da frota dos veículos no Brasil de acordo com novas tecnologias



Fonte: Elaborado pelos autores

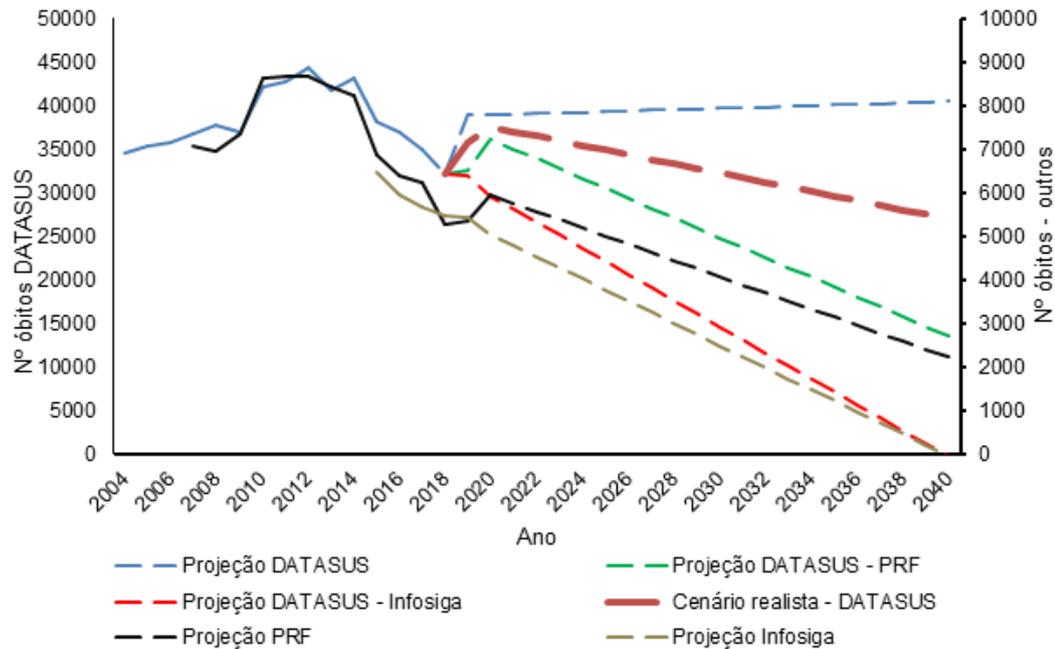
2.4 Projeção do Número de Acidentes e Óbitos

Considerou-se para a projeção do número de AT uma relação direta da projeção do número de óbitos por AT nos próximos anos. A curva do número de óbitos é resultado do modelo dos mínimos quadrados ordinários, calculado a partir da base de dados da PRF do número de óbitos por AT nas rodovias federais, estaduais e municipais do estado de São Paulo provenientes do relatório do Infosiga, e de todo o território Brasileiro a partir do Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM) proveniente do DATASUS.

A projeção do número de óbitos evidenciada no Gráfico 5 não considera a implementação das tecnologias que serão consideradas nos próximos itens. Como o SIM compreende dados estatísticos de mortes por causas externas até 2018 de todo o território Brasileiro por todos os tipos de vias e causas, considerou-se diferentes projeções: a primeira levando em conta a correlação do número de óbitos pelo sistema DATASUS com os das rodovias federais e a segunda com os dados de óbitos de São Paulo provenientes do Infosiga.

O cenário realista utilizado no trabalho foi dado pela média da projeção dos dados provenientes do DATASUS com os da PRF, como mostra o Gráfico 5. A linha sólida corresponde aos dados oficiais para cada base de dado relacionada e a tracejada sua respectiva projeção.

Gráfico 5 - Projeção do número de óbitos por AT



Fonte: Elaborado pelos autores

A projeção do número de óbitos no Brasil sem a implementação da obrigatoriedade de equipamentos de segurança segue uma expectativa de redução, como é visto nos anos posteriores a 2014 para a maioria das bases de dados. Considerou-se para a escolha arbitrária da projeção do cenário realista uma análise qualitativa e quantitativa de acordo com a qualidade do histórico dos dados, pelo qual se exclui a projeção correlacionada do DATASUS com os dados do Infosiga pelo mesmo não apresentar dados anteriores a 2015 e, portanto, resultar em projeções muito otimistas, como visto acima.

Por outro lado, utilizar apenas as previsões da projeção de acidentes de acordo com os dados do DATASUS aliadas à expectativa positiva do aumento do número de veículos produzidos para os próximos anos evidenciado na figura 4 resultam em projeções pessimistas de aumento de número de acidentes, retratando um cenário negativo que não considera fatores como possíveis melhorias em infraestrutura, aumento do cumprimento da legislação, entre outros.

A projeção dos dados utilizada estima uma redução dos AT em 2040 para aproximadamente 27.000 óbitos no território brasileiro (em relação aos 32.113 óbitos em 2018) e para 4.000 somente nas rodovias federais, em relação aos 5.271 em 2018.

2.5 Potencial de Redução de Acidentes

Como discutido anteriormente, foi considerado na condução deste trabalho que as tecnologias abordadas atendem igualmente veículos pesados e leves, exceto aqueles da categoria “L” correspondente a veículos de duas ou três rodas, como motocicletas, motonetas, triciclos, entre outros. A Tabela 3 indica o resumo do potencial do percentual de redução de AT para as tecnologias de equipamentos de segurança automobilísticos considerados neste trabalho dado por *PercTec_{red}*.

Tabela 3 - Percentual de redução de AT ($PercTec_{red}$) por tipo de equipamento de segurança

Tecnologia	Tipo de Acidente	% Redução de AT ($PercTec_{red}$)
SBR	Todos	1,5%
FCW + AEB	Colisão traseira / Todos	50% / 11,3%
ESC	Todos	5%

Fonte: Adaptado de NHTSA (2001); CICCHINO (2017); EC (2018)

Como discutido anteriormente, aproximadamente 25% do total dos acidentes são do tipo colisão traseira. Como foi considerado a redução de 50% dos AT referentes a este tipo pela implementação da tecnologia FCW e AEB nos veículos, utilizou-se um percentual de redução 11,3% de todos os AT para simplificação dos cálculos.

2.6 Custos relacionados aos acidentes de trânsito

O impacto econômico relacionado aos AT leva em conta diversos fatores e podem ser divididos em diversas categorias diferentes como: custo humano, custo dos danos materiais e custo geral de AT (IPEA, 2006).

Para calcular o impacto econômico foi necessária a atualização dos custos dos AT no Brasil para os valores atuais e futuros utilizando-se de correção monetária pela inflação (IPCA), escolhida por ser considerado o índice de inflação oficial no Brasil como visto em IPEA (2015a), e de um fator relacionado com o número de mortes de 2005, ano em que foi feita a principal análise base da estimativa de custos dos AT no Brasil (IPEA, 2006). Métricas semelhantes são usadas em Bastos (2015) e IPEA (2015a). Utilizou-se a projeção do índice de inflação (IPCA) até 2030 de acordo com IFI (2019) e extrapolado até 2040 devido à falta de dados sobre o tema para períodos longos.

3 MÉTODO

De acordo com a categorização e os elementos quanto a procedimentos, objetivos e problemas vistos em Beuren (2008), este trabalho se situa num âmbito de pesquisa descritiva por abordar o tema através da investigação dos dados e interpretação sem interferência do autor (ANDRADE, 2008). Tal objetivo é evidenciado pela análise e interpretação dos dados de forma delimitada em modelos e fórmulas.

A abordagem do problema é dada pelo tipo de pesquisa quantitativa por avaliar o mesmo através de coleta e análise de dados estatísticos. Por fim, o procedimento é do tipo pesquisa documental por partir dos materiais listados e repaginá-los de forma a extrair novas análises e interpretações (GIL, 2019).

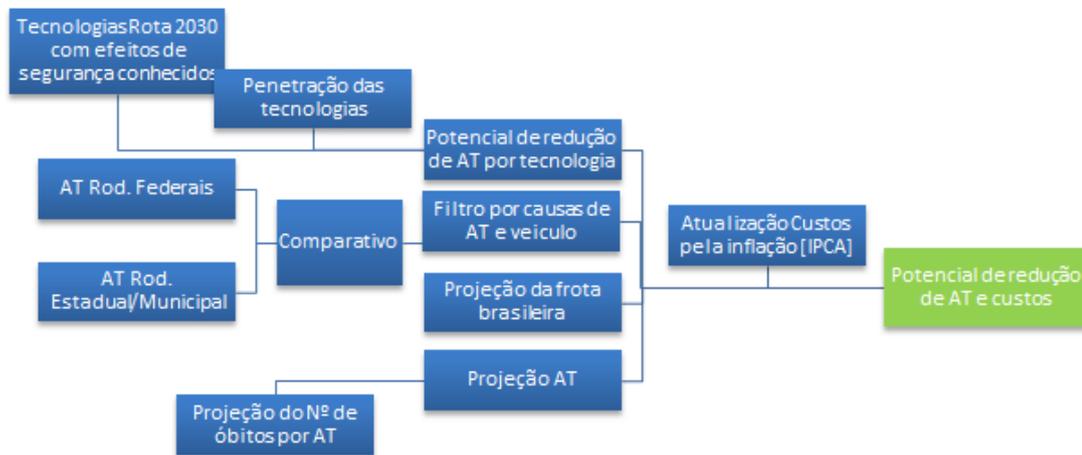
Para prever o potencial de redução de AT e seu gasto consideraram-se as definições e cálculos de alguns estudos apresentados no referencial. Analisaram-se bases de dados de AT

disponíveis como: Infosiga SP e da Polícia Rodoviária Federal, as quais foram analisadas e comparadas para ser possível estimar com mais precisão a diferença de AT entre rodovias federais, estaduais e municipais. Após a definição da base de dados de AT utilizada no trabalho, avaliaram-se as diferentes tecnologias disponíveis e seu potencial de redução de AT para cada tipo de causa e veículo.

Posteriormente, foram consideradas as projeções do número de AT e da frota, base de dados DATASUS, além da penetração potencial das tecnologias e sua implementação nos próximos anos. Para estimar a redução dos custos, atualizou-se os valores de trabalhos de estimativas de gastos com AT pelo índice de inflação IPCA e correlacionado com a redução de AT pela implementação de equipamentos de segurança nos veículos produzidos.

O fluxograma na Figura 1 mostra os componentes e as principais atividades executadas neste trabalho para encontrar o potencial de redução de AT e custos relacionados.

Figura 1 - Fluxograma de atividades



Fonte: Elaborado pelos autores

Para estimar o potencial de redução de AT foi utilizado um fator de redução de AT por ano como evidenciado pela Equação 1. O modelo dos mínimos quadrados ordinários foi utilizado como método estatístico, esse método possibilita uma análise de regressão múltipla que é uma técnica estatística utilizada para verificar a conexão entre uma única variável dependente e múltiplas variáveis independentes (HAIR JR; ANDERSON; TATHAM; BLACK, 2009). Ou seja, é possível utilizar as variáveis independentes para predizer os valores da variável dependente e mensurar o grau de associação. Dessa forma, o intuito é compreender a correlação entre as variáveis X e Y em termos da direção (positiva ou negativa) e magnitude (fraca ou forte) dessa associação (FIGUEIREDO FILHO; NUNES; DA ROCHA; SANTOS; BATISTA; SILVA JÚNIOR, 2011).

As variáveis foram analisadas pelo software estatístico livre GRETL (*Gnu Regression, Econometrics and Time-series Library*).

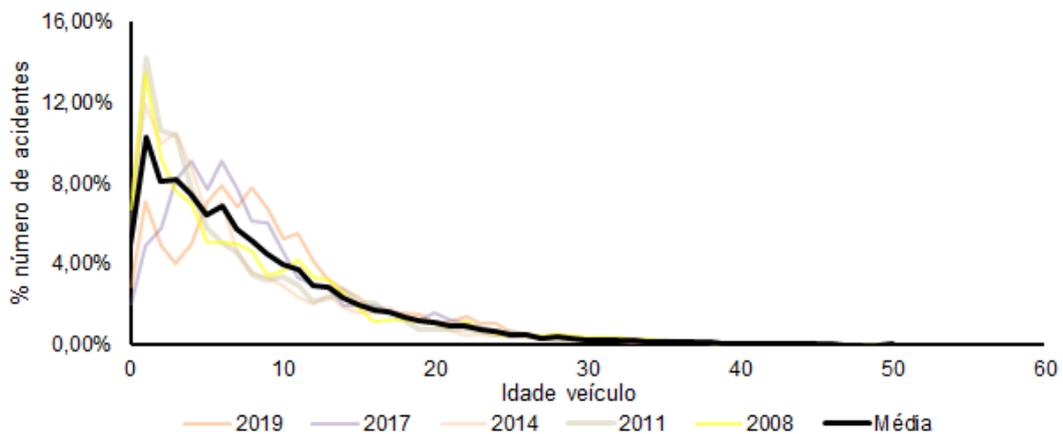
$$AT_{red\ i} = \left[\sum_i^{i-50} (PenTec_i * PercAT_i) \right] * PercTec_{red} * PercVeic \quad (1)$$

onde, AT_{red} : é o fator de redução de AT; i : é o ano em estudo; $PenTec_i$: é a penetração de tecnologia anual; $PercAT_i$: é a porcentagem de acidente da frota do ano considerada até os últimos 50 anos anteriores; $PercTec_{red}$: é a redução de acidente por tecnologia de acordo com a Tabela 3; $PercVeic$: é a porcentagem dos veículos envolvidos em AT aptos a implementar os equipamentos de segurança discutidos neste trabalho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de AT ocorridos em um ano é dependente da idade da frota para aquele ano. É evidente uma tendência proporcional ao longo dos anos entre as bases de dados de cada ano, das quais foi utilizada a média para cálculo da redução do número de AT. O Gráfico 7 mostra esta porcentagem de acidentes de acordo com a idade do veículo para cada ano de referência.

Gráfico 7 - Percentual de AT no ano $PercAT_i$ por idade do veículo



Fonte: PRF (2020)

Seria necessária uma base de dados de AT com períodos mais longos para compreender com mais profundidade a relação do aumento de AT para veículos mais novos. Apesar disto, considerando que veículos mais novos são provavelmente mais seguros que veículos mais antigos compreende-se que a maior parcela percentual de AT para veículos mais novos pode estar correlacionada com o número de produção anual de veículos. Entre 2017 e 2019, por exemplo, houve um período de recessão na produção de veículos no Brasil, o que é evidenciado pela diminuição no percentual de AT para carros produzidos nestes anos. Entre os anos 2008 a 2014, em que houve uma maior produção de veículos é revelado o contrário, ou seja, neste período o percentual do número de AT é maior para veículos mais novos.

O período arbitrário de 50 anos utilizado na Fórmula 1 considera a baixa porcentagem de AT como apresentado no Gráfico 7. Além disso, é baixo o percentual de veículos com mais de 50 anos na frota, como evidenciado no Gráfico 4. Nesse mesmo elemento, apresenta-se o potencial de redução de AT e óbitos de acordo com o resultado de AT_{red} calculados de

acordo com a Fórmula 1 ao longo dos próximos anos. Utilizou-se para o cálculo da redução de AT e óbitos os dados de projeções de AT totais, detalhadas nas outras seções deste trabalho.

A partir do número de óbitos calculado para o cenário realista, estimou-se o número de AT nas rodovias federais previstas de acordo com este mesmo cenário. A projeção do número de AT totais no território brasileiro segue a correlação direta do número de óbitos e AT das rodovias federais segundo tal perspectiva adotada. A Tabela 4 evidencia o cálculo do total de AT ao longo dos próximos anos.

Inicialmente seria utilizado para *PercVeic* a proporção de 70% de veículos aptos a utilizarem as tecnologias abordadas como evidenciado na projeção da frota brasileira, mas este valor não representa a proporção dos veículos que se envolvem em acidentes. De acordo com PRF (2020), excluindo-se veículos leves que não são aptos a implementar os equipamentos de segurança nos Gráfico 1 e 2, como motocicletas e motonetas, cerca de 76% dos acidentes no ano poderiam ser evitados ou ter uma redução de sua gravidade se tivessem algum tipo de equipamento de segurança instalado. Portanto foi considerado para *PercVeic* um valor fixo de 76% de acordo com os dados da PRF de 2019 (PRF, 2020).

O Gráfico 4 também sintetiza os percentuais de penetração das tecnologias dadas por *PenTec_{red}* ao longo dos anos de acordo com o Gráfico 3. Verifica-se que devido aos custos de acidentes serem referenciados ao estudo do impacto econômico em 2014, o mesmo ano foi utilizado para os cálculos referentes à redução de AT e óbitos.

Tabela 4 - Potencial redução de número de AT e óbitos

Ano	Nº óbitos totais - Cenário realista	Nº de AT Totais - Cenário realista	<i>PenTec_{red}</i> ESC+SBR	<i>PenTec_{red}</i> FCW+AEB	% Redução de AT (AT_{red})	Nº AT reduzidos	Redução nº óbitos
2014	43232	1935048	13%	0%	0,2%	3787	85
2015	38220	1497912	14%	0%	0,2%	3672	94
2016	36910	1247608	15%	0%	0,3%	3692	109
2017	34972	1144979	22%	1%	0,4%	4200	128
2018	32113	1004038	30%	4%	0,5%	4892	156
2019	35661	1085299	38%	6%	0,7%	7128	234
2020	37529	1142155	46%	8%	0,9%	9921	326
2021	37000	1126052	54%	10%	1,1%	12595	414
2022	36471	1109949	65%	11%	1,4%	15614	513
2023	35942	1093846	75%	13%	1,7%	19002	624
2024	35413	1077743	80%	14%	2,1%	22498	739
2025	34884	1061640	85%	15%	2,4%	25908	851
2026	34354	1045537	90%	22%	2,8%	29521	970
2027	33825	1029434	90%	30%	3,3%	33485	1100

2028	33296	1013331	90%	38%	3,7%	37577	1235
2029	32767	997228	90%	46%	4,2%	41806	1374
2030	32238	981126	90%	54%	4,7%	46103	1515
2031	31709	965023	90%	65%	5,2%	50543	1661
2032	31180	948920	90%	75%	5,8%	55232	1815
2033	30651	932817	90%	80%	6,4%	59797	1965
2034	30122	916714	90%	85%	7,0%	64030	2104
2035	29592	900611	90%	90%	7,5%	67993	2234
2036	29063	884508	90%	90%	8,1%	71469	2348
2037	28534	868405	90%	90%	8,6%	74310	2442
2038	28005	852302	90%	90%	9,0%	76610	2517
2039	27476	836199	90%	90%	9,4%	78383	2576
2040	26947	820096	90%	90%	9,7%	79684	2618
Total						999455	32747

Fonte: Elaborados pelos autores

De acordo com a Tabela 4, a obrigatoriedade de equipamentos de segurança em veículos produzidos no Brasil segundo o programa Rota 2030, como ESC, AEB, FCW e SBR poderá trazer uma redução de aproximadamente 1 milhão de vítimas de AT e 32 mil óbitos entre os anos 2014 e 2040.

A partir da estimativa de custo dos AT atualizado para as rodovias federais em 2014 como visto em IPEA (2015a), calculou-se o custo total provenientes de AT, sendo uma proporção direta de custos por acidentes de rodovias federais correlacionado com a expectativa do número de AT no cenário realista. A Tabela 5 sintetiza os cálculos dos custos envolvidos com AT.

Tabela 5 - Custos envolvidos com AT

Ano	Inflação IPCA	Custo dos AT atualizado Rodovias federais	Custo total de AT	Redução custos por implementação de tecnologias
2014	-	R\$12.821.342.495	R\$67.325.674.571	R\$131.759.738
2015	10,7%	R\$14.189.379.739	R\$78.997.537.310	R\$193.676.126
2016	6,3%	R\$15.081.891.725	R\$87.007.287.209	R\$257.502.499
2017	3,0%	R\$15.526.807.531	R\$86.977.977.409	R\$319.020.330
2018	3,8%	R\$16.109.062.813	R\$98.142.730.813	R\$478.215.126
2019	4,3%	R\$16.803.363.420	R\$112.382.668.225	R\$738.103.580
2020	3,5%	R\$17.391.481.140	R\$116.316.061.613	R\$1.010.382.888
2021	3,6%	R\$18.017.574.461	R\$120.503.439.831	R\$1.347.824.180

2022	3,4%	R\$18.630.171.993	R\$124.600.556.785	R\$1.752.810.911
2023	3,5%	R\$19.282.228.013	R\$128.961.576.272	R\$2.240.343.978
2024	3,5%	R\$19.957.105.993	R\$133.475.231.442	R\$2.786.249.587
2025	3,5%	R\$20.655.604.703	R\$138.146.864.542	R\$3.371.252.056
2026	3,5%	R\$21.378.550.867	R\$142.982.004.801	R\$4.037.129.424
2027	3,5%	R\$22.126.800.148	R\$147.986.374.969	R\$4.813.695.244
2028	3,5%	R\$22.901.238.153	R\$153.165.898.093	R\$5.679.767.472
2029	3,5%	R\$23.702.781.488	R\$158.526.704.527	R\$6.645.836.956
2030	3,5%	R\$24.532.378.840	R\$164.075.139.185	R\$7.709.948.804
2031	3,5%	R\$25.391.012.100	R\$169.817.769.056	R\$8.894.118.066
2032	3,5%	R\$26.279.697.523	R\$175.761.390.973	R\$10.230.223.327
2033	3,5%	R\$27.199.486.936	R\$181.913.039.658	R\$11.661.337.661
2034	3,5%	R\$28.151.468.979	R\$188.279.996.046	R\$13.150.949.491
2035	3,5%	R\$29.136.770.394	R\$194.869.795.907	R\$14.712.061.752
2036	3,5%	R\$30.156.557.357	R\$201.690.238.764	R\$16.296.779.725
2037	3,5%	R\$31.212.036.865	R\$208.749.397.121	R\$17.862.940.673
2038	3,5%	R\$32.304.458.155	R\$216.055.626.020	R\$19.420.395.952
2039	3,5%	R\$33.435.114.190	R\$223.617.572.931	R\$20.961.358.449
2040	3,5%	R\$34.605.343.187	R\$231.444.187.983	R\$22.488.128.191
Total				R\$199.191.812.185

Fonte: Adaptado de IPEA (2015a) e IFI (2019)

De acordo com a Tabela 5, a implementação da obrigatoriedade dos equipamentos de segurança ESC, SBR, FCW e AEB pode reduzir em cerca de 200 bilhões de reais os custos com AT entre os anos 2014 e 2040.

Neste trabalho não foram considerados os AT com motocicletas, motonetas ou semelhantes, visto que as tecnologias discutidas não são, por enquanto, consideradas para implementação neste tipo de veículos. Vale lembrar que o número de AT com estes veículos possui gravidade muito mais alta se comparados com a porcentagem de veículos na frota. Na Região Nordeste, por exemplo, ocorreram 44,0% do total das mortes envolvendo motocicletas no Brasil, sendo que o número de AT com motocicletas nesta mesma região é de apenas 27% (IPEA, 2015b).

Apesar destes veículos não serem aptos a implementar tais tecnologias, é possível que os resultados deste trabalho possam ser muito maiores, pois não foi considerada a redução de AT nesta categoria provocados por veículos de outras categorias que possuem os equipamentos de segurança abordados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação de novas tecnologias de equipamentos de segurança automotiva, como o Sistema de Controle Eletrônico de Estabilidade, o Alerta de Frenagem de Emergência, a Frenagem Autônoma de Emergência e o Alerta de Cinto Desafivelado, é avaliada como uma solução eficiente na diminuição de acidentes de trânsito e seus consequentes gastos no Brasil.

Em relação ao objetivo de fornecer uma estimativa do impacto econômico potencial da adoção de tecnologias de segurança automotivas no Brasil, foi evidenciado na pesquisa ao se estimar até 2040 uma redução de cerca de R\$ 200 bilhões e uma queda de 32 mil óbitos ocasionados por acidentes de trânsito e por políticas públicas adotadas que buscam a diminuição do número de acidentes de trânsito tiveram muito êxito nos últimos anos.

Como exemplo, destaca-se a brusca redução do número de óbitos a partir de 2012 com a implementação da Lei nº 11.705 de 2008, conhecida como “Lei seca”, que é evidenciada pela tolerância zero nos limites de ingestão de álcool por motoristas.

A partir de 2014, a implementação de itens como ABS e Airbag foram fundamentais para a mitigação da intensidade dos acidentes. Portanto, é evidente que implementações de medidas eficientes como a implementação de novas tecnologias de equipamentos de segurança automotiva podem trazer resultados positivos no âmbito social e econômico em curto prazo.

O atraso na regulamentação e obrigatoriedade de implementação das tecnologias que possuem custos razoavelmente baixos e benefícios sociais altos pode ser considerado um problema grave de simples solução no cenário nacional dada a complexidade do tema. Além disso, tais diretrizes estão alinhadas com práticas internacionais que possuem efeitos positivos já comprovados.

Para pesquisas futuras relacionadas a este artigo, sugere-se considerar outras bases de dados referentes a AT para uma maior robustez dos achados e assertividade em relação a qualidade dos resultados do artigo. Outra sugestão seria correlacionar os custos de implementação das tecnologias com o potencial de redução de custos com AT para considerar o custo-benefício de implementação de cada tecnologia.

6 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA TRANSPORTA BRASIL - ATB. **Até 2022, controle eletrônico de estabilidade será item de série em automóveis.** Segurança, 2015. Disponível em: <https://www.transportabrasil.com.br/2015/12/ate-2022-control-eletronico-de-estabilidade-sera-item-de-serie-em-automoveis/>. Acesso em: 27 maio 2020.

ANDRADE, M. M. **Como preparar trabalhos para cursos de pós-graduação: noções práticas.** 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.

BASTOS, J. T. **Atualização do custo total dos acidentes de trânsito no Brasil.** Observatório Nacional de Segurança Viária, 2015. Disponível em: http://iris.onsv.org.br/iris-beta/downloads/Atualizacao_Custos_20150416-2.pdf. Acesso em: 28 maio 2020.

BEUREN, I. M. (ORG.). **Como elaborar trabalhos monográficos em Contabilidade: teoria e prática**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.

CICCHINO, J. B. Effectiveness of forward collision warning and autonomous emergency braking systems in reducing front-to-rear crash rates. **Accident Analysis & Prevention**, v. 99, p. 142-152, 2017.

CIRILO, S. B. M.; CLARK, G.; CORRÊA, L. A. O Desenho Institucional das Políticas Industriais: Incentivos Fiscais Concedidos ao Setor Automobilístico e suas Contrapartidas. **REI-Revista Estudos Institucionais**, v. 6, n. 1, p. 256-276, 2020.

CONTADOR, C. R.; OLIVEIRA, N. Estatísticas da dor e da perda do futuro: novas estimativas. Centro de Pesquisa e Economia do Seguro - CPES, **Texto de Pesquisa 02**, v. 2, 2015.

DA COSTA, S. R. C. Regulação de Veículos Autônomos: uma Revisão da Literatura Nacional e Internacional. **Working Paper**, Universidade de Brasília, 2020. Disponível em: <https://aprender.ead.unb.br/mod/forum/discuss.php?d=217048>. Acesso em: 03 agosto 2020.

DATASUS. **Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM**. Notas Técnicas, 2020. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sim/cnv/ext10uf.def>. Acesso em: 02 junho 2020.

DEKRA, A. G. **Road Safety Report 2012 – People and Technology**. Road Safety Report Archive. Stuttgart, 2012. Available in: <https://www.dekra-roadsafety.com/media/dekra-vsr-2012-en.pdf>. Access in: 29 may 2020.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO - DENATRAN. Frota de Veículos – 2019. **Estatísticas Frota de Veículos**. Ministério da Infraestrutura. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-denatran/frota-de-veiculos-2019>. Acesso em: 27 maio 2020.

DOECKE, S. D.; ANDERSON, R. W. G.; MACKENZIE, J. R. R.; PONTE, G. The potential of autonomous emergency braking systems to mitigate passenger vehicle crashes. **Australasian Road Safety Research Policing Education Conference**, Wellington, 2012. Available in: <https://hekyll.services.adelaide.edu.au/dspace/handle/2440/77067>. Access in: 04 august 2020

EUROPEAN COMMISSION - EC. Advanced Driver Assistance Systems. **European Road Safety Observatory**. Transport, 2018. Available in: https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/pdf/ersosynthesis2018-adass.pdf. Access in: 04 august 2020.

FIGUEIREDO FILHO, D.; NUNES, F.; DA ROCHA, E. C.; SANTOS, M. L.; BATISTA, M.; SILVA JÚNIOR, J. A. O que fazer e o que não fazer com a regressão: pressupostos e aplicações do modelo linear de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). **Revista Política Hoje**, v. 20, n. 1, p. 44-99, 2011.

FRANCO, D. A. P. J.; SILVA, M. B. M. S.; SOUZA, M. R. C.; GONZALES, A. Incentivos para comercialização de veículos no Brasil Programa ROTA 2030. **CAFI-Contabilidade, Atuária, Finanças & Informação**, v. 3 n. 2, p. 149-164, 2020.

FRIEDMAN, K.; MATTOS, G.; PAVER, J. Potential Effects of Automatic Braking on Accident Fatalities and Serious Injuries. In: **International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV)**, XXV, National Highway Traffic Safety Administration. 2017. Available in: <https://www-esv.nhtsa.dot.gov/Proceedings/25/25ESV-000152.pdf>. Access in: 05 august 2020.

- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO - GESP. **Relatórios e Base de Dados**. Respeito à Vida. São Paulo, 2020. Disponível em: <http://www.respeitoavida.sp.gov.br/relatorios/>. Acesso em: 08 junho 2020.
- GRANDE, P. C. **Brasil prevê só 9 novos itens de segurança obrigatórios em carros até 2030**. Quatro Rodas. Notícias. São Paulo, 2019. Disponível em: <https://quatorrodas.abril.com.br/noticias/brasil-preve-so-9-novos-itens-de-seguranca-obrigatorios-em-carros-ate-2030/>. Acesso em: 09 junho 2020.
- GROVER, C.; KNIGHT, I.; OKORO, F.; SIMMONS, I.; COUPER, G.; MASSIE, P.; SMITH, B. **Automated emergency brake systems: technical requirements, costs and benefits**. Published Report - PPR 227. Wokingham: TRL Limited, 2008.
- GUIMARÃES, G. **Controle de estabilidade já está em 22% dos automóveis nacionais**. AutoIndústria. Empresa. São Paulo, 2017. Disponível em: <https://www.autoindustria.com.br/2017/11/22/control-de-estabilidade-ja-esta-em-22-dos-automoveis-nacionais/>. Acesso em: 13 junho 2020.
- HAIR JR., J.; ANDERSON, R.; TATHAM, R.; BLACK, W. **Multivariate data analysis**. 17ª ed. Prentice-Hall, 2009.
- IMLAY, M. **ADAS systems**. Specialty Equipment Market Association - SEMA. SEMA News. Diamond Bar, 2018. Available in: <https://www.sema.org/sema-news/2018/07/adas-systems>. Access in: 11 June 2020.
- INSTITUIÇÃO FISCAL INDEPENDENTE - IFI. **Relatório de Acompanhamento Fiscal – RAF nº 34**. Senado Federal. Brasília, 2019. Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/564604/RAF34_NOV2019.pdf. Acesso em: 17 junho 2020.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. **Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras**. Associação Nacional de Transportes Públicos - ANTP. Relatório Executivo. Brasília, 2006. Disponível em: http://pfdc.pgr.mpf.mp.br/pfdc/informacao-e-comunicacao/informativos-pfdc/edicoes-2007/docs_jan_2007/anexo_inf_02_relatorio_ipea.pdf. Acesso em: 22 junho 2020.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. **Estimativa dos Custos dos Acidentes de Trânsito no Brasil com Base na Atualização Simplificada das Pesquisas Anteriores do Ipea**. Relatório de Pesquisa. Brasília, 2015a. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/160516_relatorio_estimativas.pdf. Acesso em: 25 junho 2020.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. **Acidentes de trânsito nas rodovias federais brasileiras: caracterização, tendências e custos para a sociedade**. Relatório de Pesquisa. Brasília, 2015b. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7493/1/RP_Acidentes_2015.pdf. Acesso em: 25 junho 2020.
- JUNIOR, J. A. C.; SANTOS, L. B. Estado e Indústria Automobilística no Brasil: Análise das Políticas Inovar-Auto e Rota 2030. **ENTRE-LUGAR**, v. 11, n. 21, p. 101-127, 2020.
- KUTNEY, P. **Indústria automotiva toma o rumo da Rota 2030**. Automotive Business. Notícias. Legislação. São Paulo, 2019. Disponível em: <http://www.automotivebusiness.com.br/noticia/29055/industria-automotiva-toma-o-rumo-da-rota-2030>. Acesso em: 19 junho 2020.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL - MTPA. **Anuário estatístico de segurança rodoviária**. Brasília, 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/centrais-de-conteudo/anuario-estatistico-de-seguranca-rodoviaria-pdf>. Acesso em: 20 junho 2020.

NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION - NHTSA. Fatality reduction by safety belts for front-seat occupants of cars and light trucks. **Annals of emergency medicine**, v. 37, n. 6, 2001.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. **Transformando nosso mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2015/10/agenda2030-pt-br.pdf>. Acesso em: 30 maio 2020.

POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL - PRF. **Dados Abertos – Acidentes**. Ministério da Justiça e Segurança Pública. Brasília, 2020. Disponível em: <https://portal.prf.gov.br/dados-abertos-acidentes>. Acesso em: 28 maio 2020.

SANTOS, P. M.; GUINZANI, D.; LIMA, G. A.; BATAGINI, E. Influência de requisitos NCAP e do programa Rota 2030 na implementação de sistemas AEB para indústria automotiva brasileira. In: **Simpósio Internacional de Engenharia Automotiva**. XXVII, Anais. São Paulo, 2019.

SILVA, T. L.; VELOSO, L.; TOZI, L. A. Cenário Macroeconômico e Automobilístico no Período de 2014 a 2017, e os Impactos do Rota 2030. **CIMATech**, v. 1, n. 5, 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Injuries and Violence: The Facts**. WHO Library Cataloguing in Publication Data. Geneva, 2014. Available in: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44288/1/9789241599375_eng.pdf. Access in: 07 june 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. 2018. **Top 10 causes of death**. Global Health Observatory (GHO) data. Geneva, 2018. Available in: https://www.who.int/gho/mortality_burden_disease/causes_death/top_10/en/. Access in: 07 june 2020.