

Marcia Regina Werner Schneider Abdala
(Organizadora)



Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 3

Atena
Editora
Ano 2019

Marcia Regina Werner Schneider Abdala

(Organizadora)

Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 3

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Karine de Lima
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
I34	Impactos das tecnologias na engenharia civil 3 [recurso eletrônico] / Organizadora Marcia Regina Werner Schneider Abdala. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil; v. 3) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-542-6 DOI 10.22533/at.ed.426192008 1. Construção civil. 2. Engenharia civil. 3. Tecnologia. I. Abdala, Marcia Regina Werner Schneider. II. Série. CDD 690
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A construção civil é um setor extremamente importante para um país, e como tal é responsável pela geração de milhões de empregos, contribuindo decisivamente para os avanços da sociedade.

A tecnologia na construção civil vem evoluindo a cada dia e é o diferencial na busca da eficiência e produtividade do setor. A tecnologia permite o uso mais racional de tempo, material e mão de obra, pois agiliza e auxilia na gestão das várias frentes de uma obra, tanto nas fases de projeto e orçamento quanto na execução.

A tecnologia possibilita uma mudança de perspectiva de todo o setor produtivo e estar atualizado quanto às modernas práticas e ferramentas é uma exigência.

Neste contexto, este e-book, dividido em dois volumes apresenta uma coletânea de trabalhos científicos desenvolvidos visando apresentar as diferentes tecnologias e os benefícios que sua utilização apresenta para o setor de construção civil e também para a arquitetura.

Aproveite a leitura!

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
'ARTENGENHARIA': UMA PONTE TRANSDISCIPLINAR PARA O DESENVOLVIMENTO DO POTENCIAL HUMANO E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A GESTÃO DO CONHECIMENTO	
Ana Alice Trubbianelli	
DOI 10.22533/at.ed.4261920081	
CAPÍTULO 2	15
ARQ&CIVIL NAS ESCOLAS- PROJETO PESCADORES DE VIDA	
Marina Naomi Furukawa	
Ana Luisa Silva Alves	
Andressa Gomes dos Santos	
Gabriel Belther	
Gabriel Souza da Silva	
Iago Raphael Mathias Valejo	
Ítalo Guilherme Sgrignoli Madeira	
Luana Manchenho	
Marcelo Ambiel	
Vinicius Gabriel Parolin de Souza	
Vitor Hugo Vieira Brandolim	
DOI 10.22533/at.ed.4261920082	
CAPÍTULO 3	20
RESPOSTAS À DEMANDA POR HABITAÇÃO: QUALIDADE DE VIDA E DO ESPAÇO DA CIDADE	
Isabella Gaspar Sousa	
Maria do Carmo de Lima Bezerra	
Alice Cunha Lima	
DOI 10.22533/at.ed.4261920083	
CAPÍTULO 4	32
CORREDORES VERDES PARA A REABILITAÇÃO URBANA E AMBIENTAL DE ESPAÇOS LIVRES PÚBLICOS	
Daniella do Amaral Mello Bonatto	
DOI 10.22533/at.ed.4261920084	
CAPÍTULO 5	46
DESAFIOS À SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: UMA ANÁLISE SOBRE A TRANSFORMAÇÃO TERRITORIAL NA PRODUÇÃO DO ESPAÇO URBANO DE MARICÁ/RJ	
Amanda da Conceição Rocha de Melo Nogueira	
Gisele Silva Barbosa	
DOI 10.22533/at.ed.4261920085	

CAPÍTULO 6 62

ANÁLISE DAS TEMPERATURAS INTERNAS E SUPERFICIAIS EM DIFERENTES REVESTIMENTOS URBANOS SOB AS COPAS DAS ESPÉCIES ARBÓREAS OITI (LICANIA TOMENTOSA) E MANGUEIRA (MANGIFERA INDICA) EM CUIABÁ - MT

Karyn Ferreira Antunes Ribeiro
Flávia Maria de Moura Santos
Marcos Valin de Oliveira Jr
Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira
Fernanda Miguel Franco
José de Souza Nogueira
Marcelo Sacardi Biudes
Carlo Ralph De Musis

DOI 10.22533/at.ed.4261920086

CAPÍTULO 7 77

INFLUÊNCIA DA OCUPAÇÃO DO SOLO NO MICROCLIMA: ESTUDO DE CASO NO HOSPITAL DO AÇÚCAR, EM MACEIÓ – ALAGOAS

Sofia Campus Christopoulos
Clarice Gavazza dos Santos Prado
Patrícia Cunha Ferreira Barros
Ricardo Victor Rodrigues Barbosa

DOI 10.22533/at.ed.4261920087

CAPÍTULO 8 88

ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA LUZ NATURAL SOBRE O AMBIENTE INTERNO DAS CONSTRUÇÕES, COM ÊNFASE EM VIDROS

Giovana Miti Aibara Paschoal
Paula Silva Sardeiro Vanderlei

DOI 10.22533/at.ed.4261920088

CAPÍTULO 9 100

INFLUÊNCIA DOS JARDINS VERTICAIS NO CLIMA ACÚSTICO DE UMA CIDADE

Sérgio Luiz Garavelli
Armando de Mendonça Maroja

DOI 10.22533/at.ed.4261920089

CAPÍTULO 10 113

POLUIÇÃO VISUAL: ESTUDO DA QUALIDADE VISUAL DA CIDADE DE SINOP – MT

Cristiane Rossatto Candido
Renata Mansuelo Alves Domingos
João Carlos Machado Sanches

DOI 10.22533/at.ed.42619200810

CAPÍTULO 11 125

MAPEAMENTO COLETIVO NO LOTEAMENTO INFRAERO II EM MACAPÁ

Victor Guilherme Cordeiro Salgado
Mauricio Melo Ribeiro
Melissa Kikumi Matsunaga

DOI 10.22533/at.ed.42619200811

CAPÍTULO 12	138
ELABORAÇÃO DO PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PLUVIAL URBANA PARA UM CÂMPUS UNIVERSITÁRIO (PDDRU)	
Andrea Sartori Jabur Adriana Macedo Patriota Faganello Mateus Pimenta De Castro João Victor Souza Scarlatto Da Silva Renan Meira Teles	
DOI 10.22533/at.ed.42619200812	
CAPÍTULO 13	151
O MODELO DA CIDADE PORTUÁRIA REVISITADO	
Manuel Francisco Pacheco Coelho	
DOI 10.22533/at.ed.42619200813	
CAPÍTULO 14	163
PLANEJAMENTO URBANO UTILIZANDO MAPEAMENTO GEOTÉCNICO DO SETOR NORTE DO PERÍMETRO DE GOIÂNIA-GO, EM ESCALA 1:25.000.	
Henrique Capuzzo Martins João Dib Filho Beatriz Ribeiro Soares	
DOI 10.22533/at.ed.42619200814	
CAPÍTULO 15	175
A RELAÇÃO ENTRE OS LOCAIS DE IMPLANTAÇÃO DAS ZEIS E O MERCADO IMOBILIÁRIO: O CASO DAS ÁREAS DE LAZER E CULTURA EM PALMAS-TO	
Jordana Coêlho Gonsalves Milena Luiza Ribeiro Taynã Cristina Bezerra Silva	
DOI 10.22533/at.ed.42619200815	
CAPÍTULO 16	187
REGIMES DE PROPRIEDADE FLORESTAL, FOGOS E ANTICOMUNS: O CASO PORTUGUÊS	
Manuel Francisco Pacheco Coelho	
DOI 10.22533/at.ed.42619200816	
CAPÍTULO 17	202
MOBILITY MEASURED BY THE URBAN FORM PERFORMANCE OF THE CITY	
Peterson Dayan Rômulo José da Costa Ribeiro	
DOI 10.22533/at.ed.42619200817	
CAPÍTULO 18	216
ANÁLISE INTEGRADA DE FLUXOS DE TRÁFEGO DE VEÍCULOS INTELIGENTES ATRAVÉS DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E DADOS COLETADOS EM TEMPO REAL	
Maria Rachel de Araújo Russo Naliane Roberti de Paula	
DOI 10.22533/at.ed.42619200818	

CAPÍTULO 19	230
INFLUÊNCIA DOS APLICATIVOS DE SMARTPHONES PARA TRANSPORTE URBANO NO TRANSITO	
Maria Teresa Françoso	
Natália Custódio de Mello	
Heloisa Moraes Treiber	
DOI 10.22533/at.ed.42619200819	
CAPÍTULO 20	244
MODELO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR INTEIRA PARA O PROBLEMA DE CARPOOLING: UM ESTUDO DE CASO NA UFSC JOINVILLE	
Natan Bissoli Silvia	
Lopes De Sena Taglialenha	
DOI 10.22533/at.ed.42619200820	
CAPÍTULO 21	257
UMA PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS DE INFRAESTRUTURA EM MOBILIDADE URBANA	
Adriano Paranaiba	
Eliez Bulhões	
DOI 10.22533/at.ed.42619200821	
CAPÍTULO 22	271
A QUALIDADE DO TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO COMO MEIO SUSTENTÁVEL DE MOBILIDADE URBANA EM MANAUS	
Maximillian Nascimento da Costa	
Jussara Socorro Cury Maciel	
DOI 10.22533/at.ed.42619200822	
CAPÍTULO 23	284
ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE UM CORREDOR EXCLUSIVO DE ÔNIBUS E DA SINCRONIZAÇÃO SEMAFÓRICA NA VELOCIDADE DE CIRCULAÇÃO E EMISSÃO DE GASES POLUENTES: O CASO DE GOIÂNIA	
Mariana de Paiva	
Maxion Junio de Alcantara	
Filipe de Oliveira Fernandes	
Denise Aparecida Ribeiro	
DOI 10.22533/at.ed.42619200823	
CAPÍTULO 24	298
ESTUDO PRÉVIO PARA DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA CÁLCULO DE INDICADORES DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL PARA CÂMPUS UNIVERSITÁRIOS	
Sheila Elisângela Menini	
Andressa Rosa Mesquita	
Taciano Oliveira da Silva	
Heraldo Nunes Pitanga	
DOI 10.22533/at.ed.42619200824	
CAPÍTULO 25	312
O TRANSPORTE URBANO DE CARGA E O CENTRO COMERCIAL DE BELÉM	
Christiane Lima Barbosa	
DOI 10.22533/at.ed.42619200825	

SOBRE O ORGANIZADOR.....	324
ÍNDICE REMISSIVO	325

ANÁLISE INTEGRADA DE FLUXOS DE TRÁFEGO DE VEÍCULOS INTELIGENTES ATRAVÉS DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E DADOS COLETADOS EM TEMPO REAL

Maria Rachel de Araújo Russo

Universidade Federal de Itajubá, Instituto de Recursos Naturais
Itajubá – MG

Naliane Roberti de Paula

Universidade Federal de Itajubá, Instituto de Recursos Naturais
Itajubá – MG

RESUMO: Os sistemas de veículos conectados têm o potencial de melhorar a segurança do tráfego, reduzir congestionamentos e otimizar o desempenho de viagens, com impactos positivos para motoristas, passageiros, pedestres, infraestrutura, meio ambiente e indústria automotiva. O modelo Safety Pilot avalia a comunicação entre veículos, e entre veículos e infraestrutura, em um ambiente real em grande escala, por meio de comunicação de rádio de alta frequência e curto alcance, sistema de posicionamento global, dispositivos de transmissão de alertas aos motoristas e aplicações de segurança. Este estudo investiga dados coletados pelo modelo em um trecho de via urbana através de análise estatística, a fim de gerar informações e diagnósticos de tráfego. Foram utilizados dados referentes ao deslocamento de veículos, velocidade, data/horário e coordenadas geográficas, para determinação de tempos de percurso,

velocidades médias dos veículos, tempos de paradas, entre outros. A partir da análise foram gerados gráficos e apresentação de trajeto para uma análise espacial. O estudo demonstra a importância da aplicação do modelo em substituir contagens de tráfego para a implementação de ações de monitoramento, melhoria e controle de tráfego.

PALAVRAS-CHAVE: análise integrada, fluxos de tráfego, veículos inteligentes, Sistema de Informação Geográfica, modelo Safety Pilot, controle de tráfego.

INTEGRATED ANALYSIS OF TRAFFIC FLOWS OF INTELLIGENT VEHICLES USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM AND REAL TIME COLLECTED DATA

ABSTRACT: Connected vehicle systems have the potential to improve traffic safety, reduce congestion, and optimize travel performance with positive impacts for drivers, passengers, pedestrians, the infrastructure, the environment, and the automotive industry. The Safety Pilot model assesses communication between vehicles, and between vehicles and infrastructure, in a real-world large-scale environment through high-frequency short-range radio communication, global positioning systems and applications. This study investigates, through statistical analysis, data

collected by the model in a stretch of urban road to generate information and traffic diagnostics. Data regarding vehicle displacement, speed, date/time and geographic coordinates were used to determine travel times, average vehicle speeds, stopped times, among others. From the analysis, charts and path presentation were generated for the spatial analysis. The study demonstrates the importance of applying the model in replacing traffic counts for the implementation of monitoring, improvement and traffic control.

KEYWORDS: integrated analysis, traffic flows, intelligent vehicles, Geographic Information System, Safety Pilot model, traffic control.

1 | INTRODUÇÃO

Com o crescente número de veículos nas vias em todo o mundo, os sistemas de tráfego atuais apresentam problemas de gerenciamento e controle, portanto, são necessários novos instrumentos de análise para propor melhorias. Hoje, as tecnologias de automação e conectividade de veículos, combinadas com o crescente avanço da comunicação sem fio e a assistência avançada para o motorista, são soluções promissoras para esses problemas.

Em 2014, para adiantar potencialmente esta iniciativa, o Departamento de Transportes dos EUA realizou a implementação do Modelo Safety Pilot. Sob a liderança do Instituto de Pesquisa em Transportes, da Universidade de Michigan (UMTRI), o programa permite a avaliação de implantação em larga escala de veículo para veículo (V2V) e veículo para infraestrutura (V2I) em Ann Arbor, Michigan, com cerca de 5.000 veículos equipados e mais de 130 km de vias instrumentadas, sendo o maior campo de teste de tecnologia de comunicação de veículos do mundo.

Este trabalho visa mostrar a importância do modelo Safety Pilot, através do processamento de dados de um trecho de via urbana para testar as habilidades das tecnologias de comunicação e sensoriamento em fornecer dados e informações amplas e significativas para diagnóstico e monitoramento de tráfego, bem como melhorias na infraestrutura viária.

2 | ATRIBUIÇÕES DE VEÍCULOS CONECTADOS

Segundo a AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials, 2015) que tem sido parceira do USDOT (Departamento de Transportes dos Estados Unidos) em veículos conectados desde 2004, estes têm o potencial de compartilhar dados entre si e a infraestrutura para todos os modos de transporte terrestres, bem como aos centros de controle de tráfego e demais sistemas responsáveis por uma variedade de serviços como meteorologia, fiscalização etc.

AASHTO (2011) cita aplicações de veículos inteligentes, sendo a segurança um dos principais quesitos uma vez que acidentes de trânsito constituem uma das

principais causas de morte nos Estados Unidos. Segundo a Organização Mundial da Saúde, aproximadamente 1,25 milhão de pessoas morrem por ano em acidentes de trânsito no mundo. Veículos conectados podem contribuir para a redução de colisões em cruzamentos e mudanças de faixas, colisões secundárias, aumento da agilidade em desviar de obstáculos e disparos de alertas mais precisos e oportunos sobre as condições das vias.

Com o avanço da tecnologia nos sistemas de transportes inteligentes, pode-se aliar conforto, com uma ampla disponibilidade de informações e entretenimento, à segurança viária, minimizando índices de acidentes na maioria causados por falha humana, já que a conectividade permite a transmissão de informações e alertas entre veículos e entre estes e a infraestrutura viária.

Em relação à mobilidade, congestionamentos de tráfego geram milhões de horas de atrasos na economia mundial em termos de bilhões de dólares anuais. Objetivos que contribuem para uma melhor mobilidade incluem o uso mais eficiente da capacidade viária, fornecimento de informações precisas e oportunas ao usuário e redução de gases tóxicos.

3 | MODELO SAFETY PILOT

O modelo Safety Pilot é uma implantação em larga escala de veículos conectados em ambiente concentrado do mundo real, com cerca de 5.000 veículos equipados, mais de 130 km de vias instrumentadas e 25 interseções sinalizadas na cidade de Ann Arbor, Michigan. A área engloba uma grande variedade de classes funcionais e altos volumes de tráfego diários médios. Os veículos incluem automóveis, caminhões, ônibus, motocicletas e uma bicicleta. Para a detecção de pedestres, equipamentos adicionais foram instalados numa interseção com radar para aplicação no controle de tráfego.

3.1 Dedicated Short Range Communication (DSRC)

A Comunicação de Curto Alcance (DSRC) é um rádio de alta frequência utilizado para fornecer comunicação sem fio para aplicações de sistemas de transporte inteligentes, a fim de compartilhar informações entre veículos e entre veículos e infraestrutura, pedestres ou “a nuvem”, segundo Huang *et al.* (2016). Mensagens básicas de segurança (BSM) são transmitidas dez vezes por segundo pelos veículos equipados, permitindo ação de alerta/controle a ser tomada na iminência de acidente. Veículos e sensores nas vias transmitem dados entre si, os quais são enviados para um banco de dados que os analisa e converte em informações e os transmite de volta aos veículos. Nos semáforos, câmeras monitoram velocidades dos veículos, posição e tempos de semáforo.

Nas vias os sensores fornecem informações geográficas para alertar aos motoristas sobre estreitamento/fechamento de faixas, tráfego pesado ou outros

aspectos viários, para que possam saber exatamente a que distância esses aspectos/obstáculos se encontram. O modelo tem coletado dados para avaliar a tecnologia DSRC operando a 5.9 GHz e as aplicações de segurança V2V (veículo para veículo) e V2I (veículo para infraestrutura), bem como a infraestrutura física e digital para o tráfego de veículos conectados.

Resultados de uma análise de Huang *et al.* (2016) mostram que os fatores mais influentes para a transmissão e captação de dados são objetos estáticos e em movimento que podem dificultar ou interferir na rede, assim como a localização da antena do veículo. Diferentes condições meteorológicas também mostram pequena influência no desempenho de DSRC.

O estudo tratou de uma avaliação empírica do desempenho da comunicação dedicada de curto alcance, baseada nos dados de implantação do Safety Pilot. Primeiramente, os autores investigaram o alcance máximo e efetivo do DSRC e, em seguida, o efeito de fatores ambientais como árvores/folhagens, clima, edifícios, direção do veículo e elevação da via. Os resultados podem ser usados para orientar a instalação futura de equipamentos de DSRC e desenvolver modelos de comunicação para simulações numéricas.

3.2 3.2 Equipamentos instalados nos veículos e na infraestrutura

Uma combinação de dispositivos de DSRC foi usada para permitir as comunicações V2V e V2I, dar suporte às aplicações de segurança e coletar dados. Há quatro tipos diferentes de configurações de equipamentos em veículos no modelo denominados. A Figura 1 ilustra exemplos de instalação desses dispositivos, descritos como segue:

- Vehicle Awareness Device (VAD) – Envia mensagens básicas de segurança. Permite interações entre veículos equipados com as aplicações de segurança, a fim de avaliar essas aplicações e alertar os motoristas sobre conflitos.
- Aftermarket Safety Device (ASD) – Recebe mensagens de segurança e envia mensagens de áudio ao motorista. ASD executa três aplicações de segurança: alerta de velocidade na curva, luz de freio eletrônico de emergência e alerta de colisão à frente.
- Retrofit Safety Device (RSD) – Fornecer informações a partir de sensores internos. Possui alerta de áudio e visuais.
- Integrated Safety Device (ISD) – Envia e recebe mensagens de segurança, enviando alertas ao motorista.



Figura 1. Exemplos de instalação nos veículos (BEZZINA e SAYER, 2014)

Os dispositivos instalados na infraestrutura consistem de equipamentos de borda de pista (Road Side Equipment - RSE) (Figura 2). São dispositivos DSRC que recebem e enviam mensagens de segurança e podem interagir com sistemas de controle de tráfego e semáforos. Dispositivos de tempo e fase de sinal (Signal Phase and Timing) têm de 300 a 1.500 metros de alcance e são uma interface entre controle de sinal e os equipamentos de borda de pista.

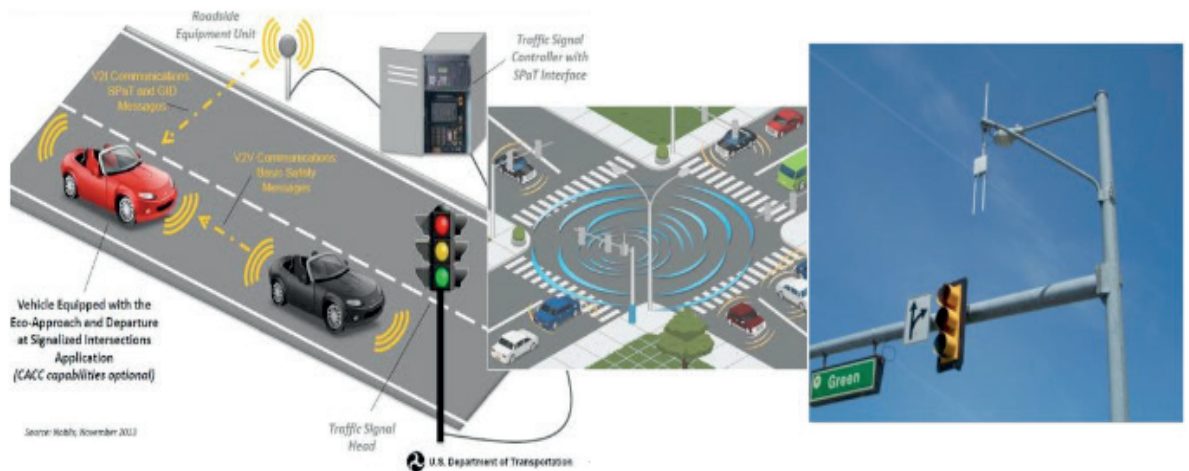


Figura 2. Conceito de V2I e um RSE - Road Side Equipment em Ann Arbor. (GASIOROWSKI *et al.*, 2014).

3.3 Coleta de dados

Uma grande quantidade de dados tem sido coletada, processada e armazenada em bancos de dados e arquivos eletrônicos em servidores do UMTRI. Os dados incluem mensagens básicas de segurança (BSM) detectadas pelos RSE instalados na infraestrutura, informações meteorológicas e dados de tráfego convencionais. Os conjuntos de dados da primeira fase de implantação constituem 70 TB de memória, seis milhões de viagens, 61 milhões de quilômetros percorridos, 1,4 milhões de horas e

120 bilhões de BSM transmitidas por 5.000 veículos a cada dez unidades por segundo (BEZZINA e SAYER, 2014).

As mensagens básicas de segurança são compostas por: tempo, distância, dados de GPS (latitude, longitude e altitude), direção, velocidade, aceleração, frenagem e controle de cruzeiro (piloto automático), comprimento e largura do veículo, objeto à frente, localização dentro da faixa e posição lateral, alertas de informação e iminência de perigo, cenas de vídeo frontal, da cabine do motorista, traseira esquerda, traseira direita, e mensagens de áudio. O status do veículo contém informações sobre elementos periféricos como luzes externas, altura e peso do veículo.

3.4 Aplicação do modelo - tempo de semáforo

Zheng e Liu (2016) fizeram um estudo como uma das primeiras tentativas de explorar os reais dados dos veículos conectados e de trajetória por dados de GPS para estimativa do volume de tráfego nas intersecções sinalizadas, com o objetivo de aplicá-los num recálculo dos tempos de semáforo e, futuramente, para a implantação de semáforos de controle automático de tempo. Uma das continuações do estudo é melhorar o algoritmo de estimativa de volume, por exemplo, estimativa ciclo a ciclo, através da fusão de dados históricos e dados em tempo real. Tal estimativa de volume em tempo real é crítica para o controle adaptativo do sinal.

3.5 Aplicação do modelo - integração de dados espaciais

Problemas de transporte são, na maioria, causados pelas características espaciais e precisam de ferramentas para auxiliar as análises como softwares de simulação de tráfego, e Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para representar a realidade e localizações. A análise espacial é o estudo dos fenômenos que podem ser localizados no espaço e está sendo usada cada vez mais em cartografia, recursos naturais, comunicações, energia e planejamento de transporte urbano e regional. Segundo Câmara *et al.* (2004), a tecnologia atual enfatiza a representação de fenômenos estáticos, e o desafio é representar adequadamente fenômenos dinâmicos, como exemplo, o fluxo de tráfego de uma cidade.

4 | METODOLOGIA DE ANÁLISE

A fim de integrar espacialmente dados de veículos conectados obtidos pelo modelo Safety Pilot, foi feita a representação do eixo do sistema viário como um polígono e foram determinados os pontos de GPS em cada segmento da via, representados na Figura 3, mostrando que a maioria percorre a Washtenaw Av. e Huron St., porém, cerca de 10% dos veículos entram e saem pelos pontos de acesso ao longo da rede. A Tabela 1 ilustra uma parte dos dados utilizados.

Dispositivo	Data e Hora Local	Semáforo	Distância (m)	Velocidade (km/h)	Latitude	Longitude
2632	10/04/13 19:27:51	4th Ave	6579,332	19,39	42,281433	-83,7472152
2632	10/04/13 19:27:51		6584,216	19,62	42,281433	-83,7472686
2632	10/04/13 19:27:52		6596,54	19,65	42,281440	-83,7474212
2632	10/04/13 19:27:53		6608,89	19,74	42,281444	-83,7475738
2632	10/04/13 19:27:54		6621,466	20,70	42,281452	-83,7477264
2632	10/04/13 19:27:55		6634,932	21,98	42,281455	-83,7478866
2632	10/04/13 19:27:56		6648,748	22,14	42,281459	-83,7480545
2632	10/04/13 19:27:57		6662,522	21,82	42,281463	-83,7482223
2632	10/04/13 19:27:58		6676,202	21,76	42,281467	-83,7483902
2632	10/04/13 19:27:59	Main St	6684,356	21,70	42,281471	-83,7484893

Tabela 1. Amostra dos dados do modelo Safety Pilot utilizados no estudo.

Com a ferramenta de SIG, mostra-se que é possível visualizar os locais de congestionamento e os volumes de tráfego, os quais podem ser utilizados para ampliar a quantidade e a precisão dos dados de volume de tráfego necessários para planejar, gerenciar e apoiar inovações para aliviar o congestionamento e melhorar o fluxo de tráfego. A análise dos dados mostra a importância dos modelos de implantação para testar as habilidades das tecnologias de comunicação e fornecer dados e informações significativos e precisos para monitoramento e avaliação de mobilidade e congestionamentos.

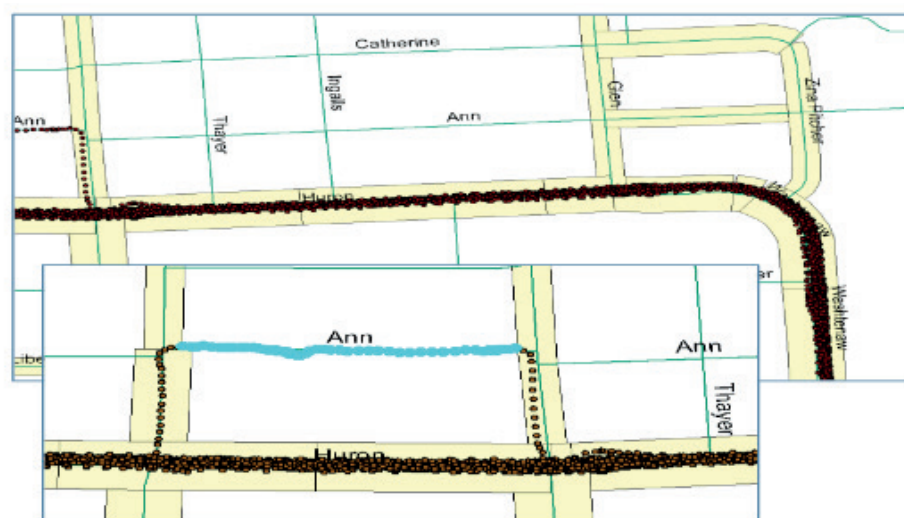


Figura 3. Demonstração de possíveis desvios na trajetória.

Por meio dos dados do modelo foi escolhido um trecho de via de Ann Arbor, localizado entre os semáforos da 4th Av. e a Main Street e filtradas as informações correspondentes ao ano de 2013. Foram estudados 13 veículos conectados que transitaram pelo trecho em dias e horários diferentes, considerando data, hora, semáforo (nó/interseção), velocidade, longitude e latitude dos veículos (Tabela 1).

Optou-se por trabalhar com os dados referentes ao deslocamento dos veículos, velocidade, data, horário e coordenadas geográficas, a fim de analisar o tempo gasto para percorrer o trecho, velocidade média de cada veículo, tempos de parada etc. A partir dos dados foram gerados gráficos e histogramas pela ferramenta de análise do Excel, e demonstração de trajeto pelo Google Earth para análise espacial. Das análises dos resultados obtidos são mostradas as aplicações e vantagens de implantação do modelo Safety Pilot.

5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Velocidade em função do espaço

O primeiro parâmetro analisado foi a velocidade de cada veículo ao percorrer o trecho em estudo. Para isso, foi selecionada uma viagem de cada veículo e sua velocidade em função da distância percorrida, obtendo-se o Diagrama Velocidade x Tempo (Figura 4), no qual cada elemento especificado na legenda representa um veículo e a data da viagem.

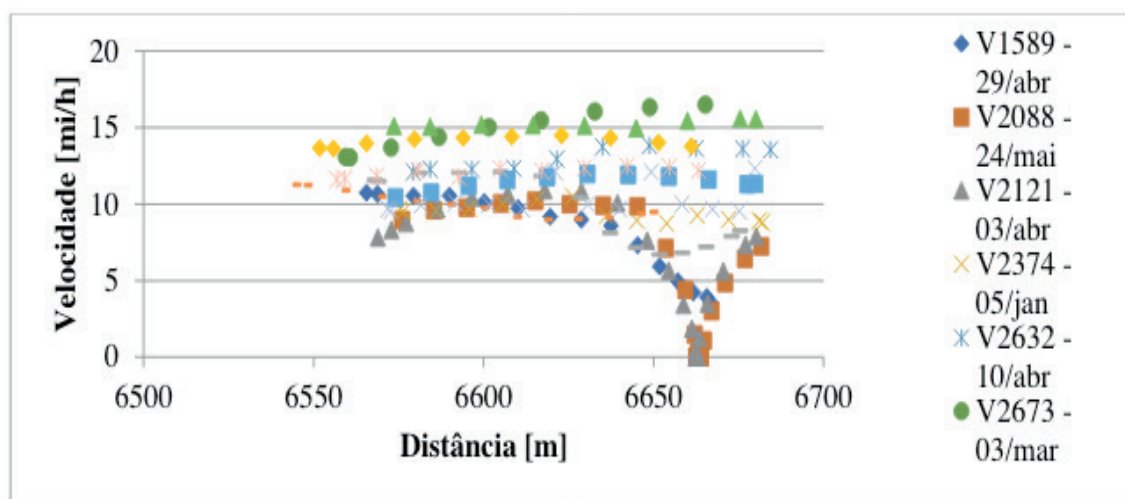


Figura 4. Diagrama Velocidade x Tempo.

A partir do diagrama Velocidade x Tempo, observa-se que a posição 6660 é próxima ao semáforo da 4th Av., já que é o momento em que a maioria dos veículos reduziu a velocidade e alguns chegaram a parar completamente.

5.2 Distância em função do tempo

A Figura 5 representa uma viagem detectada a partir do dispositivo 2088. O Diagrama Espaço x Tempo mostra, além do deslocamento, o tempo total de percurso e de parada. Assim como mostra o diagrama da Figura 4, na posição um pouco à frente de 6600 metros, o veículo reduziu a velocidade a zero. Esse tempo de parada pode representar o tempo estimado de onda vermelha do semáforo, considerando também uma estimativa de número de veículos convencionais presentes na fila. O tempo de parada é de 33 segundos.

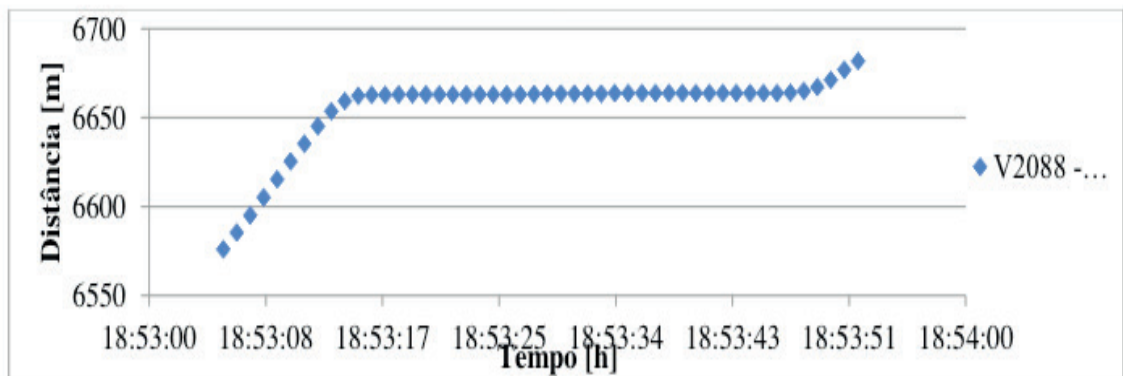


Figura 5. Gráfico da distância em função do tempo – Dispositivo 2088.

5.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS VARIAÇÕES DE TEMPO

As Tabelas 2 e 3 foram geradas com os dados dos tempos iniciais e finais de cada dispositivo, a fim de determinar o tempo que cada veículo gastou ao percorrer o trecho em estudo. Na Tabela 2, foram consideradas todas as viagens incluindo os tempos de parada e, na Tabela 3, foram desconsideradas as viagens nas quais os veículos pararam. Com esses dados foram calculadas média, mediana e desvio padrão dos tempos gastos no percurso. O maior tempo gasto dessa amostra foi de 52 segundos, entretanto, esse tempo foi gasto pelo veículo que esteve parado durante 36 segundos. Verifica-se, também, que o menor tempo de percurso foi de 7 segundos.

Dispositivo	Tempo inicial (h)	Tempo final (h)	Data	Varição do tempo (h)	Resultados	
1589	12:37:44	12:37:56	29/abr	0:00:12	Média	0:00:14
2088	18:53:05	18:53:52	24/mai	0:00:47	Mediana	0:00:10
2121	12:33:59	12:34:51	03/abr	0:00:52	Desvio Padrão	0,000141
2374	18:19:17	18:19:29	05/jan	0:00:12	Maior	00:00:52
2632	19:27:51	19:27:59	10/abr	0:00:08	Menor	00:00:07
2673	11:29:50	11:29:57	03/mar	0:00:07		

2912	9:41:57	9:42:07	07/jan	0:00:10
	10:04:27	10:04:35	13/fev	0:00:08
	10:16:34	10:16:51	22/fev	0:00:17
	10:00:22	10:00:30	21/jan	0:00:08
	10:03:14	10:03:24	15/jan	0:00:10
	19:17:59	19:18:13	23/jan	0:00:14
2918	9:53:57	9:54:09	08/fev	0:00:12
2952	18:20:39	18:20:46	19/jan	0:00:07
2992	8:20:51	8:21:00	25/jan	0:00:09
3009	23:20:09	23:20:16	03/mai	0:00:07

Tabela 2 Variação dos tempos incluindo paradas.

Dispositivo	Tempo inicial (h)	Tempo final (h)	Data	Variação do tempo (h)	Resultados	
1589	12:37:44	12:37:56	29/abr	0:00:12	Média	0:00:10
2374	18:19:17	18:19:29	05/jan	0:00:12	Mediana	0:00:09
2632	19:27:51	19:27:59	10/abr	0:00:08	Desvio Padrão	3,07E-05
2673	11:29:50	11:29:57	03/mar	0:00:07	Maior	0:00:17
2912	9:41:57	9:42:07	07/jan	0:00:10	Menor	00:00:07
	10:04:27	10:04:35	13/fev	0:00:08		
	10:16:34	10:16:51	22/fev	0:00:17		
	10:00:22	10:00:30	21/jan	0:00:08		
	10:03:14	10:03:24	15/jan	0:00:10		
	19:17:59	19:18:13	23/jan	0:00:14		
2918	9:53:57	9:54:09	08/fev	0:00:12		
2952	18:20:39	18:20:46	19/jan	0:00:07		
2992	8:20:51	8:21:00	25/jan	0:00:09		
3009	23:20:09	23:20:16	03/mai	0:00:07		

Tabela 3 Variação dos tempos excluindo as viagens com paradas.

Da Tabela 3 foi gerado o histograma da Figura 6, representando a frequência de ocorrência dos tempos dentro de cada intervalo pré-definido de tempo, denominado bloco. Tem-se que sete veículos percorreram o trajeto em oito segundos; sete veículos percorreram em 12 segundos; quatro veículos em 16 segundos, e um veículo em 20 segundos.

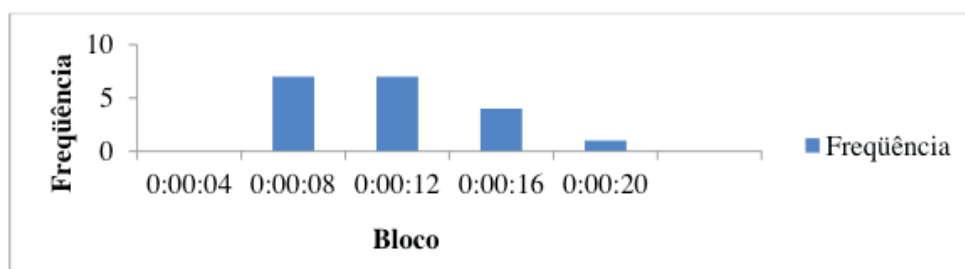


Figura 6. Histograma do tempo de viagem.

O histograma demonstra a tendência de tempo para percorrer o trecho. Nota-se que a maioria dos veículos percorreu o trecho num intervalo de 5 a 12 segundos, sendo a média de tempo de 10 segundos, como mostra a Tabela 3.

5.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS VELOCIDADES

Dos dados de velocidade coletados para os intervalos especificados, excluindo os valores de 0 a 2 km/h, foram obtidos a média, mediana e desvio padrão, bem como a velocidade máxima registrada (Tabela 4). Na Tabela 5, de modo semelhante à análise dos tempos, foram analisadas as velocidades para obter os histogramas das Figuras 7 e 8.

Média (km/h)	Mediana (km/h)
13,17	15,56
Desvio padrão	Maior (km/h)
8,08	26,55

Tabela 4. Resultados estatísticos das velocidades.

Bloco	Frequência	% Acumulada	Bloco	Frequência	% Acumulada
4	75	22,59%	20	82	24,70%
8	11	25,90%	4	75	47,29%
12	35	36,45%	24	58	64,76%
16	57	53,61%	16	57	81,93%
20	82	78,31%	12	35	92,47%
24	58	95,78%	28	14	96,69%
28	14	100,00%	8	11	100,00%
32	0	100,00%	32	0	100,00%

Tabela 5. Blocos e frequências para histograma classificado e porcentagens acumuladas de velocidades.

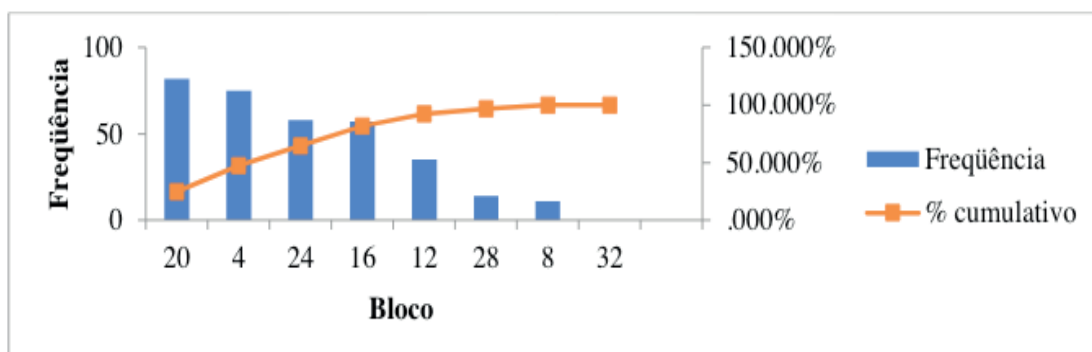


Figura 7. Histograma classificado e porcentagem acumulada das velocidades.

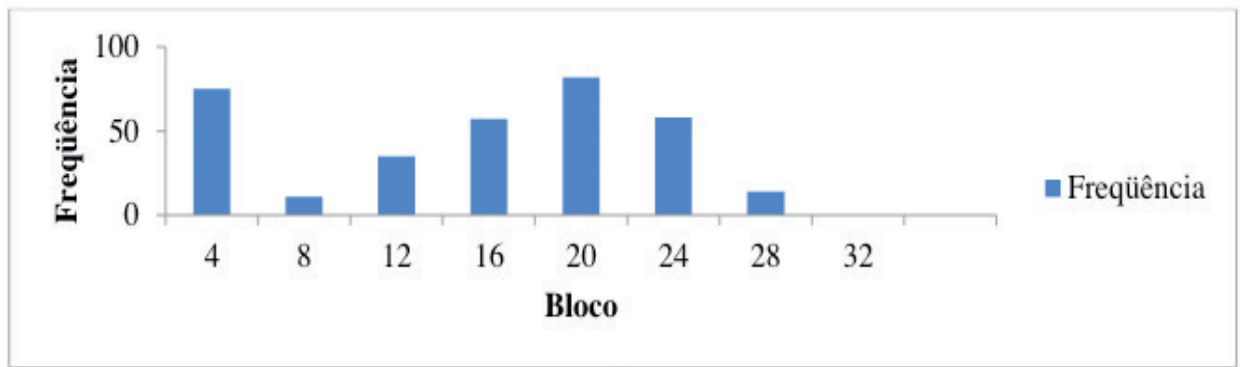


Figura 8. Histograma das velocidades.

5.5 Análise de percurso

As coordenadas latitude e longitude dos dispositivos são parâmetros importantes a serem analisados. A partir das coordenadas geográficas pode-se analisar os trajetos percorridos pelos veículos, bem como trechos de maior ou menor densidade e as rotas mais percorridas. Na Figura 9, representadas pelos pontos em vermelho, estão as coordenadas geográficas dos veículos em todas as viagens, pelo Google Earth®.



Figura 9. Representação das posições dos veículos em estudo

A análise mostra que podem-se conhecer os percursos mais usados pelos veículos, horários de maior fluxo de tráfego, estimativa de comprimento de fila através do aglomerado maior de pontos, dias de maior movimento etc. Verifica-se que durante o percurso do trecho entre os semáforos o trânsito costuma fluir, conforme o espaçamento entre os pontos. Próximo ao semáforo da 4th Av. a distância entre os pontos diminui, mostrando redução de velocidade.

6 | CONCLUSÃO

O sistema de veículos inteligentes é um grande avanço para o transporte terrestre por suas inúmeras vantagens, em especial a mobilidade e a segurança de tráfego. Pelo levantamento bibliográfico, verifica-se que a nova tecnologia de veículos conectados por DSRC não é ainda plenamente eficaz por diversos fatores. Ainda há muito a pesquisar sobre a infraestrutura viária e digital para o tráfego de veículos conectados sendo necessário considerar, inclusive, o tráfego misto de veículos que deverão compartilhar as vias, bem como a privacidade, a segurança cibernética, a aceitação pelos usuários, aspectos relacionados à validação e regulamentação, bem como os impactos sociais.

O modelo Safety Pilot consiste de um acervo de dados e informações em tempo real do tráfego de veículos conectados, possibilitando a análise de parâmetros visando melhorias na infraestrutura e auxílio para adaptações necessárias à implementação de controle de tráfego nas vias existentes. Este estudo mostra que as análises resultam em informações de densidade de fluxo, tamanho de filas, tempos de espera, tendência de rotas, de velocidades e de tempo, horas de pico etc., fornecendo um maior e mais preciso conhecimento do tráfego que as análises de campo tradicionais.

Para dar sequência às análises apresentadas são sugeridas pesquisas futuras: semáforos coordenados; possíveis melhorias na infraestrutura viária física; influência da infraestrutura urbana em transporte sustentável e difusão da tecnologia; influência da interação entre veículos convencionais e conectados; alterações no fluxo e trajeto no decorrer do tempo e sua relação com o desenvolvimento da cidade; análise da segurança viária com a introdução de veículos parcialmente autônomos; identificação de relações entre o comportamento dos veículos (velocidade, trajeto) e o índice local de acidentes.

REFERÊNCIAS

AASHTO - The American Association of State Highway and Transportation Officials. **Connected Vehicle Field Infrastructure Footprint Analysis: Preparing to Implement a Connected Vehicle Future**. 2015. USDOT-FHWA-JPO-13-071.

AASHTO - The American Association of State Highway and Transportation Officials. **Connected Vehicle Infrastructure Deployment Analysis**. 2011. USDOT-FHWA-JPO-13-071.

BEZZINA, D.; SAYER, J. **Safety Pilot Model Deployment**. UMTRI - The University of Michigan Transportation Research Institute. 2014. Methodology Report 2014, USDOT.

CÂMARA, G., DAVIS, C., MONTEIRO, A. M. V. **Introduction to Geoinformation Science**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, São José dos Campos, SP. 2004. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd>. Acesso em: 21 jun. 2017.

GASIOROWSKI, A., SHOGAN, S., NIKOLLARI, D. **Relatório Interno Parsons Brinckerhoff**. 2014. Empresa instaladora dos dispositivos nas vias.

HUANG, X., ZHAO, D., PENG, H. **Empirical Study of DSRC Performance Based on Safety Pilot**

Model Deployment Data. 2016. *In:* IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. Junho, 2016.

ZHENG, J., Liu, H. **Estimating traffic volumes for signalized intersections using connected vehicle data.** 2017. *In:* Transportation Research Part C Emerging Technologies. Julho, 2017.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abordagem Sistêmica 46, 48

Arquitetura 5, 14, 15, 16, 17, 20, 30, 31, 32, 44, 75, 77, 78, 87, 124, 125, 131, 175, 185, 214, 230, 233

Arteterapia 1, 2, 4, 9, 11, 12

C

Câmpus Universitário 8, 138, 298, 300, 301, 302, 306, 307, 308, 309, 310, 311

Cidade 6, 7, 8, 15, 17, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 32, 34, 36, 37, 44, 46, 47, 48, 50, 51, 56, 60, 62, 64, 71, 72, 75, 79, 81, 82, 100, 102, 103, 104, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 120, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 133, 135, 136, 140, 141, 142, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 158, 159, 160, 163, 164, 165, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 202, 203, 214, 218, 221, 228, 235, 238, 245, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 260, 261, 265, 266, 270, 271, 272, 275, 279, 285, 296, 300, 301, 310, 312, 313, 314, 317, 320, 321, 322

Cidade Limpa 113, 114, 118

Climatologia 63

Conjuntos Habitacionais 20, 21, 23, 25, 28, 29, 126

Construção Civil 5, 6, 88, 113

Corredores Verdes 6, 32, 34, 35, 36, 40, 41, 43, 44, 45

D

Desenvolvimento 6, 9, 1, 2, 3, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 14, 18, 22, 24, 26, 27, 34, 35, 46, 49, 50, 51, 52, 55, 60, 61, 64, 78, 79, 89, 100, 101, 126, 127, 129, 130, 132, 135, 136, 139, 160, 163, 179, 184, 186, 188, 198, 200, 228, 230, 231, 232, 235, 236, 237, 239, 241, 245, 262, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 283, 285, 286, 298, 299, 302, 303, 304, 310, 311

Drenagem Urbana 48, 138, 139, 147

E

Engenharia 2, 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 25, 46, 61, 75, 76, 88, 99, 113, 138, 149, 167, 173, 174, 186, 230, 243, 260, 269, 282, 283, 296, 297, 298, 310, 311, 312, 318, 324, 325, 326, 327

Ensino 16, 26, 53, 276, 297, 303, 324

Extensão 1, 16, 18, 19, 35, 36, 51, 52, 129, 134, 169, 193, 248, 285, 291, 308, 309, 320

H

Humano 6, 1, 2, 5, 8, 11, 12, 21, 48, 89, 90, 91, 93, 95

I

Iluminação Natural 88, 89, 99

Infraestrutura Urbana 20, 23, 25, 26, 30, 33, 47, 53, 55, 181, 228, 252, 264

J

Jardins Verticais 7, 40, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 109, 110, 111

M

Mapa de Ruídos 100, 107

Mapeamento Coletivo 7, 125, 127, 129, 131, 132, 134

Maricá-RJ 46, 47

Materiais Construtivos 63

Microclima Urbano 42, 43, 77, 78, 102

O

Ocupação do Solo 7, 38, 46, 47, 60, 75, 77, 87, 273, 278, 314

P

Participação 24, 26, 27, 50, 52, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 132, 135, 136, 186, 262, 275, 305

Planejamento Urbano 8, 25, 32, 34, 35, 43, 44, 46, 48, 49, 60, 111, 124, 125, 127, 128, 136, 149, 163, 170, 173, 185, 186

Plano Diretor 8, 24, 37, 61, 125, 126, 127, 128, 135, 136, 137, 138, 148, 163, 164, 176, 179, 180, 182, 185, 257, 261, 303, 317

Poluição Sonora 100, 101

Poluição Visual 7, 113, 114, 115, 116, 117, 121, 122, 123, 124

Q

Qualidade Visual 7, 101, 113, 114, 115, 118, 123, 124, 133

R

Reabilitação 6, 32, 34, 35, 36, 39, 40, 43, 44

Regularização Fundiária 20, 21, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 126, 178, 179

Resiliência Urbana 32, 44

S

Simulação Computacional 77

Sistema de Espaços Livres 32, 34, 43

Sombreamento Arbóreo 62, 64, 66, 75

Sustentabilidade 6, 35, 44, 46, 49, 60, 61, 137, 138, 139, 196, 261, 263, 264, 273, 275, 299, 300, 301, 303, 304, 306, 307

Sustentabilidade Ambiental 6, 46

T

Transdisciplinar 6, 1, 2, 8, 11, 48

Transmissão espectral 88

V

Vidros 7, 88, 89, 91, 92, 93, 94, 98, 99

Voluntariado 16

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-542-6

