

DriveUp: Sistema de Informação Geográfica para Auxiliar o Tráfego Seguro em Rodovias

Diogo Floriano, Pablo Schoeffel

Departamento de Engenharia de Software - Universidade do Estado de Santa Catarina,
Ibirama – SC

diiogofloriano@gmail.com, pabloschoeffel@gmail.com

***Abstract.** The traffic has been an important factor to the countries development. But traffic accidents and deaths caused by accidents, mainly in developing countries, has been increasing. Instead of recent use of GIS (Geographic Information System) applications to support drivers in trip routes definition, there was not encountered tools considering information about how dangerous are the roads. Some public institutions have been supplied traffic data, but the population has no ways to visualize and use this information. In this context, this paper proposes a geographic information system named DriveUp to trace routes and to indicate the dangerous sectors of the road or the most secure path to some destination. The software uses the accident localization and gravity to calculate the level of path security. We developed a pilot project using data of BPMRV (Batalhão de Polícia Militar Rodoviária) of Santa Catarina state in Brazil. We show and analyze the preliminary results of a usability and intention of use evaluation applied to twenty users.*

***Resumo.** Apesar da importância do transporte rodoviário, os acidentes de trânsito continuam crescendo e sendo uma das principais causas de morte, principalmente em países em desenvolvimento. Tem aumentado o uso de aplicativos para auxiliar o motorista na definição de rotas para viagens, porém nenhum dos aplicativos comerciais ou trabalhos encontrados consideram a periculosidade das rodovias nesse processo. Órgãos governamentais e instituições disponibilizam dados estaduais e nacionais, porém a população não possui formas simples de acessar e utilizar estas informações. Nesse contexto, esse artigo descreve um SIG (Sistema de Informação Geográfico) chamado DriveUp para traçar rotas e indicar aos usuários trechos de maior risco e rotas alternativas mais seguras, com base na localização e gravidade dos acidentes nas rodovias. Foi desenvolvido um projeto piloto utilizando dados da BPMRV (Batalhão de Polícia Militar Rodoviária) do estado de Santa Catarina. Os resultados preliminares de uma avaliação de usabilidade e intenção de uso com vinte usuários finais são mostrados e analisados.*

1. Introdução

Mortes em acidentes de trânsito ocupam a nona posição no ranking mundial de causas de morte e a primeira entre jovens de 18 e 25 anos (OMS, 2015). A OMS (2015) informa que, no ano de 2030, se não houver redução na tendência dos acidentes, as

mortes chegarão a 2 milhões, chegando a quinta principal causa de morte no mundo. Além disso, acidentes de trânsito ocupam a sexta posição no ranking nacional de causas de morte, o que torna essa situação mais crítica dentro do Brasil e preocupa os órgãos responsáveis que anualmente buscam programas para frear esses incidentes (BOTTESINI, 2010). Em 2011 o Brasil apresentou 43.250 óbitos e 179.000 feridos hospitalizados devido aos acidentes de trânsito. Entre 2001 e 2011 houve um crescimento de 40% de casos de óbito em acidentes de trânsito (BOTTESINI, 2010). Em 2015, o Brasil ocupava a 3ª posição mundial em número estimado de mortes por acidente de trânsito com mais de 46 mil óbitos, ficando atrás apenas da China e Índia (OMS, 2015).

Como consequência do aumento do número de acidentes, houve um aumento nos gastos com acidentes, implicando em um custo elevado ao país. Em 2012, o DPVAT indenizou 54.800 famílias por morte e 440.000 pessoas por invalidez (BOTTESINI, 2010), implicando em um gasto anual de R\$40 bilhões, valor equivalente a 0,91% do PIB nacional, segundo o IPEA (VIAS SEGURAS, 2012).

Já em Santa Catarina, o Mapa da Violência 2014, com dados de 2012, coloca o estado na 11ª posição no país com maior índice de mortes no trânsito (30,2 por 100 mil habitantes). Os municípios com maior índice estão localizados justamente à beira das rodovias BR-470 ou BR-101 (Joaçaba, Campos Novos, Rio do Sul e Tubarão) (WEISELFISZ, 2014).

Entre 2010 e 2012 foi registrado um aumento nos casos de mortes também em acidentes nas rodovias estaduais. Segundo o BPMRV-SC (2015), em 2010 foram 287 mortes e, em 2012, 414 pessoas foram a óbito em rodovias estaduais só em Santa Catarina. Já nas rodovias federais que cortam o Estado, em 2010 foram 567 e em 2012, 612 pessoas não sobreviveram aos acidentes (VIAS SEGURAS, 2013).

Devido a esses números, o combate aos acidentes de trânsito tornou-se uma das prioridades de muitos governantes ao redor do mundo e também no Brasil e SC. Nos últimos anos, aplicações de software incorporando SIG (Sistema de Informação Geográfico) tem sido desenvolvidas em muitos campos na área de tráfego (HIRASAWA e ASANO, 2005). O uso do histórico de dados de acidentes pode ser utilizado como uma ferramenta para fazer análise e evitar ou reduzir novas ocorrências. Com uso de ferramentas de SIG, os dados podem ser analisados e mostrados visualmente, facilitando a interação e interpretação (KAMALASUDHAN, 2011).

O BPMRV possui uma base de dados completa com boletins de ocorrências em rodovias federais e estaduais de cada mês/ano do Estado de Santa Catarina (BPMRV, 2015). Além deste, outros órgãos governamentais e instituições disponibilizam dados estaduais e nacionais, porém a população não possui formas simples de acessar e utilizar estas informações para, por exemplo, garantir um passeio mais tranquilo e seguro. Essa foi a principal motivação para desenvolver uma ferramenta que apresente esses dados sobre os acidentes em rodovias, de forma visual, aos motoristas.

Diversos trabalhos têm sido desenvolvidos na área de tráfego, porém a maioria dos trabalhos encontrados utilizam sistemas de SIG para mapear e analisar os acidentes, não disponibilizando acesso para os motoristas nem permitindo a interação de acordo com rotas escolhidas. Embora aplicativos para apoiar motoristas em viagens tem sido

largamente utilizados, como Google Maps e Waze, nenhum desses aplicativos comerciais utiliza a segurança das rodovias como critérios para determinar ou sugerir rotas. Além disso, dos trabalhos correlatos encontrados que tratam do uso ou desenvolvimento de SIG para visualização ou análise de acidentes, nenhum é voltado para o motorista, permitindo que seja avaliada a periculosidade de trechos a serem percorridos em suas viagens.

Esse trabalho propõe um sistema para apoiar os motoristas no conhecimento da segurança nas estradas brasileiras e na atenção em trechos perigosos durante as viagens, bem como auxiliar os órgãos responsáveis pela segurança e administração das rodovias nacionais e estaduais para tomarem medidas preventivas, com a finalidade de reduzir ainda mais os acidentes. O objetivo principal do trabalho foi desenvolver uma aplicação para plataforma web, baseada em SIG, para traçar rotas com uma origem e destino que indique aos usuários trechos de maior risco e rotas alternativas mais seguras, com base na localização e gravidade dos acidentes nas rodovias.

O trabalho está organizado nas seguintes seções: a Seção 2 demonstra os principais trabalhos similares encontrados; a Seção 3 demonstra a metodologia e operacionalidade do sistema DriveUp proposto; a Seção 4 descreve uma validação preliminar executada e, por fim, a Seção 5 traz as considerações finais.

2. Trabalhos Correlatos

Existem diversos trabalhos que relatam o uso de SIG para mapear e analisar as ocorrências de acidentes em uma determinada região, município, estado ou país. Porém, muitos desses trabalhos utilizam ferramentas para fazer análise de dados de uma determinada região, não disponibilizando uma ferramenta para consulta dessas informações (APPARAO, MALLIKARJUNAREDDY E RAJU, 2013)(DEEPTHI e GANESHKUMAR, 2010)(HIRASAWA e ASANO, 2005)(JOHNSON, 2012)(MOLLA, STONE e LEE, 2014) (TEIXEIRA, 2012). Outros trabalhos propõe a criação de um sistema web SIG para disponibilização de informações dos acidentes para a população ou gestores públicos (EVANGELIDIS, BASBAS e PAPAIOANNOU, 2006; CRASHMAP, 2011; FERREIRA e FERREIRA, 2011). Outros ainda criam ferramentas para gerar rotas alternativas em situações de desastres (OLIVEIRA et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2014).

O aplicativo CrashMap (2011) foi criado por uma equipe de analistas de colisão de dados e especialistas em segurança de rodovias e é uma aplicação também desenvolvida em cima do Google Maps Javascript API. A API tem por objetivo disponibilizar para o público leigo dados válidos sobre a segurança das rodovias, como informações sobre os acidentes e ocorrências nas rodovias, baseados em dados da polícia britânica. A ferramenta permite informar a localidade desejada, mostrando dados sobre todos os acidentes que estão dentro da visão do mapa naquele momento. A aplicação contém dados de alguns pontos específicos do Reino Unido e para relatórios mais específicos e detalhados é necessário realizar cadastro no site. Os pontos de acidentes são demarcados no mapa pela sua coordenada, para cada nível de severidade existe um marcador específico. Para acidentes leves o marcador é um marcador amarelo, para acidentes graves o marcador é vermelho e para acidentes fatais o marcador é preto.

O trabalho descrito em (EVANGELIDIS, BASBAS e PAPAIOANNOU, 2006) relata a proposta do piloto de um sistema de informações geográficas de acidentes, na Web, com objetivo de gerenciar os dados de acidentes na Grécia. O sistema permite a visualização dos acidentes ao longo de um trecho da rodovia, com informações de severidade, consequências do acidente, tipo de acidente, tipo de veículo, condições do pavimento, período, entre outros.

O trabalho descrito em (FERREIRA e FERREIRA, 2011) descreve um projeto de georreferenciamento de acidentes rodoviários para o distrito de Lisboa – Portugal. O projeto envolve acidentes fatais e com consequências graves no ano de 2007. As informações sobre acidentes foram importadas e integradas à plataforma do Google Earth, gerando imagens que foram disponibilizadas num *website* para o público.

A fim de comparar os três trabalhos mais similares com o trabalho proposto, a Quadro 1 mostra uma análise de algumas características importantes.

Quadro 1 – Comparativo dos trabalhos correlatos com DriveUp

Característica	Crashmap 2011	Evangelidis, Basbas e Papaioannou 2006	Ferreira e Ferreira 2011	DriveUp
Disponibiliza informações na Internet	Sim	Sim	Sim	Sim
Permite inclusão/importação de novas informações	Sim	Não	Sim	Sim
Permite visualizar acidentes numa rota escolhida	Parcial	Parcial	Não	Sim
Efetua cálculo de periculosidade por trecho/rota	Não	Não	Não	Sim
Mostra alternativas de rotas de acordo com periculosidade	Não	Não	Não	Sim
Desenvolvido para acesso em dispositivos móveis ou design responsivo	Não	Não	Não	Sim
Possui filtros por características dos acidentes e período	Sim	Sim	NI	Não

Parcial: permite visualizar numa rota no mapa, mas não filtra de acordo com rota escolhida.

NI – Não identificado

O principal diferencial e contribuição do sistema DriveUp proposto nesse trabalho é a visualização para o público em geral da periculosidade de uma rota selecionada, permitindo análise da melhor rota para fazer uma determinada viagem e quais são os pontos com histórico de acidentes. Não foram encontrados trabalhos ou aplicações que mostram visualmente ao usuário final a situação das rodovias em relação a número e severidade de acidentes, para rotas selecionadas, como o proposto nesse trabalho. Além disso, o DriveUp não prevê a utilização em um local específico, mas sim permitir a entrada de dados e uso por quaisquer órgãos rodoviários e motoristas. Outro diferencial é que o DriveUp foi desenvolvido com design responsivo, podendo ser acessado via navegador de computadores, *tablets* e smartphones. O fato de não possuir

filtros por características de acidentes e período é proposital, visto que a análise de periculosidade deve levar em consideração todos os acidentes existentes no trecho.

3. DRIVEUP

O DriveUp é uma aplicação para plataforma web, baseada em SIG (Sistema de Informação Geográfico), para traçar rotas com uma origem e destino que indique aos usuários trechos de maior risco ou até rotas alternativas mais seguras, com base na localização e gravidade dos acidentes nas rodovias, extraídos dos dados adquiridos de órgãos responsáveis.

Para o seu desenvolvimento utilizou-se a API do Google Maps, a fim de facilitar a representação dos dados no mapa junto com as rotas. Como fonte de dados iniciais sobre os acidentes foram utilizados: i) o banco de dados do BPMRV (Batalhão da Polícia Militar Rodoviária de SC), que contém dados sobre os acidentes das rodovias estaduais de cada mês/ano do estado de Santa Catarina, sendo que para o trabalho foram utilizados todos os dados do ano de 2014; ii) as coordenadas enviadas pelo DEINFRA (Departamento de Infraestrutura de SC). A importação dos dados foi desenvolvida com o auxílio do *Pentaho Data Integration*, sendo gravados os dados: coordenadas, rodovias, trechos, ocorrências.

Para representar visualmente a localização dos acidentes foram utilizadas as coordenadas geográficas dos acidentes registrados. Para representar a severidade dos acidentes, foi utilizada a métrica de UPS.

3.1. Cálculo da UPS

O cálculo do UPS definido pelo DENATRAN em 1987, considera a frequência e a gravidade dos acidentes, determinando um peso para cada nível de intensidade (BRANDÃO, 2007). O DENATRAN utiliza esse cálculo para determinar a periculosidade dos locais de acidentes e o mesmo é definido como a soma do número de acidentes com danos materiais (DM), de acidentes com feridos (F) e acidentes com vítimas fatais (VF), ponderados conforme fórmula do Quadro 1:

Quadro 1 – Fórmula para cálculo da UPS

$$UPS = (DM \times 1) + (F \times 5) + (VF \times 13)$$

A partir desse cálculo e das estatísticas de acidentes e suas características, foi possível determinar um valor de UPS para cada trecho de rodovia importada. Para calcular a UPS total de rodovias inteiras ou rotas são somados os valores de UPS de cada trecho contidos na rodovia ou rota.

3.2. Operacionalidade

O DriveUp foi desenvolvido para a plataforma Web com design responsivo, podendo ser acessado por computadores, *tablets* e *smartphones*. O sistema apresenta o mapa do Google Maps, posicionado conforme a localização do usuário. O sistema permite ao motorista consultar rotas, informando uma origem e um destino utiliza a biblioteca do Google Places, que identifica e completa locais de acordo com a digitação do usuário. A partir da origem e destino, o DriveUp exibe as rotas encontradas de acordo com resultados da API do Google Maps, podendo ver as rotas alternativas e os detalhes das

rotas classificadas por suas periculosidades (diferentes cores), como pode ser visto na Figura 1.

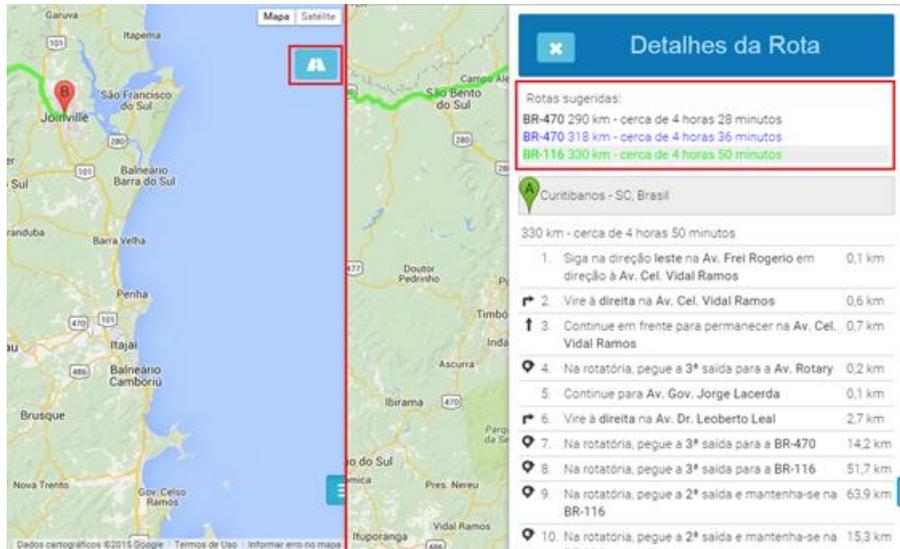


Figura 1 – Telas de visualização de acidentes no DriveUp

Além de poder identificar a periculosidade de todas as rotas disponíveis, o usuário também pode visualizar os trechos de maior risco de cada rota, detalhando pontos perigosos em sua extensão. Dependendo do zoom utilizado, é feito o agrupamento dos trechos com pontos de acidentes. Quanto maior o índice UPS, mais quente é a cor do marcador, que indica a quantidade de acidentes no trecho, como pode ser visto na Figura 2. Conforme o usuário for aproximando a imagem, o agrupamento vai reduzindo até mostrar as coordenadas de cada ponto individualmente, para os quais é possível ver informações sobre as ocorrências do local específico, conforme a Figura 3.

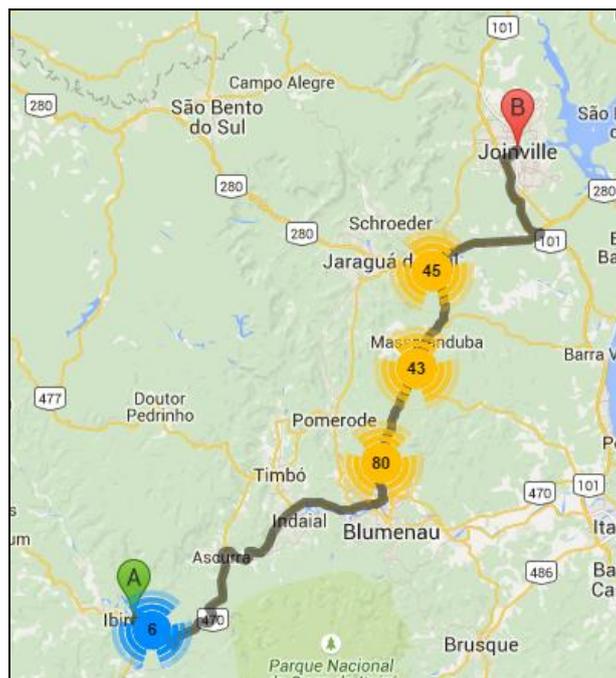


Figura 2 – Telas de visualização de acidentes no DriveUp

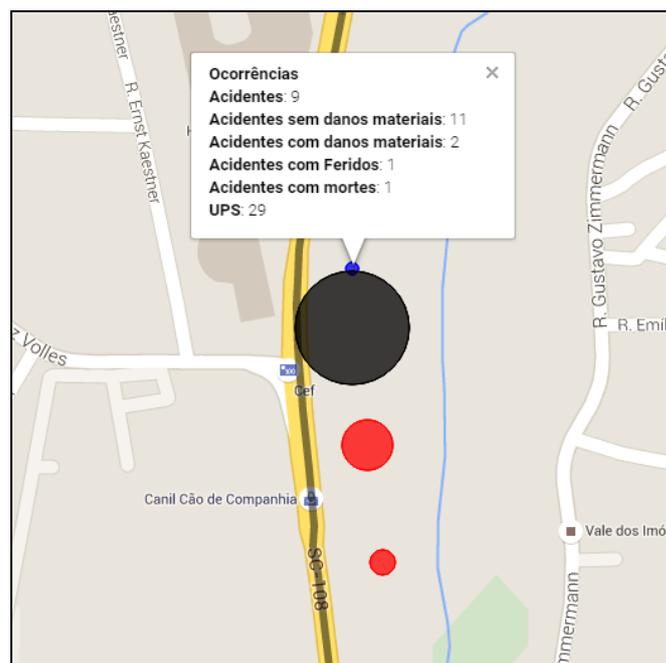


Figura 3 – Visualização detalhada de acidentes no DriveUp

O tamanho do círculo indica a frequência que ocorrem os acidentes e a cor representa o nível de periculosidade dos acidentes naquele trecho é baseado no UPS. O sistema permite ainda a configuração dos parâmetros de comparação das coordenadas e a relação das cores por UPS e gera relatório da periculosidade dos trechos e rodovias de cada estado.

4. Avaliação

A fim de verificar a usabilidade e intenção de uso do sistema, foram realizados testes iniciais com 20 pessoas de diferentes áreas (estudantes, contadores, professores, empresários) e idades (17 a 50 anos). Apesar de não ser um número muito expressivo, foi possível perceber os pontos fortes e fracos de usabilidade, bem como saber a atratividade da aplicação.

Os usuários receberam um formulário, adaptado de Davis (1989) e Cakar (2011), com 14 perguntas utilizando respostas na escala Likert de +3 (extremamente positivo) a -3 (extremamente negativo), dentre elas 10 de usabilidade e 4 sobre a intenção de uso. Os resultados da avaliação podem ser vistos na Tabela 1.

Tabela 1 – Avaliação de usabilidade e intenção de uso

Pergunta		3	2	1	0	-1	-2	-3
Usabilidade	Aprender a usar o DriveUp foi fácil para mim	9	6	3	1	0	1	0
	Conseguir achar de forma fácil o que eu quis fazer	9	5	3	1	1	1	0
	Achei que a interação com o DriveUP foi clara e entendível	10	6	2	1	1	0	0
	Acho que seria fácil se tornar "expert" no DriveUp	10	5	4	1	0	0	0
	Achei o DriveUp fácil de usar	11	6	3	0	0	0	0
	Achei as informações e funcionalidades suficientes	7	6	6	0	0	0	0

	Achei o DriveUp confiável e sem erros	7	10	1	1	1	0	0
	Achei o visual e padrão de telas atrativo	11	8	1	0	0	0	0
	Acho que pode agilizar o trabalho dos órgãos rodoviários	12	5	3	0	0	0	0
	Achei divertido e interessante	12	7	1	0	0	0	0
Intenção de uso	Achei o DriveUp útil para a sociedade	13	6	1	0	0	0	0
	Usaria o DriveUp para avaliar rodovias	11	7	1	1	0	0	0
	Acho que as pessoas usariam o DriveUp no cotidiano	8	8	1	3	0	0	0
	Indicaria o DriveUp para outras pessoas	14	4	1	1	0	0	0
	Total	144	89	31	10	0	2	0
	%	51,6	31,9	11,1	3,6	1,1	0,7	0

De forma geral, pode-se considerar que a aplicação foi bem aceita pelos usuários. Entretanto, alguns problemas de usabilidade foram relatados: i) alguns usuários tiveram dificuldades iniciais com a aplicação; ii) nem todos conseguiram interagir de maneira fácil com a aplicação e; iii) em um primeiro momento o visual acaba discordando dos padrões que os usuários conheciam. Como aspectos positivos avaliados estão: i) simplicidade e fácil aprendizagem; ii) pessoas aprenderam rapidamente como utilizá-lo; iii) não esqueceriam facilmente como ele funciona; iv) atende à necessidade das pessoas que buscam as informações de acidentes e v) o layout da aplicação está de uma forma agradável ao usuário; vi) utilidade para sociedade.

Numa análise geral, é possível dizer que o DriveUp foi considerado uma ferramenta útil para a sociedade, agradável de usar e não apresenta dificuldades em sua utilização, apenas alguns problemas nos padrões de ergonomia, o que dificulta a usabilidade em um primeiro momento. Com os dados totalizados da Tabela 1, pode-se notar que a maioria das opiniões foram positivas (94,62%), apenas 1,8% foram negativas e 3,58% foram neutras ou indiferentes.

6. Considerações Finais

Esse trabalho descreve o desenvolvimento de um sistema de informação gerencial para análise de periculosidade de viagens rodoviárias. O objetivo do sistema é permitir ao público em geral traçar rotas, indicando ao usuário rotas perigosas e alternativas mais seguras, se possível, utilizando a severidade e frequência de ocorrências. Essa aplicação pode contribuir para o aumento da segurança nas estradas e na atenção dos motoristas, bem como auxiliar os órgãos responsáveis pela segurança e administração das rodovias a tomarem medidas preventivas no controle dos acidentes com maior precisão identificando os pontos mais críticos.

Os dados utilizados na versão piloto foram fornecidos pelo BPMRV de Santa Catarina, contendo dados dos acidentes por quilômetro de todas as rodovias estaduais e alguns dados da BR-101 no ano de 2014.

Foi realizada uma avaliação inicial de usabilidade e intenção de uso, onde foi possível identificar que a aplicação obteve resultado positivo quanto a sua utilização e relevância social, sendo que 94,62% das respostas foram positivas. Numa avaliação inicial, a ferramenta parece ser promissora e pode trazer muitos benefícios sociais. Porém, para tornar-se uma aplicação a ser disponibilizada para a sociedade, existem pontos para melhorar e evoluir.

Como próximos passos e sugestões de trabalhos futuros interessantes, estão: i) o desenvolvimento para plataforma móvel (aplicação); ii) a integração com algum sistema de navegação (Google Maps, Waze) para emitir alertas ao motorista em tempo real; iii) desenvolver uma área de análise para servir de auxílio à Polícia Rodoviária Federal ou outros órgãos responsáveis; iv) integrar com outras bases de dados de acidente, a fim de contemplar uma maior abrangência das rodovias; v) criar um mecanismo de integração padrão de bases de dados, permitindo que os órgãos rodoviários possam dar entrada nos dados de acidentes; vi) permitir informar melhorias de infraestrutura em trechos específicos, a fim de desconsiderar o histórico de acidentes anteriores a eventos de melhoria.

Referências

- Apparao, G. Mallikarjunareddy, D. Raju, G. 2013. Identification Of Accident Black Spots For National Highway Using GIS. *International Journal Of Scientific & Technology Research* vol. 2, nro. 2, fev. 2013. p. 154-157.
- Bottesini, G. 2010. Influência de medidas de segurança de trânsito no comportamento dos motoristas. Porto Alegre, 2010. Dissertação de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Brandão, L. M. 2007. Discussão sobre métodos para identificação de locais críticos em acidentes de trânsito no Brasil. Campinas, São Paulo, 2007. Trabalho de apresentação na disciplina de Infraestrutura Viária.
- BPMRV, Batalhão da Polícia Militar Rodoviária - SC. 2015. Dados estatísticos do ano de 2015. Disponível em < <http://www.pmrv.sc.gov.br/dadosEstatisticos.do>> Acesso em 03 de Fevereiro de 2015.
- Cakar, B. 2011. Factors Affecting Police Officers' Acceptance Of Gis Technologies: A Study Of The Turkish National Police. University of North Texas, Dissertation prepared for degree of Doctor of Philosophy, 2011.
- Crashmap. 2011. Crashmap - Public Access to Road Safety Data. Grã-Bretanha: Crashmap, 2011. Disponível em < <http://www.crashmap.co.uk>> Acesso em 15 de Junho de 2015.
- Davis, F. D. 1989. Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, Vol. 3, No. 3, pg. 319-340. Management Information System Research Center, University of Minnesota, 1989.
- Deepthi, J. K. Ganeshkumar, B. 2010. Identification of Accident Hot Spots: A GIS Based Implementation for Kannur District, Kerala. *International Journal Of Geomatics And Geosciences*, vol. 1, nro. 1, 2010. P. 51-59.
- Evangelidis, K. Basbas, S., Papaioannou, P. 2006. A GIS web-based traffic accident information system. *WIT Transactions on Information and Communication Technologies*, Vol 36, 2006.
- Ferreira, J, R and Ferreira, J, C. 2011. Georeferencing Road Accidents with Google Earth: Transforming Information into Knowledge for Decision Support. *The Electronic Journal Information Systems Evaluation*, vol. 14, nro. 1, p. 27-36.

- Hirasawa, M. Asano, M. 2005. Development of traffic accident analysis system using GIS. Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, vol. 10, no. 4, pp. 1193–1198, 2005
- Johnson, E. S. 2012. Statistical and GIS Modeling of Crashes on Utah Highways. Dissertação de mestrado do departamento de Engenharia Ambiental e Civil da Brigham Young University, 2012.
- Kamalasudhan. 2011. National University of Singapore, Analysis of expressway accident in Singapore using GIS. Disponível em: < <http://www.gisdevelopment.net>>. Acessado em: 25 de Fevereiro de 2016.
- Molla, M. M. Stone, M. L. Lee, E. 2014. Geostatistical Approach to Detect Traffic Accident Hot Spot and Clusters in North Dakota. North Dakota State University, Fargo: Upper Great Plains Transportation Institute, 2014. Disponível em: < <http://www.ugpti.org/resources/reports/details.php?id=780>>. Acessado em 25 de fevereiro de 2016.
- Oliveira, D.; Gonçalves, M. B.; Bez, E. T. Simulating a Dynamic Transport System to Enhance the Transportation Performance in Road Crisis Condition. In: Álvaro Rocha; Ana Maria Correia; Felix . B Tan; Karl . A Stroetmann. (Org.). Advances in Intelligent Systems and Computing. 1ed.: Springer International Publishing, 2014, v. 1, p. 583-591.
- Oliveira, D.; BEZ, E. T. ; Gonçalves, M. B. ; Nogueira, C. W. . Ferramenta Computacional Aplicada a uma Rede Dinâmica: um estudo de caso na logística humanitária. In: XXV ANPET - Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2011, Belo Horizonte. 2011.
- OMS – Organização Mundial da Saúde. 2015. Global Status Report on Road Safety 2015. Disponível em < http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/en/>. Acessado em: 25 de fevereiro de 2016.
- Teixeira, J. F.O. 2012. Mapeamento e análise dos acidentes de trânsito na cidade de Catanduva, SP com auxílio de sistema de informações geográficas – SIG. Araraquara, 2012. Dissertação para Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente – Centro Universitário de Araraquara.
- Vias Seguras. 2012. IPEA estima custo anual com acidentes em R\$ 40 bilhões – 2012. Disponível em <http://www.vias-seguras.com/os_acidentes/custo_dos_acidentes_de_transito/ipea_estima_custo_anual_com_acidentes_em_r_40_bilhoes> Acesso em 25 de Fevereiro de 2016.
- Vias Seguras. 2013. Estatísticas de acidentes no estado de Santa Catarina – 2013. Disponível em <http://www.vias-seguras.com/os_acidentes/estatisticas/estatisticas_estaduais/estatisticas_de_acidentes_no_estado_de_santa_catarina>. Acesso em 25 de Fevereiro de 2016.
- Weiselfisz, J. J. 2014. Os Jovens do Brasil: mapa da violência 2014. Secretaria-Geral da Presidência da República, Brasília. 2014.