

Os radares fixos modificam o comportamento relacionado à velocidade excessiva dos condutores em áreas urbanas?

Do speed cameras reduce speeding in urban areas?

¿Los radares modifican comportamientos de velocidad excesiva en áreas urbanas?

Daniele Falci de Oliveira ^{1,2}
 Amélia Augusta de Lima Friche ^{1,3}
 Dário Alves da Silva Costa ^{1,3}
 Sueli Aparecida Mingoti ^{3,4}
 Waleska Teixeira Caiaffa ^{1,3}
 Projeto OSUBH-VIDA NO TRÂNSITO ⁵

Abstract

This observational study aimed to estimate the prevalence of speeding on urban roadways and to analyze associated factors. The sample consisted of 8,565 vehicles circulating in areas with and without fixed speed cameras in operation. We found that 40% of vehicles 200 meters after the fixed cameras and 33.6% of vehicles observed on roadways without speed cameras were moving over the speed limit ($p < 0.001$). Motorcycles showed the highest recorded speed (126km/h). Most drivers were men (87.6%), 3.3% of all drivers were using their cell phones, and 74.6% of drivers (not counting motorcyclists) were wearing their seatbelts. On roadway stretches without fixed speed cameras, more women drivers were talking on their cell phones and wearing seatbelts when compared to men ($p < 0.05$ for both comparisons), independently of speed limits. The results suggest that compliance with speed limits requires more than structural interventions.

Traffic Accidents; Accident Prevention; Velocity Measurement; Urban Health

Resumo

Este estudo observacional teve como objetivo estimar a prevalência de condutores que transitam com excesso de velocidade em vias urbanas e estudar fatores relacionados a este comportamento. A amostra consistiu de 8.565 veículos que circulavam em áreas com e sem radares fixos em operação. Verificamos que 40% dos veículos observados em locais a 200m de radar fixo e 33,6% daqueles observados nos locais sem radar excedem os limites legais ($p < 0,001$). Motocicletas tiveram maior velocidade máxima registrada (126km/h). Os homens mostraram ser maioria entre os condutores (87,6%), o uso do celular durante a direção foi verificado em 3,3% de todas as observações e 74,6% dos condutores, exceto motociclistas, faziam uso do cinto de segurança. Nos locais onde não havia a presença do radar fixo, maior proporção de mulheres foi observada utilizando mais o celular e o cinto de segurança em relação aos homens ($p < 0,05$, para ambas comparações), independente dos limites de velocidade. Sugere-se que adesão ao cumprimento dos limites de velocidade vai além de intervenções estruturais.

Acidentes de Trânsito; Prevenção de Acidentes; Medição de Velocidade; Saúde Urbana

¹ Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.

² Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, Belo Horizonte, Brasil.

³ Observatório de Saúde Urbana de Belo Horizonte, Belo Horizonte, Brasil.

⁴ Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.

⁵ Outros membros listados ao final do artigo.

Correspondência

W. T. Caiaffa
 Faculdade de Medicina,
 Universidade Federal de Minas Gerais.
 Av. Alfredo Balena 190, sala 730, Belo Horizonte, MG 31130-100, Brasil.
 caiaffa.waleska@gmail.com

Introdução

Acidentes de transporte terrestre estão entre as principais causas de mortalidade e incapacidade em todo o mundo e projeta-se que serão responsáveis, cada vez mais, pelos gastos de saúde pública nas próximas décadas. Estima-se que até 2020, os acidentes de trânsito passarão da 9ª para a 3ª posição no *ranking* mundial de carga global de doença, medida em anos de vida ajustados por incapacidade ¹.

Anualmente, estima-se que 50 milhões de pessoas sofrem lesões relacionadas a acidentes de transporte terrestre, resultando em cerca de 1,3 milhão de mortes; 62% estão concentrados em dez países. O Brasil ocupa a quinta posição no *ranking* mundial, precedido pela China, Índia, Rússia e Estados Unidos. No Brasil, a taxa de mortalidade no trânsito variou de 18-22,5 mortes/100 mil habitantes, de 2000 a 2010. Anualmente, o número de mortes e feridos graves ultrapassa 150 mil vítimas e o total de despesas relacionadas a acidentes gira em torno de 15 bilhões de dólares ^{2,3}.

A gravidade desse cenário levou o Ministério da Saúde do Brasil a implantar várias estratégias, desde 2001, com o objetivo de monitorar a morbidade e mortalidade atribuível aos acidentes de transporte terrestre ^{4,5}.

Atualmente, o Ministério da Saúde tem articulado ações integradas a esforços globais iniciados pela Organização das Nações Unidas, que proclamou o período de 2011-2020 como a Década de Ação para a Segurança Viária, por meio do *Road Safety in 10 countries Project* (RS10). O Projeto compreende várias ações multisetoriais de intervenção para segurança de trânsito, dentre as quais inclui o impacto do controle de velocidade como um alvo ^{6,7}. Esse Projeto, lançado em todo o país em 2011, tem o nome de Vida no Trânsito.

O excesso de velocidade, cuja definição adotada neste artigo é “*dirigir acima do limite legal estabelecido*” ⁸, é um grave problema de segurança no trânsito em muitos países, contribuindo, em pelo menos um terço de todas as lesões causadas pelo trânsito, além de constituir um fator agravante nestes eventos. Quanto maior a velocidade desenvolvida pelo veículo, maior o risco de uma colisão e a probabilidade de ocorrência de lesões graves ⁹.

Utilizados para regular a velocidade do tráfego valendo-se do estabelecimento de um limite superior, os limites de velocidade contribuem para diminuir a variação da velocidade dos veículos. No Brasil, os limites de velocidade variam de 30 a 110km/h. Em áreas urbanas, variam entre 80km/h em vias de trânsito rápido; 60km/h em vias arteriais; 40km/h nas vias coletoras e

30km/h nas vias locais. Esses limites são regulamentados pelo Código de Trânsito Brasileiro ¹⁰ e complementam outras medidas de gestão da velocidade, como o uso de instrumentos ou equipamentos que registram a velocidade medida, classificados em fixos, estáticos, móveis e portáteis ¹¹. Em detrimento de todos os esforços no sentido de coibir um dos fatores de risco sabidamente associados à determinação e gravidade dos acidentes, pouco tem sido investigada a adesão da população a este controle.

Em uma recente revisão sistemática, Wilson et al. ¹² avaliaram o impacto dos radares sobre o excesso de velocidade, os acidentes de trânsito e a redução de feridos e mortes. Apesar das limitações metodológicas, os autores mostram que os radares de velocidade são uma intervenção útil para a redução do número de acidentes de trânsito e mortes. No entanto, embora o nível de evidências demonstre claramente uma direção positiva nesse efeito, os autores apontaram várias lacunas nesse campo de conhecimento e recomendam mais estudos, especialmente em países em desenvolvimento, onde nenhum artigo foi encontrado ¹².

Portanto, esta investigação foi delineada para avaliar a prevalência de veículos e seus condutores que não trafegam em conformidade aos limites de velocidade instituída pela legislação vigente em vias urbanas arteriais de uma capital brasileira, a 200m após medidores de velocidade fixos e visíveis, e 200m após pontos não cobertos por este tipo de controlador de velocidade, considerado como grupo de comparação. Além disso, este trabalho pretende estudar as características dos condutores relacionadas ao uso de dispositivos de segurança e uso de celular, sexo e tipo de veículo. Nossa principal questão é conhecer a prevalência dos motoristas que aderem ou não aos limites de velocidade fiscalizada pelos medidores de velocidade fixos, chamados neste estudo de radares fixos. Este trabalho é parte do processo de avaliação do Projeto Vida no Trânsito, na cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

O referencial teórico utilizado neste estudo engloba a integração do modelo teórico da saúde pública de Susser com o modelo socioecológico de Bronfenbrenner (1979, *apud* por Runyan ¹³) e o modelo da Saúde Urbana ¹⁴, além da matriz de Haddon ¹⁵. Tais modelos e a referida matriz possuem características semelhantes quanto ao fato de serem abordagens sistêmicas, valorizarem a prevenção e levarem em conta a multifatorialidade de causas relacionadas aos acidentes de trânsito, incluindo tanto o espaço físico quanto o social, apontando a necessidade de esforços e ações multisetoriais e que vão além do setor saúde para o enfrentamento deste agravado.

Métodos

Estudo observacional do tipo *roadside* de desenho transversal, realizado por meio de observação direta dos veículos, condutores e das condições das vias, na cidade de Belo Horizonte, no período de 24 de outubro a 6 de novembro de 2012.

Belo Horizonte é a capital do Estado de Minas Gerais, localizada na Região Sudeste do Brasil. Conta com uma população de 2.258.096 habitantes, sendo considerada a sexta maior cidade do país¹⁶. A frota é de 1.596.081 veículos¹⁷.

Delineamento e cálculo da amostra

O delineamento da amostra foi realizado de acordo com as informações fornecidas pela Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte S/A (BHTRANS), incluindo: (1) listagem completa de todas as vias arteriais da cidade contendo rotas com e sem radares fixos; (2) estudos de fluxos diários de acordo com os tipos de veículos (automóveis, ônibus, caminhões e motocicletas); (3) informações, de acordo com a variabilidade dos dias da semana e turnos, dos acidentes atribuídos ao excesso de velocidade¹⁸.

Utilizando-se a técnica de agrupamento de clusters – método Ward¹⁹, os 50 radares existentes na cidade foram agrupados em quatro estratos segundo os estudos de fluxo diário de veículos. Para o cálculo do tamanho total da amostra²⁰ com alocação ótima e custo de coleta de informação fixo e igual para todos os estratos, foi utilizado o nível de confiança de 95%, margem de erro de 1% e 20% de perdas, de acordo com as expressões a seguir:

$$n = \frac{\left[\sum_{i=1}^L W_i \hat{\sigma}_i \right]^2}{\left(\frac{d}{z_{\alpha/2}} \right)^2 + \frac{1}{N} \sum_{i=1}^L W_i \hat{\sigma}_i^2}, \text{ (tamanho da amostra total)}$$

$$n_i = n \frac{W_i \hat{\sigma}_i}{\sum_{i=1}^L W_i \hat{\sigma}_i}, \text{ (tamanho da amostra em cada estrato } i)$$

sendo $L = 4$ estratos, no tamanho da amostra (ou seja, o número total de veículos a serem amostrados), n_i o tamanho da amostra em cada estrato i , $\hat{\sigma}_i^2$ a variância amostral, N_i o tamanho da população, N_i o tamanho do estrato populacional i , $W_i = N_i/N$ o peso do estrato i , $i = 1, 2, \dots, L$; d o desvio, $Z_{\alpha/2}$ o valor correspondente ao nível de significância $\alpha = 0,05$ na distribuição normal padrão.

A amostra mínima requerida foi de 2.220 veículos em trechos precedidos por radares e de 2.340 veículos em trechos sem radares.

Com base em informações georreferenciadas sobre a localização dos radares das vias arteriais, foram selecionados, aleatoriamente, os pontos de coleta e os correspondentes segmentos de 200 metros que seriam observados tendo em conta a presença e ausência de radares fixos. A elegibilidade de cada segmento (com e sem radar fixo) foi verificada usando-se o Google Maps (<http://maps.google.com.br>) para visualização de aspectos estruturais das vias. Para ser elegível, o ponto e seu segmento correspondente deveriam atender os seguintes pré-requisitos: (1) ter limites de velocidade que não ultrapassassem 60km/h verificada pela presença de sinalização legal; (2) ser seguro e ter uma boa visibilidade para os observadores (observação sem obstáculos); (3) ter condições para uma correta utilização do radar de acordo com o protocolo; (4) ter radar fixo em pleno funcionamento (quando fosse o caso); (5) ausência de redutores de velocidade como lombadas, sinais de parada, faixa de pedestre ou qualquer outro dispositivo (permanente ou não); (6) ter fluxo de tráfego suficiente de, pelo menos, 30 veículos a cada 15 minutos, conforme verificado por contadores de fluxo, realizados no início da observação.

Para cada ponto, dois pontos adicionais foram selecionados aleatoriamente como alternativa em caso de inelegibilidade verificada durante o trabalho de campo. Os pontos foram alocados de maneira que cada estrato representasse os três turnos e os dias da semana.

O trabalho de campo e a coleta de dados

A coleta de dados ocorreu em todos os dias da semana em três turnos (manhã, tarde e noite). Nos fins de semana, incluindo sexta-feira, sábado e domingo, um turno extra foi adicionado (madrugada). Cada turno teve uma duração média de 2h30m, com seis períodos de observação de 15 minutos e intervalo de cinco minutos entre eles.

Um inventário especialmente delineado para este estudo, fundamentado no método de Observação Social Sistemática (OSS)²¹, foi aplicado nos segmentos selecionados. O protocolo incluiu características físicas e dinâmicas do segmento, tais como caracterização da via (seca/molhada, boas ou más condições); condição do tempo (ensolarado, nublado, chuva leve ou pesada); presença de sinalização e presença de polos geradores de tráfego.

Entende-se por sinalização o “conjunto de sinais de trânsito e dispositivos de segurança colocados na via pública com o objetivo de garantir sua utilização adequada, possibilitando melhor fluidez no trânsito local e maior segurança dos veículos e pedestres que nela circulam”²² (p. 173).

As variáveis referentes a esse tópico foram: canteiro central, grade de proteção, faixa de pedestre, lombada, sinal horizontal, semáforo, sinal luminoso, faixa preferencial e placas de velocidade. Polos geradores de tráfego, por sua vez, “*são empreendimentos de grande porte que atraem ou produzem grande número de viagens, causando reflexos negativos na circulação viária em seu entorno imediato e, em certos casos, prejudicando a acessibilidade de toda a região, além de agravar as condições de segurança de veículos e pedestres*”²³ (p. 8). Neste estudo, foram identificados os seguintes polos geradores de tráfego: escolas, hospitais, supermercados, indústrias, *shopping centers*, centros comerciais, pontos de ônibus e estações de metrô.

A média do fluxo de veículos do segmento foi obtida pela contagem de veículos no início e final do turno da coleta de dados por um período de 15 minutos cada, usando-se contadores digitais. Dois observadores independentes realizaram a coleta dos dados.

O radar portátil, modelo UltraLyte (Laser Technology Inc., Centennial, Estados Unidos), aprovado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) foi utilizado para a aferição da velocidade. A equipe de campo ficou posicionada nas laterais das vias elegíveis; um observador treinado utilizando o radar portátil informava a velocidade para outro observador, que era o responsável pelo preenchimento do formulário.

Adicionalmente, informações sobre a caracterização do motorista e veículo foram coletadas por outros dois observadores treinados de acordo com o protocolo, incluindo o tipo de veículo, sexo do condutor, uso de telefone celular, capacetes e cintos de segurança.

Em todas as etapas, a equipe de trabalho de campo foi exaustivamente treinada e os instrumentos foram previamente testados e validados em um estudo piloto.

A análise foi realizada em três etapas. A primeira constou da validade interna da amostra de acordo com a presença ou ausência do radar fixo, em relação às variáveis que caracterizavam as vias. Ou seja, comparamos possíveis características aferidas localmente que pudessem alterar o comportamento do condutor, exceto no que se refere à presença do radar fixo. Uma dessas características foi avaliada por meio da variável veículo/ponto, que estimava o número médio de veículos que foram observados por ponto de coleta considerando a presença ou não do radar fixo.

A segunda constou da validade externa que compara, de forma ecológica, o conjunto das características dos veículos observados a 200m

dos radares com aquelas fornecidas pelo órgão de trânsito responsável pela via e referentes aos mesmos radares sorteados segundo os dias da semana e turnos, incluindo fluxo e velocidade médios, tipo de veículo e porcentual daqueles com excesso de velocidade. As informações foram fornecidas pelo órgão de trânsito com base no registro sistemático feito pelos radares fixos, composto por informações de todos os veículos que transitavam pelo radar no período do estudo. Essa etapa tinha como finalidade aferir a representatividade de nossa amostra frente ao universo de veículos que passavam pelos radares.

A terceira, de uma análise bivariada comparando o sexo do condutor, o uso do celular e do cinto de segurança, considerando a presença e ausência do radar fixo, com o intuito de verificar as possíveis associações entre características dos condutores em relação ao excesso de velocidade.

O processamento dos dados foi realizado pelo software TELEform v10.2 (<http://www.car-diff-teleform.com/>). As proporções, médias e medianas, com seus respectivos desvios, foram descritas e comparadas pelos testes que seguem: teste de qui-quadrado, teste exato de Fisher, teste t de Student, análise de variância (ANOVA) e comparações múltiplas utilizando-se o método de Bonferroni, considerado o nível de significância de 5%. O software Stata (StataCorp LP, College Station, Estados Unidos) foi utilizado para as análises.

Este estudo está inserido no Projeto Vida no Trânsito – Avaliação do Projeto Vida no Trânsito em Belo Horizonte (MG) e Campo Grande (MS), submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (Plataforma Brasil, em 29 de novembro de 2012, número do parecer 158.014).

Resultados

A amostra foi composta por 48 pontos e respectivos segmentos de coleta, sendo 35 precedidos pelo radar e 13 não, em 12 vias arteriais, totalizando 8.628 veículos observados. Desses, 53 observações foram excluídas devido à falta de informações sobre velocidade ou tipo de veículo, resultando em 8.565 veículos, tamanho amostral com poder de estudo acima de 90%.

Nenhuma das características avaliadas com o intuito de verificar a validade interna da amostra mostrou-se associada à presença do radar (Tabela 1), com exceção do fluxo médio de veículos, que foi maior nos pontos com radar ($p < 0,001$). Esse resultado já era esperado, considerando o critério adotado pelo departamento de trânsito

Tabela 1

Comparação das características da via com relação à presença de radar. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 2012.

	200m após o radar (n = 35)	200m após o ponto de comparação sem radar (n = 13)	Valor de p
Características das vias			
Número de faixas * [n (%)]			0,999
Uma	1 (2,9)	0 (0,0)	
Duas	33 (97,1)	13 (100,0)	
Condições da pista * [n (%)]			0,999
Seca	31 (88,6)	11 (84,6)	
Molhada	4 (11,4)	2 (15,4)	
Clima ** [n (%)]			0,093
Ensolarado	23 (65,7)	4 (30,8)	
Nublado	11 (31,4)	8 (61,5)	
Chuvoso	1 (2,9)	1 (7,7)	
Inclinação da pista ** [n (%)]			0,067
Plana	17 (50,0)	11 (84,6)	
Moderada	17 (50,0)	2 (15,4)	
Período do dia ** [n (%)]			0,426
Madrugada	6 (17,1)	0 (0,0)	
Manhã	9 (25,7)	5 (38,5)	
Tarde	10 (28,6)	4 (30,8)	
Noite	10 (28,6)	4 (30,8)	
Sinalização * [n (%)]			0,999
Sim	34 (97,1)	13 (100,0)	
Não	1 (2,9)	0 (0,0)	
Polo gerador de tráfego * [n (%)]			0,945
Sim	34 (97,1)	12 (92,3)	
Não	1 (2,9)	1 (7,7)	
Características dos veículos ***			
Total de veículos na amostra	6.243	2.322	
Fluxo médio/ponto (veículos/minuto) ##	23	16	< 0,001 #
Veículos/ponto ## [n (±DP)]	179 (178,3±2,0)	179 (178,6±1,3)	0,617
Velocidade ## [n (±DP)]	57 (58,6±12,0)	55 (56,9±12,5)	0,668
Tipo de veículo/ponto ** [n (%)]			0,929
Automóvel	129 (72,1)	133 (74,3)	
Motocicleta	26 (14,8)	23 (12,7)	
Ônibus	11 (5,9)	12 (7,0)	
Caminhão	13 (7,2)	11 (6,0)	

* Teste exato de Fisher;

** Teste de qui-quadrado;

** Fluxo médio e tipo de veículo representam a média do total por ponto;

Teste t de Student significativo a 5%;

Teste t de Student.

em eleger locais de maior fluxo de veículos para a instalação inicial de radares fixos.

No presente trabalho, verificamos que 40,0% dos veículos observados em locais precedidos por radar e 33,6% nos locais sem radar ($p < 0,001$) excederam os limites legais.

Em locais com radares fixos a média de velocidade foi de $58,6 \pm 12\text{km/h}$, comparada a $56,9 \pm 12,5\text{km/h}$ nos locais sem radares. A composição dos tipos de veículos não apresentou diferença significativa ($p = 0,929$). Os veículos no geral apresentaram a seguinte distribuição: automó-

veis (72,7%), motocicletas (14,2%), ônibus (6,2%) e caminhões (6,9%).

Todos os motociclistas foram observados usando capacete. Contudo, chama atenção que mais da metade dos motociclistas excederam os limites de velocidade, atingindo inclusive os mais altos valores registrados, independentemente da presença ou ausência do radar fixo.

Automóveis e motocicletas foram os que mais apresentaram valores discrepantes. Todos os tipos de veículos apresentaram velocidade média levemente superior na presença de radares fixos com relação aos locais sem radares. Em ambos os locais, a velocidade média dos automóveis e motocicletas foram maiores que a velocidade média dos ônibus e caminhões ($p < 0,001$) (Figura 1).

Quanto à validade externa de nossas observações, não foram encontradas diferenças entre o observado pelo nosso estudo a 200m do radar e as informações fornecidas pelos radares fixos dos respectivos pontos de coleta em relação ao fluxo médio por minuto e à distribuição do tipo de veículo ($p > 0,05$). Entretanto, na comparação das velocidades médias e proporções nos estratos de

distribuição do limite de velocidade foram significativamente menores os patamares fornecidos pelos radares fixos, fornecidas pela BHTRANS com as aferições realizadas 200m depois. Ou seja, no ponto do radar fixo foi observada menor velocidade média (48,2km/h *vs.* 57,9km/h, $p < 0,001$) e maior proporção de veículos dentro do limite de velocidade (99,7% *vs.* 61,9%, $p < 0,001$). Após 200m dos radares pode ser observado que os veículos apresentavam significativamente maior velocidade média (57,9km/h) e maior proporção (38,1%) de veículos acima do limite legal de velocidade (Tabela 2).

Na avaliação das características dos condutores, perdas de informações ocasionadas por falha na observação de campo totalizaram 9,1% para sexo, 16,2% para celular e 17,2% para cinto (sem considerar motocicletas). Na análise do uso do celular foram consideradas 7.048 observações e do uso do cinto 5.980 observações. Dos condutores com tais informações observadas, 87,6% eram homens, em 3,3% foram observados o uso do celular e 74,6% faziam uso do cinto de segurança.

Figura 1

Velocidade por tipo de veículo em pontos com e sem radar fixo. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 2012.

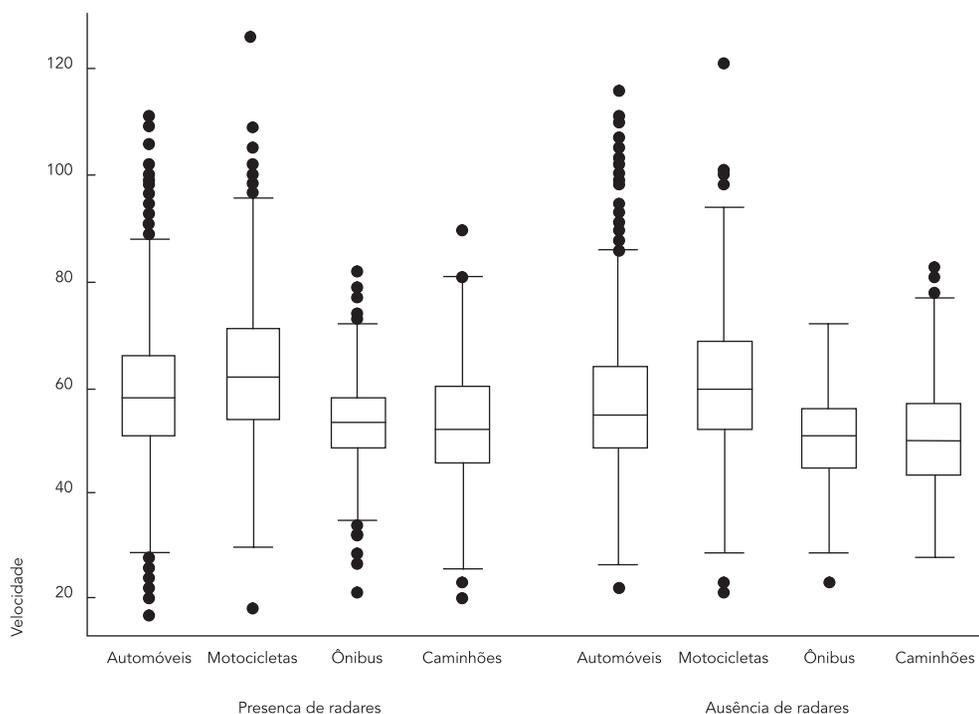


Tabela 2

Comparação entre os dados do Projeto Vida no Trânsito e Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte S/A (BHTRANS), ajustados pela frota de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 2012. Validade externa.

Variáveis	BHTRANS (no radar) [n = 34.627]	Projeto Vida no Trânsito (200m do radar) [n = 4.825]	Valor de p
Fluxo médio (veículos/minuto) * [n (±DP)]	23,9 (±18,0)	23,5 (±14,7)	0,134
Velocidade média (km/h) * [n (±DP)]	48,2 (±6,5)	57,9 (±11,8)	< 0,001 **
Tipo de veículo *** [n (%)]			0,597
Automóvel	28.861 (75,4)	3.557 (71,0)	
Motocicleta	3.067 (13,4)	703 (12,7)	
Ônibus/Caminhão	2.699 (11,2)	565 (16,3)	
Limite de velocidade *** [n (%)]			< 0,001 **
Dentro do limite de velocidade	34.581 (99,7)	2.985 (61,9)	
Até 20% acima do limite de velocidade	44 (0,2)	1.305 (27,1)	
Entre 20% e 50% acima do limite de velocidade	2 (0,1)	507 (10,5)	
Acima de 50% do limite de velocidade	0 (0,0)	28 (0,5)	

* Teste t de Student;

** Teste significativo a 5%;

*** Teste de qui-quadrado.

Foi verificado que nos segmentos precedidos pelos radares fixos não foi encontrada associação significativa de sexo com uso do celular ($p = 0,581$) entre condutores dentro do limite de velocidade; associação limítrofe foi observada para aqueles acima do limite ($p = 0,053$) (Tabela 3). Quando comparadas aos homens, as mulheres, apesar de utilizarem mais o cinto de segurança (88,89% vs. 71,80% $p < 0,05$), independentemente do limite de velocidade e da presença de radares fixos, foram observadas usando, em maior proporção, os celulares (5,02% vs. 3,00%, $p = 0,001$). Nos segmentos sem radares essas proporções foram significativamente maiores quando comparadas aos homens (6,47% vs. 2,71%, $p = 0,001$), independentemente do limite de velocidade (Tabela 3).

Discussão

No presente estudo, verificamos que 40,0% dos veículos observados em locais precedidos por radar e 33,6% nos locais sem radar ($p < 0,001$) excederam os limites legais. A velocidade média e a distribuição do limite de velocidade se mostraram significativamente associadas à distância do radar, ou seja, no local do radar fixo os veículos apresentavam menor velocidade média e maior proporção de veículos dentro do limite de veloci-

dade. Após 200m dos radares, foram observadas maior velocidade média e maior proporção de veículos acima do limite de velocidade (38,1%).

Radares de velocidade

Wilson et al.¹², corroborando diversos autores, afirmam que as intervenções destinadas a reduzir a velocidade do tráfego são consideradas essenciais para a prevenção de acidentes de trânsito terrestre. Dentre essas, podemos citar a implantação de radares de controle da velocidade. Em revisão sistemática realizada em 2013, os autores demonstram que o uso dos radares contribuem para a redução da velocidade média, a diminuição do porcentual de veículos transitando com excesso de velocidade e a redução da velocidade desenvolvida pelos motoristas. Porém, esses resultados encontrados não podem ser generalizados, uma vez que estudos disponíveis sobre o tema foram conduzidos em países de alta renda.

Um dos problemas associados à aplicação dos detectores eletrônicos de velocidade é a tendência de alguns motoristas em frear ao passar por radar e, em seguida, exceder o limite de velocidade quando estiver fora do alcance do mesmo.

Embora estudos demonstrem que o controle de velocidade por meio de radares seja eficaz na redução de acidentes de até 200m, nosso trabalho evidenciou que, a 200m, a adesão dos

Tabela 3

Comparação entre homens e mulheres condutores de veículos de acordo com o uso de celular, uso de cinto de segurança e presença de radar e excesso de velocidade. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 2012.

	Dentro do limite				Excesso de velocidade				Valor de p	
	Masculino		Feminino		Masculino		Acima do limite			Valor de p
	n	%	n	%	n	%	n	%		
Presença de radar										
Sim										
Uso de celular										
Sim	90	3,6	16	4,1	0,581	42	2,5	9	4,9	0,053
Não	2.425	96,4	370	95,9		1.655	97,5	174	95,1	
Uso de cinto										
Sim	1.556	70,8	323	87,8	< 0,001 *	974	73,3	159	89,8	< 0,001 *
Não	642	29,2	45	12,2		355	26,7	18	10,2	
Não										
Uso de celular										
Sim	36	2,7	11	6	0,015 *	18	2,7	7	7,3	0,019 *
Não	1.292	97,3	171	94		643	97,3	89	92,7	
Uso de cinto										
Sim	830	72,5	153	87,4	< 0,001 *	357	70,4	77	95,1	< 0,001 *
Não	315	27,5	22	12,6		150	29,6	4	4,9	

* Teste de qui-quadrado significativo a 5%.

condutores aos limites de velocidade estabelecidos foi de apenas 60%. Observamos, assim, o chamado efeito canguru, descrito como a desaceleração e aceleração abrupta antes e após os locais dos radares²⁴. Esse achado sugere que novas estratégias são necessárias para mitigar esse contraefeito associado a mudanças na cultura da prática de excesso de velocidade, para que se tenha um efeito positivo no comportamento dos motoristas em relação aos radares²⁵. Um método relativamente novo que tem o potencial para coibir o efeito citado é o controle de percurso de via ou de verificação de velocidade média. Ao contrário dos sistemas convencionais de velocidade automáticos que medem a velocidade de um veículo em um ponto, sistemas de controle de percurso medem as velocidades médias em mais de uma distância de pelo menos 500m a vários quilômetros²⁵. Fiscalização rigorosa e mais imprevisível, incluindo o uso de radares móveis, também são ações sugeridas pela literatura.

De fato, a diferença da velocidade média de quase 10km/h entre os pontos com radares fixos e a 200m destes sugerem não só o efeito de impacto da presença desta intervenção de engenharia urbana na redução da velocidade em sua

proximidade, mas também que seu efeito diminui na medida em que se distancia deste.

Características relacionadas à velocidade excessiva: sexo, tipo de veículo, uso do cinto de segurança e uso do celular

Verificamos neste estudo que o tipo de veículo com a maior média de velocidade e maior velocidade registrada (126km/h) foi a motocicleta. Segundo relatório da Organização Mundial da Saúde (OMS)⁹, os motociclistas fazem parte do grupo dos vulneráveis das vias públicas, correndo um alto risco de lesão grave ou fatal em caso de colisão. Quanto maior a velocidade desenvolvida pelo veículo, maior o risco de uma colisão e a probabilidade de ocorrência de lesões graves.

Algumas das características do padrão epidemiológico dos acidentes de transporte terrestre no Brasil e em Belo Horizonte têm sido o aumento dos acidentes por motocicletas, a sobremortalidade masculina e maior incidência na faixa etária dos adultos jovens, de 20 a 39 anos²⁶. Almeida et al.²⁷, em um estudo descritivo realizado para estimar os anos potenciais de vida perdidos (APVP) por acidentes de transporte no Estado de

Pernambuco, Brasil, demonstraram que o APVP global foi de 104,3 anos por 100.000 habitantes; os motociclistas apresentaram a maior taxa de APVP (TAPVP): 28,4 APVP por 100.000 habitantes; para todos os acidentes de transporte terrestre, o valor do indicador TAPVP foi sempre maior entre os homens (923,9 anos) quando comparado às mulheres (173,4 anos), e na faixa etária de 20 a 39 anos para todos os tipos de vítima.

Para testar a hipótese de que os preditores de comportamento para acidentes de transporte terrestre graves estão correlacionados com atitudes desfavoráveis para com a segurança do trânsito, Nabi et al.²⁸ realizaram estudo de coorte na França, com 13.447 participantes, utilizando questionários aplicados ao longo de 3 anos. O uso de celular foi observado como um importante determinante de acidentes de transporte terrestre graves, e indivíduos com elevada propensão para comportamentos de risco associados aos acidentes de transporte terrestre graves eram mais propensos a ter atitudes negativas em relação à segurança no trânsito.

No nosso trabalho, o uso do celular foi verificado em 3,3% das observações, sendo mais prevalente entre as mulheres. Esses resultados foram semelhantes aos do estudo conduzido em Barcelona (Espanha) em 2011, cuja prevalência do uso de telefone celular por motoristas foi de 3,8%, e a análise multivariada mostrou que o uso do celular foi maior entre mulheres²⁹. Já em um estudo realizado no México, que mediu a prevalência do uso de celular entre motoristas em três cidades e identificou fatores demográficos e ambientais associados, a prevalência geral foi de 10,78% (95%CI: 10,11-11,48) e não houve associação quanto ao sexo. Os fatores que apresentaram associação ao uso de celular foram viajar sozinho, em estradas principais (3-5 pistas) e condução durante a semana (segunda a sexta)³⁰.

Já Sabbour & Ibrahim³¹, em um estudo realizado com 450 estudantes de medicina utilizando questionário autoadministrado, com o objetivo de identificar o estilo e o comportamento de condução e sua associação com acidentes de transporte terrestre, verificaram que o excesso de velocidade, o não uso de cinto de segurança e o uso de celular durante a condução eram mais prevalentes entre os condutores do sexo masculino. O uso do celular durante a direção e a velocidade excessiva, dentre outros fatores, foram significativamente associados ao envolvimento dos alunos em acidentes de carro.

Contribuições e limitações do estudo

Como limitações deste estudo podemos citar alguns fatores relacionadas à coleta dos dados.

Destacam-se a dependência dos observadores na coleta de dados, impossibilitando estudos de confiabilidade; o período curto de observação – já que o trabalho foi realizado em duas semanas, não permitindo detectar possíveis variações sazonais e a ausência de informações sobre velocidade, coletadas com a mesma metodologia, antes da implantação dos radares na cidade.

Por outro lado, como contribuições, destacamos que de acordo com o nosso conhecimento, é a primeira vez no Brasil que é realizado um estudo do tipo *roadside* com delineamento amostral contemplando as variações diurnas do trânsito, que permitiu testar o efeito do radar 200m após, que introduziu no delineamento a possibilidade de verificar a validade interna pelos segmentos de comparação sem o efeito do radar e, principalmente, testou a validade externa, comparando o efeito da intervenção em seu ponto específico e a 200m após.

Destacamos também como pontos fortes deste estudo o cuidado tomado a fim de se evitarem possíveis vieses relacionados à coleta da informação com estabelecimento de um protocolo de coleta rigoroso com vistas a garantir a qualificação das informações coletadas; treinamento exaustivo da equipe de coleta de dados, além da alocação de dois observadores em cada local de avaliação.

Resumidamente, podemos afirmar que as contribuições superaram em muito os limites do estudo, que apresentou satisfatória validade interna e validade externa. O modelo proposto foi especialmente relevante dado a possibilidade de se avaliar o impacto de determinados processos de mudança social ou intervenções na comunidade, como por exemplo, novos programas, políticas ou legislação.

Conclusões

O presente trabalho traz contribuições originais e importantes ao demonstrar o comportamento dos motoristas em relação à velocidade desenvolvida nas vias urbanas em um contexto de país em desenvolvimento. Essas informações preenchem uma lacuna importante no conhecimento sobre a exposição da população para esse fator de risco no Brasil. Verificamos que a presença de radares, com grande impacto na velocidade em seus pontos exatos, não asseguram a adesão a normas de controle de velocidade de uma parcela significativa dos motoristas após 200m de distância dos dispositivos.

Esses resultados nos ajudam a entender que, a adesão ao cumprimento das normas referentes aos limites de velocidades e a mudança do com-

portamento individual e comunitário vão além de intervenções estruturais.

Motociclistas constituem o grupo que dirige com maiores velocidades, o que, além do risco inerente ao próprio veículo, potencializa a sua vulnerabilidade confirmando que a identificação de estratégias eficazes e sustentáveis relacionadas ao comportamento de condutores são necessárias para a melhoria do controle de velocidade em países em desenvolvimento³².

Estudos de monitoramento da velocidade em áreas urbanas visando à redução da ocorrência de acidentes de transporte terrestre avaliando o impacto dos radares devem ser repensados, considerando novas estratégias estruturais e tecnológicas. Destacamos, como possibilidades, a alternância de radares mudando seus pontos fixos periodicamente e o monitoramento da velocidade média de segmentos de vias, dentre outros. Entretanto, ademais de novas estratégias estru-

turais e tecnológicas, os estudos de avaliação devem incluir novas coletas para permitir análises de tendências temporais e outras metodologias de aferição que permitirão o melhor entendimento dos diferenciais nos comportamentos no trânsito.

Outra questão que se coloca para a viabilização de trabalhos desta natureza é a sintonia com as parcerias interinstitucionais, estabelecidas durante o desenvolvimento desta pesquisa, desde seu planejamento até a sua conclusão. Somente com uma colaboração estreita entre autoridades da segurança viária e setores da saúde é que foi possível viabilizar este estudo, com base em uma instituição acadêmica. Sugerimos que, dado a complexidade relacionada ao evento dos acidentes de trânsito, serão necessários esforços de todos os representantes da sociedade no enfrentamento deste importante problema de saúde pública.

Resumen

Este estudio observacional fue realizado para estimar la prevalencia de los conductores que no respetan el límite de velocidad en vías urbanas y estudiar los factores relacionados con este comportamiento. La muestra consistió en 8.565 vehículos circulando en zonas con y sin radares fijos en funcionamiento. Se encontró que 40% de los vehículos a 200 metros más allá del radar estacionario y 33,6% de los observados en las zonas sin radar exceden los límites legales ($p < 0,001$). Las motos registran una velocidad máxima más elevada (126km/h). Los hombres fueron mayoría (87,6%), el uso de celular mientras se conduce representó un 3.3% de

todas las observaciones y el 74,6% de los conductores estaban usando cinturones de seguridad entre los automobilistas. En sitios donde no había presencia de radar estacionario, se observó una mayor proporción de mujeres que usan el teléfono y el cinturón de seguridad ($p < 0,05$ para ambas comparaciones), independientemente de los límites de velocidad. Se sugiere que la adherencia a las normas referidas a velocidades máximas va más allá de las intervenciones estructurales.

Accidentes de Tránsito; Prevención de Accidentes; Medición de Velocidades; Salud Urbana

Colaboradores

D. F. Oliveira, A. A. L. Friche, D. A. S. Costa, S. A. Mingoti, W. T. Caiaffa, M. R. Costa, A. C. S. Andrade, A. P. Fernandes, L. O. Faria, P. Sripad e J. C. Lunnen contribuíram com o delineamento do estudo, análise dos dados, redação do trabalho, revisão crítica e aprovação do manuscrito final.

Outros membros do Projeto OSUBH-VIDA NO TRÂNSITO

Michelle Ralil da Costa, Amanda Cristina de Souza Andrade, Amanda Paula Fernandes, Leandro Oliveira Faria (Observatório de Saúde Urbana de Belo Horizonte, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil); Pooja Sripad, Jeffrey C. Lunnen (Johns Hopkins International Injury Research Unit, Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health, Baltimore, Estados Unidos).

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer aos membros do Observatório de Saúde Urbana de Belo Horizonte (OSUBH), da BHTRANS e da Polícia Militar de Minas Gerais por seu apoio durante a coleta de dados. Eles também reconhecem o apoio da Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte. O Projeto OSUBH-VIDA NO TRÂNSITO foi financiado pelo Ministério da Saúde por meio da Organização Pan-Americana da Saúde. Esta publicação foi apoiada por um acordo da Universidade Johns Hopkins, da Escola Bloomberg de Saúde Pública com fundos fornecidos por uma concessão da Bloomberg Family Foundation. O conteúdo desta publicação é de exclusiva responsabilidade dos autores e não necessariamente representa a visão oficial da família Bloomberg, da Fundação ou da Universidade Johns Hopkins. W. T. Caiaffa é recipiente de Bolsa de Produtividade CNPq.

Referências

1. Murray CJL, Lopez AD. Alternative projections of mortality and disability by cause 1990-2020: global burden of disease study. *Lancet* 1997; 349:1498-504.
2. Bacchieri G, Barros AJD. Acidentes de trânsito no Brasil de 1998 a 2010: muitas mudanças e poucos resultados. *Rev Saúde Pública* 2011; 45:949-63.
3. Moraes Neto OL, Montenegro MMS, Monteiro RA, Siqueira Júnior JB, Silva MMA, Lima CM, et al. Mortalidade por acidentes de transporte terrestre no Brasil na última década: tendência e aglomerados de risco. *Ciênc Saúde Coletiva* 2012; 17:2223-36.
4. Ministério da Saúde. Política nacional de redução da morbimortalidade por acidentes e violências. Brasília: Ministério da Saúde; 2001.
5. Mascarenhas MDM, Silva MMA, Malta DC, Moura L, Macário EM, Gawryszewski VP, et al. Perfil epidemiológico dos atendimentos de emergência por violências no sistema de serviços sentinela de vigilância de violências e acidentes (VIVA). *Epidemiol Serv Saúde* 2009; 18:17-28.
6. Chandran A, Sousa TRV, Guo Y, Bishai D, Pechansky F; The Vida no Trânsito Evaluation Team. Road traffic deaths in Brazil: rising trends in pedestrian and motorcycle occupant deaths traffic. *Inj Prev* 2012; 13:11-6.
7. Silva MMA, Moraes Neto OLM, Lima CM, Malta DC, Silva Jr. JB; Grupo Técnico de Parceiros do Projeto Vida no Trânsito. Projeto Vida no Trânsito – 2010 a 2012: uma contribuição para a Década de Ações para a Segurança no Trânsito 2011-2020 no Brasil. *Epidemiol Serv Saúde* 2013; 22:531-6.
8. Organisation for Economic Co-operation and Development/ECMT Transport Research Centre. Speed management report. Paris: OECD Publishing; 2006.
9. Global Road Safety Partnership. Speed management: a road safety manual for decision-makers and practitioners. Geneva: Global Road Safety Partnership; 2008.
10. Brasil. Lei nº 10.830, de 23 de dezembro de 2003. *Diário Oficial da União* 2003; 24 dez.
11. Conselho Nacional de Trânsito. Resolução nº 396 de 13 de dezembro de 2011. Dispõe sobre requisitos técnicos mínimos para a fiscalização da velocidade de veículos automotores, reboques e semirreboques, conforme o Código de Trânsito Brasileiro. *Diário Oficial da União* 2011; 22 dez.
12. Wilson C, Willis C, Hendrikz JK, Le Brocque R, Bellamy N. Speed cameras for the prevention of road traffic injuries and deaths. *Cochrane Database Syst Rev* 2010;(10):CD004607.
13. Runyan CW. Introduction: back to the future – revisiting Haddon's conceptualization of injury epidemiology and prevention. *Epidemiol Rev* 2003; 25:60-4.
14. Caiaffa WT, Ferreira FR, Ferreira AD, Oliveira CL, Camargos VP, Proietti FA. Saúde urbana: "a cidade é uma estranha senhora, que hoje sorri e amanhã te devora". *Ciênc Saúde Coletiva* 2008; 13:1785-96.
15. Haddon Jr. WA. A logical framework for categorizing highway safety phenomena and activity. *J Trauma* 1972; 12:193-207.

16. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Resolução nº 6, de 3 de novembro de 2010. Diário Oficial da União 2010; 4 nov.
17. Departamento Nacional de Trânsito, Ministério das Cidades. Frota de veículos. Brasília: Departamento Nacional de Trânsito, Ministério das Cidades; 2013.
18. Gerência de Apoio Operacional, Diretoria de Ação Regional e Operação, Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte S.A. Estudos técnicos: equipamentos medidores de velocidade (de acordo com a Resolução nº 396/11 do CONTRAN). Belo Horizonte: Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte S.A.; 2012.
19. Hair JF. Análise multivariada de dados. 6ª Ed. Porto Alegre: Bookman; 2009.
20. Bolfarine H, Bussab W. Elementos de amostragem. São Paulo: E. Blucher; 2005.
21. Proietti FA, Oliveira CL, Ferreira FR, Ferreira AD, Caiáffa WT. Unidade de contexto e observação social sistemática em saúde: conceitos e métodos. *Physis (Rio J.)* 2008; 18:469-82.
22. Brasil. Código de trânsito brasileiro. 4ª Ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara; 2010. (Série Legislação, 26).
23. Departamento Nacional de Trânsito. Manual de procedimentos para o tratamento de pólos geradores de tráfego. Brasília: Departamento Nacional de Trânsito/Fundação Getúlio Vargas; 2001.
24. Li H, Graham DJ, Majundar A. The impacts of speed cameras on road accidents: application of propensity score matching methods. *Accid Anal Prev* 2013; 60:148-57.
25. Goldenbeld C, van Schagen I. The effects of speed enforcement with mobile radar on speed and accidents: an evaluation study on rural roads in the Dutch province Friesland. *Accid Anal Prev* 2005; 37:1135-44.
26. Departamento de Análise de Situação de Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Ministério da Saúde. Viva: Vigilância de Violências e Acidentes, 2008 e 2009. Brasília: Ministério da Saúde; 2010.
27. Almeida APB, Lima MLC, Oliveira Junior FJM, Abath MB, Lima MLLT. Anos potenciais de vida perdidos por acidentes de transporte no Estado de Pernambuco, Brasil, em 2007. *Epidemiol Serv Saúde* 2013; 22:235-42.
28. Nabi H, Rachid Salmi L, Lafont S, Chiron M, Zins M, Lagarde E. Attitudes associated with behavioral predictors of serious road traffic crashes: results from the GAZEL cohort. *Inj Prev* 2007; 13:26-31.
29. Martínez Sánchez JM, Curto A, Fu M, Martínez C, Sureda X, Ballbè M, et al. Safety belt and mobile phone usage in vehicles in Barcelona (Spain). *Gac Sanit* 2014; 28:305-8.
30. Vera-López JD, Pérez-Núñez R, Hjar M, Hidalgo-Solórzano E, Lunnen JC, Chandran A, et al. Distracted driving: mobile phone use while driving in three Mexican cities. *Inj Prev* 2013; 19:276-9.
31. Sabbour SM, Ibrahim JM. Driving behavior, driver style and road traffic accidents among young medical group. *Inj Prev* 2010; 16:A33.
32. Paixão LMMM, Gontijo ED, Mingoti SA, Costa DAS, Friche AAL, Caiáffa WT. Urban road traffic deaths: data linkage and identification of high-risk population sub-groups. *Cad Saúde Pública* 2015; 31 Suppl:S92-106.

Recebido em 02/Jul/2014

Versão final reapresentada em 20/Out/2014

Aprovado em 07/Nov/2014