

## **IMPACTO SOBRE A VELOCIDADE MÉDIA DOS VEÍCULOS COM A INTRODUÇÃO DE EQUIPAMENTOS QUE EFETUAM A LEITURA DE PLACAS**

**Murilo de Melo Santos**

**Alan Ricardo da Silva**

Programa de Pós Graduação em Transportes - Universidade de Brasília

### **RESUMO**

A implantação de equipamentos de controle eletrônico de velocidade em vias promove uma diminuição dos acidentes de trânsito. Experiências em todo o planeta comprovam a eficiência dos equipamentos na redução da acidentalidade. Entretanto, alguns condutores têm o hábito de frear antes e acelerar depois dos pontos de controle. Para a resolução do problema do efeito da retomada da velocidade excessiva e suas consequências, uma solução pode ser o controle por meio do monitoramento da velocidade média. No Brasil, ainda não há regulamentação para aplicação de penalidades aos condutores que trafegam acima da velocidade média em vias urbanas ou rurais. O presente trabalho propõe avaliar o comportamento dos condutores de veículos quanto à velocidade média entre pontos de controle utilizando ação educativa em 3 rodovias do Distrito Federal. Os resultados mostraram que a ação educativa possibilitou a diminuição da velocidade média nos pontos analisados.

### **ABSTRACT**

The implementation of electronic speed control equipment in roads promotes a decrease in traffic accidents. Experiences around the globe prove the efficiency of equipment in reducing accidentally. However, some drivers have a habit of braking before and accelerating after the control points. To solve the problem of the effect of excessive speed recovery and its consequences, a solution can be control by means of the monitoring of the average speed. In Brazil, there is still no regulation to apply penalties to drivers who travel above average speed in urban or rural roads. The present work proposes to evaluate the behavior of vehicle drivers regarding the average speed between control points using educational action in 3 roads of the Federal District. The results showed that the educational action reduced the average speed in the analyzed roads.

### **1. INTRODUÇÃO**

A cada ano, cerca de 1,2 milhões de pessoas morrem e outros milhões são feridos ou incapacitados em consequência de colisões nas vias públicas, principalmente em países de baixa e média renda (WHO, 2008). Diversas são as causas dos chamados acidentes de trânsito. Para Ferraz *et al.* (2012), o trânsito pode ser considerado como um sistema constituído do veículo, da via e do elemento humano e quando esses elementos não se interagem de uma forma apropriada devido a uma falha de um ou mais fatores, pode ocorrer o acidente. A velocidade excessiva é uma das principais causas dos acidentes de trânsito (Frith *et al.* 2005; WHO 2009; Wilson *et al.* 2010). Uma das ferramentas utilizadas para coibir esse determinante fator de risco é a fiscalização por meio de equipamentos eletrônicos implantados nas vias urbanas e rurais.

Em uma revisão sistemática, Wilson *et al.* (2010) concluíram que radares de velocidade utilizados para controle de um segmento de estrada tem o potencial de influenciar favoravelmente o comportamento dos motoristas e, assim, melhorar a segurança viária. Os autores concluíram que nas proximidades dos endereços das câmeras, as reduções variaram de 8% a 49% para todos os acidentes. Aguilera *et al.* (2014) concluíram que os autores dos estudos revisados consideram a fiscalização como uma estratégia efetiva para mudar o comportamento do condutor, principalmente em relação ao excesso de velocidade e ao consumo de álcool associado com direção. Não se pode contestar a efetividade dos radares fixos como elementos que levam à redução da velocidade pontualmente e, em relação à acidentalidade nos locais onde são instalados (Yamada, 2005).

Um problema com a aplicação da câmera de velocidade é que alguns motoristas freiam antes de passar pela localização da câmera e depois excedem o limite de velocidade após a passagem (Montella *et al.*, 2012). As análises dos perfis de velocidade antes e além das câmeras mostram que os motoristas diminuem a velocidade abruptamente antes da câmera e aceleram novamente depois de passar a câmera (De Pauw *et al.*, 2014). Muitas vezes, a redução da acidentalidade decorrente do tratamento de um local crítico é acompanhada por um aumento da acidentalidade nas vizinhanças do local tratado (Ferraz *et al.*, 2012). Para os autores, uma das prováveis explicações para o fenômeno é utilização de velocidade acima do habitual após trafegar por um local “tratado” que exige a passagem com velocidade baixa (uma espécie de compensação do tempo perdido). Esta forma comportamental de alguns condutores trazem risco à segurança viária e podem promover a migração dos acidentes do ponto onde foi implantado os radares fixos para pontos mais adiante, é o que afirma um estudo feito por Yamada (2005).

O controle por meio da velocidade média em segmentos pode ser uma forma de mudar o comportamento de risco dos condutores que insistem em frear antes e acelerar depois dos radares fixos. A implantação de leitores ópticos automáticos (conhecidos como OCR – *Optical Character Recognition* ou reconhecimento óptico de caracteres) permite a identificação da placa dos veículos por meio da leitura automática das placas. Com o registro dos horários em que um determinado veículo passa nos pontos de controle, obtém-se o tempo gasto para percorrer o segmento entre radares consecutivos. De posse das medidas de distância e de tempo é possível calcular a velocidade média do veículo entre dois pontos. Esta forma de controle com aplicação de penalidades para aqueles que desrespeitam os limites de velocidade foi aplicada em diversos países com resultados satisfatórios (Stefan, 2006; Cameron, 2008; Soole *et al.*, 2013; Vanlommel *et al.*, 2015; Owen *et al.*, 2016).

No Brasil, a Lei federal n 9.503, de 23 de setembro de 1997, estabelece no Capítulo sobre Normas Gerais de Circulação e Conduta que “o condutor de veículo deverá obedecer aos limites máximos de velocidade estabelecidos para a via” (Brasil, 1997). A transgressão dessa norma, quando detectada na forma da Lei e sua regulamentação, é passível de multa pecuniária e até suspensão do direito de dirigir e apreensão do documento de habilitação. A forma de fiscalizar a velocidade dos veículos é regulamentada pela Resolução n 396, de 13 de dezembro de 2011, a qual estabelece os requisitos técnicos mínimos. A regulamentação da fiscalização de velocidade não está disciplinada no dispositivo legal, logo, no Brasil, ainda não é permitida aplicação de penalidade pelo excesso de velocidade média. Em 2017, a Advocacia Geral da União emitiu o Parecer n. 00679/2017/CONJUR-MCID/CGU/AGU no qual concluiu que qualquer órgão que venha a compor o Sistema Nacional de Trânsito poderá promover a fiscalização da velocidade média dos condutores de um ponto a outro de determinada via, desde que tal fiscalização tenha como objetivo promover a educação no trânsito.

O objetivo desse trabalho é verificar o comportamento dos motoristas quanto à velocidade média entre pontos de controle, utilizando equipamentos que efetuam a leitura automática de placas veiculares e por meio de ações educativas. Para isso, foram selecionadas três rodovias do Sistema Rodoviário do Distrito Federal e uma amostra de motoristas que excederam a velocidade máxima permitida em cada uma dessas rodovias.

## 2. SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTES

Os Sistemas Inteligentes de Transportes (ITS – *Intelligent Transport Systems*) constituem importantes ferramentas de gestão do tráfego do mundo moderno. Para Ferraz *et al.* (2012), a Engenharia Eletrônica atua no desenvolvimento de dispositivos eletrônicos para o controle dos veículos e do tráfego, incluindo os sistemas denominados inteligentes que buscam aprimorar o desempenho dos veículos e dos dispositivos de controle do tráfego com base em informações detectadas automaticamente (sem intervenção humana). A aplicação desses sistemas contribui para a redução dos acidentes de trânsito e a mobilidade de veículos e pessoas. Os ITS têm aplicações em diversas áreas. No presente estudo, será tratado de duas tecnologias destes sistemas utilizadas no gerenciamento de tráfego: os radares fixos e o OCR.

### 2.1 Radares fixos e suas aplicações no tráfego

Todos os motoristas escolhem uma velocidade para viajar e essa escolha impõe riscos que podem afetar a probabilidade e a gravidade das falhas (Frith *et al.*, 2005). Para minimizar os efeitos de uma escolha inadequada, a autoridade de trânsito sobre uma via determina o limite de velocidade com base em parâmetros técnicos. Segundo Frith *et al.* (2005), o excesso de velocidade ilegal ou excessivo precisa e pode ser resolvido por meio da fiscalização. Tão importante quanto uma legislação apropriada, é a efetiva fiscalização, pois essa atua no sentido de inibir a desobediência às leis e regras de trânsito, contribuindo, assim, para uma maior segurança viária (Ferraz *et al.*, 2012). Para os autores, a utilização de dispositivos de fiscalização eletrônica, como radares fixos, é uma das principais ações para melhoria na segurança no trânsito.

Radares fixos são equipamentos que, por meio de laços ou sensores no pavimento, calculam a velocidade dos veículos em cada faixa e fotografam os veículos infratores (Cannell e Gold, 2001). Estes equipamentos possuem instalação fixa (em postes próprios, pórticos, bandeiras, obras de arte), com operação automática, dispensando a presença de Agentes de Fiscalização de Trânsito (Yamada, 2005). Segundo o autor, este tipo de equipamento é denominado Pardal, Lombada Eletrônica ou ainda Barreira Eletrônica, e opera por sensores embutidos no pavimento que permitem a detecção dos veículos, a medição da velocidade e o registro fotográfico, feita por um flash infravermelho, cuja iluminação não é percebida pelo usuário.

Para Gold (2003), os pardais e radares discretos são mais apropriados para trechos de média e grande extensão, onde o objetivo é limitar a velocidade média do tráfego. Segundo o mesmo autor, esses equipamentos monitoram todas as faixas de trânsito da via onde se encontram sendo totalmente automáticos e independem de operação local. Funcionam vinte e quatro horas por dia e o objetivo primordial do equipamento é eliminar o tráfego de veículos acima de uma determinada velocidade (Gold, 2003). Para Cupolillo (2006), a experiência internacional com radares teve início nos anos 70 do século passado. No Brasil, a primeira cidade a utilizá-los em larga escala foi Brasília (Cannell e Gold, 2001).

Um dos primeiros estudos de avaliação de radares fixos foi publicado por Oei *et al.* (1992) com o objetivo de investigar se a velocidade de condução pode ser reduzida pelos fatores: (1) uma campanha de publicidade; (2) colocar sinais ao longo da estrada; (3) aplicar a leitura automática; e (4) aplicar multas. Os resultados mostraram que houve redução da velocidade média em 6 km/h, declínio do número de acidentes em 35% e diminuição da porcentagem de invasores da velocidade máxima de 38% para 11%.

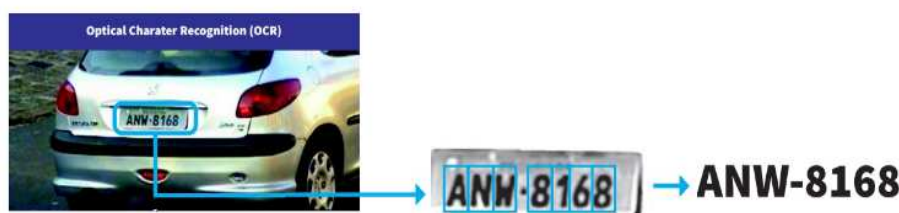
Diversos outros estudos analisaram a eficácia dos radares fixos na diminuição dos acidentes, como Elvik (1997) na Noruega, Ha *et al.* (2003) na Coreia do Sul e Carnis e Blais (2013) na França. Para Wilson *et al.* (2010), os países que atualmente utilizam radares consideram a introdução dos equipamentos uma oportunidade única para planejar e fornecer a base para evidências sólidas de seu efeito sobre a velocidade e os resultados de acidentes.

Um dos problemas associados aos radares eletrônicos é a tendência de alguns motoristas frearem quando passam pela câmera e, em seguida, aceleram acima do limite quando estão fora do alcance da câmera (Oliveira *et al.*, 2015). Em um estudo feito em Belo Horizonte, os autores afirmam que embora vários estudos tenham mostrado que o controle de velocidade com câmeras é eficaz na redução de acidentes até 200 metros após a câmera, o estudo mostrou que, em 200 metros após a câmera de velocidade, apenas 60% dos motoristas ainda estavam obedecendo ao limite de velocidade.

## 2.2 A tecnologia OCR e suas aplicações no tráfego

As atividades de gerenciamento de tráfego com a utilização de OCR são variadas, onde destacam-se: detecção de sinal vermelho em semáforos; circulação irregular de determinados veículos em áreas ou dias restritos; circulação de veículos não autorizados em vias exclusivas; Gerenciamento de áreas de estacionamento; levantamento de dados origem/destino. A utilização da leitura automática de placas com a finalidade de obter a velocidade média em segmentos rodoviários é uma nova forma de aplicação da tecnologia OCR.

A tecnologia de reconhecimento automático de placas veiculares é um conjunto de recursos de *software* e *hardware* capazes de identificar a passagem do veículo, de registrar uma imagem do veículo contendo a placa veicular e reconhecer o conteúdo da placa, transformando o em caracteres que possam ser processados e transmitidos remotamente, assim como é feito com a imagem captada do veículo (Bernardi, 2015). Na passagem de um veículo, sensores focam na placa e registram a imagem que é reconhecida por intermédio de programas computacionais desenvolvidos para essa finalidade, conforme o esquema ilustrativo da Figura 1.



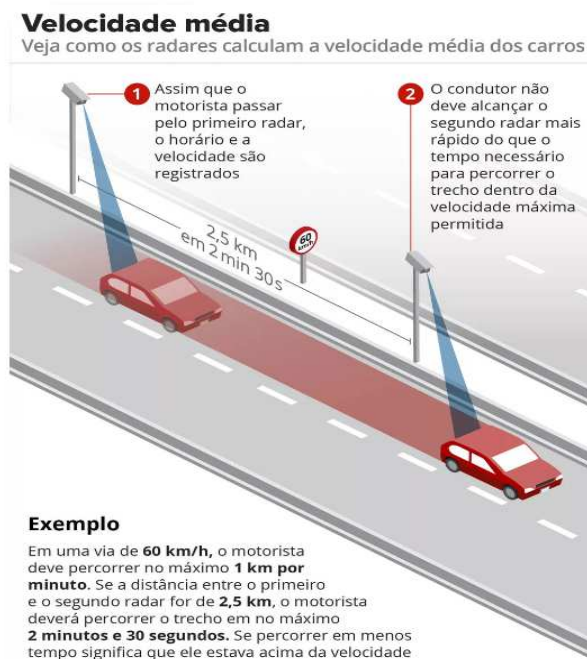
**Figura 1:** Captura e reconhecimento da placa de um veículo.

Fonte: Consilux (2019), com adaptação.

O efeito da retomada da velocidade excessiva pode ser resolvido ou minimizado com a utilização do controle de velocidade por segmento ou trecho. Um método relativamente novo, com o potencial de impedir o efeito mencionado acima, é controlar todo o trecho da via ou monitorar a velocidade média (Oliveira *et al.*, 2015). O procedimento consiste em: ao passar no ponto de controle inicial ocorre o registro (reconhecimento) da placa com o respectivo horário; ao passar no ponto final repete-se o registro e o horário. De posse da distância

percorrida no segmento e o tempo do percurso calcula-se a velocidade média que é a distância dividida pelo tempo, conforme a ilustração da Figura 2.

A aplicação da velocidade média é uma abordagem relativamente nova que ganha popularidade em toda a Europa e Austrália (Soole *et al.*, 2013). Segundo os autores, é também conhecida pelo sistema usado em uma jurisdição (“Tutor” - Itália; “SPECS” - Reino Unido), como aplicação de velocidade ponto-a-ponto (Austrália e Nova Zelândia) e controle de segmento ou controle de trajetória (Holanda, Áustria).



**Figura 2:** Exemplo ilustrativo do uso do OCR na velocidade média

Fonte: G1 (2017)

Diversos países já fazem uso dessa tecnologia OCR como o Reino Unido (Cameron, 2008; Owen *et al.*, 2016), Austrália (Cameron, 2008), Itália (Autostrade Tech, 2019), Áustria (Soole *et al.*, 2013) e Bélgica (Vanlommel *et al.*, 2015). No Brasil, o sistema de leitura automática de placas já é utilizado em algumas cidades, como São Paulo e Brasília. No entanto, a funcionalidade como fiscalização de velocidade média com aplicação de penalidade ainda não é utilizada, pois a legislação não está regulamentada para tal procedimento. A implantação da fiscalização pela velocidade média por trecho exigirá, certamente uma regulamentação específica, visto que o motorista será autuado não pelo excesso pontual (local), mas pelo ocorrido em um ou mais segmentos da via (CET/SP, 2012). A Prefeitura Municipal da cidade de São Paulo iniciou uma fiscalização da velocidade média, com fins educativos, em novembro de 2017. Assim que o veículo passa pelo primeiro aparelho, o horário e a velocidade são registrados pelo equipamento. Se o veículo alcançar o segundo radar mais rápido do que o tempo necessário para percorrer o trecho na velocidade limite, o proprietário do veículo será advertido, por meio de uma correspondência (São Paulo, 2017).

O controle pela velocidade média pode ser uma ferramenta eficaz para que os condutores tenham uma maior obediência aos limites de velocidade estabelecidos para a segurança viária, conforme já ocorre em vários países aqui citados. Embora a legislação brasileira vigente não

permita a aplicação de penalidades decorrentes da fiscalização da velocidade média, a Advocacia Geral da União convalidou entendimento da utilização da fiscalização da velocidade média na promoção da educação no trânsito. No Distrito Federal, o Departamento de Estradas de Rodagem – DER/DF contratou uma prestadora de serviço que fornece equipamentos para monitoramento e gestão das informações de tráfego. O contrato foi assinado em 2018 e a identificação automática das placas dos veículos é um dos serviços objeto do contrato (DER/DF, 2018).

### 3. MÉTODO

O método descrito na Figura 3 tem a finalidade de verificar o comportamento dos condutores de veículos em segmentos após a realização de ações educativas avisando-os de que a velocidade média está sendo monitorada pela autoridade de trânsito.

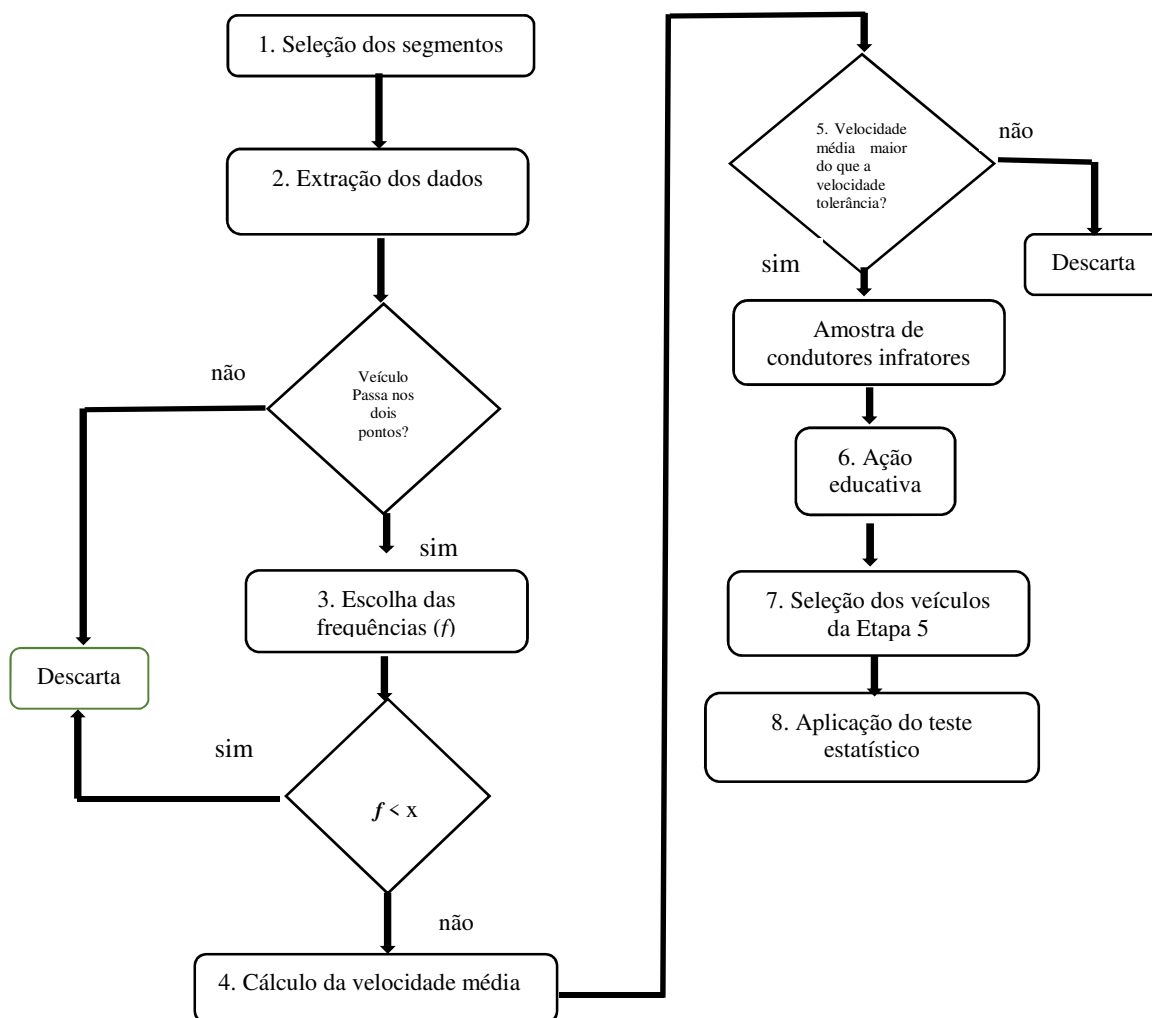


Figura 3: Fluxograma metodológico

#### 3.1 Etapa 1: Seleção dos segmentos

O primeiro passo do estudo é a escolha dos segmentos viários que se deseja analisar. Escolhe-se um período (semanal, quinzenal, mensal, anual) antes e depois do evento para se elaborar o comparativo. Na escolha do segmento, avalia-se algumas características da via

como velocidade limite, relevo, planimetria, volume médio diário (VMD) e número de acidentes.

### 3.2 Etapa 2: Extração dos dados

De posse dos registros dos veículos que passam no primeiro e no segundo ponto de controle, efetua-se a extração dos dados com a utilização de programa computacional compatível com o sistema utilizado no OCR. Por meio de um programa de análise de dados (pode ser utilizado planilha eletrônica), selecionam-se aqueles veículos que passam nos dois pontos e descartam-se os que passam em somente em um ponto.

### 3.3 Etapa 3: Escolha da frequência

A frequência com que o condutor trafega no segmento é relevante para o estudo já que é necessário que o mesmo transite “antes” e “depois” da ação educativa. É preciso que o condutor tenha uma certa assiduidade no tráfego no segmento analisado caso contrário não há possibilidade de comparação. A escolha de uma frequência mínima ( $x$ ) em que o veículo passa no segmento analisado é também um parâmetro para definir os condutores contumazes em transgressão da velocidade limite. Os registros de veículos que não tenham a frequência mínima estabelecida são descartados.

### 3.4 Etapa 4: Cálculo da velocidade média

Com os dados selecionados, identificando o veículo, os horários em que eles passaram no primeiro e no segundo ponto e a distância entre os dois pontos, calcula-se a velocidade média de cada veículo no segmento por meio da divisão da distância percorrida pelo tempo gasto no percurso, conforme a equação:

$$V_{m\u00e9dia} = \text{dist\u00e2ncia} / \text{tempo} \quad (1)$$

### 3.5 Etapa 5: Comparação das velocidades

Na fiscalização dos limites de velocidade, as autoridades de trânsito de cada nação ou Estado adotam uma velocidade a partir da qual o condutor poderá ser autuado. De uma forma geral, essa velocidade adotada é superior à velocidade limite da via, pois admite-se um erro aceitável na medição da velocidade e, por isso, as autoridades de trânsito estabelecem uma margem considerada na medição de equipamentos eletrônicos. Dessa forma, selecionam-se os veículos com velocidades médias superiores à velocidade considerada, formando uma primeira base de dados populacional.

### 3.6 Etapa 6: Ações educativas

O próximo passo é desenvolver uma ação educativa com intuito de conscientizar os condutores sobre o perigo e as consequências de transitar acima da velocidade regulamentar. Se houver mais de uma ação educativa, repetem-se os procedimentos descritos a partir da Etapa 2, formando-se nova ou novas bases de dados populacionais, conforme descrito na Etapa 6.

### 3.7 Etapa 7: Seleção dos veículos da Etapa 5

Com os dados apurados “antes” selecionam-se os veículos da Etapa 5 e forma-se uma segunda base de dados, com os registros “depois”. Nesse processo, alguns registros “antes” podem não aparecer no “depois”. Nesse caso, comparam-se apenas os registros comuns, ou seja, veículos que trafegaram no segmento “antes” e “depois” do evento educativo.

### 3.8 Etapa 8: Aplicação do teste estatístico

O chamado *teste t pareado* é apropriado para comparar dois conjuntos de dados quantitativos, que estejam em pares, e a hipótese nula é que a diferença média entre as observações emparelhadas é zero (Zar, 2010). Com os dados da velocidade média de cada veículo efetua-se a diferença com a velocidade limite (considerada) tanto “antes” quanto “depois” da ação educativa. A estatística do teste baseia-se nos valores observados na diferença entre as duas velocidades, ou seja, a variável  $D$ , definida por:

$$D = (\text{medida depois}) - (\text{medida antes}) \quad (2)$$

Atribui-se como hipótese nula ( $H_0$ ) que a média dos valores observados de  $D$  seja zero, ou seja, a ação educativa não provocou efeitos quantitativos. A hipótese alternativa ( $H_1$ ) estabelecida é de que a média dos valores é menor do que zero. Nesse último caso, a hipótese é de que a ação educativa reduziu a velocidade média no trecho considerado. Como estatística do teste utiliza-se a estatística *t para dados pareados*, definida por:

$$t = \frac{\bar{D} \cdot \sqrt{n}}{S_D} \quad (3)$$

onde:  $n$  é o tamanho da amostra;  $\bar{D}$  é a média das diferenças observadas;  $S_D$  é o desvio padrão das diferenças observadas. O desvio padrão  $S_D$  é definido por:

$$S_D = \sqrt{\sum D^2 - n \cdot \bar{D}^2 / (n - 1)} \quad (4)$$

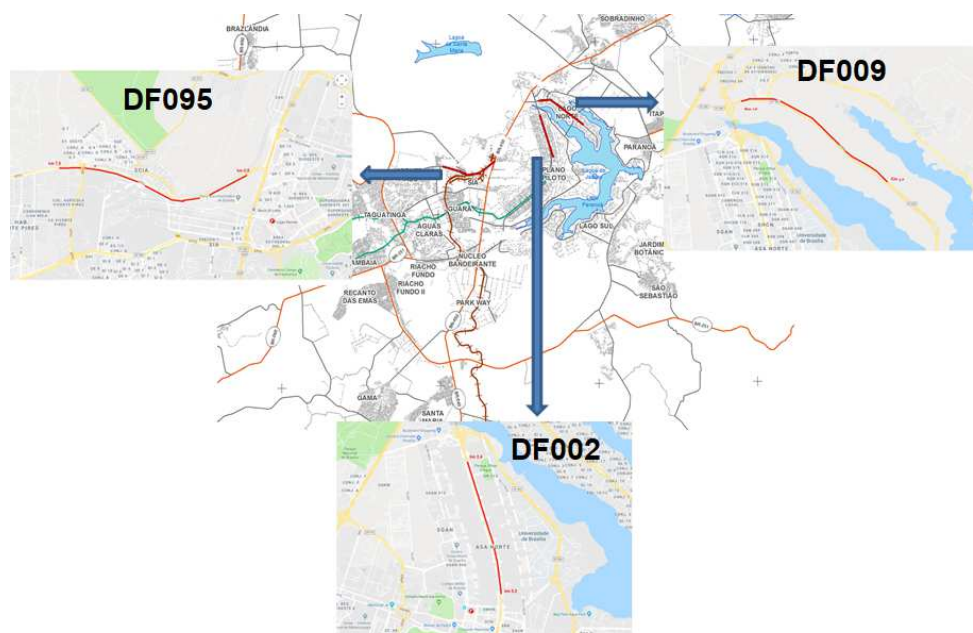
Se  $\bar{D}$  seguir uma distribuição normal, utiliza-se o teste paramétrico *t de Student* com grau de liberdade ( $gl$ ) igual a  $n - 1$ . Quando  $\bar{D}$  não puder ser assumido como uma distribuição normal, o teste de amostras pareadas de Wilcoxon será mais poderoso (Blair e Higgins, 1985).

## 4. ESTUDO DE CASO

O método proposto foi aplicado na cidade de Brasília, onde foram selecionadas três rodovias (Figura 4): DF-002, DF-009 e DF-095. A primeira rodovia tem uma extensão de 13 km e contém três faixas de rolamento, em cada sentido, separadas por uma faixa não utilizável. A velocidade limite estabelecida é de 80 km/h. Escolheu-se o trecho entre os km 5,8 e km 2,4, sentido norte. A segunda rodovia cruza todo o bairro residencial denominado Lago Norte e tem uma extensão de 10,7 km. Contém duas faixas de rolamento, em cada sentido, separadas por um canteiro central gramado. A velocidade limite da via é de 60 km/h. O trecho selecionado foi entre o km 5,2 e o km 1,8, sentido oeste. A terceira rodovia é uma via de ligação das cidades de Taguatinga e Ceilândia à Brasília. Contém três faixas de rolamento, em cada sentido, separadas por um canteiro central protegido por defensas metálicas. A velocidade limite da via é de 80 km/h. Escolheu-se o trecho entre os km 7,5 e km 0,8, sentido leste.

O período de análise adotado foi de uma semana antes (22 a 28 de abril de 2019) e uma semana após (20 a 26 de maio de 2019) o início da ação educativa (10 de maio a 03 de junho de 2019). Na Tabela 1, estão apresentados os números de veículos registrados nos equipamentos eletrônicos na semana “antes” (22 a 28 de abril de 2019) que passaram nos dois pontos de controle, divididos em quatro períodos: madrugada (00:00 às 5:59 horas), manhã (06:00 às 11:59 horas), tarde (12:00 às 17:59 horas) e noite (18:00 às 23:59 horas). Os dados foram coletados junto ao sistema do DER/DF.





**Figura 4:** Rodovias selecionadas para o estudo.

**Tabela 1:** Número de veículos (semana 22 a 28 de abril de 2019)

Local	Passaram nos pontos de controle	Passaram nos dois pontos (comuns)	Passaram 4 vezes ou mais
DF-002	323.455	61.435	916
DF-009	221.022	25.722	736
DF-095	369.116	56.099	658
<b>Totais</b>	<b>913.593</b>	<b>143.256</b>	<b>2.310</b>

No Brasil, a infração por excesso de velocidade só pode ser registrada quando o condutor excede à velocidade considerada para efeito da aplicação da penalidade a qual admite um erro máximo na legislação metrológica (até 100 km/h o erro admitido é de 7 km/h). Desta forma, selecionaram-se os veículos com velocidades superiores à velocidade considerada, formando uma primeira base de dados populacional. Nas rodovias DF-002 e DF-095, a velocidade máxima permitida é de 80 km/h e a velocidade considerada é de 87 km/h. Na rodovia DF-009, a velocidade permitida é de 60 km/h e a velocidade considerada é de 67 km/h. A Tabela 2 mostra o número de vezes que os veículos de trafegaram acima da velocidade considerada no período antes da ação educativa.

**Tabela 2:** Número de vezes que veículos trafegaram acima da velocidade considerada

Rodovia	Período				Total
	Madrugada	Manhã	Tarde	Noite	
DF-002	0	179	131	3	313
	0,00%	57,19%	41,85%	0,96	
DF-009	3	79	77	14	173
	1,73%	45,66%	44,51%	8,09%	
DF-095	67	172	247	12	498
	13,45%	34,54%	49,60%	2,41%	
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>430</b>	<b>455</b>	<b>29</b>	<b>984</b>

A primeira ação educativa realizada foi a divulgação no endereço eletrônico do DER/DF sobre a existência dos equipamentos de monitoramento da velocidade média em todo o Distrito Federal. A partir disso, houve uma ampla divulgação por meio da mídia espontânea: rádios, jornais e emissoras de televisão divulgaram o assunto repetitivamente. Nos trechos pesquisados foram colocados painéis de mensagens variáveis informando que o trecho estava sendo monitorado pela velocidade média, conforme a Figura 5. A ação integrou a campanha “MAIO AMARELO”, no ano de 2019, a qual tem o objetivo de chamar a atenção da sociedade sobre os acidentes de trânsito.



**Figura 5:** Painéis de mensagens variáveis no trecho da rodovia DF-002

A ação educativa iniciou no dia 10 de maio de 2019 e foi até o dia 03 de junho de 2019. A semana selecionada “depois” foi a de 20 a 26 de maio de 2019. Para cada segmento, foram selecionados os veículos que trafegaram acima da velocidade máxima considerada no período “antes” (Tabela 2). Desses, foram encontrados 118 registros para a DF-002, 40 registros para a DF-009 e 189 registros para a DF-095. A Tabela 3 apresenta os resultados do teste estatístico quando se compara as diferenças das velocidades médias da semana “antes” (22 a 28 de abril de 2019) com a semana “depois” (20 a 26 de maio de 2019).

**Tabela 3:** Valores estatísticos da velocidade “antes” e “depois”

Segmento	Número da Amostra ( <i>n</i> )	Média da diferença ( $\mu$ )	Desvio Padrão ( <i>S<sub>D</sub></i> )	Erro Padrão	Diferença Mínima	Diferença Máxima	Teste <i>t</i> de <i>student</i>
DF-002	118	-5,2750	6,4260	0,5916	-21,0507	11,0015	-8,91701 ( <i>p</i> -valor <.0001)
DF-009	40	-13,0121	9,3563	1,4794	-31,9749	7,4357	-8,79573 ( <i>p</i> -valor <.0001)
DF-095	189	-3,5365	9,5041	0,4731	-24,1052	24,1702	-7,47512 ( <i>p</i> -valor <.0001)

A média encontrada nos três segmentos foi inferior a zero indicando que houve diminuição da velocidade média sendo que, no trecho da rodovia DF-009, a diminuição foi mais acentuada que nas outras duas rodovias. Os *p*-valores encontrados (< 0,0001) foram baixos para todos os testes, corroborando para a rejeição da hipótese nula. Foram feitos testes de normalidade (Kolmogorov-Smirnov e Anderson Darling) que apontaram para uma população normal, permitindo dessa forma o uso do teste pareado *t* de *student*.

## 5. CONCLUSÃO

A pesquisa mostrou que o desenvolvimento de uma ação educativa é uma ferramenta válida para impactar o comportamento de condutores em relação à velocidade excessiva entre

radares fixos. Em todos os segmentos analisados houve queda da velocidade média. O teste estatístico aplicado resultou em rejeição na hipótese nula nos três segmentos analisados, ou seja, a hipótese de que a ação educativa não alteraria a velocidade média dos veículos. Os valores dos testes  $t$  foram relativamente altos indicando grande variabilidade na velocidade média quando comparada “antes” e “depois”.

Uma das limitações da pesquisa diz respeito ao pequeno período analisado não permitindo uma evolução do comportamento do condutor ao longo do tempo. Outra, é que em todos os segmentos analisados as distâncias entre pontos de controle são relativamente pequenas (3,4 a 6,7 km) inclusive com radares fixos entre eles. Entretanto, o método se mostrou eficaz podendo ser aplicado em outras situações. Um fator que precisa ser avaliado é que a ação educativa deve ser contínua e permanente sob o risco dos impactos positivos virem a se diluir ao longo do tempo.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, S., Moysés, S. T. e Moysés S. J. (2014) Intervenções de segurança viária e seus efeitos nas lesões causadas pelo trânsito: uma revisão sistemática. *Revista Panam Salud Publica*, 36(4):257-265.
- Autostrade Tech (2019) *Tutor System*. Disponível em: <<http://www.autostradetech.it/en/solutions/security-access-control/tutor-system.html>>. Acesso em fev. 2019.
- Belin M. (2007) *Trends In Setting Speed Limits – Sweden As A Case Study*. Sweden, Swedish Road Administration, Borlänge.
- Bernardi, E. (2015) *Os Sistemas de Identificação Veicular, em Especial o Reconhecimento Automático de Placas*. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia de Transportes. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 167 p.
- Blair, R. C. e Higgins J. J. (1985) Comparison of the power of the paired samples t test to that of Wilcoxon's signed-ranks test under various population shapes. *Psycho! Bull.* 97: 119-128.
- Brasil (1997) Lei 9.503. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19503.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19503.htm)>. Acesso em mai. 2019.
- Cameron, M. (2008) Development of strategies for Best practice in speed enforcement in Western Austrália: Supplementary report. *Monash University Accident Research Centre*, 50 p.
- Cannell, A. E. R. e Gold, P. A. (2001) Reduzindo acidentes: o papel da fiscalização de trânsito e do treinamento de motorista. Banco Interamericano de Desenvolvimento. Washington, D.C. 1ª Edição, 79 p.
- Carnis, L. e Blais, E. (2013) An Assessment of the Safety Effects of the French Speed Camera Program. *Accident Analysis & Prevention*, 51:301-309.
- CET/SP (2012) Companhia de Engenharia de Tráfego. *Sistemas Automáticos de Fiscalização de Trânsito na Cidade de São Paulo*. Nota Técnica 225, São Paulo, SP, 8 p.
- Consilux (2019) Leitor Automático de Placas. Consilux Tecnologia. Disponível em: <<https://www.consilux.com.br/wp-content/uploads/2017/04/leitor-autom%C3%A1tico-de-placas.pdf>>. Acesso em mar. 2019.
- Cupolillo, M. T. A. (2006) *Estudo das Medidas Moderadoras do Tráfego para controle da Velocidade e dos Conflitos em Travessias Urbanas*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação de Engenharia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 277 p.
- De Pauw, E., Daniels, S., Brijs, T., Hermans, E. e Wets, G. (2014) Behavioural effects of fixed speed cameras on motorways: overall improved speed compliance or kangaroo jumps? *Accident Analysis & Prevention*. 73:132-140.
- DER/DF (2018) Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal. Edital de pregão eletrônico nº 054/2016. Disponível em: <<http://arquivos.der.df.gov.br/licitacao/download.php?file=N01BL1NTTGpoWlp6aDVBb2gwdytQQT090lh2cVpvmFpUbFpVZU4xRXFRtU96Z3c9PQ>>. Acesso em jun. 2018.
- Elvik, R. (1997) Effects on Accidents of Automatic Speed Enforcement in Norway. *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board*, 1595:14-19.
- Ferraz, C., Raia JR, A., Bezerra, B., Bastos, T. e Rodrigues, K. (2012) *Segurança Viária*. São Carlos. Suprema Gráfica e Editora Ltda, 321 p.
- Frith, WJ, Strachan, G e Patterson, T. (2005) Road Safety Implications of Excessive and Inappropriate Vehicle Speed. *Australasian Road Safety Handbook*, Sydney, v. 2, p. 24-31.

- Gold, P. (2003) Documento Técnico – Fiscalização Eletrônica de Velocidade. Disponível em: <<http://www.perkons.com/pt/estudos-e-pesquisas-detalhes/30/fiscalizacao-eletronica-de-velocidade>>. Acesso em mar. 2019.
- G1 (2017) Fiscalização de velocidade média de veículos em São Paulo entra em vigor nesta quarta-feira. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/fiscalizacao-de-velocidade-media-de-veiculos-em-sp-entra-em-vigor-nesta-quarta-feira.ghtml>>. Acesso em mar. 2019.
- Ha, T-J., Kang, J-G. e Park, J-J. (2003) The effects of automated speed enforcement systems on traffic – flow characteristics and accidents in Korea. *Institute of Transportations Engineers. ITE Journal*. Washington, 73:28-31.
- Montella, A., Persaud, B., D’apuzzo, M. e Imbriani, L. (2012) Safety evaluation of automated section speed enforcement system. *Journal of the Transportation Research Board*, 2281:16-25.
- Oei, H.I. e Polak, P.H. (1992) Effect Van Automatische Waarschuwing en Toezicht op Snelheid en Ongevallen: resultaten van een Evaluatie-Onderzoek in vier Provincies. *Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV*, Leidschendam, Holanda.
- Oliveira, D. F., Friche, A. A. L., Costa, D. A. S., Mingoti, S. A. e Caiaffa, W. T. (2015) Do speed cameras reduce speeding in urban areas? *Cadernos de Saúde Pública*, v. 31 supl. Rio de Janeiro.
- Owen, R., Ursachi, G. e Allsop, R. (2016) The Effectiveness of Average Speed Cameras in Great Britain. *The Royal Automobile Club Foundation for Motoring Ltd*, 37p.
- São Paulo (2017) Prefeitura Municipal de São Paulo – Mobilidade e Transportes. Disponível em: <<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/transportes/noticias/?p=244043>>. Acesso em mar. 2019.
- Soole, D. W., Watson, B. C. e Fleiter, J. J (2013) Effects of average speed enforcement on speed compliance and crashes: A review of the literature. *Accident Analysis & Prevention*, 54:46-56.
- Stefan, C. (2006) Section Control: Automatic Speed Enforcement in the Kaisermühlen Tunnel (Vienna, A22 Motorway). *Kuratorium für Verkehrssicherheit (KfV)*, Vienna.
- Vanlommel, M., Hourbraken, M., Audenaert, P., Logghe, S., Pickavet, M. e De Maeyer, P. (2015) An evaluation of section control based on floating car data. *Transportation Research Part C*, 58:617-627.
- Zar, J. H. (2010) Biostatistical Analysis. New Jersey, 5ª ed. Xxp.
- Yamada, M. G. (2005) *Impactos dos Radares Fixos na Velocidade e na Acidentalidade em Trecho da Rodovia Washington Luís*. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 129 p.
- WHO (2008) *World Health Organization. Speed Management: A Road Safety Manual for Decision- Makers and Practitioners*. Disponível em: <[https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43915/9782940395040\\_eng.pdf?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43915/9782940395040_eng.pdf?sequence=1)>. Acesso em out. 2018.
- WHO (2009) *World Health Organization. Informe sobre La Situación Mundial de La Seguridad Vial: Es Hora de Pasar a La Acción*. Disponível em: <[https://www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/road\\_safety\\_status/report/web\\_version\\_es.pdf?ua=1](https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/report/web_version_es.pdf?ua=1)>. Acesso em fev. 2019.
- Wilson, C., Willis, C., Hendrikz, J., Le Brocque, R. e Bellamy, N. (2010) Speed cameras for the prevention of Road traffic injuries and deaths. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 79 p.