
IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE PONTOS CRÍTICOS DE ACIDENTES DE TRÂNSITO

Maria Teresa Lasmar

Bernardo Moeller de Moraes

Tiago Inada Inouye

Paulo Brukirer Bacaltchuck

Sergio Vicente Denser Pamboukian

Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM)

Resumo

Acidentes de trânsito são uma das maiores causas de óbitos em todo o mundo. Uma Auditoria da Segurança Viária é um exame formal de um projeto de tráfego futuro ou uma via existente em que uma equipe independente e qualificada reporta o potencial de acidentes e a *performance* da segurança de um local. Este artigo mostra como o geoprocessamento pode ser uma ferramenta adequada para localizar e classificar pontos com maior incidência de acidentes de trânsito, denominados pontos críticos. Uma identificação inicial dos pontos com maior concentração de acidentes pode ser feita por meio de mapas de calor gerados por Sistemas de Informações Geográficas (SIG). A classificação dos pontos críticos identificados pode ser feita por um indicador, conhecido como taxa de severidade, que permite diferenciar pontos críticos de acordo com a periculosidade dos acidentes levando em consideração o volume médio diário e o tipo de acidente. A análise das condições físicas da via em um ponto crítico permite a escolha de soluções ou melhorias para reduzir os acidentes neste ponto.

Palavras-chave: Acidentes de trânsito. Pontos críticos. Taxa de severidade.

1 INTRODUÇÃO

Um estudo realizado em 178 países em 2009 pela Organização Mundial da Saúde (OMS) contabilizou 1,3 milhão de óbitos causados por acidentes de trânsito, enquanto o número de acidentes não letais com sequelas atingiu a marca de aproximadamente 50 milhões de vítimas (WAISELFISZ, 2012). Os acidentes de trânsito são a principal causa de mortes na faixa etária entre 15 e 29 anos, o segundo responsável considerando crianças de 5 a 14 anos, e o terceiro na faixa de 30 a 44 anos. Por dia, são perdidas aproximadamente 3 mil vidas, o que torna os acidentes de trânsito a oitava maior causa de mortes no mundo (WAISELFISZ, 2012). Caso não sejam tomadas providências, a OMS estima que, em 2020, possa haver 1,9 milhão de mortes por acidentes no trânsito, tornando-se a quinta maior causa de óbitos em todo o mundo até 2030 (OLIVEIRA apud CUCICK et al., 2015).

Os dez países com os índices mais altos de doenças ou óbitos vinculados aos acidentes de trânsito são responsáveis por 62% das vítimas mundiais. O Brasil aparece em quinto lugar nesse *ranking* de fatalidades, atrás apenas da Índia, China, Estados Unidos e Rússia (SENADO FEDERAL, 2012).

Com recursos limitados e que impactam diretamente no crescimento do país, os investimentos na área de transportes devem ser aplicados para sanar problemas que geram gastos recorrentes. A parcela dos investimentos destinada à manutenção de vias urbanas pode ser aplicada de forma eficiente quando identificados os pontos com maior severidade em acidentes de trânsito.

O objetivo deste trabalho é avaliar como técnicas de geoprocessamento podem ser utilizadas para identificar e classificar pontos críticos de acidentes de trânsito, permitindo que sejam propostas soluções para a diminuição de acidentes nesses pontos, com a aplicação eficiente de recursos.

São Paulo é a maior cidade do Brasil e a sexta maior do mundo. É uma metrópole caracterizada por uma grande diferença social e econômica, que se traduz em milhões de habitantes vivendo em bairros ou cidades-satélites sem empregos locais, que geram uma alta demanda de deslocamentos e, conseqüentemente, por diversas outras questões, um número elevado de acidentes no trânsito. Para o uso de técnicas de geoprocessamento na identificação e na classificação de pontos críticos de acidentes de trânsito, este trabalho desenvolve um estudo de caso para a cidade de São Paulo. A identificação de pontos críticos na cidade de São Paulo é feita por meio da análise de mapas temáticos gerados a partir de dados georreferenciados sobre as estatísticas de acidentes de trânsito fornecidas pela Prefeitura de São Paulo (apud GEORGE, 2016). A criação dos mapas é feita em um Sistema de Informações Geográficas (SIG) gratuito denominado QGIS.

Após a visualização dos mapas e a pré-seleção de pontos com maior incidência de acidentes, aplica-se o conceito da taxa de severidade, que é um indicador utilizado para classificar pontos críticos. O estudo de caso permite identificar e analisar o ponto crítico com maior taxa de severidade da região em estudo.

2 ACIDENTES DE TRÂNSITO

A Companhia de Engenharia de Tráfego (CET, 2014) define os seguintes tipos de acidentes:

- *Atropelamento*: acidente em que pedestre(s) ou animal(is) sofre(m) o impacto de um veículo, estando pelo menos uma das partes em movimento.
- *Choque*: acidente em que há impacto de um veículo contra qualquer objeto fixo.
- *Colisão*: acidente em que um veículo em movimento sofre o impacto de outro veículo, também em movimento, podendo ser frontal, traseira ou lateral.

As vítimas dos acidentes de trânsito podem ser classificadas em pedestres, motoristas ou passageiros (de automóveis, de ônibus ou de caminhões), motociclistas (incluindo a garupa) e ciclistas. As principais causas de acidentes são excesso de velocidade, embriaguez ao volante, ultrapassagens perigosas, desatenção e ineficiência de sinalização. O *Relatório Anual de Acidentes de Trânsito* publicado pela CET aponta, anualmente, o número de acidentes de trânsito em São Paulo, fatais ou não (CET, 2014).

2.1 Medidas para a diminuição de acidentes de trânsito

As medidas para a diminuição de acidentes de trânsito podem ser separadas em dois grupos. O primeiro utiliza o conceito de *traffic calming*, abrangendo a redução da velocidade, os incentivos ao ciclismo, ao transporte público e ao tráfego de pedestres, a redução de ruídos e de poluentes do ar e a revitalização das características ambientais, limitando o domínio do automóvel. Pode ser dividido em quatro categorias: deflexões verticais, deflexões horizontais, gerenciamento de tráfego e medidas de apoio. Como exemplos desse tipo de medida temos as lombadas, os sonorizadores e as rotatórias, entre outras (EMPRESA DE TRANSPORTES, 2013). O segundo grupo é composto pelas sinalizações verticais e horizontais, que são componentes obrigatórios das vias. Entre as melhorias nas sinalizações, podem-se incluir: travessias iluminadas, travessias em “X” e faixas recuadas com gradis de ferro nas esquinas.

Adicionalmente, os componentes fiscalização e de infraestrutura, embora separados dos conceitos mencionados, possuem um grande efeito na redução do número de

acidentes. Por exemplo, uma boa qualidade do pavimento combinada com iluminação pública adequada podem reduzir o número de acidentes. A fiscalização intensa dos agentes de trânsito e uma legislação rígida em relação a motoristas, pedestres e ciclistas é um fator primordial na luta para a redução do trauma nas vias.

2.2 Taxa de severidade

A taxa de severidade é um indicador utilizado para a classificação de pontos críticos. Sua vantagem é permitir classificar os pontos críticos de acordo com a periculosidade decorrente dos tipos de acidentes ocorridos no local. Locais com grande volume de tráfego tendem a possuir maior número de acidentes, mas não necessariamente acidentes graves.

O cálculo da taxa de severidade é dividido em duas etapas: a primeira consiste no cálculo da Unidade Padrão de Severidade (UPS), que leva em conta o número de acidentes com determinado peso para cada tipo de acidente (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA, 2009; CAMPOS; FERREIRA; ANDRADE, 2016).

Conforme a Equação 1, o cálculo da Unidade Padrão de Severidade é feito pela somatória da quantidade de cada tipo de acidente multiplicada pelo seu respectivo peso:

$$UPS = ASV + ACV \cdot 4 + ACP \cdot 6 + ACO \cdot 13 \quad (1)$$

Na qual:

UPS – Unidade Padrão de Severidade (número total de acidentes ponderados pela severidade do tipo de acidente);

ASV – Número de acidentes sem vítimas (somente com danos materiais);

ACV – Número de acidentes com vítima/feridos;

ACP – Número de acidentes com envolvimento de pedestre;

ACO – Número de acidentes com óbito.

A segunda etapa representa o cálculo da taxa de severidade que deve ser aplicada de acordo com a localização do ponto em estudo (trechos lineares ou intersecções).

Para acidentes localizados em trechos lineares, a taxa de severidade é dada pela razão entre a UPS e a multiplicação do volume médio diário (quantidade de veículos que passam pelo trecho) pelo período de estudo e pela extensão do trecho, conforme a Equação 2:

$$T = \frac{UPS \cdot 10^6}{V \cdot P \cdot E} \quad (2)$$

Para acidentes localizados em intersecções com outras vias, a taxa de severidade é dada pela multiplicação da UPS pelo período de estudo e pelo volume médio diário, conforme visto na Equação 3:

$$T = \frac{UPS \cdot 10^6}{V \cdot P} \quad (3)$$

Nas Equações 2 e 3:

- T – Taxa de Severidade, em número de acidentes por milhões de veículos;
- UPS – Unidade Padrão de Severidade, em número ponderado de acidentes;
- V – Volume médio diário, em veículos;
- P – Período do estudo, em dias;
- E – Extensão do trecho, em quilômetros.

Observa-se que o fator 10^6 aparece nas Equações 2 e 3 para indicar uma Taxa de Severidade por milhões de veículos.

3 ESTUDO DE CASO

Neste artigo, a cidade de São Paulo foi escolhida para a realização de um estudo de caso. Foram utilizados dados georreferenciados sobre as estatísticas de acidentes de trânsito provenientes do *Relatório Anual de Acidentes de Trânsito* publicado pela CET em 2014. Tais dados foram fornecidos pela Prefeitura de São Paulo (apud GEORGE, 2016) e inseridos no *software* QGIS para serem analisados espacialmente. Esses dados foram utilizados para a geração de diversos mapas de calor que permitiram a localização dos pontos críticos (*black spots*) de acidentes na cidade de São Paulo.

Mapas de calor permitem a visualização de dados de densidade de pontos e podem ser utilizados para identificar facilmente aglomerados e a existência de uma elevada concentração de determinada atividade. Eles são gerados a partir da análise da distribuição de dados pontuais pela área em estudo. Quanto maior a intensidade de cor, maior a concentração de determinada atividade.

A Figura 1 ilustra os pontos de ocorrência de acidentes de trânsito em 2014 de acordo com as informações da Prefeitura de São Paulo (apud GEORGE, 2016).

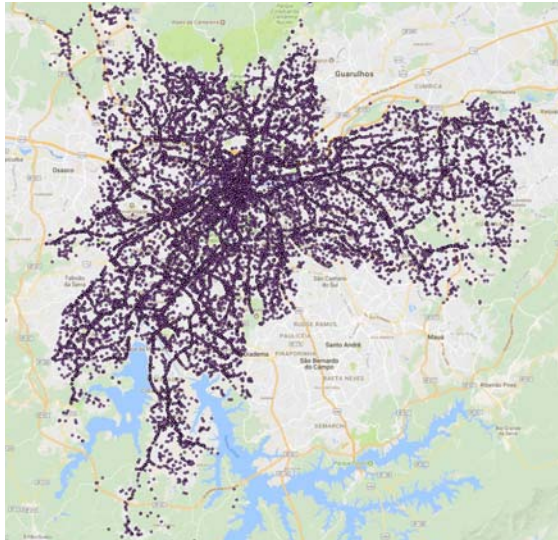


Figura 1 Acidentes na cidade de São Paulo em 2014.

Fonte: Elaborada pelos autores com base nas informações da Prefeitura de São Paulo (apud GEORGE, 2016).

A Figura 2 foi gerada a partir do mapa constante na Figura 1 e mostra uma visão geral da cidade, indicando maior concentração de pontos críticos na região central. Nesse tipo de mapa, tons mais intensos de vermelho indicam maior concentração de acidentes.



Figura 2 Mapa de calor referente a acidentes de trânsito na cidade de São Paulo.

Fonte: Elaborada pelos autores com base nas informações da Prefeitura de São Paulo (apud GEORGE, 2016).

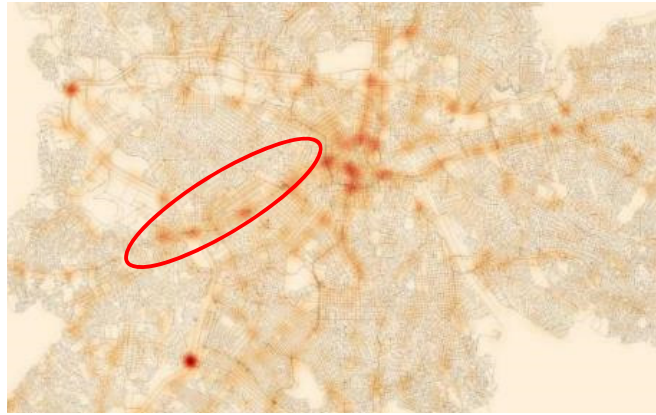


Figura 3 Mapa de calor referente a acidentes de trânsito na cidade de São Paulo (av. Rebouças em destaque).

Fonte: Elaborada pelos autores com base nas informações da Prefeitura de São Paulo (apud GEORGE, 2016).

No mapa da Figura 3, pode-se verificar que a maior concentração de acidentes ocorre na região central da cidade e que a avenida Rebouças (em destaque) é uma das vias com maior quantidade de acidentes. O mapa da Figura 4 mostra uma ampliação da área da avenida Rebouças, na qual é possível visualizar com mais clareza os locais onde há maior concentração de acidentes na via.

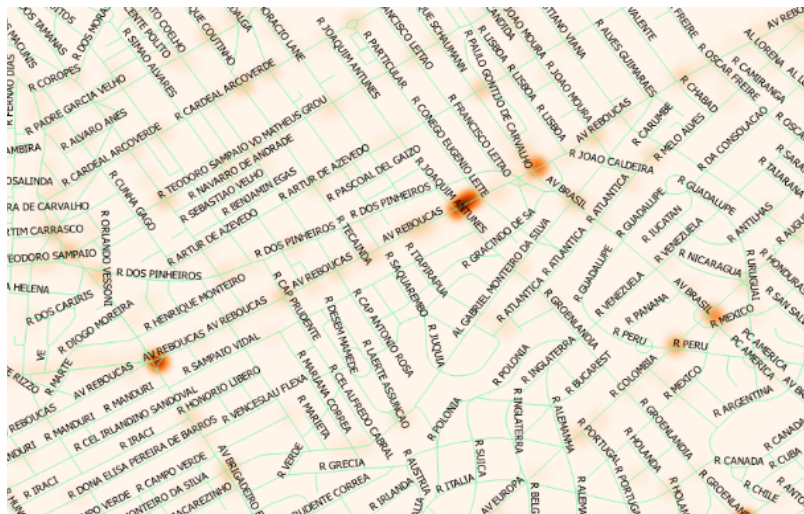


Figura 4 Mapa de calor referente a acidentes de trânsito na área da avenida Rebouças.

Fonte: Elaborada pelos autores com base nas informações da Prefeitura de São Paulo (apud GEORGE, 2016).

A partir da análise dos mapas de calor, percebe-se a existência de dois pontos críticos na av. Rebouças: na intersecção com a rua Joaquim Antunes e na intersecção com a avenida Brigadeiro Faria Lima. Esses dois pontos serão analisados em detalhes, a seguir, e um deles será detalhado no estudo de caso.

3.1 Ponto crítico Brigadeiro Faria Lima

A intersecção da av. Rebouças com a av. Brigadeiro Faria Lima será nomeada no restante deste trabalho como ponto crítico Brigadeiro Faria Lima. Analisando a Tabela 1, percebe-se que o tipo de acidente que mais ocorre nesse ponto crítico são as colisões sem óbito, representando 75% do total de acidentes em 2014. Nos 16 acidentes ocorridos, foram registrados 19 feridos e 1 óbito.

TABELA 1

Acidentes por tipo.

Tipo de acidentes – Ponto crítico av. Brigadeiro Faria Lima		
Tipo	Quantidade	Percentual
Atropelamento sem óbito (ACP)	2	10%
Colisão sem óbito (ACV)	15	75%
Colisão com óbito (ACO)	1	5%
Sem informação (ACV)	2	10%

Fonte: Elaborada pelos autores com base nas informações da Prefeitura de São Paulo (apud GEORGE, 2016).

Acidentes nomeados como “atropelamento”, sem óbitos, são considerados como acidentes com envolvimento de pedestre (ACP). Acidentes mencionados como “colisão”, sem óbitos, são considerados como ACV, e com óbito são considerados como ACO. Acidentes intitulados “sem informação” são considerados como acidentes com vítima/feridos (ACV). O cálculo da Unidade Padrão de Severidade (UPS) é realizado a partir da Equação 1 e, no ponto crítico Brigadeiro Faria Lima, vale 93:

$$UPS = ASV + ACV \cdot 4 + ACP \cdot 6 + ACO \cdot 13 = 0 + 17 \cdot 4 + 2 \cdot 6 + 1 \cdot 13 = 93.$$

Foram levantados *in loco*, pelos autores deste trabalho, volumes de 63.850 veículos equivalentes por dia e 71.418 veículos equivalentes por dia nas avenidas Rebouças e Brigadeiro Faria Lima, respectivamente. Dessa maneira, o volume médio diário do ponto crítico Brigadeiro Faria Lima é de 135.268 veículos equivalentes. Assim, o valor obtido para a taxa de severidade do ponto crítico Brigadeiro Faria Lima é de $93 \cdot 10^6 / (135.268 \cdot 1) = 687,52$ acidentes por milhões de veículos.

Apesar de o levantamento do volume médio diário ter sido realizado em abril de 2017 e os dados de acidentes obtidos em 2014, considera-se que os volumes devem ter crescido proporcionalmente, não afetando os resultados obtidos para efeito de comparação.

3.2 Ponto crítico Joaquim Antunes

A intersecção da av. Rebouças com a rua Joaquim Antunes será nomeada no restante deste trabalho como ponto crítico Joaquim Antunes. Como pode ser observado na Tabela 2, existem dois tipos de acidentes mais frequentes nesse ponto crítico: atropelamento sem óbito com porcentagem de 29,2% e colisão sem óbito com porcentagem de 50,0%, em relação ao valor total de acidentes em 2014.

TABELA 2

Tipos de acidentes do ponto crítico “Joaquim Antunes”.

Tipo de acidentes – Ponto crítico Joaquim Antunes		
Tipo	Quantidade	Porcentagem
Atropelamento sem óbito (ACP)	7	29,2%
Atropelamento com óbito (ACO)	2	8,3%
Colisão sem óbito (ACV)	12	50,0%
Queda de moto (ACV)	1	4,2%
Sem informação (ACV)	2	8,3%

Fonte: Elaborada pelos autores com base nas informações da Prefeitura de São Paulo (apud GEORGE, 2016).

Adotando os mesmos critérios do ponto crítico Brigadeiro Faria Lima, o valor obtido para UPS do ponto crítico Joaquim Antunes é de 128:

$$UPS = ASV + ACV \cdot 4 + ACP \cdot 6 + ACO \cdot 13 = 0 + 15 \cdot 4 + 7 \cdot 6 + 2 \cdot 13 = 128.$$

Com os volumes de 63.850 veículos equivalentes por dia e 21.796 veículos equivalentes por dia da av. Rebouças e da rua Joaquim Antunes, respectivamente, o volume médio diário do ponto crítico Joaquim Antunes é de 85.646 veículos equivalentes. Assim, o valor obtido para a taxa de severidade do ponto crítico Joaquim Antunes é de $128 \cdot 10^6 / (85.646 \cdot 1) = 1.494,52$ acidentes por milhões de veículos.

Para este trabalho, o ponto crítico selecionado para estudo de caso e proposta de solução é o da rua Joaquim Antunes, que possui maior taxa de severidade.

3.3 Análise da área de estudo

Analisando a intersecção da av. Rebouças com a rua Joaquim Antunes, foram identificadas as características físicas e as sinalizações verticais e horizontais existentes

no ponto crítico em estudo. A av. Rebouças possui dois sentidos de fluxo, compostos por duas faixas e um corredor de ônibus, enquanto a rua Joaquim Antunes possui um único sentido de fluxo e é composta por três faixas.



Figura 5 Intersecção da av. Rebouças com a rua Joaquim Antunes.

Fonte: Adaptado de Google Inc. (2017).

O local estudado possui sinalização semafórica de regulamentação veicular em todos os sentidos de fluxo, porém a travessia dos pedestres não é semaforizada. A Figura 5 ilustra o instante em que o fluxo da rua Joaquim Antunes está liberado para os veículos e as linhas vermelhas indicam os possíveis sentidos de tráfego. Nesse momento, em que o fluxo da Av. Rebouças está impedido, é quando os pedestres conseguem realizar a travessia da Av. Rebouças, indicada pelas linhas verde e amarela.

Durante a travessia indicada pela linha amarela à esquerda, os pedestres caminham no mesmo sentido dos veículos da rua Joaquim Antunes, sendo necessário virar a cabeça para ver se há algum veículo realizando a conversão à direita. Nessa situação, caso o pedestre esteja desatento, o motorista deve prestar atenção para evitar um atropelamento.

3.4 Proposta de solução

A solução proposta destaca alternativas para aumentar a segurança de um ponto de vista de *Traffic Calming* e de melhorias na sinalização horizontal e vertical. Preocupa-se também em não acarretar mais congestionamento e demoras para os motoristas, uma vez que esse cruzamento já está saturado na maior parte do dia, trabalhando com filas. Dessa maneira, as seguintes opções foram desconsideradas devido ao custo elevado

e à possibilidade de gerar problemas colaterais aumentando a rejeição do público e causando mais transtornos:

- lombadas (ondulações), plataformas, almofadas, platôs e tachões como sonorizadores. De acordo com a Resolução 600 do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN, 2016), ondulações verticais devem ser evitadas em vias arteriais com fluxo alto, pois penalizam a todos indiscriminadamente e causam forte inconveniente aos motoristas, podendo até contribuir para um maior risco devido ao fato de os motoristas acelerarem após a lombada;
- estrangulamento, chicana e estreitamento da via, pois afetam o traçado geométrico da via, diminuindo sua capacidade. Esse cruzamento já apresenta longas filas e demora, e um estrangulamento ainda maior apenas iria exacerbar o risco, já que, assim como nas lombadas, os motoristas tendem a acelerar após o estrangulamento;
- rotatória, redução do raio de giro, fechamento da via, alteração do revestimento, portal de entrada e espaços compartilhados, pois não se aplicam à intersecção em estudo. Uma rotatória acarretaria em desapropriação das propriedades lindeiras, já que seria necessário um grande raio para atingir a deflexão necessária à redução de velocidade. Adicionalmente, seria difícil locar as travessias de pedestres devido à geometria não amigável para pedestres, típica de rotatórias;
- Travessia em “X”, que não é uma solução adequada, pois teria de haver um terceiro estágio para a travessia de pedestres no grupo semafórico existente, causando maiores demoras.

Dessa forma, a solução proposta, e de baixo custo, seria:

- instalação de frentes seguras (área de espera) para motocicletas próximas à linha de retenção e à faixa de pedestres;
- alterações nos locais de acessibilidade das calçadas e do canteiro divisor de pistas como rebaixamento das guias, fechamento de rebaixamentos existentes e abertura de vão no canteiro central;
- recuo das faixas de pedestre a uma distância segura da esquina;
- colocação de gradis de ferro perfilados nas esquinas e arestas do canteiro divisor de pistas.

A solução proposta pode ser observada na Figura 6:

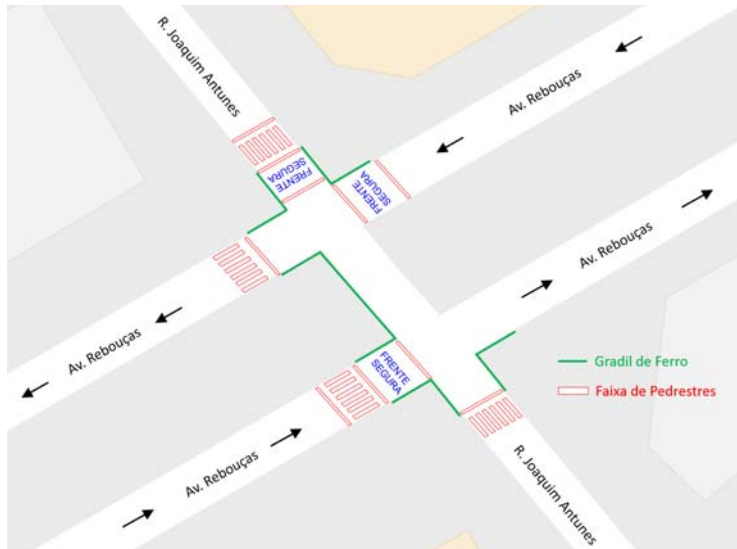


Figura 6 Solução proposta.

Fonte: Elaborada pelos autores.

3.5 Custo da solução proposta

O orçamento da proposta de melhoria para o ponto crítico foi realizado com o uso das Tabelas de Custos Data-Base de Janeiro de 2017, publicadas pela Prefeitura de São Paulo (2017). Esse orçamento está subdividido em *quatro itens*:

- *gradil de ferro perfilado*, considerando material e mão de obra de pedreiro, serralheiro e servente;
- *passaios*, considerando o volume de entulho gerado na demolição, o volume de concreto utilizado para reconstrução, mão de obra de pedreiro e servente, material (concreto) e caminhões basculantes para retirada de entulho;
- *faixa de travessia de pedestres e frentes seguras*, considerando mão de obra de pedreiro para retirada da faixa existente, mão de obra de pintor e ajudante para pintura da nova faixa e tinta termoplástica extrudada;
- *iluminação e sinalização durante a obra*, considerando ajudante de eletricista, baldes grandes vermelhos e lâmpadas.

O custo resumido da proposta de melhoria pode ser visto na Tabela 3:

TABELA 3

Custo final da solução proposta.

Solução	Valor (R\$)
Gradil	11.094,00
Calçada	2.093,17
Faixa de travessia de pedestre	35.539,82
Sinalização iluminada durante a obra	187,41
Total	48.914,40

Fonte: Elaborada pelos autores.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A análise dos mapas de calor gerados pelo QGIS mostra claramente que a av. Rebouças é uma região onde ocorrem muitos acidentes na cidade de São Paulo. Nessa avenida, existem dois pontos críticos: a intersecção com a rua Joaquim Antunes e a intersecção com a av. Brigadeiro Faria Lima. A taxa de severidade permitiu definir o ponto crítico Joaquim Antunes como o foco para o estudo de caso.

Entre as soluções disponíveis, algumas foram descartadas por interferirem na velocidade dos veículos, na capacidade dos cruzamentos, no aumento do tempo de espera ou no traçado da pista. As soluções indicadas foram: a instalação de frentes seguras; o recuo das faixas de pedestre a uma distância segura da esquina; e a colocação de gradis de ferro perfilados.

O orçamento da solução proposta foi inferior a R\$ 50 mil. Comparando esse valor com o orçamento da Prefeitura de São Paulo para a CET, que foi de R\$ 1,1 bilhão em 2016 (BAZANI, 2015), conclui-se que a solução proposta para mitigar os acidentes na intersecção entre a avenida Rebouças e a rua Joaquim Antunes pode ser considerada de baixo custo e com benefícios que extrapolam os custos em larga quantidade.

No entanto, o custo-benefício de qualquer solução a ser aplicada deve levar em consideração a limitação de recursos disponíveis e a competição com outras áreas que não a engenharia de tráfego e a segurança veicular, a qual os orçamentos dos órgãos municipais como um todo devem contemplar.

5 CONCLUSÃO

Por meio das estatísticas apresentadas pelo *Relatório Anual de Acidentes de Trânsito*, elaborado pela Companhia de Engenharia de Tráfego (2014), fica evidenciada a necessidade de modificações em nosso sistema viário para a diminuição de acidentes. Dessa maneira, o presente trabalho mostrou como as técnicas de geoprocessamento podem ser utilizadas para a localização de pontos críticos através da geração de mapas de calor com o auxílio de Sistemas de Informações Geográficas. Por meio do cálculo da taxa de severidade, foi possível diferenciar pontos críticos de acordo com a periculosidade dos acidentes.

Foi desenvolvido um estudo de caso para a cidade de São Paulo com a análise do ponto crítico localizado na interseção da rua Joaquim Antunes com a av. Rebouças. O orçamento da proposta de melhoria foi baseado nos itens escolhidos para mitigar o risco dos acidentes nesse ponto, sendo esses: a instalação de gradil de ferro perfilado nas esquinas e arestas do canteiro divisor de pistas; alterações nos locais de acessibilidade das calçadas e do canteiro divisor de pistas como rebaixamento das guias, fechamento de rebaixamentos existentes e abertura de vão no canteiro central; movimentação das faixas de travessias de pedestres e criação de frentes seguras para motocicletas; iluminação e sinalização durante a obra.

5.1 Sugestões de trabalhos futuros

Para pesquisas futuras, sugerimos que sejam criados mapas de calor mais precisos que utilizem como filtro o fator “taxa de severidade” descrito nas Equações 2 e 3. Para a elaboração desses mapas, é necessário o levantamento do volume médio diário de todas as vias da área em estudo.

Também sugerimos a utilização de *softwares* de simulação em Engenharia de Tráfego para estudo de uma possível mudança na sinalização semafórica e seus impactos no trânsito. Essa simulação requer um levantamento de dados minucioso em todas as vias da área em estudo, seguida de uma calibração do sistema para representar com fidelidade a situação atual e, em seguida, a mudança de tempos semafóricos para análise dos impactos.

IDENTIFICATION AND CLASSIFICATION OF TRANSIT ACCIDENTS' BLACK SPOTS

Abstract

Traffic accidents are one of the biggest causes of death worldwide. A Road Safety Audit is a formal examination of a future road or traffic project or an existing road, in which an independent and qualified team reports on the project's crash potential and safety performance. This paper shows how geoprocessing can be a suitable tool to locate and classify points with a higher incidence of traffic accidents, called black spots. An initial identification of the points with the highest concentration of accidents can be done through heat maps generated by Geographical Information Systems (GIS). The classification of the identified black spots can be done by an indicator, known as severity rate, that allows to differentiate critical points according to the dangerousness of the accidents taking into account the average daily volume and the type of accident. The analysis of the physical conditions of the road at a black spot allows the choice of solutions or improvements to reduce accidents at this point.

Keywords: Traffic accidents. Black spots. Severity rate.

REFERÊNCIAS

- BAZANI, A. Orçamento de São Paulo aprovado pela Câmara prevê 4,7 bilhões para mobilidade urbana. *Diário do Transporte*. 22 dez. 2015. Disponível em: <<https://diariodotransporte.com.br/2015/12/22/orcamento-de-sao-paulo-aprovado-pela-camara-preve-47-bilhoes-para-mobilidade-urbana/>>. Acesso em: 17 jun. 2017.
- CAMPOS, L. C.; FERREIRA, R. L.; ANDRADE, M. *Análise de segurança viária da rodovia BR-020 inserida no Distrito Federal*. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil)–Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2016. Disponível em: <http://bdm.unb.br/bitstream/10483/17044/1/2016_LaisCampos_RafaelFerreira_tcc.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2017.
- COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO (CET). *Relatório Anual de Acidentes de Trânsito*. São Paulo: CET, 2014. 74 p. Disponível em: <<http://www.cetsp.com.br/sobre-a-cet/relatorios-corporativos.aspx>>. Acesso em: 12 nov. 2016.
- CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (CONTRAN). Resolução nº 600, de 24 de maio de 2016. *Denatran*, Brasília, DF, 27 maio 2016. Disponível em: <http://www.denatran.gov.br/images/Resolucoes/Resolucao6002016_new.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2017.

CUCICK, F. L. et al. Estratégia para redução de mortes no trânsito da cidade de São Paulo. *Blucher Engineering Proceedings*, v. 2, n. 1, p. 341-359, 2015. Disponível em: <<http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/estrategia-para-reduo-de-mortes-no-trnsito-da-cidade-de-so-paulo-20161>>. Acesso em: 13 jun. 2017.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). *Metodologia para identificação de segmentos críticos*. Identificação e Proposição de Melhorias em Segmentos Críticos da Malha Rodoviária Federal do DNIT. São Paulo, p. 18-22, 1 maio 2009. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/download/rodovias/operacoes-rodoviaras/convenios-com-a-ufsc/do1282nea-fase-1-produto-1.pdf>>. Acesso em: 8 jul. 2016.

EMPRESA DE TRANSPORTES E TRÂNSITO DE BELO HORIZONTE (Minas Gerais). *Manual de Medidas Moderadoras de Tráfego – Traffic Calming*. Belo Horizonte: Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte, 2013. 275 p. Disponível em: <http://www.bhtrans.pbh.gov.br/portal/page/portal/portalpublicodl/funcionalidade/busca/resultadobuscasimplesv2?p_funcionalidade=BS&cp_pesquisar_por=Manual de Medidas Moderadoras de Tráfego>. Acesso em: 22 out. 2016.

GEORGE, V. Ocorrência de trânsito na cidade de São Paulo. *Github*, 2016. Disponível em: <<https://github.com/codigourbano/ocorrencias-transito-pmsp>>. Acesso em: 12 ago. 2016.

GOOGLE INC. *Google Street View*. 2017. Disponível em: <<https://www.google.com/maps>>. Acesso em: 4 maio 2017.

SÃO PAULO (Cidade). Tabelas de Custos. *Prefeitura de São Paulo*, 2016. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/obras/tabelas_de_custos/index.php?p=232211>. Acesso em: 26 abr. 2017.

SENADO FEDERAL. Estudo da Organização Mundial da Saúde (OMS) sobre mortes por acidentes de trânsito em 178 países é base para década de ações para segurança. *Em Discussão: Revista de audiências públicas do Senado Federal*, Brasília, v. 13, nov. 2012. Trimestral. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/motos/saude/estudo-da-organizacao-mundial-da-saude-oms-sobre-mortes-por-acidentes-de-transito-em-178-paises-e-base-para-decada-de-acoes-para-seguranca.aspx>>. Acesso em: 17 jun. 2016.

WASELFISZ, J. J. *Mapa da violência 2012 caderno complementar 2: Acidentes de Trânsito*. São Paulo: Instituto Sangari, 2012. Disponível em: <http://mapadaviolencia.org.br/pdf2012/mapa2012_transito.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2017.

Contato

Sergio Vicente Denser Pamboukian
sergio.pamboukian@mackenzie.br

Tramitação

Recebido em julho de 2017.

Aprovado em novembro de 2017.