

ANÁLISE DA CORRELAÇÃO ENTRE VOLUME DE TRÁFEGO E A VELOCIDADE MÉDIA DE UMA VIA ARTERIAL CONSIDERANDO OS IMPACTOS DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO

Caio Henrique de Oliveira Lobo Cordeiro

Empresa de Transporte e Trânsito de Belo Horizonte

Gabriela Pereira Faustino

Pedro Henrique de Oliveira Cardoso

Departamento de Engenharia de Transportes

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

RESUMO

Nas últimas décadas houve um aumento no número de veículos nos corredores de tráfego e, conseqüentemente elevadas taxas de acidentes de trânsito, congestionamentos, entre outros. Considerando as diversas características urbanas que causam interrupção de fluxo, optou-se por analisar a correlação entre volume e velocidade média pontual, além dos impactos dos acidentes na velocidade. O estudo foi realizado na Avenida Cristiano Machado, Belo Horizonte/MG, importante via arterial da cidade. Para a análise utilizou-se dados de contagem classificada de veículos, velocidade média de tráfego, acidentes de trânsito e a localização de interseções semaforizadas. Utilizou-se recursos de geoprocessamento juntamente dos coeficientes de correlação de Spearman e Pearson para realizar as análises e discussões. Os resultados mostram que existe uma forte correlação negativa entre a velocidade média e o volume de tráfego. Um outro achado, comprova a premissa de que, maioria dos acidentes causam impactos direto na redução da velocidade pontual estudada.

1. INTRODUÇÃO

O ambiente urbano possui diversas características que podem causar interrupção no fluxo de tráfego, tais como, semáforos, veículos parados ou estacionados, dentre outros. Este fluxo pode ser ininterrupto e interrompido (HCM, 2000). Apesar de diversas intervenções nos grandes sistemas viários, a densidade viária ainda tem sido um obstáculo, devido aos grandes fluxos veiculares em pequenas extensões da via que podem acabar ultrapassando a sua capacidade.

A análise dos impactos de interrupção do fluxo tem sido realizada considerando as características do tráfego e um dos fatores que pode causar esta interrupção são os acidentes de trânsito (Zheng, 2012). Nas últimas décadas houve um aumento no número de veículos nos corredores e, conseqüentemente, manutenção das altas taxas acidentes de trânsito, na quantidade de congestionamentos e no fluxo de tráfego. A velocidade média e o volume de tráfego de uma via podem sofrer variância em decorrência dos acidentes de trânsito (HCM, 2000; Zheng, 2012; IPEA, 2015; OPAS, 2018).

Muito além dos impactos econômicos e sociais, os acidentes causam interferências intangíveis no tráfego (HCM, 2000; IPEA, 2015; OPAS, 2018). Dentre estes prejuízos observa-se atrasos nos quadros de horário de linhas de transporte coletivo, impactos nos serviços de urgência e emergência de saúde/segurança, deslocamento de viaturas de segurança pública, aumento da poluição, estresse e desgaste psicológico aos usuários do ambiente urbano, seja pedestre ou condutor (Vasconcellos, 2008; 2013).

A fim de mensurar os impactos causados pelos acidentes de trânsito na fluidez e na densidade da via, determinou-se como objetivo deste estudo verificar: (p1) a correlação entre o volume de tráfego e a velocidade média pontual; (p2) os impactos causados pelos acidentes na velocidade média pontual. Como parte de um estudo maior, será apresentado dados de um estudo piloto realizado em uma via arterial da cidade de Belo Horizonte/MG. Serão utilizados dados de equipamentos controladores eletrônicos de velocidade (CEV) instalados na Av. Cristiano

Machado, além da base de acidentes de trânsito do município do ano de 2017. As hipóteses do estudo são: (h1) os volumes de tráfego impactam na redução da velocidade; (h2) acidentes de trânsito causam redução na velocidade.

Para apresentar os resultados que verificam estas hipóteses, este trabalho está estruturado em cinco seções. Após esta breve seção introdutória, a seção 2 apresenta o panorama da literatura sobre acidentes, fluxo e capacidade viária no intuito de apresentar as relações existentes entre eles. A seção 3 apresenta os aspectos metodológicos propostos nesta pesquisa e a seção 4 apresenta os resultados e discussões. A seção 5 apresenta a conclusão do estudo.

2. ACIDENTES DE TRÂNSITO E SUA RELAÇÃO COM O TRÁFEGO

Neste estudo serão utilizados dados de fluxo e capacidade viária, a fim de identificar as características dos pontos estudados. Os conceitos abordados nesta seção foram extraídos da literatura com o intento de homogeneizar o que se entende por capacidade e fluxo.

A capacidade é a maior quantidade de veículos que poderá percorrer um ponto ou segmento de pista/via durante um período predeterminado de tempo antes que sua insuficiência máxima ocorra (Andrade e Setti, 2000; HCM, 2000; DNIT, 2006). A capacidade pode ser apresentada em veículos por hora e orienta o planejamento, além de promover a otimização do espaço urbano (HCM, 2000).

De acordo com HCM (2000) o fluxo pode ser caracterizado em duas categorias: (i) ininterrupto; e (ii) interrompido. O fluxo ininterrupto não apresenta elementos fixos, tais como semáforos. O fluxo interrompido possui pontos de acesso controlados ou não que podem causar interrupção temporária do tráfego. A interrupção pode ser causada por semáforos, sinal de parada, estrangulamento viário em decorrência de acidente de trânsito. O fluxo pode ser apresentado em intervalos $\frac{1}{4}$ de hora (15 min). Todavia, a base de dados obtida para realização deste possui apenas intervalos de 1 hora.

Estudos têm sido realizados com o intento de analisar os impactos dos acidentes de trânsito no fluxo da via, considerando as características de tráfego com probabilidades de acidentes, a exemplo de Zheng *et al.* (2012), onde utilizou-se dados da oscilação de tráfego com probabilidade de ocorrência de acidentes. Zheng *et al.* (2012) utiliza uma metodologia que faz análise dinâmica do tráfego e acidentes ocorridos onde houve implicação nas condições de fluxo onde pôde ser mensurada a variância da velocidade. Em situações onde houveram acidentes é possível verificar sua influência nas características de tráfego (HCM, 2000; Zheng, 2012).

2.1. Distância de abrangência da fiscalização eletrônica

O estudo de Christie *et al.* (2004) teve como objetivo identificar qual a extensão de abrangência dos equipamentos de fiscalização eletrônica proporciona maior eficiência na redução de acidentes de trânsito com vítimas em rodovias de South Wales/Reino Unido. A fiscalização eletrônica pode reduzir até 50% dos acidentes em uma abrangência máxima de 500 metros. Estes 500 metros identificados por Christie *et al.* (2004) também foram encontrados por Mountain *et al.* (2004) e são confirmados. Em uma análise detalhada e exploratória, Li *et al.* (2013) estudaram acidentes graves e fatais ocorridos nas distâncias de 200 metros, 500 metros e 1.000 metros após a fiscalização eletrônica, e os resultados mais expressivos sustentam as afirmativas de Christie *et al.* (2004) e Mountain *et al.* (2004) em que a maior eficiência abrange

cerca de 500 metros após o equipamento de fiscalização.

O estudo de Teodoro *et al.* (2014), realizado em vias urbanas de Belo Horizonte/MG, identificou veículos transitando com velocidades de até 75 km/h na extensão de 200 a 1.000 metros após locais com fiscalização eletrônica de velocidade. Oliveira *et al.* (2015) realizaram um estudo em 48 pontos de vias urbanas da cidade de Belo Horizonte/MG. Foram coletadas velocidades de 8.565 veículos. A coleta foi realizada em locais onde existia fiscalização eletrônica de velocidade, e considerou-se 200 metros após a fiscalização. Os resultados do estudo de Teodoro *et al.* (2014) e Oliveira *et al.* (2015) indicam aumentos significativos de velocidade após a fiscalização eletrônica, além dos consequentes excessos à velocidade regulamentada nos trechos pesquisados. Portanto, é possível afirmar que, considerando o aumento e o consequente excesso de velocidade, a capacidade viária possui infraestrutura adequada para que a retomada da velocidade ocorresse após os equipamentos estudados.

Um outro cenário foi abordado por Micheletto e Bornsztein (2018) que, ao analisar a eficiência da fiscalização eletrônica no município de São Paulo/SP, identificaram uma abrangência eficiente dos equipamentos em distâncias de 300 metros antes e após o seu local. A variação da velocidade causada nos veículos em locais onde existe fiscalização eletrônica é nomeada na literatura por ‘efeito canguru’, isto é, a quebra ou redução considerável da velocidade pontual (Elvik, 1997). Portanto, é possível concluir uma boa eficiência destes equipamentos numa extensão entre 300 e 500 metros (antes ou depois).

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Para a análise das interrupções no tráfego causadas pelos acidentes de trânsito foi desenvolvida uma metodologia própria para levantamento e cruzamento dos dados. A metodologia proposta visa responder as seguintes perguntas de pesquisa: (i) existe correlação entre volume de veículos e a velocidade média de um ponto em uma via? (ii) acidentes de trânsito reduzem a velocidade média pontual de uma via? Esta metodologia foi desenvolvida para responder as questões de pesquisa acima, estruturando-se no referencial teórico fundamentado, principalmente, em Elvik (1997), HCM (2000), Christie *et al.* (2004) e Mountain *et al.* (2004), Li *et al.* (2013) entre outros autores explorados na seção 2.

O estudo em questão foi realizado na Av. Cristiano Machado, um dos mais importantes corredores de tráfego do município de Belo Horizonte/MG. A avenida possui classificação arterial com aproximadamente 12 quilômetros de extensão, dotada de pista exclusiva destinada ao transporte coletivo por ônibus (BRT/MOVE), com a existência de viadutos, alças de acessos, semáforos e equipamentos de fiscalização eletrônica. Este corredor concentra grande volume de tráfego da cidade por realizar a ligação ao vetor norte da capital ao vetor centro/sul e isto inclui veículos de todos os portes, além disto, avenida possui os maiores quantitativos de acidentes de trânsito da cidade de Belo Horizonte/MG (BHTRANS, 2019a).

3.1. Levantamento de informações

Os dados de contagem classificada de veículos (CCV) e velocidade média pontual foram obtidos através dos equipamentos Controladores Eletrônicos de Velocidade (CEV) instalados nas vias de Belo Horizonte/MG. Estes dados foram obtidos junto a Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte S/A – BHTRANS (2017a). Os dados foram fornecidos separados por CEV (endereço do equipamento de fiscalização) e dados estratificados de CCV. Os dados de velocidade média e CCV puderam ser agrupados por hora e segregados por faixa de trânsito.

Os dados de acidentes também foram obtidos junto a BHTRANS (2019a). A base de acidentes de trânsito é abastecida diariamente pelos dados do Registro de Eventos de Defesa Social (REDS), popularmente conhecido com Boletim de Ocorrência (BO). Os acidentes possuem informações de localização, número do logradouro e informações dos envolvidos, data e hora da ocorrência, entre outras informações. Foram utilizados apenas acidentes com vítimas (fatais ou não). Esta base de dados de acidentes conta com 12.244 acidentes e 16.011 vítimas, referente ao ano de 2017. Além das bases citadas anteriormente, utilizou-se a base de dados semaforicos obtida junto a BHTRANS (2019b). Esta base possui o endereço de todos os semáforos instalados no município de Belo Horizonte/MG. As coordenadas dos semáforos foram calculadas no software Quatum Gis 3.6.3 (QGIS)

3.2. Preparação das bases, cruzamento e análise das informações

Em função da grande quantidade de dados disponíveis para análise e cruzamento, optou-se por estudar uma via arterial de grande relevância na cidade de Belo Horizonte/MG. Maiores detalhes desta via serão abordados na seção 4 (Resultados e Discussões). Portanto, foi necessário consolidar as bases de forma que fosse possível realizar a extração dos dados necessários para aplicação da metodologia. Todas as informações foram preparadas de forma que fosse possível realizar a projeção geográfica no software de geoprocessamento QGIS 3.6.3. Após a preparação das três bases descritas anteriormente, os dados foram projetados no QGIS 3.6.3 utilizando-se o sistema geográfico SIRGAS 2000.

Para diminuir os impactos das limitações causadas por interrupções diversas na via utilizou-se a função *buffer* do software de análise espacial no QGIS 3.6.3, que gera a ampliação da área de influência de um objeto. Neste caso, ampliou-se o raio de 300 metros (distância euclidiana) dos CEV. Esta função proporciona um viés de abranger maior longitude territorial em vias com traçado sinuoso. Na projeção geográfica e na aplicação da função *buffer* foram observados cuidadosamente o sentido de direção da via na qual ocorreu o acidente. Isto para que o cruzamento entre acidente, CCV e velocidade fosse o mais coerente possível de forma a obter informações assertivas.

Durante a aplicação desta metodologia, verificou-se uma outra interrupção na via que poderia causar divergências nos dados, como por exemplo, a existência de interseções ou segmentos de via com semáforos dentro do *buffer* definido. Desta forma, os dados de acidentes, CCV e velocidade foram filtrados utilizando *buffer* ou semáforos, o que gerar menor parâmetro. Ressalta-se a não utilização de dados de tráfego e acidentes ocorridos em pista exclusiva destinada ao trânsito de ônibus de transporte coletivo em decorrência do fluxo majoritário destes veículos.

Outro aspecto importante a ser mencionado é com relação aos acidentes que ocorreram em vias marginais à selecionada. Por se tratar de um *buffer* circular, alguns acidentes e CEV foram selecionados com esta funcionalidade do software. Todavia, estes acidentes foram suprimidos deste estudo. Cabe mencionar que a coleta dos dados de volume e velocidade consideraram 2 horas antes e 2 horas depois do fato registrado.

Na Figura 1 apresentam-se as principais etapas desta metodologia. Primeiramente foram agregadas informações aos dados de acidentes e em seguida foi realizada a coleta de dados, e finalmente a aplicação dos coeficientes de Pearson e Spearman.

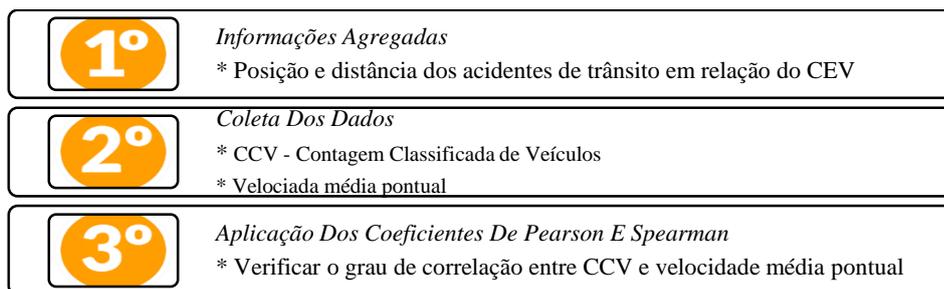


Figura 1: Etapas de realização da verificação de correlação.

Os dados desagregados mencionados acima visam identificar comportamentos distintos com base no local de registro do acidente e de coleta dos dados de tráfego.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O coeficiente de correlação de Pearson (r) e o de Spearman (ρ) foi calculado utilizando-se dados anuais das duas amostras: (i) contagem classificada de veículos; e (ii) velocidade média dos veículos (Figura 2). Verificou-se o coeficiente de $r = -0,943$ e $\rho = -0,864$ ($p < 0,05$).

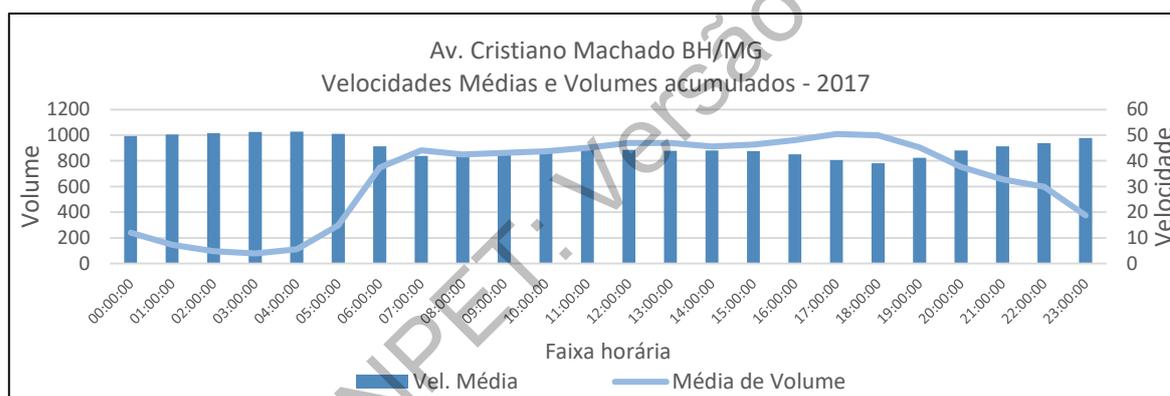


Figura 2: Volume médio (CCV) e velocidade média no ano de 2017 na Av. Cristiano Machado

Os estudos de Cohen (1988), Dancy e Reidy (2006), Figueiredo Filho e Silva Jr. (2009) afirmam que valores muito próximos a 1,0, ou -1,0, representam correlação muito forte, sendo ela positiva ou negativa. Desta forma é possível afirmar que existe forte correlação negativa para ambos os testes, isto confirme a hipótese (h_1) e respondendo à pergunta de pesquisa (p_1).

Estes resultados consideram a inferência ou não de eventos externos (acidentes, obras, veículos imobilizados etc.), causando efeito direto na redução da velocidade média da via, guardados casos de interrupção completa do fluxo. Esta verificação soma-se ao arcabouço teórico desenvolvido pela comunidade acadêmica apresentado na seção 2 deste artigo, pois, além de ser um resultado relevante de pesquisa, Belo Horizonte/MG não possui estudo similar. Diversas cidades apresentam características de tráfego diferentes, bem como procedimentos e convenções de operação e planejamento distintas que podem oferecer resultados dispares.

As curvas de tendência dos gráficos na Figura 3 e na Figura 4 permitiram verificar um coeficiente de determinação $R^2 = 0,889$ (Pearson) e $R^2 = 0,747$ (Spearman), portanto a variância explicada é de 88,9% utilizando os dados de correlação de Pearson (Stevenson, 1981).

Utilizando os dados preparados para aplicação do coeficiente de Spearman encontrou-se um $R^2 = 0,747$. Ambos resultados permitem validar as afirmativas feitas anteriormente com os resultados das correlações de Pearson e Spearman. Ou seja, os resultados têm boa representatividade e indicam que a concentração de maiores velocidades está correlacionada aos menores volumes de tráfego.

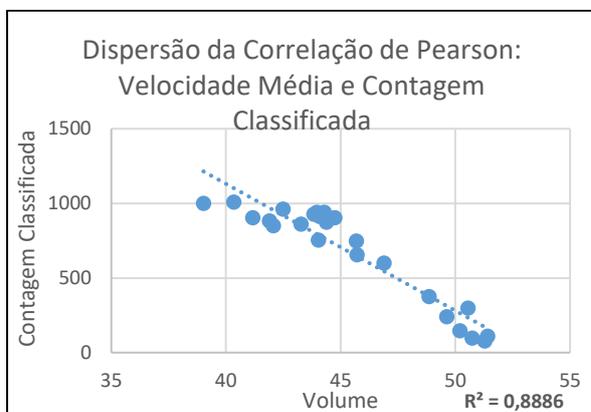


Figura 3: Dispersão do coeficiente de correlação de Pearson da velocidade média e volume (CCV).

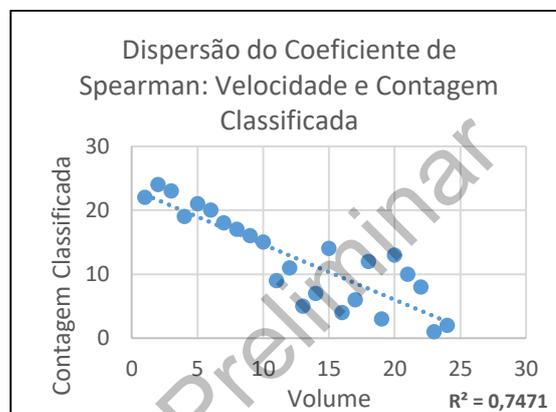


Figura 4: Dispersão do coeficiente de Spearman da velocidade média e volume (CCV).

As correlações verificadas anteriormente permitem que façamos a análise dos impactos dos acidentes de trânsito no volume de tráfego e na velocidade média dos veículos. Os dados estatísticos coletados junto a BHTRANS (2019a) indicam que ocorreram 12.244 acidentes no ano de 2017 em todo o território do município. A maioria dos acidentes ocorreu no pico da tarde, entre 17 e 19 horas (14,5%) e em dias úteis (75,3%). Ou seja, nos dias em que existe maiores volumes de tráfego (BHTRANS, 2017a). No que tange o foco do estudo, foram registrados 631 acidentes de trânsito na av. Cristiano Machado, distribuídos em todo seu trecho.

Em 2017 haviam 40 CEV instalados em Belo Horizonte elegíveis para aplicação do *buffer* mencionado na metodologia (BHTRANS, 2017a). No que tange a avenida em estudo foram selecionados 9 CEV. Aplicou-se *buffer* de 300 metros dos pontos onde os CEV operavam. Após isto, plotou-se todos os semáforos existentes, descartando os que não estavam na abrangência de 300 metros dos CEV. Por fim, extraiu-se apenas os acidentes que estavam entre os semáforos ou os limites do *buffer*, o que for menor, resultando finalmente em 217 acidentes. Apresenta-se a seguir a Figura 5 exemplificando o estrato de todos os dados utilizados no estudo.

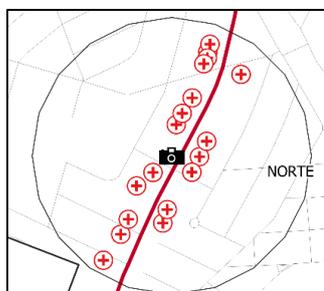


Figura 5: Exemplo de plotagem dos acidentes de trânsito (cruz com círculo), CEV (máquina de fotografia) com buffer de 300m.

Uma avaliação estratificada dos 217 acidentes indica a ocorrência de 64,5% após locais de funcionamento dos CEV e 35,5% antes destes equipamentos. Isto mostra que a maioria dos

CEV instalados podem capturar dados de CCV e velocidade média dos locais, havendo possibilidade de identificar perturbações e interferências no tráfego. O desvio padrão das distâncias dos acidentes em relação aos CEV foi de 69,9 metros, ou seja, a maioria dos acidentes em estudo (56,2%) ocorreu até 70 metros antes ou após o radar.

Foram verificados acidentes que causaram redução de até 77,1% da velocidade média de um ponto no intervalo de uma hora. Dados estratificados indicam que acidentes do tipo 'abalroamento' foram os que causaram redução da velocidade média em 31% dos locais. Estes dados respondem a pesquisa de pergunta (p2) e fornece informações que permitem acreditar que a hipótese (h2) é verdadeira.

Por fim, cabe ressaltar que a gravidade do acidente de trânsito soma-se aos fatores que impactam na velocidade média da via. Outro aspecto importante é que este trabalho pode conter o viés de ter havido alguma interferência na via, a exemplo de obras, que não foi possível de identificar maiores informações para expurgar dados da amostra.

5. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Procurou-se neste trabalho identificar a relação entre fluxo e velocidade média por meio de dados coletados dos controladores eletrônicos de velocidade instalados na Av. Cristiano Machado, em Belo Horizonte/MG. Esta via foi utilizada em função da sua grande importância no tráfego da cidade.

Os resultados indicaram forte correlação negativa entre contagem classificada de veículos (volume) e velocidade média com $r = -0,943$ e $\rho = -0,864$ ($p < 0,05$). Estes achados respondem à pergunta de pesquisa (p1) e confirmam a hipótese (h1) considerando a interferência ou não de fatores externos tais como acidentes, obras, veículos parados na via, causando algum efeito na redução da velocidade média viária bem como gargalos.

Os acidentes estudados causaram uma redução de até 77,1% da velocidade média de um ponto no intervalo de uma hora. Majoritariamente, os acidentes que causaram impactos representativos na velocidade (31% de redução) eram do tipo 'abalroamento'. Estes resultados contribuem para responder a pesquisa de pergunta (p2) e fornece informações que permitem acreditar que a hipótese (h2) é verdadeira. Deve-se considerar que a gravidade do acidente de trânsito poderá influenciar no impacto que será causado na velocidade média da via.

Este trabalho permitiu demonstrar, além dos resultados mencionados, a importância da utilização e desagregação de dados coletados pelos equipamentos de fiscalização eletrônica. Por ser se tratar de um estudo inicial não foi possível explorar com profundidade os detalhes dos acidentes e o impacto individual na velocidade por trecho.

Os dados deste trabalho são parte dos recursos eletrônicos de fiscalização, presentes nas cidades que possuem tal tecnologia, e, portanto, disponível para o uso. Trabalhos similares devem ser realizados a fim de incluir outras variáveis e melhorar o método utilizado. Acredita-se que uma análise ainda mais desagregada dos indicadores e dos pontos, deve ser realizada a fim de obter resultados mais assertivos. Além disso, propõe-se a avaliação da duração média dos efeitos dos acidentes na velocidade.

Agradecimentos

Os autores agradecem à BHTRANS pela disponibilização dos dados e suporte à pesquisa, e ao CEFET-MG

estrutura para o desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, G. R., Setti, J. R. (2003) Capacidade E Relação Fluxo-Velocidade Em Autoestradas E Rodovias De Pista Dupla Paulistas Anais do XXVI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET, Joinville – SC
- BELO HORIZONTE. Secretaria Municipal de Serviços Urbanos. Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte (BHTRANS). *Dados de fiscalização eletrônica no município de Belo Horizonte – Ano 2017*. 2017a. Belo Horizonte, Minas Gerais.
- BELO HORIZONTE. Secretaria Municipal de Serviços Urbanos. Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte (BHTRANS). *Listagem de semáforos no município de Belo Horizonte – Ano 2017*. 2017b. Belo Horizonte, Minas Gerais.
- BELO HORIZONTE. Secretaria Municipal de Serviços Urbanos. Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte (BHTRANS). *Sistema de Informações de Acidentes de Trânsito com vítimas no município de Belo Horizonte – Ano 2017 (BH10)*. 2019a. Belo Horizonte, Minas Gerais.
- BELO HORIZONTE. Secretaria Municipal de Serviços Urbanos. Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte (BHTRANS). *Listagem de semáforos instalados no município de Belo Horizonte/MG*. 2019b. Belo Horizonte, Minas Gerais.
- BRASIL. Instituto de pesquisa econômica aplicada (IPEA). *Acidentes de trânsito nas rodovias federais brasileiras caracterização, tendências e custos para a sociedade*. Brasília: Ipea, 2015
- Cohen, J. (1988) *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Erlbaum, Hillsdale.
- M Christie, S & Lyons, Ronan & Dunstan, Frank & Jones, Sarah. (2004). Are mobile speed cameras effective? A controlled before and after study. *Injury prevention : journal of the International Society for Child and Adolescent Injury Prevention*. 9. 302-6. 10.1136/ip.9.4.302.
- Elvik, R. (1997) Effects of Accidents on Automatic Speed Enforcement in Norway. In: *Transportation Research Record 1595*, Transportation. Washington, D. C.
- DNIT (2006) Manual de Estudos de Tráfego: Publicação IPR - 723. Rio de Janeiro, 384 p.
- Dancey, C. e Reidy, J (2006) *Estatística sem matemática para Psicologia: Usando SPSS para Windows*. Artmed, Porto Alegre.
- Figueiredo Filho, D. B. e Silva Jr., J. A. (2009) Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). *Revista Política Hoje*, v. 18, n. 1, p. 115-146.
- Li, H., Graham, D. J., Majumdar, A. (2013). *The impacts of speed cameras on road accidents: An application of propensity score matching methods*. *Accident; analysis and prevention*. 60C. 148-157. 10.1016/j.aap.2013.08.003.
- Micheletto, T. M. G. P., Bornsstein, L. L. (2018) *Eficiência da Fiscalização Eletrônica no Município de São Paulo: Companhia de Engenharia de Tráfego*, 2018 - (Boletim Técnico CET 60).
- Mountain, L.J., Hirst, W.M. e Maher, M.J. (2004) *Costing lives or saving lives: a detailed*.
- Oliveira, D. F., Friche, A. A. L., Costa, D. A. S., Mingoti, S. A. e Caiaffa, W. T. (2015) *Os radares fixos modificam o comportamento relacionado à velocidade excessiva dos condutores em áreas urbanas?*. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 31, supl. 1, p. 208-218, Nov. 2015. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2015001300208&lng=en&nrm=iso> Acesso em 25 June 2019 Organização Pan-Americana da Saúde. *Trânsito: um olhar da saúde para o tema*. Brasília: OPAS; 2018
- Stevenson, W. J. (1981) *Estatística aplicada à administração*. Harper & Row do Brasil, São Paulo.
- Teodoro, A. G., Souza, F. S., Aleixo., L. G. A., Oliveira, J. M. S. e Padilha, R. P. L. (2014) O comportamento do condutor quanto à velocidade veicular em vias com radar: o caso de Belo Horizonte. XXVIII ANPET - Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2014, Joinville. Anais eletrônicos do congresso. Curitiba: ANPET, 2014.
- TRB (2000) Highway Capacity Manual 2000 (HCM). Transportation Research Board, Washington, D.C
- Vasconcellos, E. A. (2008) O custo social da motocicleta no Brasil. *Revista dos Transportes Públicos – ANTP*, n. 119/20. Disponível em: <http://files-server.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/01/10/C83C131C-AE1C-4DE1-B292-42A28DEA9C8A.pdf>. Acesso em 09 mai. 2016.
- Vasconcellos, E. A (2013) *Risco no trânsito, omissão e calamidade [Livro eletrônico]: Impactos do incentivo à motocicleta no Brasil*. ed. São Paulo: do Autor. 90p. Disponível em: <http://www.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/08/29/0D2E1C9E-38D9-478A-A24D-BB121A3A295A.pdf>. Acesso em 04 jul. 2017.
- Zheng Z. (2012) *Empirical Analysis on Relationship between Traffic Conditions and Crash Occurrences, Procedia - Social and Behavioral Sciences*. v. 43, p. 302-31. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812009846>>. Acesso em 07 jul. 2018.