

## **Impacto de radares fixos no comportamento de condutores em uma via arterial.**

Agmar Bento Teodoro<sup>1</sup>; Flávia Santos Souza<sup>1</sup>; João Marcos Soares de Oliveira<sup>1</sup>; Luiz Gustavo Andrade Aleixo<sup>1</sup>; Raphael de Paula Lessa Padilha<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Av. Amazonas 5253 – Campus I – Departamento de Engenharia de Transportes – Sala 101 – Nova Suíça - Belo Horizonte – MG – Brasil – CEP: 30.421-169 – Telefone: +55 (31) 9916-1359 – agmarbento@hotmail.com

### RESENHA

O artigo em questão visa analisar e comparar o impacto que o radar e as ondulações transversais provocam no comportamento do motorista no que tange a velocidade veicular em vias arteriais. O estudo também aponta a eficácia da placa de regulamentação R-19 na velocidade desenvolvida pelos condutores na via com radar.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ondulações Transversais, Radar, Velocidade veicular.

### INTRODUÇÃO

Com o objetivo de proporcionar um trânsito igual nas diferenças, procura-se regular a velocidade dos automóveis por meio de uma variada gama de tecnologias, dentre elas os radares e as lombadas. Enquanto Oliveira (2008) pondera que os dispositivos eletrônicos aferidores de velocidade são eficazes na diminuição do número de acidentes, Barbosa e Moura (2008), complementam que dentre os dispositivos reguladores de velocidade e de redução de sinistros de trânsito se encaixam as lombadas eletrônicas.

Segundo Xavier (2006), no Brasil, o número de veículos é acrescido em 10% anuais nos principais centros urbanos, o que evidencia o uso indiscriminado do transporte individual, cujas principais consequências são a poluição gerada, a saturação do sistema viário e problemas de mobilidade urbana. Inerente ao foco do presente artigo, Maciel (2010) afirma que um alto percentual de veículos, sobretudo em áreas residenciais, culmina num maior número de acidentes envolvendo pedestres e, por isso, salienta que uma forma de garantir a segurança do elemento mais frágil do trânsito seja a implantação de dispositivos redutores de velocidade.

Consoante Kloeden *et al* (2001), os sinistros de trânsito possuem ampla relação com a velocidade veicular, ou seja, após a marca de 60 km/h a possibilidade de se envolver em um acidente dobra a cada incremento de 5 km/h na velocidade instantânea. Em outras palavras, trafegar a 65 km/h aumenta a chance de envolvimento em incidentes e possui efeito similar ao de dirigir com 0,5g/100ml de concentração alcoólica no sangue. Global Road Safety Partnership (2007) considera que dirigir sobre tais condições de álcool na corrente sanguínea acarreta em comportamento incoerente ao realizar tarefas, diminui a capacidade de discernimento e contribui para a perda da inibição.

Os radares, segundo CONTRAN (2002), são dispositivos apropriados para registrar e medir as velocidades dos veículos, por meio de ondas e, conforme especificação do fabricante, podem ainda capturar ou não, imagens. De acordo com Yamada (2005), os radares dividem-se em estáticos, fixos, móveis e portáteis. Em Belo Horizonte, a BHTrans (2013) informou que até o fim de 2014, a cidade teria 343 radares divididos entre fixos e móveis.

Por outro lado, ondulações transversais podem ser definidas como porções elevadas transversais a via, de seção circular, no sentido perpendicular ao fluxo. Em alguns casos, para facilitar o escoamento das águas pluviais, as ondulações não tangenciam o meio-fio. Há ainda outras variações na tipologia do dispositivo no que se refere a suas dimensões, reguladas pela Resolução do CONTRAN n°. 39/98 de 1998. Entretanto, seguir os padrões estipulados não garante a eficiência do equipamento, pois são necessários, ainda, o planejamento e o estudo do entorno da área de abrangência, portanto ausente à visão

sistêmica, as lombadas não podem ser consideradas como medidas de *traffic calming*. (Leal et al 1997).

O artigo em questão visa analisar e comparar o impacto dos radares e das ondulações transversais na velocidade desenvolvida pelo condutor, além de observar a eficácia de tais medidas moderadoras. Para tal, fez-se uma pesquisa de campo com intuito de aferir dados referentes a um radar fixo e para fins de comparação utilizou-se de estudos já publicados sobre ondulações transversais. Em sequência, apresentar-se-ão os resultados obtidos.

## DIAGNÓSTICO

O objetivo da seguinte seção é apresentar características específicas dos radares fixos e das lombadas, a fim de estabelecer um comparativo quanto à aplicabilidade dos dispositivos como forma de solucionar os diversos conflitos de tráfego, de maneira segura e consistente.

### 1- Radares

Os equipamentos de controle eletrônico de velocidade utilizado pelos órgãos de trânsito são conhecidos pela população com o nome genérico de radares. Segundo Gold (2003), é fundamental entender as funções e objetivos de cada um, visando diferencia-los e, assim, obter a melhor indicação em termos de utilidade e aplicação adequada para cada caso.

Segundo Bocanegra (2006), dispositivos eletrônicos consistem em um sistema de medida de velocidade veicular eletrônica que identifica a velocidade acima da permitida e registra os dados das infrações.

O surgimento deste tipo de dispositivo deu-se pelo elevado número de ondulações transversais nas vias públicas que ocasionaram acidentes de trânsito, resultado de uma implantação inadequada. Assim, objetivando gerenciar a velocidade em pontos específicos da via houve esta criação (Stumpf, 1998).

O estabelecimento de normas de homologação e implantação em vias urbanas foi submetido a critérios do CONTRAN. O equipamento auxilia os órgãos gestores de tráfego no cumprimento das regras de segurança viária aos usuários. (Lopes, 2006).

Conforme Yamada (2005) defende, os dispositivos eletrônicos utilizados no Brasil são: lombada ou barreira eletrônica; radar fixo; radar móvel; bandeira eletrônica e radares estáticos. São classificados em três categorias de acordo com: tecnologia de medição de velocidade; tipo de instalação; e forma de registro de infração.

Para Gold (2003) os radares tipo fixos tem aplicabilidade para rodovias ou vias urbanas com média a grande extensão, onde se pretende fiscalizar todas as faixas de tráfego e limitar a velocidade média do fluxo.

Ainda para Gold (2003), no que tange a sua instalação o equipamento fixo deve ser instalado, sempre que possível, no meio da rampa descendente, ou em trecho em tangente precedido de adequada sinalização vertical de regulamentação da velocidade máxima evitando freadas bruscas.

### 2- Ondulações transversais

As ondulações transversais possuem distinção quanto ao comprimento e a altura, o que confere divisão entre “Tipo I” e “Tipo II”, entretanto as características de drenagem e largura igual à da via são uniformes para ambas as variações. Segue abaixo as dimensões variáveis, ainda segundo a Resolução do CONTRAN nº. 39/98.

i) Tipo I: Comprimento de 1,50m e altura de 0,008m; velocidade máxima desejada de 20 km/h;

ii) Tipo II: Comprimento de 3,70m e altura de 0,10m; velocidade máxima desejada de 30 km/h;;

A utilização do dispositivo é usual em locais com alta movimentação de pedestres, em que se percebe a necessidade da diminuição da velocidade veicular com o intuito de promover uma travessia mais segura e, assim, atenuar o número de acidentes.

Destaca-se ainda, segundo Cupolillo (2006), o fato de que as ondulações transversais promovem um decréscimo significativo na velocidade de tráfego (conforme será apresentado em maiores detalhes na seção “Proposições e Resultados” do presente artigo), portanto sua aplicação se limita às áreas cujo volume de tráfego seja inferior a 600 veículos por hora durante os períodos de pico CONTRAN, 1998.

## PROPOSIÇÕES E RESULTADOS

Para a elaboração deste artigo, buscou-se em Belo Horizonte uma avenida com dispositivo de monitoramento fixo devidamente sinalizado. Para tal foi escolhida a Avenida Heráclito Mourão de Miranda uma vez que esta não apresenta interferência externa na velocidade desenvolvida pelo condutor além de ser uma via arterial.

A avenida possui duas pistas, separadas por um córrego, com três faixas de rolamento por sentido, com pavimento asfáltico em boas condições. Possui estacionamento regulamentado com placa restritiva (R-6A) e travessia sinalizada de pedestres (A-32B), ambas próximas ao radar. Além de indicação de fiscalização eletrônica (FE-1), que inclui a Placa de Regulamentação (R-19) – velocidade máxima permitida de 60 km/h que por sua vez está presente em toda extensão do logradouro.

A coleta de dados foi realizada no período na tarde, fora do horário de pico a fim que evitasse perturbações externas nos dados que poderiam ser provocadas pelo fluxo intenso de automóveis. O objetivo era aferir a velocidade veicular antes e depois do radar fixo e também verificar a influência do dispositivo na velocidade dos condutores.

As amostras coletadas somaram-se em 875 dispostas em sete pontos distintos da via: no radar fixo; em pontos antes que distam 200 metros e 1 km do monitoramento fixo e; em pontos depois que se localizam a 200 metros e 1 km de distância do dispositivo. O instrumento utilizado para a coleta foi o radar portátil *Bushnell Speedster*, modelo 10-1900. Desta foram, realizaram-se 125 medições de velocidade de veículos, em cada ponto de observação.

O procedimento para coleta consistiu no posicionamento de dois pesquisadores de forma a não serem vistos pelos condutores e, então não provocarem interferências na pesquisa. Assim, um dos pesquisadores direcionava o radar portátil para o veículo escolhido e quando este chegava à posição pré-definida, relatava-se ao outro pesquisador as seguintes variáveis: o sexo do condutor, o valor da velocidade aferida e a tipologia do veículo; que eram, enfim anotadas em formulário específico. Só foram consideradas as medições em que os veículos trafegavam em fluxo livre.

Ao final da coleta, transferiram-se os dados obtidos para uma planilha eletrônica. A fim de apurar a amostra, realizou-se o teste estatístico de Grubbs, este teste verifica a existência de um valor disperso em cada extremidade do conjunto. O valor de Grubbs calculado (G) é confrontado a um valor crítico, em um nível de confiabilidade previamente definido. Ponderou-se o nível de confiança de 95% e valor de G crítico de 3,26. Assim sendo, se o G calculado for maior que o G crítico (3,26) o valor é classificado como não conforme e excluído do campo amostral. Para aplicação do teste utilizou-se a Equação 1.

$$G = \frac{|V - \bar{X}|}{S} \quad (1)$$

Em que: G = Valor de Grubbs;  
V = Valor máximo ou mínimo de velocidade [km/h];  
 $\bar{X}$  = Média;  
S = Desvio padrão.

A Tabela 1 apresenta dados referentes às velocidades após a realização do teste de Grubbs, além do georreferenciamento de sua coleta e o status na pesquisa, conforme o modelo estatístico usado.

Tabela 1: Valor de G para as velocidades coletadas

|                   | Velocidade<br>(Km/h) | Grubbs<br>(G) | Hipótese  |
|-------------------|----------------------|---------------|-----------|
| 1 km Antes        | 107                  | 4,26          | rejeitada |
| 1 km Antes        | 86                   | 2,44          | aceita    |
| 200m Antes        | 78                   | 2,26          | aceita    |
| No radar          | 57                   | 2,25          | aceita    |
| No radar          | 25                   | 3,34          | rejeitada |
| 200m após o radar | 76                   | 2,30          | aceita    |
| 1 km após o radar | 83                   | 2,04          | aceita    |

A eficácia do dispositivo pode ser verificada através da análise da velocidade veicular nos diferentes pontos de medição. Percebe-se que as velocidades desenvolvidas pelos condutores tendem a exceder em até 47 km/h os limites viários nos marcos mais extremos ao radar fixo, enquanto a presença do equipamento gera uma diminuição gradual da velocidade.

Desta forma, calculou-se a média das velocidades em todos os pontos de observação assim com seus respectivos percentuais de redução da velocidade, quando antes do radar e acréscimo da velocidade, quando após o radar. A Tabela 2 demonstra tais resultados além de incluir os desvios padrões e erros amostrais das velocidades coletadas.

Tabela 2: Velocidade veicular em pontos estratégicos próximos ao radar

| Locais     | Média das velocidades (Km/h) | Percentual de redução (%) | Percentual de acréscimo (%) | Desvio padrão (Km/h) | Erro |
|------------|------------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------|------|
| 1 km antes | 62,54                        | 28,85                     | -                           | 9,60                 | 3%   |
| 200m antes | 56,87                        | 21,75                     | -                           | 9,34                 | 3%   |
| No radar   | 44,50                        | -                         | -                           | 5,55                 | 2%   |
| 200m após  | 53,92                        | -                         | 17,47                       | 9,59                 | 3%   |
| 1 km após  | 62,59                        | -                         | 28,90                       | 10,00                | 3%   |

Os dados presentes na tabela acima demonstraram-se satisfatórios, pois apresentam baixos índices de desvio padrão e irrisórios erros relativos, como pode ser comprovado pelo fato de os erros não ultrapassarem 3%. Ainda sobre a Tabela 1 Tabela 2, observa-se que os percentuais de aumento ou decréscimo da velocidade são bem similares o que comprova a tendência do condutor de retornar a velocidade desenvolvida sem antes notar o ponto de monitoramento fixo.

Para fins de discussão, percebe-se que a via em que o estudo de eficácia dos radares fixos foi realizado apresenta sinalização vertical R-19 (Velocidade Máxima Permitida) ao longo de toda sua extensão, entretanto os condutores trafegam com velocidade próxima à regulamentada na via arterial (60 km/h), desenvolvendo uma média de velocidade, em todos os pontos da via juntos, de 62,59km/h.

Portanto, o radar mostrou-se um equipamento eficaz à redução da velocidade, entretanto observa-se a perda de seu efeito conforme se afasta de sua área de abrangência. O mesmo pode ser observado com a placa de regulamentação R-19 que só é respeitada em regiões próximas ao radar, embora tal sinalização esteja presente em toda via.

Já as ondulações transversais têm como característica o alto percentual da redução da velocidade, o que pode ser explicado, segundo Cupolillo (2006), pelo o fato do dispositivo estar situado na categoria das medidas físicas, ou seja, seus efeitos moderadores de tráfego independem de fiscalização local e da educação dos motoristas para serem cumpridas, uma vez que possíveis desobediências acarretam prejuízos ao próprio condutor.

A Tabela 3 apresenta a velocidade veicular em pontos estratégicos, próximos à ondulação transversal analisada, para fins de comparação da eficácia do equipamento em diferentes níveis de proximidade do mesmo. Além de também apresentar o percentual de redução e acréscimo da velocidade.

Tabela 3: Velocidade veicular em pontos estratégicos próximos à ondulação transversal

| Locais                         | Média das velocidades (Km/h) | Percentual de redução (%) | Percentual de acréscimo (%) |
|--------------------------------|------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 50 metros antes do dispositivo | 44                           | 57                        | -                           |
| Sobre o dispositivo            | 19                           | -                         | -                           |
| 50 metros após o dispositivo   | 40                           | -                         | 52,5                        |

FONTE: Adaptado de Teodoro *et al* (2012). Avaliação do efeito de rotatórias e ondulações transversais na velocidade em vias urbanas. XXVI ANPET - Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2012, Joinville. Anais eletrônicos do congresso. Joinville: ANPET, 2012.

Numericamente, a Tabela 3, adaptada de Teodoro *et al* (2012), evidencia que a 50 metros antes do dispositivo, a média da velocidade veicular é de 44 km/h, sendo decrescida a 19 km/h sobre o equipamento, o que corresponde a 57% da velocidade inicial. Com posterior aumento após 50 metros da passagem pela ondulação transversal, o que confirma os estudos realizados por Barbosa e Moura (2007) o fato de que distâncias superiores a 70 metros entre dispositivos são menos eficientes para manutenção da velocidade reduzida.

É possível sugerir, no que cerne as ondulações transversais, o desrespeito à sinalização vertical obrigatória na presença o dispositivo. Tal regulamentação consiste na placa R-19 acompanhada da A-18 (Saliência ou Lombada), fixada a 100 metros antes do equipamento. Tal desobediência é embasada no alto percentual de redução da velocidade veicular próximo ao equipamento, valor que pode observado na tabela 3, o que indica a ocorrência de freada brusca e, portanto, a ausência de influência da sinalização em questão.

## CONCLUSÃO

O artigo em questão coletou velocidades veiculares em uma via arterial de Belo Horizonte, a Avenida Heráclito Mourão de Miranda, a fim de detectar a influência exercida pelo dispositivo de monitoramento fixo, sobre o comportamento dos condutores que trafegavam na via. O campo amostral foi obtido com o auxílio de um radar portátil *Bushnell Speedster*, em cinco pontos de observação, por dois pesquisadores.

Objetivou-se comparar a eficácia de ambos os dispositivos, o radar e as ondulações transversais, e então, averiguou-se a existência de um estudo recente sobre o impacto de ondulações transversais na velocidade veicular em vias arteriais na literatura acadêmica para que a seguinte análise conclusiva fosse possível e cientificamente embasada em estudos que atendessem o grau de confiabilidade no que tangem aos dados.

No que concerne ao radar foi possível observar a sua eficácia na redução pontual de velocidades desenvolvidas pelos condutores, deste modo é possível concluir que a presença do radar ocasiona na desaceleração dos veículos, apenas quando se aproxima do ponto de monitoramento. Entretanto, à medida que se afasta de tal ponto, os condutores tendem a reestabelecer a velocidade média desenvolvida antes de se cruzar com o radar fixo.

Acrescenta-se a isso o fato da placa R-19 não ser respeitada em sua plenitude, visto que os condutores somente aderem à mensagem transmitida por esta sinalização quando estão sob a possibilidade de serem autuados. Assim, o referido sinal viário perde sua credibilidade quando não acompanhado de um dispositivo regulador de velocidade.

Por sua vez, no que tange a redução da velocidade veicular próxima a região de influência das ondulações transversais é possível notar a efetividade deste dispositivo moderador de tráfego, uma vez que os automóveis reduzem a velocidade independentemente da existência de penalidades legais para ações contrárias que acarretam o desrespeito.

Ainda é possível notar que o perfil de redução de velocidade nas ondulações é similar ao dos radares fixos, já que os condutores tendem a incrementá-la após passarem pelo ponto moderador de tráfego. Atinge-se, portanto, valores parecidos aos de regiões anteriores aos equipamentos reguladores.

Estes resultados ocorrem, pois ambos dispositivos implicam em penalidades quando não obedecidos pelo condutor. O radar autua o infrator através do registro de imagens sinalizadoras do ato de desrespeito, além de acarretar também em penalidades financeiras. O segundo dispositivo mitiga as ações dos condutores, através de suas imprudências que acarretaram em danos físicos ao veículo, o que é de inteira responsabilidade do motorista.

Assim, cada moderador de tráfego estudado pune o condutor infrator com danos financeiros e/ou físicos. Portanto, a efetividade dos equipamentos é similar, explica-se assim, a semelhança no comportamento, quanto à velocidade veicular, em espaços viários próximos a radares ou ondulações transversais.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BARBOSA, H. M.; MOURA, M. V. (2007). Análise do Trecho de Influência de Plataformas Considerando Limites de Velocidades de 30 km/h. XXI ANPET - Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2007, Rio de Janeiro. Anais eletrônicos do congresso. Rio de Janeiro: ANPET, 2007.

BARBOSA, H. M.; MOURA, M. V. (2008). Ondulações Transversais para Controle da Velocidade Veicular. XXII ANPET - Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2008, Fortaleza. Anais eletrônicos do congresso. Fortaleza: ANPET, 2008.

Beber e Dirigir: manual de segurança viária para profissionais de trânsito e saúde. Genebra, Global Road Safety Partnership, 2007.

BOCANEGRA, C. W. R. (2006). Procedimentos para implantação e avaliação do desempenho de Lombadas Eletrônicas em áreas urbanas. Programa de PósGraduação em Engenharia De Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção).

BRASIL, Resolução do CONTRAN nº 141, de 2 de out. de 2002. Disponível em: <http://www.denatran.gov.br/resolucoes.htm>. Acesso em: 14 de mar. de 2015.

BRASIL, Resolução do CONTRAN nº 146, de 17 de ago. de 2003. Disponível em: <http://www.denatran.gov.br/resolucoes.htm>. Acesso em: 14 de mar. de 2015.

CUPOLILLO, M. T. A., (2006). Estudo das Medidas Moderadoras do Tráfego para controle da Velocidade e dos Conflitos em Travessias Urbanas. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em engenharia de Transporte, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

GOLD, P. A. (2003) – Documento Técnico – Fiscalização eletrônica de velocidade.

KLOEDEN, C. N., G. Ponte and A. J. Mclean (2001). Travelling Speed and the Risk of Crash Involvement on Rural Roads. CR 204. Australian Transport Safety Bureau.

LEAL, T. A. C.; R. V. BECK; N. P. ANDRADE (1997). Um estudo de viabilidade de implantação de medidas de traffic calming em Brasília. 11º Congresso Nacional de Transportes Públicos – ANTP, Belo Horizonte, Anais Eletrônicos.

LOPES, M. M. B. (2006). Fiscalização Eletrônica da Velocidade de Veículos no Trânsito: Caso de Niterói, Programas de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio De Janeiro.

MACIEL, E. T. (2010). Estudo dos impactos da ondulação transversal nas velocidades veiculares em trechos viários urbanos. Dissertação de Mestrado, Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 112fl.

OLIVEIRA M. P. (2008). O impacto da utilização de medidores eletrônicos de velocidade na redução de acidentes de trânsito em uma área urbana. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

PBH – Prefeitura Municipal de Belo Horizonte-MG, (2013) Empresa de Transporte e Trânsito de Belo Horizonte – BHTRANS. Fiscalização Eletrônica e Preservação da Vida. Disponível em: <http://www.bhtrans.pbh.gov.br/portal/page/portal/portalpublico/Temas/Automovel/radar-fixo-2013>. Acesso em: 20 de jun. 2014.

STUMPF, M.T (1998). Análise dos efeitos da barreira eletrônica com informador de velocidade sobre a operação do tráfego. 1998. 90f. Dissertação (Mestrado em Transportes Urbanos) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília.

TEODORO *et al* (2012). Avaliação do efeito de rotatórias e ondulações transversais na velocidade em vias urbanas. XXVI ANPET - Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2012, Joinville. Anais eletrônicos do congresso. Joinville: ANPET, 2012.

XAVIER J. C. (2006). A nova política de mobilidade urbana no Brasil: uma mudança de paradigma. Revista dos Transportes Públicos, ANTP. São Paulo, v. 1, n. 111, p. 59-68, 3º trimestre.

YAMADA, M. G. (2005). Impacto dos Radares Fixos na Velocidade e na Acidentalidade em Trecho da Rodovia Washington Luís. Pós-Graduação da Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo.