



ACIDENTES DE TRÂNSITO ATENDIDOS PELO CORPO DE BOMBEIROS: PROPOSTA DE UM MODELO CONCEITUAL DE INTERNET DAS COISAS

Marcio Roberto de Campos, e-mail: marcamposbr@gmail.com, Sergio Luiz da Silva (Orientador), e-mail: sergiol.ufscar@gmail.com, Luiz Fernando de Oriani e Paulilo, dlfp@ufscar.br

Universidade Federal de São Carlos / Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção / São Carlos/SP.

267

Resumo: Este artigo propõe a criação de um modelo conceitual de Internet das Coisas (IoT) em colaboração aos acidentes de trânsito no Brasil. A motivação para o trabalho foi baseada na literatura sobre o tema que indicou que, embora haja vários artigos com sequência de atendimentos aos acidentes, há pouca pesquisa que aborde o acionamento dos bombeiros por meio automatizado e uso de sensores. A literatura também indicou que os gastos com acidentes de trânsito influenciam na economia de países em desenvolvimento de forma a consumir cerca de 3% do Produto Interno Bruto. O impacto do problema em escala mundial implicou na inclusão do trânsito no pacote de crises humanitárias globais pela Organização das Nações Unidas. Para auxiliar na ratificação do impacto na economia do país, foi feita uma breve análise da evolução da firma em relação às mudanças tecnológicas que foram divididas em três paradigmas: Revolução Industrial britânica, Fordismo e Tecnologia da Informação; que contém na sua construção teórica as correntes evolucionistas e neo-institucionalistas e constituiu-se na referência teórica para fundamentar a construção do modelo conceitual, que foi avaliado positivamente pelo Corpo de Bombeiros de São Paulo e futuramente pode evoluir para uma prova de conceito com testes em campo.

Palavras-Chave: Modelo de Transporte, Paradigma Tecnológico, Impacto Econômico.

1. Introdução

Conforme a Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS), anualmente cerca de 1,35 milhões de pessoas morrem no mundo devido aos acidentes de trânsito. Somam-se aos dados que em torno de 20 e 50 milhões de pessoas são acometidas de lesões não fatais (OPAS, 2019). Em apoio ao tema, a Organização das Nações Unidas (ONU) elaborou a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável que fixa a redução em 50% do número de mortos e feridos oriundos de acidentes de trânsito em todo o mundo até o ano de 2020 (ONU, 2019).



A Organização Mundial da Saúde (OMS) iniciou em 2004 o protocolo de alerta para o aumento de mortes no trânsito no mundo, com atenção aos países em desenvolvimento, com foco na Ásia, África e Américas.

Nos países mais pobres destes continentes, a violência no trânsito é considerada uma epidemia e um desafio na saúde pública (OMS, 2019). Os países de baixa e média renda possuem 54% dos veículos do mundo, mas representam 90% das mortes por lesões (OPAS, 2019). O problema implicou a inclusão do trânsito no pacote de crises humanitárias globais, a exemplo do surto do vírus Ebola e drama dos refugiados, ação criada pela OMS, ONU e Cruz Vermelha (OMS, 2019).

Conforme o Centro de Pesquisa e Economia do Seguro (CPES), esses números também implicam em perdas econômicas individuais, familiares e de países inteiros ao considerar que cerca de 3% do Produto Interno Bruto (PIB) da maioria dos países é gasto com reabilitações, tratamentos médicos, investigação do acidente e também com perda e redução da produtividade (CPES, 2019).

1.1. O impacto na economia do Brasil com acidentes de trânsito

Ao considerar o Brasil, em 2018 os acidentes de trânsito mataram em torno de 47 mil pessoas, sendo que atualmente o país ocupa o quinto lugar no ranking de países com maiores índices de morte no trânsito, atrás da Índia, China, Estados Unidos e Rússia (OMS, 2019). Conforme o CPES, em 2016 os gastos com acidentes no trânsito corresponderam a R\$ 146,8 bilhões, ou 2,3% do Produto Interno Bruto (PIB), totalizando 33.347 mortes e 28.032 de casos de invalidez permanente. Em relação ao ano de 2015, houve queda de 32,35% em que totalizou 42.501 mortes e 57.798 casos de invalidez permanente, com custo estimado de R\$ 217,11 bilhões, ou 3,7% do PIB. A queda de acidentes citada é atribuída à retração da economia em 2016 com queda do PIB em 3,6% afetando a venda de veículos e aumento da fiscalização, em especial às fiscalizações atinentes à lei seca (CPES, 2019).



1.2. O modelo de transporte brasileiro favorece o transporte individual

Segundo Rego e Junior (2017), na década de 50 o Brasil tinha um ecossistema econômico com três entusiastas pertencentes a diferentes categorias de poder: o incipiente mercado de autopeças, as empresas independentes e o Presidente Juscelino Kubitschek (JK). O Presidente à época centrou os marcos do governo na construção de Brasília e criação da indústria. Em complemento, a Volkswagen obteve sucesso na estratégia voltada ao setor automotivo, bem como o Sindicato de Peças (Sindpeças) que identificou oportunidade evolutiva devido ao crescimento do mercado. Dessa forma, o contexto da década de 50 modelou um país que favorece o modelo de transporte motorizado individual. Conforme Bazani (2016), em 2014, as viagens individuais corresponderam a 31% do total, constituindo parte expressiva dos deslocamentos urbanos. Newman & Kenworthy (2013) e Tischer (2017) apontam que investimentos públicos e políticas privilegiam o uso de carros em prejuízo ao transporte público e dos modos ativos, a exemplo do uso da bicicleta.

269

1.3. Paradigmas tecnológicos rumo à quarta revolução industrial

Conforme Tigre (2005), a evolução da firma em relação às mudanças tecnológicas pode ser dividida em três paradigmas: (1) Revolução Industrial britânica, que foi a base para a elaboração da teoria neoclássica no século XIX, (2) Fordismo, que deu origem à economia industrial e (3) Tecnologia da Informação, que contém na sua construção teórica as correntes evolucionistas e neo-institucionalistas. Salienta-se que não há um corpo teórico uniforme entre os três eixos pois os respectivos alicerces fundamentam-se em diferentes perspectivas setoriais, históricas e institucionais.

Conforme Scott (1995), A escola liderada por Gustav Schmoller insistia que os processos econômicos eram de uma abordagem comportamental pois estavam situados dentro de uma estrutura social, que por sua vez, era moldada por um conjunto de forças culturais e históricas.



Dessa forma, tinham em comum as críticas aos modelos econômicos que permaneciam inalterados frente às mudanças históricas. Conceição (2001) reforça esses conceitos ao indicar que a abordagem neo-institucionalista deriva da influência de Veblen, e resgata a importância de conceitos centrais relacionados ao antigo institucionalismo Norte-Americano, bem como a força teórica da tradição neo-schumpeteriana. Segundo Samuels (1995, p 576-7), o termo economia institucional é usado sem prejuízo ao termo economia evolucionária, pois ambos possuem um campo de pesquisa em comum e não possuem interesse em contribuir com o paradigma neoclássico. Alguns pesquisadores são especialistas em áreas de estudo relacionadas à tecnologia, e que podem propor modelos e métodos de análise divergentes da abordagem neoclássica. A metodologia deste artigo utilizará como referência a corrente tecnológica e neo-institucionalista e propõe a criação de um modelo conceitual de Internet das Coisas para colaborar com a diminuição dos acidentes de trânsito.

2. Metodologia

Essa pesquisa foi feita com apoio do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, o que ratifica a pesquisa de campo visando obter informações e respostas a um problema. Em relação à tipologia, classifica-se como exploratória pois assume as formas de pesquisas bibliográficas (MARCONI E LAKATOS, 2017).

Quanto à sua abordagem, é qualitativa, pois conforme Pereira (2010), não requer o uso de métodos ou técnicas estatísticas, mas sim de interpretações por meio de técnicas de análise de um processo e seu significado.

Neste trabalho foi um modelo conceitual em colaboração à diminuição dos acidentes de trânsito. Conforme a OPAS (2019), há um enfoque em sistemas seguros (*Safe System*) que sugerem transportes mais seguros para as pessoas que utilizam vias públicas. Na abordagem, é reconhecido a vulnerabilidade em relação às lesões graves ocasionadas no trânsito, bem como advogam por sistemas viários que restrinjam erros humanos.

Quadro 1. Metodologia *Safe System* (OPAS, 2019), adaptada ao problema de pesquisa

Fatores de risco	Informações complementares
Velocidade	A cada 1% no aumento de velocidade produz um aumento de 4% no risco de acidente e 3% no risco de acidente grave. A exemplo, um pedestre atingido frontalmente por um carro aumenta em 4,5 vezes de 50km/h para 65 km/h)
Condução sob influência de álcool e outras substâncias	Baixos níveis de concentração de álcool já propiciam risco de colisões no trânsito e aumenta significativamente quando a Concentração de Álcool no Sangue do motorista é $\geq 0,04$ g/dl.
Falta de capacetes para motociclistas	O uso de capacete reduz em 42% o risco de morte e em 69% o risco de lesões graves.
Falta de cintos de segurança	Redução do risco de morte de 45% a 50% em motoristas e passageiros sentados nos bancos dianteiros e redução do risco de morte em 25% em passageiros sentados nos bancos traseiros.
Falta de sistemas de contenção para crianças (cadeirinhas)	Redução do risco de morte em 60%
Direção distraída	O principal fator é o telefone celular. Ao usar o celular em trânsito, um motorista aumenta o risco de acidente em 04 vezes. Mensagens de texto e uso de viva voz não indicam condições mais seguras.
Infraestrutura viária segura	Projetos que contemplam a segurança de todos os usuários da via incluindo veículos, pedestres, ciclistas e motociclistas.
Veículos inseguros	Há regulamentações estipuladas pela ONU que devem ser incorporadas pelos países e incluem impacto dianteiro e lateral, controle eletrônico de estabilidade, airbags e cintos de segurança.
Atenção inadequada após o acidente	O cuidado é sensível ao tempo, assim, a detecção do acidente é importante pois a demora no atendimento aumenta a gravidade dos ferimentos. São incluídos acesso e qualidade do atendimento pré-hospitalar e hospitalar.
Cumprimento das normas de trânsito	Cumprimento da lei de trânsito e punições severas aos infratores.

Fonte: OPAS (2019)



Conforme a OPAS (2019), as lesões no trânsito podem ser evitadas se for adotada uma abordagem sistêmica e integral que exige tratamento multidisciplinar que envolve transporte, segurança pública, saúde e educação, além de ações de tratamento que envolva malha viária, veículos e também usuários, ou seja, um projeto que envolve a sociedade e que pode influenciar no setor da economia. Paulillo, Sacomano e Garcia (2016) também reforçam a importância destas ações ao citar que a sociologia econômica pode ofertar análises ao entendimento das relações entre empresas, já que os atores são influenciados por outros atores e também pela sociedade. Dessa forma, a sociologia econômica colabora para o entendimento das formas de governança atinentes à solução de sistemas Inter organizacionais.

272

2.1. Compreensão do problema

Segundo *Hernandes et al.* (2017), situações de emergência variam conforme a necessidade da urgência, intensidade do acidente e diversidade de ação, a exemplo de acidentes de trânsito que requer ação conjunta que envolve bombeiros, policiais e hospitais. Ações semelhantes podem ser vistas em assaltos a estabelecimentos comerciais ou incêndios de grandes proporções.

Os autores também classificam o provimento de serviços em divisão de problemas menores, porém, fundamentais para o atendimento do acidente, sendo:

- a) Estratégia inicial: situação de emergência, tipos de serviços necessários, urgência e intensidade;
- b) Acionamento de viaturas: são considerados equipamentos, técnicos e distância ao local do acidente;
- c) Apoio: ao chegar ao acidente, é feita a avaliação se mais viaturas devem ir ao local de sinistro;
- d) Avaliação permanente: a situação de acidente é dinâmica e pode implicar em mudança da estratégia inicial.



Embora haja uma sequência de atendimento no modelo apresentado, pode ocorrer acidentes em locais de difícil acesso ou com pouco ou raro trânsito. Nessas condições, as vítimas podem esperar por horas até que alguém perceba o acidente e faça o acionamento do socorro. Dessa forma, a proposta de um modelo que tenha sensores de acionamento do *airbag* que enviem latitude e longitude ao Corpo de Bombeiros mais próximo do local pode ser um fator de auxílio às vítimas, além de abordar o problema da atenção inadequada após o acidente conforme OPAS (2019).

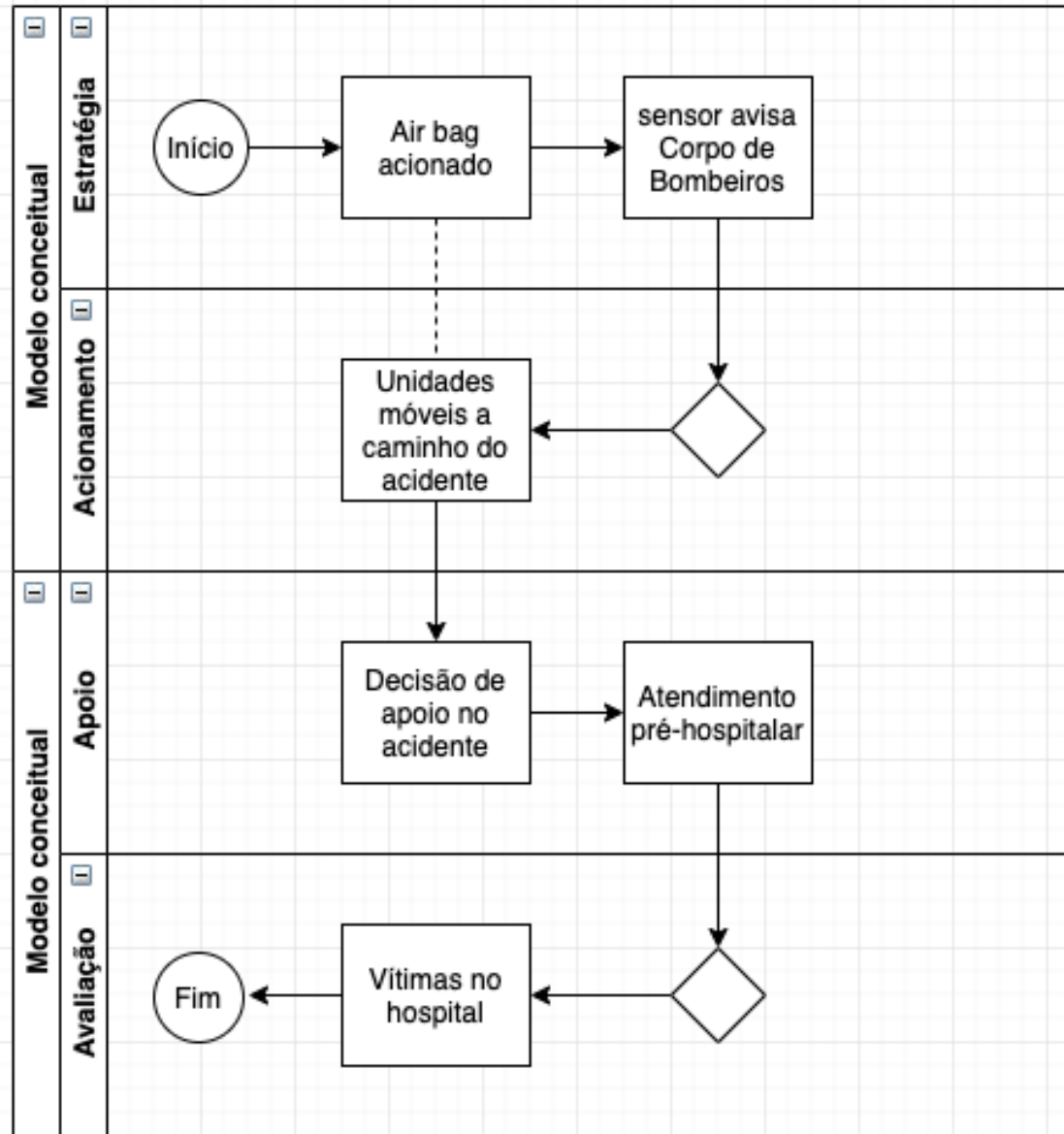
2.2. Modelo conceitual - Internet das Coisas

A população mundial que vive em cidades já passou de 50% e há uma projeção de que o percentual aumente para 70% até o ano de 2050 (Alkandari; Alshekhly, 2012). Assim, preocupações como o gestão do tráfego urbano tornam-se importantes. Dessa forma, novas formas de auxiliar as cidades com auxílio das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) (ICT - *Information Communication Technologies*) podem ser cabíveis. Neste contexto, surgem temas como as Cidades Inteligentes (*Smart Cities*) que averiguam as TICs para gerir assuntos públicos de forma a melhorar a qualidade de vida das pessoas que moram nesses locais (CENEDESE *et al.*, 2014).

Conforme Zanella *et al.* (2014), a Internet das Coisas (*Internet of Things*), também chamada de Internet dos Objetos Inteligentes, pode responder aos anseios governamentais ao utilizar TICs para ajudar na solução de problemas públicos, podendo automatizar muitos serviços na cidade. O termo *Urban IoT* é atinente aos objetos inteligentes em um contexto urbano e oferece serviços que podem auxiliar na administração pública das cidades, de empresas e também de cidadãos.

Segundo Hernandez *et al.* (2017), em diversas partes do mundo há esforços de pesquisa e desenvolvimento de sistemas computacionais para auxiliar os problemas das cidades, principalmente causados por aumento populacional. O modelo conceitual proposto foi adaptado a partir da sequência de atendimento proposta por Hernandez *et al.* (2017), porém, com a inserção de IoT para acionamento do Corpo de Bombeiros, de forma a evitar que uma vítima inconsciente tenha que depender de outras pessoas para acionar os serviços de socorro.

Quadro 2. Modelo conceitual - IoT, adaptada ao problema de pesquisa



Fonte: Adaptado de Hernandes et al. (2017).

Dessa forma, as fases são as seguintes:

- Estratégia: nessa fase ocorre o acionamento do *airbag* devido a um acidente, sendo que neste momento o sensor envia ao Corpo de Bombeiro mais próximo a localização por latitude e longitude do local;
- Ao receber as coordenadas e informações complementares sobre o condutor do veículo, o setor de atendimento pode iniciar o atendimento acionando viaturas



para o local. Medidas complementares podem ser adotadas, como tentar telefonar para o telefone celular da vítima para saber se ela está consciente e desta forma colher mais detalhes sobre o acidente e estado de saúde dos passageiros;

- c) Ao chegar ao local, a viatura avalia o acidente e pode solicitar mais apoio para o local do acidente;
- d) O objetivo final é socorrer as vítimas para o hospital, mas como o acidente é dinâmico e pode variar a gravidade, novas ações podem ocorrer para ajudar no socorro às vítimas.

3. Discussão e Considerações finais

A questão de pesquisa que motivou este trabalho foi a premissa de como um modelo conceitual de Internet das Coisas pode colaborar para o atendimento pré-hospitalar das viaturas do Corpo de Bombeiros. Foi feita pesquisa bibliográfica relacionada ao tema para identificar tópicos de interesse ao problema de pesquisa, sendo identificado que os acidentes de trânsito chegam a consumir 3% do PIB em países em desenvolvimento, sendo o Brasil o quinto colocado mundial em quantidade de acidentes relacionados ao trânsito.

Para alicerçar a justificativa em relação aos prejuízos financeiros do país com acidentes de trânsito, foi feita uma breve análise da evolução da firma em relação às mudanças tecnológicas, divididas em três paradigmas: Revolução Industrial britânica, Fordismo e Tecnologia da Informação, sendo que a construção do modelo foi alicerçada nessa última por abranger as correntes evolucionistas e neo-institucionalistas, mais adequadas para justificar a construção do modelo conceitual.

O modelo foi elaborado com a ajuda do setor de planejamento de acidentes do Corpo de Bombeiros de São Paulo, e posteriormente avaliado positivamente visando uma futura prova de conceito com testes em campo. O modelo também contempla um dos dez tópicos catalogados como fatores de risco: a atenção inadequada após o acidente; conforme a OPAS (2019).



Embora o estudo tenha sido feito baseado na teoria, houve interesse da corporação na continuidade do presente estudo, principalmente por ter sido possível identificar a necessidade de inclusão de treinamento online relacionado aos dez tópicos considerados fatores de risco conforme a OPAS (2019).

Em relação aos estudos futuros, seria oportuno expandir o modelo para incorporar avisos automatizados aos hospitais de forma a preparar o número de leitos e profissionais destinados aos atendimentos conforme a gravidade de cada vítima, bem como gerar estatística e avisos às empresas seguradoras para agilizar o apoio logístico às vítimas. Também seria interessante englobar os dez tópicos relacionados aos fatores de risco para pesquisas relacionadas aos cursos online destinados à sociedade, bem como campanhas de marketing destinadas à diminuição de acidentes. Nesse sentido, estudos longitudinais poderiam complementar o trabalho com indicadores de desempenho relacionado ao sucesso das campanhas e treinamentos. Também o envolvimento multidisciplinar de governo, empresas e sociedade indica campo fértil nas pesquisas relacionadas à governança da rede destinada à solução sistêmica do problema.

Conclui-se que embora haja limitação do trabalho pelo fato do modelo conceitual não ter gerado resultados práticos, a colaboração deste artigo foi adequada por incitar a continuidade dos trabalhos rumo à prova de conceito em ambiente de campo. Dessa forma, consuma-se que os esforços no uso de conceitos científicos podem contribuir para aumento da qualidade dos serviços de segurança pública entregues à sociedade.



4. REFERÊNCIAS:

- ALKANDARI, A.; ALSHEKHLI, I. F. T. (2012). Smart cities: survey. **Journal of Advanced Computer Science and Technology Research**, v. 2, n. 2, p. 79–90, 2012.
- BAZANI, A. (2016). **Investir em transporte público é responsabilidade fiscal: 80% dos gastos com deslocamentos vão para o transporte individual, causando prejuízos**. São Paulo: Associação Nacional de Transportes Públicos.
- CONCEIÇÃO, O. A. (2001). **Os antigos, os novos e os neo-institucionalistas: há convergência teórica no pensamento institucional?** Revista Análise Econômica. Ano 18, n. 33, março. Porto Alegre-RS. Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).
- HERNANDES, S. C. L.; CALSAVARA, A.; PELLENS, M. E.; JUNIOR, L. A. P. L. (2017). **Serviços de emergência em cidades inteligentes: o problema de acionamento de unidades móveis**. Revista Eletrônica de Sistemas de Informação, v. 16, n. 2, mai-ago 2017, artigo 3, doi:10.21529/RESI.2017.1602003.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 8 ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- NEWMAN, P., & KENWORTHY, J.(2013). **Sustainability and cities: overcoming automobile dependence (2nd ed.)**. Washington: Island Press.
- OMS - Organização Mundial de Saúde (2015)**. *Global Status Report on Road Safety*.
- ONU - Organização das Nações Unidas. (2020)**. A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. 2019. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: jan2020.
- OPAS - Organização Pan-Americana de Saúde**. Folha Informativa - Acidentes de trânsito. 2020. Disponível em: https://www.paho.org/bra/in dex.php?option=com_content&view=article&id=5147:acidentes-de-transito-folha-informativa&Itemid=779. Acesso em: jan2020.
- PAULILLO, L. F.; SACOMANO, M. ; GARCIA, L. M. (2016). In **Governanças de redes: economia, política e sociedade**. São Paulo: Elsevier, 2016. Cap. 3.
- PEREIRA, J. M. **Manual de metodologia da pesquisa científica**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- SAMUEL, Warren J. (1995). **The present state of institutional economics**. Cambridge Journal of Economics. v. 19, p. 569-590.
- SCOTT, W. R. **Institutions and Organizations**. London: Gafe Publications. Cap. 1.
- TIGRE, P. B. (2005). **Paradigmas Tecnológicos e Teorias Econômicas da Firma**. Revista Brasileira de Inovação Volume 4 Número 1.
- TISCHER, V. (2017). **Validação de sistema de parâmetros técnicos de mobilidade urbana aplicados para sistema cicloviário**. Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, 9(3), 587-604. <http://dx.doi.org/10.1590/2175-3369.009.003.ao15>.



TISCHER, V. (2019). **O custo social e econômico dos acidentes de trânsito com pedestres e ciclistas: estudo de caso do estado de Santa Catarina, Brasil. urbe.** Revista Brasileira de Gestão Urbana, 11, e20180029. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.001.AO12>.



ANEXO – Entrevista feita com o chefe da divisão responsável por tecnologia no Corpo de Bombeiros

Perguntas:

279

a) Vocês possuem algum tipo de tecnologia referente à internet das coisas para auxiliar no atendimento de acidentes de trânsito?

Resposta: Houve iniciativa de duas empresas automotivas em relação a este assunto. A empresa A ficou somente na parte teórica e houve uma reunião. Esta empresa possui uma tecnologia embarcada no carro, porém, desde 2014 houve cerca de 03 alarmes em pistas e cerca de 106 em trechos urbanos. Penso que o número reduzido se deve ao fato de ser um tipo específico de carro que possui essa tecnologia. A empresa B fez prova de conceito controlada com simulação de um acidente de trânsito. Sob estes aspectos, a empresa B foi bem-sucedida, mas para avançar no projeto havia necessidade de parcerias com universidades. Talvez o modelo que vocês apresentam possa ser a resposta a esse impasse.

b) Vocês possuem alguma sugestão, crítica ou comentário em relação ao modelo?

Resposta: Penso que o modelo é interessante e talvez seja interessante intermediar o contato de vocês com a empresa B interessada em parcerias com universidade visando o patrocínio em relação ao modelo de Internet das Coisas para colaborar em acidentes de trânsito.

ISBN nº 978-65-993495-0-8