



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

SMALL: Soluções Computacionais em Mobilidade Urbana para Auxiliar na Consolidação de Cidades Inteligentes

Dissertação de Mestrado

ALEF MENEZES DOS SANTOS



SÃO CRISTÓVÃO – SE

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

ALEF MENEZES DOS SANTOS

**SMALL: Soluções Computacionais em Mobilidade Urbana
para Auxiliar na Consolidação de Cidades Inteligentes**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PROCC) da Universidade Federal de Sergipe (UFS) como requisito final para a obtenção do título de mestre em Ciência da Computação.

Orientador(a): Prof. Dr. Rogério Patrício Chagas do Nascimento

SÃO CRISTÓVÃO – SE

2021

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

Santos, Alef Menezes dos
S237s SMALL: soluções computacionais em mobilidade urbana para
auxiliar na consolidação de cidades inteligentes / Alef Menezes
dos Santos ; orientador Rogério Patrício Chagas do Nascimento. -
São Cristóvão, 2021.
113 f.; il.

Dissertação (mestrado em Ciência da Computação) –
Universidade Federal de Sergipe, 2021.

1. Computação. 2. Sistemas inteligentes de veículos
rodoviários. 3. Cidades inteligentes. I. Nascimento, Rogério
Patrício Chagas do orient. II. Título.

CDU 004



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Ata da Sessão Solene de Defesa da Dissertação do
Curso de Mestrado em Ciência da Computação-UFS.
Candidato: ALEF MENEZES DOS SANTOS

Em 28 dias do mês de maio do ano de dois mil e vinte um, com início às 08h00min, realizou-se na Sala virtual <https://meet.google.com/jjp-zzms-hqx>. A Sessão Pública de Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato **ALEF MENEZES DOS SANTOS**, que desenvolveu o trabalho intitulado: **"SMALL: Soluções Computacionais em Mobilidade Urbana para Auxiliar na Consolidação de Cidades Inteligentes"**, sob a orientação do Prof. Dr. **Rogério Patrício Chagas do Nascimento**. A Sessão foi presidida pelo Prof. Dr. **Rogério Patrício Chagas do Nascimento** (PROCC/UFS), que após a apresentação da dissertação passou a palavra aos outros membros da Banca Examinadora, Prof. Dr. **Gabriel Antoine Louis Paillard** (UFF) e em seguida, a Prof. Dr. **Michel dos Santos Soares** (PROCC/UFS). Após as discussões, a Banca Examinadora reuniu-se e considerou o mestrando (a)
APROVADO "(aprovado/reprovado)". Atendidas as exigências da Instrução Normativa 01/2017/PROCC, do Regimento Interno do PROCC (Resolução 67/2014/CONEPE), Resolução nº 25/2014/CONEPE e da Portaria nº 413 de 27 de maio de 2020 (Banca por videoconferência) que regulamentam a Apresentação e Defesa de Dissertação, e nada mais havendo a tratar, a Banca Examinadora elaborou esta Ata que será assinada pelos seus membros e pelo mestrando.

Cidade Universitária "Prof. José Aloísio de Campos", 28 de maio de 2021.


Prof. Dr. Rogério Patrício Chagas do Nascimento

(PROCC/UFS)
Presidente


Prof. Dr. Michel dos Santos Soares
(PROCC/UFS)
Examinador Interno


Prof. Dr. Gabriel Antoine Louis Paillard
(UFF)
Examinador Externo


Alef Menezes dos Santos
Santos Candidato

Dedico este trabalho a minha Mãe e a minha Noiva, que foram meu alicerce nos momentos mais difíceis.

Agradecimentos

Agradeço,

Primeiramente, a Deus. Ele foi a entidade que me confortou, guiou e permitiu que nos momentos mais difíceis e incrédulos durante todo o percurso do mestrado, eu não desistisse ou deixasse de acreditar na minha capacidade.

A minha mãe **Lizete Menezes**, que sempre foi minha base, luz e lar, oferecendo todo o apoio, suporte e meios, possíveis e impossíveis, de alcançar meus sonhos e objetivos. Sua importância em minha vida faz com que eu tenha força e coragem de lutar por tudo aquilo for necessário e justo ao meu crescimento.

A minha namorada, noiva e companheira **Lilian Aparecida França Silva**, que a todo momento me incentivou e apoiou de todas as formas possíveis durante esta jornada de minha vida. Enfrentou comigo todo o estresse, ansiedade e dificuldades que foram postas e apresentadas ao decorrer destes últimos três anos. Você foi imprescindível para que eu chegasse ao fim dessa batalha.

Ao meu orientador Dr. **Rogério Patrício Chagas do Nascimento**, que me acompanhou e ajudou a construir toda estrada para alcançar este objetivo. Além de orientador, foi um amigo em um dos momentos mais difíceis durante esta jornada. Agradeço por não ter desistido de mim, independente de todas as dificuldades que enfrentamos juntos.

Aos amigos conquistados durante todo o mestrado, em especial: **Ademir Júnior, Felipe Faustino e Hugo Menezes**, que foram meus companheiros de dia-a-dia. Por permitir que o tempo que passamos juntos tenham sido tão prazerosos. Agradeço por todas as conversas, brincadeiras e até sofrimentos no horário do almoço que juntos enfrentamos. Por todo o aprendizado e crescimento que eu obtive com vocês, seja como profissional ou pessoal. Também por todo esforço investido ao me ajudar a concluir mais uma etapa da minha vida.

A minha mãe acadêmica **Marianne Batista Diniz da Silva**, que foi a principal responsável pela abertura das portas do mundo acadêmico para mim. Sou grato por sempre arrumar aquele “tempinho” no meio do seu dia-a-dia corrido, por ser aquela pessoa que me tirou do escuro nos momentos onde eu não enxergava a luz. Minha gratidão por você vai além daquilo que me foi dado por você, mas sim pela inspiração e vontade de alcançar algo que você despertou em mim.

A minha amiga **Elaine Silva Lima**, aquela que me conquistou na secretária do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PROCC). Agradeço por todas as conversas, risos, conselhos e orientações que você me deu. E, principalmente, por acreditar em mim e me ajudar a enfrentar uma das piores situações que, até hoje, enfrentei na vida.

A minha psicóloga **Cleonilde Silva Lima**, por dispor de seu tempo e me ajudar a enfrentar uma das piores situações, que até hoje, enfrentei na vida. Obrigado por me ajudar a vencer esta batalha.

Ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PROCC), por todo o conhecimento que me foi concedido.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa durante todo o período de realização deste mestrado.

*Agir, eis a inteligência verdadeira.
Serei o que quiser. Mas tenho que querer o que for.
O êxito está em ter êxito, e não em ter condições de êxito.
Condições de palácio tem qualquer terra larga,
mas onde estará o palácio se não o fizerem ali?
(Fernando Pessoa)*

Resumo

A Organização das Nações Unidas (ONU) estima que haverá um aumento na população mundial e por consequência o crescimento da população que vive em áreas urbanas até 2050, podendo alcançar cerca de 70% da população mundial. No Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) revelou o crescimento populacional e o aumento da taxa de urbanização, passando de 26,4%, entre 1940 e 1950, para 84,2%, entre 2010 e 2020. O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) afirma que aproximadamente 85% da população brasileira, em 2016, concentra-se em centros urbanos. O crescimento da população e das atividades urbanas, proporcionou o surgimento de problemas nos sistemas urbanos, como congestionamentos, aumento do tráfego, redução do bem-estar, superlotação, dificuldade no planejamento de rotas, segurança, entre outros, afetando assim a Mobilidade Urbana (MU). Com base no cenário apresentado, o governo brasileiro desenvolveu a Lei nº 14.000/2020. Ela define as diretrizes da política nacional de MU sobre a elaboração e aprovação do Plano de Mobilidade Urbana (PMU) pelos municípios. Entretanto, os problemas de MU já não podem ser solucionados de forma eficaz utilizando somente as soluções tradicionais, dando início a criação de novas abordagens, como os Sistemas de Transporte Inteligente (ITS). Os ITS são aplicações avançadas de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), utilizadas no campo de transporte rodoviário, incluindo infraestrutura, veículos e usuários, gerenciamento de tráfego e da mobilidade, bem como para as interfaces com outros modos de transporte. Logo, com o objetivo de auxiliar os gestores na identificação das soluções computacionais de ITS, este trabalho apresenta um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) com 225 artigos com algum tipo de ITS. No MSL são criadas as 11 classificações de subeixos de MU, sendo elas: Acessibilidade, Condições Viárias, Desastres Ambientais, Estacionamento, Multimodal, Orientação/Recomendação, Segurança, Serviços Essenciais, Soluções Inovadoras, Sustentabilidade, e Tráfego e Congestionamento. Também nesse trabalho é apresentada a proposta do Guia *Smart Mobility for ALL* (SMALL), baseado no MSL. Ele apresenta 30 diferentes problemáticas abordadas em 46 artigos científicos do tipo “Aplicação”, que estão divididos nos 11 subeixos. O guia SMALL indica as implicações negativas que cada uma das 30 problemáticas podem causar e fornece breves descrições do que cada solução oferta como meio de mitigá-las ou solucioná-las. E por fim, é apresentada uma entrevista com o gestor de MU de uma das capitais dos estados brasileiros. Esta entrevista objetivou identificar a situação tecnológica atual dessa capital e avaliou o guia SMALL.

Palavras-chave: Sistemas de Transporte Inteligente, Cidade Inteligente, Mobilidade Urbana, Plano de Mobilidade Urbana.

Abstract

The United Nations (UN) estimates that there will be an increase in the world population and, consequently, the growth of population living in urban areas until 2050, reaching approximately 70% of the world population. In Brazil, the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) revealed population growth and an increase in the rate of urbanization, from 26.4% between 1940 and 1950 to 84.2% between 2010 and 2020. The Institute of Applied Economic Research (IPEA) states that approximately 85% of the Brazilian population was concentrated in urban centers in 2016. The growth of the population and urban activities has led to the emergence of problems in urban systems, such as congestion, increased traffic, reduced well-being, overcrowding, difficulty in planning routes, security, among others, thus affecting Urban Mobility (UM). Based on the scenario presented, Brazilian government developed the Law Number 14,000/2020. It defines the guidelines of the national UM policy on the elaboration and approval of the Urban Mobility Plan (UMP) by the municipalities. However, the problems of UM can no longer be solved effectively using only traditional solutions, initiating the creation of new approaches, such as Intelligent Transport Systems (ITS). ITS are advanced applications of Information and Communication Technologies (ICT), used in the field of road transport, including infrastructure, vehicles and users, traffic and mobility management, as well as for interfaces with other modes of transport. Therefore, in order to assist managers in the identification of computational ITS solutions, this work presents a Systematic Mapping of Literature (SML) with 225 articles with some types of ITS. In the SML, 11 sub-axis classifications of UM are created, namely: Accessibility, Road Conditions, Environmental Disasters, Parking, Multimodal, Guidance/Recommendation, Security, Essential Services, Innovative Solutions, Sustainability, and Traffic and Congestion. This work also presents the proposal for the Smart Mobility for ALL (SMALL) Guide, based on the SLM. It presents 30 different issues addressed in 46 scientific articles of the “Application” type, which are divided into 11 sub-axes. The SMALL guide indicates the negative implications that each of the 30 problems can cause and provides brief descriptions of what each solution offers as a means of mitigating or solving them. Finally, an interview is presented with the UM manager of one of the capitals of the Brazilian states. This interview aimed to identify the current technological situation in that capital and evaluated the SMALL guide.

Keywords: Intelligent Transportation System, ITS, Smart City, Urban Mobility, Urban Mobility Plan.

Lista de ilustrações

Figura 1 –	Projeção de dispositivos conectados e da população mundial entre 2003 e 2020.	26
Figura 2 –	Tipos de pesquisa e suas subclassificações.	31
Figura 3 –	Fluxograma do processo realização no mapeamento sistemático da literatura.	36
Figura 4 –	Distribuição das publicações por ano e tipo.	38
Figura 5 –	Quantitativo e tipos de Abordagens e Soluções Computacionais mapeadas. .	42
Figura 6 –	Subeixos de mobilidade urbana estudados em cidades inteligentes.	43
Figura 7 –	Resultado da questão 2.11.	76
Figura 8 –	Avaliação de plágio do <i>CopySpider</i>	113

Lista de tabelas

Tabela 1 – Eixos das cidades inteligentes.	22
Tabela 2 – Áreas avançadas de gestão dos <i>Intelligent Transportation System</i> (ITS).	25
Tabela 3 – Palavras-chave e seus sinônimos.	33
Tabela 4 – Resultados dos artigos primários sem aplicação de filtros na busca.	34
Tabela 5 – Quantitativo de publicações por tipo.	38
Tabela 6 – Abordagens e Soluções Computacionais mapeadas em seus subeixos de mobilidade urbana, parte 1.	40
Tabela 7 – Abordagens e Soluções Computacionais mapeadas em seus subeixos de mobilidade urbana, parte 2.	41
Tabela 8 – Trabalhos que apresentam alguma forma de teste como validação.	46
Tabela 9 – Guia SMALL: subeixo Acessibilidade.	51
Tabela 10 – Guia SMALL: subeixo Condições Viárias.	53
Tabela 11 – Guia SMALL: subeixo Desastres Ambientais.	54
Tabela 12 – Guia SMALL: subeixo Estacionamento, parte 1.	55
Tabela 13 – Guia SMALL: subeixo Estacionamento, parte 2.	56
Tabela 14 – Guia SMALL: subeixo Multimodal.	58
Tabela 15 – Guia SMALL: subeixo Orientação/Recomendação, parte 1.	60
Tabela 16 – Guia SMALL: subeixo Orientação/Recomendação, parte 2.	61
Tabela 17 – Guia SMALL: subeixo Segurança.	63
Tabela 18 – Guia SMALL: subeixo Serviços Essenciais, parte 1.	65
Tabela 19 – Guia SMALL: subeixo Serviços Essenciais, parte 2.	66
Tabela 20 – Guia SMALL: subeixo Soluções Inovadoras	68
Tabela 21 – Guia SMALL: subeixo Sustentabilidade	70
Tabela 22 – Guia SMALL: subeixo Tráfego e Congestionamento, parte 1.	72
Tabela 23 – Guia SMALL: subeixo Tráfego e Congestionamento, parte 2.	73
Tabela 24 – Órgãos responsáveis pela mobilidade urbana das capitais das cidades do Brasil.	79

Lista de abreviaturas e siglas

APTS	Sistemas Avançados de Transportes Públicos
ATIS	Sistemas Avançados de Informação para Viajantes
ATMS	Sistema Avançado de Gestão de Tráfego
AVCS	Sistemas Avançados de Controle de Veículos
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CE	Critérios de Exclusão
CI	Critério de Inclusão
CO2	Dióxido de Carbono
CVO	Sistemas de Operação de Veículos Comerciais
ETC	Sistema de Coleta Eletrônica de Pedágio
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IoT	<i>Internet of Things</i>
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
ITS	<i>Intelligent Transportation System</i>
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
MSL	Mapeamento Sistemático da Literatura
MU	Mobilidade Urbana
NFC	<i>Near Field Communication</i>
NO2	Dióxido de Nitrogênio
O3	Ozônio
OBD	<i>On-Board Diagnostic</i>
ONU	Organização das Nações Unidas

PMU	Plano de Mobilidade Urbana
PNE	Portadores de Necessidades Especiais
QP	Questão de Pesquisa
RDF	<i>Resource Description Framework</i>
RFID	<i>Radio-Frequency IDentification</i>
RSSF	Rede de Sensores sem Fio
SMALL	<i>Smart Mobility for All</i>
SMTT	Superintendência Municipal de Trânsito e Transportes
SO2	Dióxido de Enxofre
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
UFS	Universidade Federal de Sergipe
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>

Sumário

1	Introdução	16
1.1	Contextualização	16
1.2	Problemática	17
1.3	Objetivos: Geral e Específicos	18
1.4	Justificativa e Motivações	18
1.5	Estrutura do Trabalho	19
2	Referencial Teórico	21
2.1	Cidades Inteligentes	21
2.2	Mobilidade Urbana (MU)	23
2.2.1	<i>Intelligent Transportation System (ITS)</i>	23
2.3	<i>Internet of Things (IoT)</i>	25
3	Método de Pesquisa	30
3.1	Classificação da Pesquisa	30
3.2	Instrumentação	32
3.2.1	Instrumentação do Mapeamento Sistemático da Literatura	32
3.2.1.1	Protocolo de Busca e Seleção	32
3.2.1.2	Questões de Pesquisa do MSL	32
3.2.1.3	<i>String</i> de Busca	32
3.2.1.4	Seleção das Bases de Dados	33
3.2.1.5	Seleção dos Estudos Primários	33
3.2.1.6	Triagem dos Artigos	34
3.2.2	Instrumentação para o Guia <i>Smart Mobility for ALL (SMALL)</i>	35
3.2.3	Instrumentação para a execução da Entrevista	35
4	Mapeamento Sistemático da Literatura: Identificação de Abordagens e Soluções Computacionais de Mobilidade Urbana para Cidades Inteligentes	37
4.1	Resultados do Mapeamento Sistemático da Literatura	37
4.1.1	Resultados Preliminares	37
4.1.2	Resultado das Questões de Pesquisa	39
4.2	Ameaças a Validade	47
5	Proposta do Guia <i>Smart Mobility for All (SMALL)</i>	49
5.1	Subeixos abordados no Guia SMALL	50
5.1.1	Guia SMALL: subeixo Acessibilidade	50

5.1.2	Guia SMALL: subeixo Condições Viárias	52
5.1.3	Guia SMALL: subeixo Desastres Ambientais	54
5.1.4	Guia SMALL: subeixo Estacionamento	54
5.1.5	Guia SMALL: subeixo Multimodal	57
5.1.6	Guia SMALL: subeixo Orientação/Recomendação	59
5.1.7	Guia SMALL: subeixo Segurança	62
5.1.8	Guia SMALL: subeixo Serviços Essenciais	64
5.1.9	Guia SMALL: subeixo Soluções Inovadoras	67
5.1.10	Guia SMALL: subeixo Sustentabilidade	69
5.1.11	Guia SMALL: subeixo Tráfego e Congestionamento	71
6	Entrevista com Gestor de Mobilidade Urbana	74
6.1	Perfil do Entrevistado/Instituição	74
6.2	Avaliação das Problemáticas e do guia <i>Smart Mobility for All</i> (SMALL)	75
6.3	Limitações e Dificuldades	77
6.4	Ameaças à Validade da Entrevista	77
7	Conclusões	80
7.1	Trabalhos Futuros	82
7.2	Contribuições Acadêmicas	82
	Referências	84
	 Apêndices	 92
	APÊNDICE A Referência dos artigos científicos que apresentam soluções compu- tacionais	93
	APÊNDICE B Formulário de avaliação utilizado na entrevista	106
	APÊNDICE C Avaliação de plágio pelo <i>Copyspider</i>	113

1

Introdução

Neste capítulo são apresentadas as motivações que levaram ao desenvolvimento deste trabalho de pesquisa. Na Seção 1.1, é apresentada a contextualização. Na Seção 1.2, encontra-se a problemática. Na Seção 1.3, são expostos o objetivo geral e os objetivos específicos. Na Seção 1.4 têm-se a justificativa e motivações. Por fim, na Seção 1.5, é apresentado como este trabalho está organizado.

1.1 Contextualização

Segundo estimativas da Organização das Nações Unidas (ONU), haverá um aumento na população mundial e por consequência o crescimento da população que vive em áreas urbanas até 2050. Neste contexto, a população que vive em áreas urbanas poderá alcançar cerca de 70% da população mundial ([UNITED NATIONS, 2011](#); [UNITED NATIONS, 2012](#)).

No Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) revelou o crescimento populacional e o aumento da taxa de urbanização, passando de 26,4%, entre 1940 e 1950, para 84,2%, entre 2010 e 2020. O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) afirma que aproximadamente 85% da população brasileira, em 2016, concentra-se em centros urbanos. Neste cenário, existem 36 cidades que são ocupadas por mais de 500 mil habitantes e possuem quarenta regiões metropolitanas em que vive cerca de 45% população brasileira, o que equivale a mais de 80 milhões de habitantes ([CARVALHO, 2016](#)).

O crescimento da população e das atividades urbanas levou ao aumento pela demanda dos sistemas de transporte urbano ([STURARI et al., 2016](#)). Isto proporcionou o surgimento ou agravamento de problemas nos sistemas urbanos como: congestionamentos, aumento do tráfego, redução do bem-estar, superlotação, dificuldade no planejamento de rotas, segurança, entre outros, afetando assim a Mobilidade Urbana (MU) ([BECHLER; FRANZ; WOLF, 2003](#)).

Os problemas relacionados a MU são antigos em nossa sociedade, e suas deficiências

provêm tanto de escolhas históricas, quanto da falta de planejamento e investimentos. Outro fator que contribuiu para surgimento dos problemas de MU foi a forte dependência de veículos motorizados como principal alternativa de transporte (SILVA; COSTA; MACEDO, 2008), visto que a mobilidade e os meios de transporte utilizados são cruciais para que uma cidade funcione adequadamente (FARIA et al., 2017). Todavia, Salazar, Silva e Ribeiro (2015) afirmam que os problemas de MU já não podem ser resolvidos de forma eficaz utilizando somente as soluções tradicionais.

Portanto, é necessário que uma infraestrutura inovadora de tráfego e transporte deva ser desenvolvida para economizar recursos, melhorar a eficiência e fornecer acessibilidade aos vários serviços urbanos (FARIA et al., 2017). Para isso, as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) fornecem novos modelos de mobilidade, bem como tendências sociais e novas práticas de MU (PATIER; BROWNE, 2010; GATERSLEBEN; MURTAGH; WHITE, 2013). Uma dessas novas tendências é a Mobilidade Inteligente que segundo Albino, Berardi e Dangelico (2015), usa as TIC nas modernas tecnologias de transporte para melhorar a MU.

Os sistemas de Mobilidade Inteligente tradicionalmente incluem, mas não se limitam, aos campos de *Intelligent Transportation System* (ITS), tecnologia automotiva, TIC e sistemas embarcados. Estes sistemas podem coletar dados de diferentes fontes, como dos sistemas de gerenciamento de tráfego, dos sistemas de transporte, dados de multidões de cidadãos e dados de sensores de veículos, semáforos, estacionamentos, estradas, entre outros (FARIA et al., 2017).

1.2 Problemática

Segundo Macedo et al. (2013), ocorreu um aumento na demanda de tráfego e transporte, de modo a criar e agravar os problemas na infraestrutura urbana, causando congestionamentos, atrasos e aumento da poluição atmosférica em áreas urbanas (HERTEL et al., 2008).

Entretanto, Salazar, Silva e Ribeiro (2015) afirmam que os problemas de MU não podem ser resolvidos de forma eficaz utilizando as soluções tradicionais. Portanto, a adoção de abordagens inovadoras e soluções criativas são necessárias como forma de enfrentar os problemas que não param de crescer.

Realizou-se uma busca exploratória no *Google Scholar*, onde utilizou-se o termo “Intelligent Transportation System” com objetivo de identificar uma lacuna de pesquisa. Nesta busca foram verificados os mil primeiros registros, porém por meio dela não foi possível identificar um documento que mapeie, catalogue ou apresente as abordagens e as soluções computacionais disponíveis, nem qualquer documento que descreva explicitamente quais são os principais subeixos de MU.

Esse cenário evidenciou que, possivelmente, a literatura acadêmica pode não estar sendo disseminada aos gestores de MU. Ademais, novas abordagens e soluções computacionais podem

estar sendo desenvolvidas pela academia sem observar soluções similares já desenvolvidas. Cenário este, que cria uma lacuna de falta de informação de como os problemas de MU estão sendo abordadas pelas novas TIC.

1.3 Objetivos: Geral e Específicos

Este trabalho tem como objetivo geral a elaboração de um Guia, denominado *Smart Mobility for All* (SMALL), que possa contribuir com o subeixo MU, tornando as Cidades mais Inteligentes, de modo a permitir a identificação da Solução Computacional adequada a cada realidade.

Com o intuito de atingir o objetivo geral, definiu-se objetivos específicos que serviram como etapas a serem cumpridas. Os objetivos específicos são:

- a) Mapear as Abordagens e as Soluções Computacionais já desenvolvidas ou propostas para MU em Cidades Inteligentes na literatura por meio de um MSL;
- b) Mapear quais são os subeixos de MU em Cidades Inteligentes abordados na literatura por meio de um MSL;
- c) Definir o escopo e construir o Guia SMALL. Neste objetivo será realizada a análise de trabalhos que abordam o eixo MU para definir qual a abrangência do Guia SMALL. Na qual, a partir desta análise será realizada a extração das características necessárias para a sua construção; e
- d) Aplicar uma *Entrevista* nas organizações¹ responsáveis pela MU nas capitais dos estados brasileiros. Essas organizações devem ser responsáveis pelo planejamento, gerenciamento e execução de políticas e ações de melhoria para o transporte e o trânsito.

1.4 Justificativa e Motivações

No âmbito da MU, o aumento da massa populacional e o crescimento no número de veículos em circulação agravou ou criou novos problemas. Entre eles estão a ampliação extrema do tráfego de veículos, de congestionamentos, de acidentes rodoviários e da poluição do ar (AMER et al., 2016).

Com base no cenário apresentado, o governo brasileiro desenvolveu e aprovou a Lei nº 14.000/2020 (BRASIL, 2020). Ela define as diretrizes da Política Nacional de MU, sobre a elaboração e aprovação do Plano de Mobilidade Urbana (PMU) pelos municípios. A elaboração do PMU fica sendo obrigatória para os municípios:

¹ O termo organizações abrange agências, departamentos, empresas, órgãos, secretarias, superintendências, entre outros.

- a) com mais vinte mil habitantes;
- b) integrantes de regiões metropolitanas, regiões integradas de desenvolvimento econômico e aglomerações urbanas com população total superior a um milhão de habitantes; e
- c) integrantes de áreas de interesse turístico, incluídas as cidades litorâneas, que têm sua dinâmica de mobilidade normalmente alterada nos finais de semana, feriados e períodos de férias, em função do aporte de turistas, conforme critérios a serem estabelecidos pelo Poder Executivo.

A criação do PMU informa também dos prazos para sua criação, sendo:

- a) até 12 de abril de 2022, para Municípios com mais de duzentos e cinquenta mil habitantes; e
- b) até 12 de abril de 2023, para Municípios com até duzentos e cinquenta mil habitantes.

Com o intuito de atender as exigências da Lei 14.000/2020, as cidades buscam parcerias entre si, com organizações ou entidades para identificar possíveis soluções para os problemas de MU. A exemplo da prefeitura de Aracaju que colabora com a Universidade Federal de Sergipe (UFS) no projeto de pesquisa e extensão “*SMART UFS.br :: Smart CITY - Cidadania, Inovação e Transparência na difusão de ações e projetos de Cidades Inteligentes da UFS.br*”. Este projeto desenvolve ações de pesquisa e extensão para tornar as cidades mais inteligentes. Uma delas é a realização de Maratonas de Inovação e Programação, denominadas *Hackthon UFS*. Até o presente momento, já foram desenvolvidas três maratonas nas cidades de São Cristóvão, Lagarto e Aracaju. Durante o planejamento e concepção do *Hackthon* realizado em Aracaju, definiram-se seis eixos: Mobilidade Urbana, Segurança, Turismo, Cultura, Meio ambiente e Setor Comercial.

Em consequência disso, realizou-se uma busca exploratória para conhecer quais são as Abordagens e as Soluções Computacionais que podem auxiliar Aracaju a tornar-se uma cidade mais inteligente. Entretanto, não foi possível identificar um documento que mapeie, catalogue ou apresente de forma estruturada um conjunto de abordagens e soluções computacionais voltados para MU. Logo, como principal motivação para este trabalho, identificou-se a necessidade de catalogar e fornecer um documento que apresente as abordagens e as Soluções Computacionais e os tópicos de estudo do eixo MU, denominados de subeixos.

1.5 Estrutura do Trabalho

Além do capítulo introdutório, este trabalho está dividido em mais seis capítulos. No Capítulo 2, é apresentado o Referencial Teórico, permitindo o entendimento do conceito de Cidades Inteligentes, MU e *Internet of Things* (IoT). No Capítulo 3, é apresentada a Metodologia adotada para o desenvolvimento deste trabalho. No Capítulo 4, é apresentado o Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) das abordagens e soluções computacionais. No Capítulo 5, é

apresentado o Guia SMALL. No Capítulo 6, é apresentada uma entrevista com gestor de MU. Por fim, no Capítulo 7, são apresentadas as conclusões obtidas com o desenvolvimento deste trabalho.

2

Referencial Teórico

Neste capítulo são apresentados os principais conceitos inerentes a Cidades Inteligentes, Mobilidade Urbana (MU), *Intelligent Transportation System* (ITS) e *Internet of Things* (IoT), de modo a permitir um melhor entendimento deste trabalho.

2.1 Cidades Inteligentes

Ao longo do tempo, muitas definições foram somadas ao cenário dos estudos para a criação de novas formas e tecnologias para o gerenciamento das cidades, resultando no conceito de Cidades Inteligentes ou *Smart Cities* (WEISS; BERNARDES; CONSONI, 2015). Logo, o conceito de Cidade Inteligente não possui uma única definição (KUMAR; GOEL; MALLICK, 2018).

Segundo Supangkat (2015), o conceito de Cidades Inteligentes está ligado ao desenvolvimento e a gestão da cidade com a utilização das TIC para conectar, monitorar e controlar os recursos que uma cidade possui de forma mais eficaz e eficiente com o objetivo de maximizar a prestação dos serviços públicos aos seus cidadãos, bem como seu desenvolvimento sustentável.

Na visão de Khan, Anjum e Kiani (2013), uma cidade inteligente é aquela que investe no fortalecimento das TIC e em processos participativos para definir investimentos adequados em serviços públicos e transporte que possam garantir o desenvolvimento socioeconômico sustentável, uma melhor qualidade de vida e o gerenciamento inteligente de recursos.

Por fim Harrison e Donnelly (2011) afirma que uma cidade inteligente é aquela que faz o uso sistemático das TIC para promover a eficiência no planejamento, execução e manutenção dos serviços e infraestruturas urbanas, para atender da melhor forma os interesses dos cidadãos.

Apesar do termo Cidade Inteligente não apresentar uma padronização em relação ao seu significado (BAKKER; ERTMAN, 2013), é possível destacar a presença das TIC como

um fator essencial para o desenvolvimento da inteligência das cidades (KANTER; LITOW, 2009; TOPPETA, 2010; HARRISON; DONNELLY, 2011), visto que a TIC pode ser utilizada como forma de alavancar a competitividade econômica, promover suporte às ações de gestão ambiental e proporcionar melhoria da qualidade de vida dos cidadãos (SCHAFFERS et al., 2011; HERNÁNDEZ-MUÑOZ et al., 2011; CHOURABI et al., 2012).

Sendo afirmado por Jin et al. (2014) que a inteligência das cidades é aplicada tecnologicamente por meio da IoT para o sensoriamento do ambiente urbano. Esse sensoriamento pode gerar uma quantidade extraordinária de dados que, em alguns casos, podem ser acessados livremente utilizando os serviços de *Open Data* (RIBERTO et al., 2018).

Ainda segundo Supangkat (2015), para ser uma cidade inteligente, é necessário que a cidade conheça seus problemas, entenda as condições de seus problemas e organize seus vários recursos para serem utilizados de forma efetiva e eficiente com o objetivo de maximizar o atendimento aos cidadãos.

Uma das maneiras de entender e organizar esses aspectos é segmentando a cidade em Eixos, Componentes, Pilares, Partes, Topologias, como é apresentado na Tabela 1. Porém, cada autor trata essa classificação de forma diferente. Neste sentido, essa classificação é tratada neste trabalho como Eixo.

Tabela 1 – Eixos das cidades inteligentes.

Autores	Eixos
Kuzminykh e Kabali (2015) e Ceballos e Larios (2016)	<i>Smart Economy, Smart Environment, Smart Government, Smart Living, Smart Mobility e Smart People.</i>
Sinaeepourfard et al. (2016)	<i>Smart Environment, Smart Energy, Smart Health, Smart Security e Smart Transport.</i>
Mohanty, Choppali e Kougianos (2016)	<i>Smart Agriculture, Smart Building, Smart Citizen, Smart Education, Smart Grid/Smart Energy, Smart Government, Smart Health, Smart Home, Smart Infrastructure, Smart Mobility/Smart Transportation, Smart Retail e Smart Technology.</i>
Dlodlo, Gcaba e Smith (2016)	<i>Ambiente-Assisted Living, Crime Prevention and Community Safety, Condition Monitoring and Maintenance of Infrastructure, Disaster Management and Emergency, Environmental Management, Governance, Refuse Collection and Sewer Management, Smart Energy, Smart Home, Smart Tourism e Smart Transport.</i>

Fonte: Autor, 2021.

Conforme apresentado na Tabela 1, é possível identificar que não há um consenso de quais e quantos eixos uma Cidade Inteligente é composta. Entretanto, verifica-se a constante

presença da MU ao referir-se à cidades inteligentes, seja ao citar *Smart Mobility*, *Smart Transport* ou *Smart Transportation*.

2.2 Mobilidade Urbana (MU)

A MU pode ser definida como a possibilidade de movimentação dos indivíduos no espaço urbano de maneira organizada e coerente, de acordo com suas necessidades fisiológicas, intelectuais e socioeconômicas utilizando as infraestruturas existentes de transporte, serviços públicos e TIC (VIDOVIĆ; MANDŽUKA; BRČIĆ, 2017). Ainda segundo Kaparias, Bell e Tomassini (2011), ela é parte integrante da vida social e econômica afetando diretamente a economia e a qualidade de vida, especialmente nas grandes áreas urbanas.

No âmbito da TIC em cidades inteligentes, ocorreu o surgimento e desenvolvimento dos sistemas ITS, que são aplicações avançadas de TIC aplicadas ao campo de transporte rodoviário, incluindo infraestrutura, veículos e usuários, gerenciamento de tráfego e da mobilidade, bem como para as interfaces com outros modos de transporte (multimodalidade) (EUROPEAN PARLIAMENT, 2010).

Outrossim, a MU não limita-se apenas ao tráfego dos veículos, ela aborda aspectos de estacionamento, sustentabilidade, segurança no trânsito, a melhor prestação de serviços públicos considerados como essenciais, como trânsito de veículos de emergência (viaturas policiais, ambulâncias e bombeiros) e transporte público, entre outros (MITSOPOULOU; KALOGERAKI, 2017; BERKI, 2015; SAMIR; MOHAMED; ABDELHAKIM, 2017; CHOWDHURY, 2016; VISHWANATH et al., 2015). Por exemplo, estima-se que 30% do tráfego diário dos congestionamentos é causado por veículos realizando a busca por uma vaga de estacionamento, e que um motorista gasta em média, aproximadamente, 8 minutos para encontrá-la (ARNOTT; PERVAN, 2005).

Entretanto, é importante ressaltar que cada cidade possui uma realidade distinta, sendo assim a depender da construção da infraestrutura de transporte implantada em cada cidade, a implementação de cidades inteligente pode não resolver fundamentalmente os problemas de transporte existentes e, às vezes, até agravar esses problemas (AN; LEE; SHIN, 2011).

2.2.1 *Intelligent Transportation System (ITS)*

As TIC tem se destacado como um dos impulsionadores de inovação em vários segmentos de mercado. No segmento de transporte a sua aplicação tem proporcionado uma maior eficiência na gestão de transporte, na disseminação de informações de tráfego a usuários, dentre outras aplicações e usos por meio dos Sistemas de Transporte Inteligentes ou *Intelligent Transportation System (ITS)* (SANTOS; LEAL, 2015).

Darido e Pena (2012) complementa que qualquer conjunto de tecnologias aplicadas no

contexto de transportes pode ser considerado ITS e que ele também é composto por qualquer técnica de operação, monitoramento, informação e automatização dos atores que compõe o sistema trânsito.

[Iteris \(1999\)](#) afirma que um sistema ITS é definido por dispositivos eletrônicos, de comunicação e processamento de informações, para melhorar a eficiência e segurança nos sistemas de transporte. A *International Organization for Standardization* (ISO) complementa que os ITS também podem ser definidos como o conjunto de soluções de TIC aplicadas ao transporte em ambientes urbanos e rurais, o que inclui as questões de: intermodalidade e multimodalidade; informação aos viajantes, gestão do tráfego, transportes públicos, transporte comercial, serviços de emergência e serviços comerciais ([ISO, 1992](#)).

Na verdade, o ITS desempenha um papel importante na sociedade, por exemplo, o aumento do fluxo de veículos nas grandes cidades exige novos planos e ações para o trânsito. Alguns exemplos de problemas tratados em ITS são: otimizar o fluxo de veículos, reduzir os congestionamentos, melhorar a segurança do tráfego e de pedestres e construir infraestruturas autossustentáveis que reduzam a degradação ambiental ([SILVA, 2012](#)).

Entre os diferentes enfoques adotados o ITS pode ser considerado a partir da junção de três inovações do setor de transportes a fusão entre as áreas de energia e de transportes; as redes de comunicação entre automóveis e sensores viários; e a ênfase na sustentabilidade([KAWASAKI, 2015](#)).

[Valentini \(2020\)](#) afirma ainda que diante de constantes modernizações ao longo do tempo os ITS se instituem, gradativamente, em um ecossistema cooperativo e colaborativo, realizando a comunicação de informações entre veículos, veículos e infraestruturas de estrada e infraestruturas de serviços de nuvem e Internet ([FERREIRA et al., 2015](#)).

Os ITS são estudados como principal solução para os problemas de mobilidade urbana em todos os continentes, a exemplos de trabalhos desenvolvidos nos Estados Unidos, Japão e na comunidade Europeia desde 1990 ([ANDELI, 1989](#); [VIANNA; PORTUGAL; BALASSIANO, 1999](#); [ECONOMICS; RESEARCH., 2014](#); [MENEGUETTE; GRANDE; LOUREIRO, 2018](#); [CHALKIADAKIS et al., 2019](#)).

Observando os ITS a partir da visão gerencial, eles dividem-se em seis áreas, conforme é apresentado na Tabela 2.

Todas as áreas de gestão buscam garantir a eficiência e qualidade da MU, por meio da atuação de forma direcionada e específica sobre subáreas do gerenciamento de transporte. Outrossim, existem diretrizes e políticas que podem ser seguidas para auxiliar na criação de um sistema ITS mais eficiente. A exemplo das normatizações oferecidas pela *International Organization for Standardization* (ISO), como:

a) ISO 12.859:2009 — tem por objetivo fornecer aos desenvolvedores de sistemas ITS orien-

Tabela 2 – Áreas avançadas de gestão dos *Intelligent Transportation System* (ITS).

Áreas	Descrição
Sistema Avançado de Gestão de Tráfego (ATMS)	Compreendem o gerenciamento global do tráfego. Empregam tecnologias em projetos com objetivo de redução dos congestionamentos das vias urbanas ou rurais e garantir segurança. Tecnologias avançadas são aplicadas em sistemas de sinalização (semáforos), segurança no trânsito e gerenciamento de congestionamentos e rotas.
Sistemas Avançados de Informação para Viajantes (ATIS)	Empregam tecnologias avançadas para melhor informar o cidadão sobre a via, sobre as condições ambientais e o trânsito. Incorporam o uso de sistemas de navegação e informação para garantir segurança ao motorista e para minimizar os congestionamentos.
Sistemas Avançados de Transportes Públicos (APTS)	Representam o uso de tecnologias avançadas para melhorar a segurança, eficiência e efetividade dos sistemas de transporte público. Os benefícios para os usuários incluem a minimização do tempo de espera, segurança e facilidade para pagamento da tarifa, bem como fornecimento de informações precisas e atualizadas sobre os itinerários e horários.
Sistemas de Operação de Veículos Comerciais (CVO)	Envolvem o gerenciamento e a operação de veículos comerciais. Empregam tecnologias para melhorar o gerenciamento e o fornecimento dos serviços de transporte de carga e para minimizar interferências com relação às rotas e aos tempos perdidos, procurando manter um alto grau de segurança. Além disso devem ser projetados de forma a não onerar os custos do sistema como um todo.
Sistemas Avançados de Controle de Veículos (AVCS)	Garantem melhoria na segurança viária, permitindo que os veículos auxiliem os motoristas. Os veículos são equipados com tecnologias que permitem monitorar as condições de dirigibilidade e tomar as medidas necessárias para evitar incidentes e/ou acidentes.
Sistema de Coleta Eletrônica de Pedágio (ETC)	Utilizam tecnologias avançadas para prover os mais adequados e eficientes métodos de cobrança de pedágio, com intuito de reduzir os tempos perdidos e os congestionamentos.

Fonte: Adaptação de JENSEN (1996) e Nasim e Kassler (2012).

tações sobre privacidade e proteção de dados gerais para a arquitetura e as concepções fundamentais de todos os padrões ITS, sistemas e implementações (ISO, 2009); e

- b) ISO 14.813-1:2015 — tem por objetivo fornecer uma descrição dos principais serviços que uma implementação de ITS pode fornecer aos usuários de ITS e um modelo de referência de arquitetura para o setor de ITS (ISO, 2015).

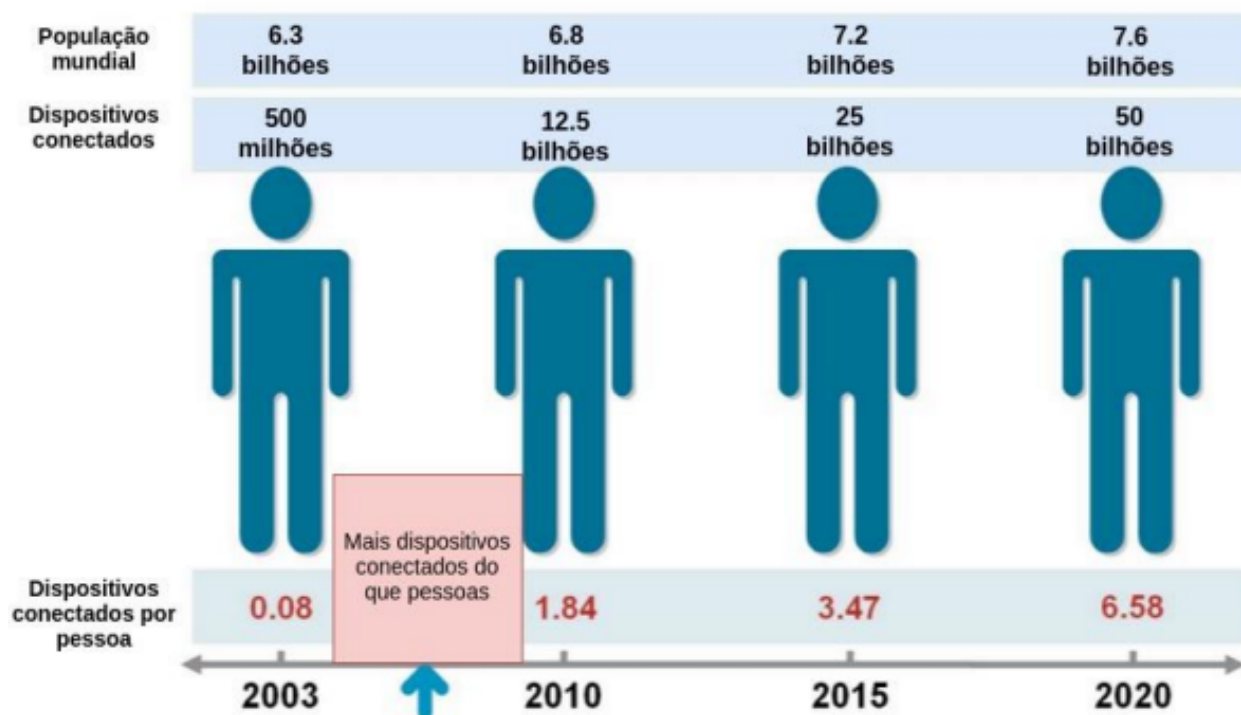
2.3 *Internet of Things* (IoT)

O surgimento da computação em dispositivos com tamanho, custo e necessidade energética reduzida, como microprocessadores, microcontroladores e *smartphones*, abriu o caminho

para o desenvolvimento de uma ampla variedade de objetos que podem ser conectados entre si e à *Internet* (ASGHARI; RAHMANI; JAVADI, 2019). Esses dispositivos formam a base do conceito de *Internet das Coisas* ou *IoT*.

O termo *IoT* é apresentado em 1999, descrevendo um sistema no qual os objetos do mundo físico, pudessem conectar-se à *Internet*. Nesta ocasião, foram utilizadas *tags* e sensores de Identificação por radiofrequência (RFID) para rastrear mercadorias sem a intervenção humana (ASHTON, 2009). Entretanto, para Evans (2011), a *IoT* só surge de fato entre os anos de 2008 e 2009, quando o número de dispositivos conectados à *Internet* equipara-se ou ultrapassa a população mundial.

Figura 1 – Projeção de dispositivos conectados e da população mundial entre 2003 e 2020.



Fonte: adaptação de Evans (2011).

Na Figura 1, é apresentado um comparativo entre a evolução da população mundial e dos dispositivos conectados à *Internet*. Também é apresentada a média de dispositivos conectados por pessoa. Ela expõe uma evolução significativa dos dispositivos conectados, esperando alcançar o marco de 50 bilhões no ano de 2020, apresentando uma média de aproximadamente sete dispositivos por pessoa. Além disso, existem estudos que indicam que no ano de 2025 cerca de 100 bilhões de dispositivos de *IoT* estarão conectados (ROSE; ELDRIDGE; CHAPIN, 2015).

Uma forma de descrever a *IoT* é relacioná-la a uma rede de objetos conectados utilizando a *Internet* (GUBBI et al., 2013), ampliando o seu escopo convencional ao fornecer uma rede abrangente para interconectar e gerenciar inteligentemente bilhões de objetos físicos incorporados com recursos de detecção, computação e comunicação (ZHANG et al., 2016).

Segundo [Nižetić et al. \(2020\)](#), o principal benefício da IoT em cidades inteligentes está direcionado para a detecção de diferentes problemas ou falhas de infraestrutura (como problemas com congestionamentos, abastecimento de energia, falta de água, incidentes de segurança, etc.). Logo, a IoT tornou-se uma base para a concepção atual das cidades inteligentes ([JIN et al., 2014](#)), por meio da exploração das TIC mais avançadas com objetivo de oferecer serviços com valor agregado e otimizar a administração de uma cidade ([ZANELLA et al., 2014](#)).

Conforme identificado por [Atzori, Iera e Morabito \(2010\)](#), a arquitetura geral da IoT divide-se em três paradigmas:

- a) Orientados a coisas (sensores): envolve os diversos objetos de IoT responsáveis por aferir e prover informações sobre o ambiente (sensores) e por realizar tarefas (atuadores) que irão alterar o ambiente em que estão inseridos ([AAZAM; HUH, 2014](#));
- b) Orientados à *Internet (middleware)*: envolve as plataformas de *middleware* que dão suporte ao desenvolvimento de aplicações de IoT e fornecimento de serviços, tais como: processamento de dados, virtualização de dispositivos e APIs para desenvolvimento de aplicações, entre outros. Além de criar a abstração da forma como os dispositivos da camada de sensoriamento são acessados e prover a interoperabilidade entre os dispositivos de IoT ([KHAN et al., 2012](#)); e
- c) Orientados a semântica (conhecimento): envolve as questões relacionadas a como representar, armazenar, interconectar, pesquisar e organizar as informações geradas pela IoT, devido a quantidade e variedade de dispositivos de IoT ([ATZORI; IERA; MORABITO, 2010](#)).

Embora esse tipo de delimitação seja necessário devido à natureza interdisciplinar do assunto, a utilidade da IoT pode ser observada apenas em um domínio de aplicação em que os três paradigmas se cruzam. Logo, a IoT se estende a objetos, sensores, atuadores e itens comuns que normalmente não são considerados computadores, permitindo que esses dispositivos gerem, troquem e consumam dados com uma mínima intervenção humana ([ROSE; ELDRIDGE; CHAPIN, 2015](#)), por meio de objetos com potencial de estar conectado à *Internet* ([VERMESAN, 2010](#)).

Devido a grande variedade e finalidade desses dispositivos, pode-se citar exemplos de sensores de IoT: RFID, giroscópio, acelerômetro, temperatura, umidade, pressão, Sistema de Posicionamento Global (GPS), presença e intensidade da luz, câmeras, monitores, infravermelho, ultrassônico, consumo de energia, presença, emissão de gases, entre outros ([EVIGILI et al., 2013](#); [LAMBRINOS; DOSIS, 2013](#); [BARATH et al., 2016](#); [MAINETTI et al., 2016](#); [HAMIDI et al., 2017](#); [PRANDI et al., 2017](#); [JAVAID et al., 2018](#); [BRUNEO et al., 2019](#); [BEDI et al., 2021](#)).

Os sensores de IoT podem estar inseridos no ambiente que fazem parte (sensores embarcados), como por exemplo nos *smartphones* com o giroscópio, acelerômetro e GPS ([MAINETTI](#)

et al., 2016). Ou podem ser adicionados ao contexto como por exemplo a utilização placas de Unidades de Bordo (On-board Units (OBU), em inglês) (NATALE; TUFO; SALVI, 2016).

Também é importante ressaltar que a IoT pode-se inserida em diversas áreas como: na agricultura, controle de veículos, no controle de temperatura de ambientes, na meteorologia, no monitoramento de qualidade do ar, entre outros. A exemplo do trabalho apresentado por Reddy et al. (2019) que realiza o controle da velocidade do veículo, detectando as placas de sinalização de velocidade, que são colocadas no acostamento da estrada. A leitura das placas de sinalização é realizada por câmeras acopladas ao veículo e processadas por um módulo Arduino UNO. A partir do monitoramento da velocidade do veículo, em caso de descumprimento do limite de velocidade os detalhes do veículo são notificados às autoridades (oficiais de trânsito) e a velocidade do carro é reduzida ao limite de velocidade permitida.

Na agricultura pode-se utilizar a IoT na gestão eficiente dos recursos hídricos e melhoria da qualidade dos produtos, a exemplo da irrigação das plantações. Joshi et al. (2019) desenvolve um trabalho na Índia, baseado em sensores de fluxo, de umidade, de PH e de temperatura. Os sensores verificam constantemente a situação do solo e definem qual o fluxo adequado de água deve ser distribuído. Outro benefício da gestão adequada dos recursos hídricos é evitar ou diminuir situações semelhantes às da seca em áreas rurais.

Outra variação de sistema de irrigação inteligente utilizando IoT é apresentada por (SARAF; GAWALI, 2017), que utiliza o *Smartphone* para o monitoramento remoto e controle de gotejamentos por meio da rede de sensores sem fio. O sistema proposto tem por objetivo melhorar a qualidade e a quantidade de sua produção agrícola, detectando os valores de temperatura e umidade ambiente, valor de umidade do solo e nível de água do tanque, sem qualquer intervenção humana.

A IoT também pode ser utilizada para o monitoramento da qualidade do ar em centros urbanos. A exemplo da implementação de uma rede de sensores que notifica os cidadãos a respeito do nível poluentes considerados gases nocivos à saúde, como: Ozônio (O₃), Dióxido de Nitrogênio (NO₂), Dióxido de Enxofre (SO₂) e Monóxido de carbono (CO₂) (KUMAR; KUMARI; GUPTA, 2020; JHA, 2020).

Outrossim, Suri et al. (2018) afirmam que uma forma de explorar os dados gerados pela IoT de uma cidade inteligente é utilizar os sensores e as fontes de informações que utilizam os padrões abertos e as tecnologias de *Open Data* para simplificar o problema de comunicação, permitindo a interoperabilidade entre as diferentes fontes de dados e seus consumidores.

Segundo Tantitharanukul et al. (2016) utilizar *Open Data* torna possível que qualquer pessoa ou cidade possa acessar, utilizar ou compartilhar dados, sem restrições de direitos autorais. Como exemplos de formatos de Open Data pode-se utilizar o *JavaScript Object Notation* (JSON), *eXtensible Markup Language* (XML), *Resource Description Framework* (RDF) e *Linked Data* (SURI et al., 2018).

Desta maneira, a IoT é considerada uma ferramenta da TIC frequentemente citada nas pesquisas sobre a mobilidade inteligente. As redes de computadores, embora não mencionadas diretamente nos estudos, determinam as tecnologias, as especificações técnicas e os protocolos que viabilizam a comunicação entre os dispositivos, os sistemas de informação e as aplicações da mobilidade inteligente ([TANENBAUM; WETHERALL, 2011](#)).

3

Método de Pesquisa

Neste capítulo é apresentado o método de pesquisa adotado para o desenvolvimento deste trabalho. Na Seção 3.1 é apresentada a classificação da pesquisa e, por fim, na Seção 3.2 é apresentada a instrumentação adotada.

3.1 Classificação da Pesquisa

Para atingir o objetivo deste trabalho, uma das etapas necessárias é a definição formal da classificação quanto ao método de pesquisa, conforme apresentado na Figura 2.

Neste contexto, quanto à natureza da pesquisa, esta classifica-se como aplicada. Segundo [Gerhardt e Silveira \(2009\)](#), este tipo de pesquisa visa solucionar problemas específicos, tem aplicação prática e/ou gera conhecimento novo. Portanto, o guia proposto pode ser utilizado pelas organizações responsáveis por MU para conhecer quais as Abordagens e as Soluções Computacionais que podem contribuir com a MU objetivando tornar as cidades mais inteligentes.

Quanto à abordagem dos dados, esta pesquisa pode ser classificada como qualitativa. [Prodanov e Freitas \(2013\)](#) descrevem como uma pesquisa que não faz uso de métodos e técnicas estatísticas, os pesquisadores são instrumento-chave e os dados são analisados indutivamente. Portanto, a análise dos dados da entrevista que coletará a percepção do gestor de MU da Prefeitura de Aracaju sobre o guia proposto faz jus a tal classificação.

Quanto aos objetivos, esta pesquisa pode ser classificada como descritiva. Para [Gil \(2002\)](#), esta classificação orienta-se como "a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis, bem como na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como questionário e a observação sistemática". A condução do MSL dos artefatos computacionais como base para o desenvolvimento do guia e a entrevista para validar esta pesquisa são exemplos dessa classificação.

Quanto aos procedimentos técnicos, esta pesquisa pode ser classificada como pesquisa bibliográfica. Fontelles et al. (2009), descrevem que este tipo de pesquisa analisa o material já publicado, seja para o desenvolvimento de um trabalho ou para compor a fundamentação teórica a partir da avaliação atenta e sistemática de livros, periódicos, documentos, entre outros. Gerhardt e Silveira (2009), reforçam que os trabalhos científicos tem início com uma pesquisa bibliográfica, permitindo que o pesquisador conheça o que já se estudou sobre o assunto. Portanto, o MSL que identifica os artefatos computacionais que contribuem com a MU e tornam as cidades mais inteligentes é um exemplo dessa abordagem, tanto na construção do referencial teórico, quanto para construção do guia.

Também como procedimento técnico, esta pesquisa pode ser classificada como Entrevista. Prodanov e Freitas (2013), afirmam que este tipo de pesquisa é um técnica de coleta de dados de contato direto com o entrevistado. O pesquisador busca se inteirar de suas opiniões acerca de um determinado assunto. Gil (2010), complementa que esse método exige planejamento, uma vez que requer do pesquisador um cuidado especial na sua elaboração, desenvolvimento e aplicação. Portanto, a entrevista será aplicada com o objetivo de corrigir, melhorar e validar o guia por um gestor de MU.

Figura 2 – Tipos de pesquisa e suas subclassificações.



Fonte: Autor, 2021.

3.2 Instrumentação

Nesta seção são apresentadas as instrumentações necessárias para os procedimentos adotados nesta pesquisa.

3.2.1 Instrumentação do Mapeamento Sistemático da Literatura

Adotou-se como instrumentação para o desenvolvimento deste trabalho a realização de um MSL. Segundo [Petersen et al. \(2008\)](#), um MSL fornece uma estrutura do tipo relatório de pesquisa. Os resultados que foram publicados são classificados de modo a fornecer um resumo visual, ou seja, um mapa de seus resultados. Portanto, esta instrumentação foi utilizada como meio de mapear as Abordagens e as Soluções Computacionais de MU para Cidades Inteligentes em artigos científicos do estado da arte.

Nas subseções seguintes é apresentado o detalhamento do protocolo desenvolvido. Desta forma, torna-se possível a avaliação e replicação do mapeamento por outros pesquisadores.

3.2.1.1 Protocolo de Busca e Seleção

Este MSL segue as diretrizes de [Petersen et al. \(2008\)](#), que fornece a estrutura de pesquisa deste trabalho e permite a categorização dos resultados. Ele define ainda as etapas necessárias para a condução do MSL, que são: Questão de Pesquisa (QP), *string* de busca, seleção das bases de dados e a seleção dos estudos primários.

3.2.1.2 Questões de Pesquisa do MSL

Segundo [Petersen et al. \(2008\)](#), a definição das QP é o primeiro passo do processo de mapeamento, fornecendo uma visão geral da área de pesquisa, inclusive identificando os resultados disponíveis dentro dela. Foram definidas três QP, que são:

QP1 - Quais as abordagens e as soluções computacionais de Mobilidade Urbana em Cidades Inteligentes já foram desenvolvidas ou propostas na literatura?

QP2 - Quais são os subeixos de Mobilidade Urbana abordados na literatura?

QP3 - Quais das abordagens e das soluções computacionais identificadas foram testadas utilizando dados reais de Mobilidade Urbana?

3.2.1.3 *String* de Busca

Para identificar os artigos científicos nas bases de dados foi necessário definir as palavras-chave que seriam utilizadas nas buscas.

Para a palavra-chave “Mobilidade Urbana”, optou-se pela omissão do termo “Urbana”, como estratégia para manter a busca abrangente e para referir-se às Cidades Inteligentes, foram

utilizadas as palavras-chave apresentadas no artigo de [Cocchia \(2014\)](#). Esse artigo realiza uma revisão sistemática da literatura e um dos seus resultados são os sinônimos de Cidades Inteligentes. As palavras-chave utilizadas no MSL são apresentados na Tabela 3. O carácter especial “*” indica as variações do palavra-chave *City*.

Tabela 3 – Palavras-chave e seus sinônimos.

Termos de Busca	Sinônimos
Mobilidade Urbana	<i>Mobility e Transportation</i>
Cidades Inteligentes	<i>Smart Cit*, Smartcit*, Digital Cit*, Intelligent Cit*, Information Cit*, Smart Community e Ubiquitous Cit*</i>
<i>Cit*</i>	<i>City, Cities e Citizen</i>

Fonte: Autor, 2021.

Após a definição das palavras-chave, chegou-se à seguinte *string* de busca genérica: ***TITLE-ABSTRACT-KEYWORD((Smartcit* OR “Smart Cit*” OR “Digital Cit*” OR “Intelligent Cit*” OR “Ubiquitous Cit*” OR “Smart Community” OR “Information Cit*”) AND (Mobility OR Transportation))***.

3.2.1.4 Seleção das Bases de Dados

As bases de dados selecionadas são: *ACM Digital Library*², *IEEE Xplore Digital Library*³, *Elsevier Science Direct*⁴, *Elsevier Scopus*⁵ e *Web Of Science*⁶. Para condução das buscas foi utilizada a opção de busca avançada em cada uma das respectivas bases.

O acesso de todas as bases de dados foi realizado por meio da rede interna da UFS, com exceção da *Web Of Science*, que foi acessada por meio do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior⁷ (CAPES).

Na Tabela 4, é apresentado o quantitativo de artigos primários identificados em cada uma das bases.

3.2.1.5 Seleção dos Estudos Primários

Para permitir a identificação impessoal e padronizada dos artigos considerados como relevantes para este trabalho, foram definidos critérios de inclusão e exclusão.

Como Critério de Inclusão (CI) definiu-se:

CI1 - Estudos que propuseram ou desenvolveram Soluções Computacionais que contribuam com a MU tornando as cidades mais inteligentes.

² <https://dl.acm.org/>

³ <https://ieeexplore.ieee.org/>

⁴ <https://www.sciencedirect.com/>

⁵ <https://www.scopus.com/>

⁶ www.webofknowledge.com/

⁷ www.periodicos.capes.gov.br/

Tabela 4 – Resultados dos artigos primários sem aplicação de filtros na busca.

Fontes	Estudos Primários	Campos de Busca
ACM Digital Library	217	Title
	908	Abstract
	171	Keywords
IEEE Xplore Digital Library	2234	Metadata Only
Science Direct	439	Title, Abstract and Keywords
Scopus	1163	Title, Abstract and Keywords
Web of Science	725	Topic
Total	5857	

Fonte: Autor, 2021.

Como Critérios de Exclusão (CE) foram definidos:

CE1 - Artigos duplicados;

CE2 - Artigos secundários;

CE3 - Artigos escritos em idioma diferente do Inglês ou Português;

CE4 - Artigos em formato de pôster; e

CE5 - Artigos em formato de *short paper* com menos de 3 páginas;

3.2.1.6 Triagem dos Artigos

Após a condução do processo de busca, foram identificados 5857 estudos primários, conforme apresentado na Tabela 4. Para identificar os artigos relevantes foram realizadas duas etapas de seleção. O processo de filtragem e seleção é apresentado na Figura 3.

A primeira etapa de seleção consistiu na leitura dos títulos, resumos e palavras-chave, de modo a verificar quais dos artigos identificados estão relacionados à QP principal. Após a aplicação dos CI e CE foram selecionados 836 artigos, considerados ainda como artigos primários.

A segunda etapa de seleção consistiu na identificação dos artigos relevantes. Foram aplicados novamente os CI e CE aos artigos selecionados na primeira etapa, por meio da leitura dos artigos. Ao fim desta etapa foram identificados 225 artigos relevantes.

Todo o processo de mapeamento e seleção foi realizado por cinco autores durante a disciplina de “TÓPICOS AVANÇADOS EM ENGENHARIA DE SOFTWARE E SISTEMAS

DE INFORMAÇÃO IV”. As atividades de seleção e extração dos dados foram realizadas por quatro autores⁸ e supervisionadas pelo orientador dessa pesquisa.

Devido o número de documentos selecionados nas bases (5857 artigos) foi adotada uma estratégia de leitura por bloco (A,B, C e D). Na qual os artigos foram divididos em igual quantidade e cada autor foi responsável pela leitura, e seleção desses artigos. Na próxima etapa, o autor que realizou seleção e leitura do bloco “A”, só pode receber artigos que fossem provenientes de bloco distinto ao que já houve-se sido responsável, permitindo que todos os autores tenham lido todos os blocos.

3.2.2 Instrumentação para o Guia *Smart Mobility for ALL* (SMALL)

Outra instrumentação adotada foi a análise exploratória dos artigos do MSL. Desta forma, foram utilizadas apenas as soluções computacionais do tipo “Aplicação”, que representa cerca de 20% da amostra total fornecida pelo MSL. Esta decisão de pesquisa motiva-se devido à maior possibilidade das aplicações poderem ser utilizadas no dia-a-dia, ainda que elas necessitem de alguma adaptação, pois os artigos analisados fornecem mais detalhes de como e para que essas aplicações foram propostos e quais as tecnologias que as compõem. Esta análise forneceu o embasamento para a construção do Guia SMALL, respeitando a classificação de subeixos definida no MSL, apresentado no Capítulo 4.

O Guia SMALL foi desenvolvido e disseminado utilizando o *Google Docs*, visto que o mesmo permite acesso direto por qualquer navegador de forma assíncrona, sem ser necessário re-alizar instalação e configuração de uma aplicação de terceiros. O acesso ao Guia SMALL pode ser feito por meio *link*: <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1UFgh1EnD1dzxyt90l2spSYMRK_zQ_mHWQUMb2Ss6pYg/edit?usp=sharing>.

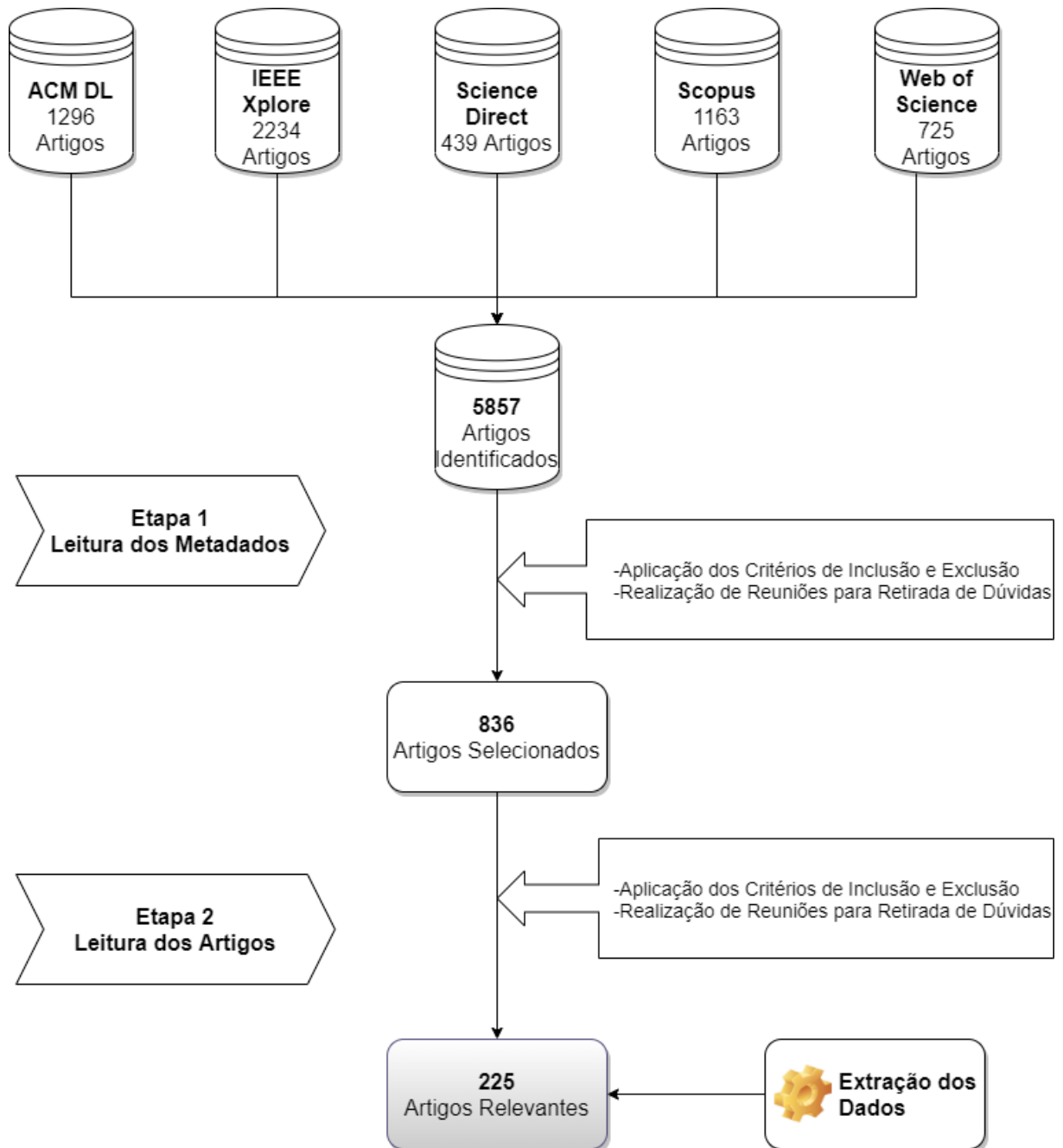
3.2.3 Instrumentação para a execução da Entrevista

Para realizar a entrevista foi criado um questionário para avaliação do Guia SMALL. O questionário foi dividido em 3 (três) partes, sendo elas: (i) perfil do entrevistado e organização; (ii) avaliação das problemáticas abordadas pela literatura acadêmica; e (iii) avaliação da viabilidade do Guia SMALL.

A aplicação desta entrevista ocorreu por meio de um questionário *on-line*. O questionário foi desenvolvido no *Google Forms* e distribuído por meio da *Internet*, disponível no Apêndice B. Foi realizada a supervisão desta entrevista por meio de reunião virtual pelo *Google Meets*.

⁸ Responsáveis pela leitura e seleção dos artigos: Alef Menezes dos Santos, Ademir Almeida da Costa Junior, Felipe Faustino de Souza e Hugo Menezes Tavares.

Figura 3 – Fluxograma do processo realização no mapeamento sistemático da literatura.



Fonte: Autor, 2021.

4

Mapeamento Sistemático da Literatura: Identificação de Abordagens e Soluções Computacionais de Mobilidade Urbana para Cidades Inteligentes

Neste capítulo é apresentado um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL). Ele tem como objetivo mapear artigos científicos do estado da arte que apresentem Abordagens e Soluções Computacionais voltadas para MU mais inteligente.

4.1 Resultados do Mapeamento Sistemático da Literatura

Nesta seção são apresentados os resultados referentes às questões de pesquisa apresentadas na Subseção 3.2.1.2 do Capítulo 3.

4.1.1 Resultados Preliminares

Na Tabela 5, é apresentada a quantidade de artigos por tipo de publicação. Sendo o termo “*proceedings*” referente às publicações em conferências e simpósios, e os termos “*journal*” e “*magazine*” refere-se àquelas apresentadas em revistas científicas. Neste sentido, verifica-se que a maior parte dos artigos da área, 76% do total, estão publicados em conferências, simpósios ou *workshops*, e somente 24% dos artigos são publicados em *journals* e *magazines*.

Os pesquisadores consideram como um resultado esperado, visto que os trabalhos em fase de desenvolvimento ou evolução normalmente são publicados em conferências, simpósios ou *workshops*. Em contrapartida, os trabalhos em fase final são publicados em *journals*, pois contêm mais detalhes, possuem maior número de páginas e apresentam resultados mais sólidos.

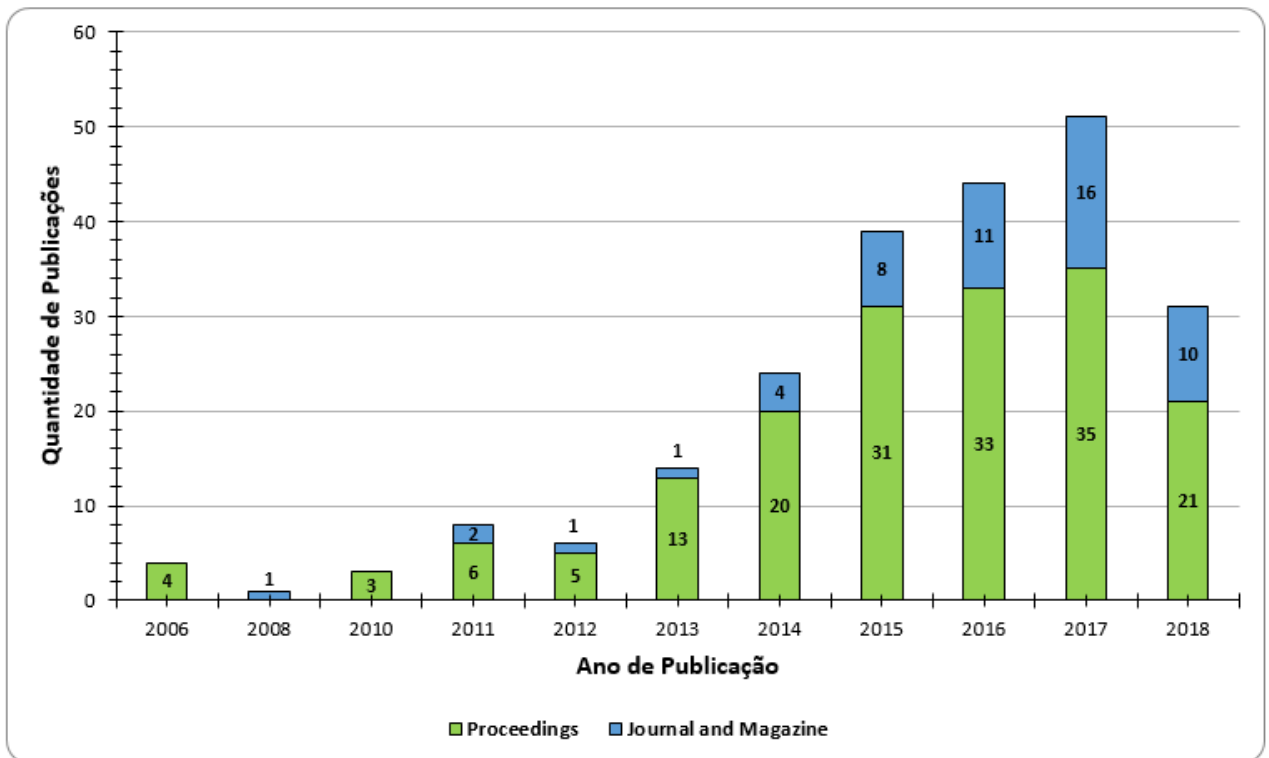
Na Figura 4, é apresentado o quantitativo de publicações de forma temporal. Ela também

Tabela 5 – Quantitativo de publicações por tipo.

Tipo de Publicação	Quantidade de Artigos	% Representatividade da Amostra
<i>Proceedings</i>	171	76%
<i>Journals e Magazines</i>	54	24%

Fonte: Autor, 2021.

Figura 4 – Distribuição das publicações por ano e tipo.



Fonte: Autor, 2021.

demonstra a divisão ano-a-ano por tipo de local de publicação. A Figura 4 identifica, ainda, a existência de interesse no tema desde 2006. Todavia, as publicações aumentaram expressivamente a partir de 2013, com 14 obras publicadas.

As publicações em “*proceedings*” atingiram seu ápice em 2017, com trinta e cinco publicações. Seguida por 2016, com trinta e três e por 2015 com trinta e uma. De forma análoga, as publicações em “*journal*” e “*magazine*” aumentaram em 2014 e atingiram seu ápice em 2017, com 16 publicações, seguido por 2016, com onze e por 2018, com dez.

De forma geral, foi percebido um avanço em número de pesquisas acerca do tema na última década. Este fato pode indicar um possível estudo futuro, que objetivaria identificar os fatores que incentivaram o crescente interesse na área. Porém, algumas das publicações de 2018 podem não ter sido mapeadas pelos pesquisadores, visto que as buscas foram realizadas em Setembro de 2018. Logo, outros artigos podem ter sido desenvolvidos e publicados posteriormente

a essa data.

4.1.2 Resultado das Questões de Pesquisa

O termo “Abordagens e Soluções Computacionais” refere-se à qualquer TIC que possa ser identificada, podendo variar de uma aplicação até um modelo ou metodologia a ser seguida. Quanto ao termo “subeixo” refere-se as subáreas de MU.

QP1 — Quais as abordagens e as soluções computacionais de Mobilidade Urbana em Cidades Inteligentes já foram desenvolvidas ou propostas na literatura?

Nesta questão buscou-se identificar quais os tipos de abordagens e soluções computacionais que foram publicadas na literatura. O objetivo é dividi-las em grupos para tornar eficiente uma possível análise.

Durante a realização da primeira etapa de triagem dos artigos, conforme apresentado na Figura 3, houve a coleta dos possíveis tipos de abordagens e soluções computacionais, os quais foram avaliados e confirmados na segunda etapa de triagem. Como resultado foram categorizados dez tipos de abordagens e soluções computacionais, sendo elas: algoritmo, aplicação, arquitetura, *framework*, *hardware* (IoT), metodologia, modelo, plataforma, protocolo e técnica.

Na Figura 5 são apresentados os quantitativos de abordagens e soluções computacionais identificadas e nas Tabelas 6 e 7, são apresentados os artigos identificados por meio desse MSL, sendo organizados por tipo de solução computacional e pelos subeixos. Os subeixos são melhor abordados na QP2.

As Tabelas 6 e 7 estão organizadas em dois eixos. No eixo vertical estão distribuídos os tipos de abordagens e soluções computacionais e no eixo horizontal estão distribuídos os subeixos de MU. A referência e codificação dos artigos estão disponíveis no Apêndice A. Por fim, os locais com marcador “-” indicam a ausência de estudos.

É importante ressaltar que um mesmo artigo pode abordar mais de um subeixo de MU. A exemplo do artigo [A33], que aborda os subeixos Tráfico e Congestionamento, e Sustentabilidade como consta nas Tabelas 6 e 7. Logo, para verificar o quantitativo de artigos que desenvolve um tipo de solução computacional é necessário observar a Figura 5.

Ainda na Figura 5, é apresentado que a maioria dos artigos concentra-se no desenvolvimento de soluções computacionais do tipo Aplicação, totalizando cinquenta e dois (representando 23,11%). Neste tipo de solução foram agrupados os artigos que abordam o desenvolvimento de aplicações, sistemas, *plug-ins* e *softwares*. Este cenário pode ser considerado como positivo, visto que normalmente as aplicações podem ser diretamente utilizadas pelo governo e cidadãos na melhoria da MU. Ainda que haja a necessidade de alguma adaptação para sua implantação e utilização.

O tipo de solução computacional Algoritmo foi tratado como um tipo diferente do de

Tabela 6 – Abordagens e Soluções Computacionais mapeadas em seus subeixos de mobilidade urbana, parte 1.

	Algoritmo	Aplicação	Arquitetura	Framework	Hardware (IoT)	Metodologia	Modelo	Plataforma	Protocolo	Técnica
Tráfego e Congestionamento	[A7] [A10] [A17] [A39] [A54] [A61] [A78] [A80] [A138] [A139] [A181] [A187] [A189] [A190] [A198] [A207] [A210] [A220] [A221]	[A33][A34] [A47] [A55] [A71] [A77] [A92] [A102] [A148] [A179] [A195] [A216]	[A22] [A31] [A50] [A69] [A136] [A162] [A180] [A185] [A186] [A199] [A203] [A224]	[A43] [A94] [A97] [A105] [A111] [A144] [A154] [A158] [A164] [A176]	[A103] [A112] [A123] [A147]	[A91] [A93] [A172] [A201]	[A8] [A29] [A40] [A41] [A42] [A44] [A83] [A86] [A110] [A113] [A115] [A124] [A126] [A143] [A159] [A165] [A184] [A204]	[A36] [A101] [A104] [A120] [A131] [A171] [A192] [A193]	[A72] [A84] [A150] [A175]	[A118] [A151]
Sustentabilidade	[A10] [A99] [A146] [A174] [A202]	[A33] [A66][A58] [A148] [A219]	[A185] [A186] [A188] [A191]	[A19] [A79] [A85] [A88] [A132]	[A161] [A177]	-	[A27] [A83] [A86] [A127] [A140] [A182]	[A49]	-	-
Serviços Essenciais	[A56] [A153]	[A34] [A82] [A90] [A160] [A168] [A183] [A200] [A208] [A209] [A217] [A218] [A223]	[A28] [A87]	[A130]	[A9] [A108]	-	[A6] [A48] [A62] [A73] [A86] [A135] [A205] [A206]	[A35] [A38]	[A114]	-
Estacionamento	[A3] [A4] [A21] [A37] [A142]	[A52] [A81] [A109] [A125] [A134] [A149] [A212]	[A11] [A16] [A26] [A133] [A152]	-	[A112]	-	[A1] [A166] [A167]	[A35]	-	-

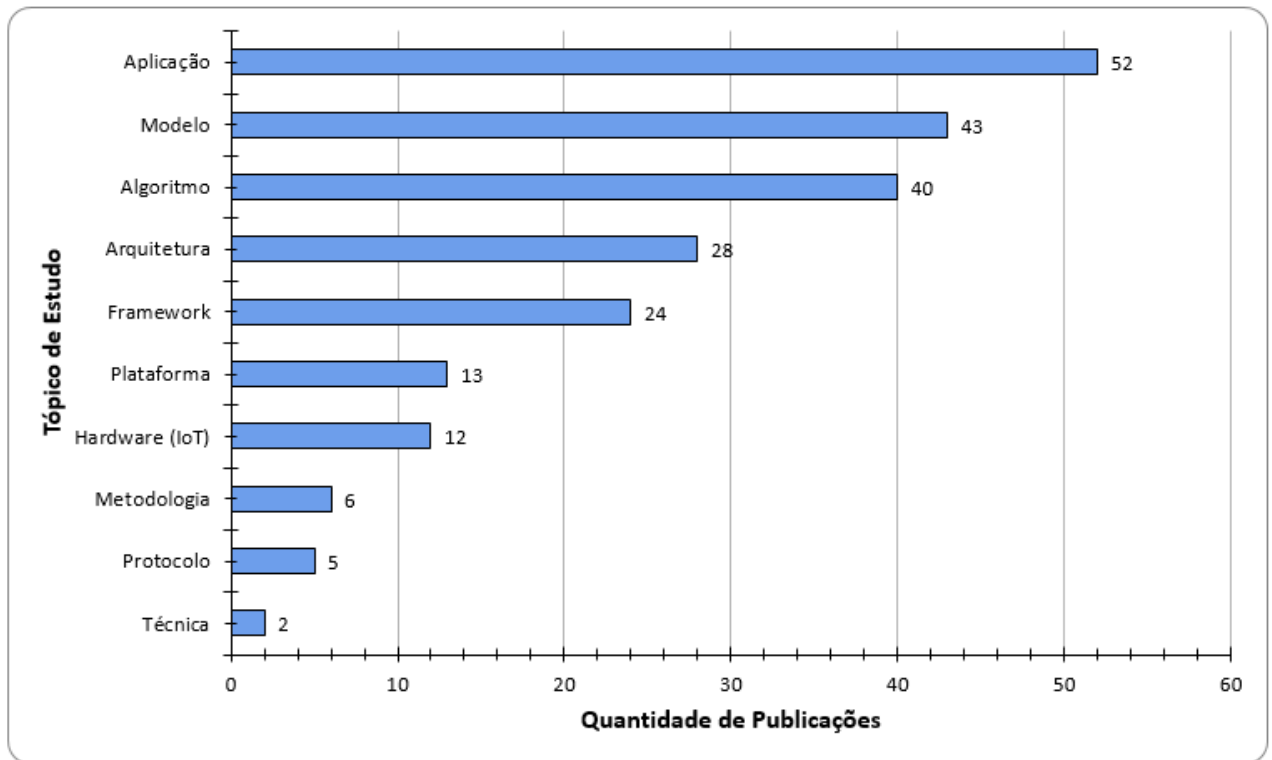
Fonte: Autor, 2021.

Tabela 7 – Abordagens e Soluções Computacionais mapeadas em seus subeixos de mobilidade urbana, parte 2.

	Algoritmo	Aplicação	Arquitetura	Framework	Hardware (IoT)	Metodologia	Modelo	Plataforma	Protocolo	Técnica
Soluções Inovadoras	[A14] [A63] [A117] [A174] [A225]	[A18] [A24] [A58] [A74] [A129] [A219]	[A53] [A100] [A197]	[A43] [A60] [A163]	[A89]	[A15] [A30]	[A5] [A20] [A64] [A127]	[A35] [A128]	-	-
Orientação Recomendação	[A51] [A146] [A169] [A190] [A221]	[A32] [A34] [A67] [A82] [A102] [A122] [A137] [A195] [A216]	[A28] [A76]	[A79] [A111] [A119] [A144] [A158] [A222]	-	-	[A95] [A110] [A126] [A184] [A211]	[A38] [A104] [A120]	-	-
Multimodal	[A59]	[A67] [A70] [A122] [A137] [A145] [A214]	[A75] [A133]	[A19] [A157] [A163] [A173]	-	-	[A68] [A107] [A156]	[A98] [A120]	-	-
Segurança	[A170] [A202]	[A13] [A23] [A25] [A32] [A194]	[A45] [A141] [A180]	[A19] [A57] [A85]	[A196]	-	[A110] [A213] [A215]	[A120]	-	-
Condições Viárias	[A65]	[A13] [A32] [A121]	-	-	[A96]	-	[A2]	[A35]	-	-
Desastres Ambientais	[A78]	[A12]	-	[A106]	[A178]	-	-	-	-	-
Acessibilidade	[A116]	[A46] [A109] [A155]	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Autor, 2021.

Figura 5 – Quantitativo e tipos de Abordagens e Soluções Computacionais mapeadas.



Fonte: Autor, 2021.

Aplicação, por aquele se tratar de uma parte menor deste. Além disto, na análise realizada pelos pesquisadores a maior parte dos artigos que desenvolvem algoritmos focaram em apenas um subeixo, atacando apenas uma problemática específica. Ou seja, dos quarenta artigos, apenas os documentos [A10], [A78], [A146], [A174], [A190], [A202], [A207] e [A221] abordaram mais de um subeixo.

Em contrapartida, poucos artigos se concentraram no desenvolvimento de técnicas, metodologias, protocolos, plataformas e hardwares. Entretanto, este último foi considerado como um caso particular, já que pode existir algum hardware que possa ser utilizado para MU em Cidades Inteligentes, porém ainda não foi aplicado ou seu uso não foi citado para com este objetivo.

As Tabelas 6 e 7, podem ser consideradas o ponto mais importante deste MSL, visto que elas permitem verificar qual artigo publicado desenvolve qual tipo de solução computacional. Também mapeiam a solução para os subeixos identificados, bem como identifica qual tipo de solução foi mais pesquisado e permite a visualização das lacunas de pesquisa.

Como exemplo de lacuna de pesquisa, não identificou-se nenhum estudo do tipo técnica para: Sustentabilidade, Serviços Essenciais, Estacionamento, Soluções Inovadoras, Orientação/Recomendação, Multimodal, Segurança, Condições Viárias, Acessibilidade e Desastres Ambientais. Também como exemplo, não foi identificado nenhuma Metodologia para os subeixos:

Sustentabilidade, Serviços Essenciais, Estacionamento, Orientação/Recomendação, Multimodal, Segurança, Condições Viárias, Acessibilidade e Desastres Ambientais.

É importante ressaltar que na Figura 5 e nas Tabelas 6 e 7, não é apresentada a solução computacional do tipo Guia. Pois, não foi identificado nenhum artigo com esse objetivo.

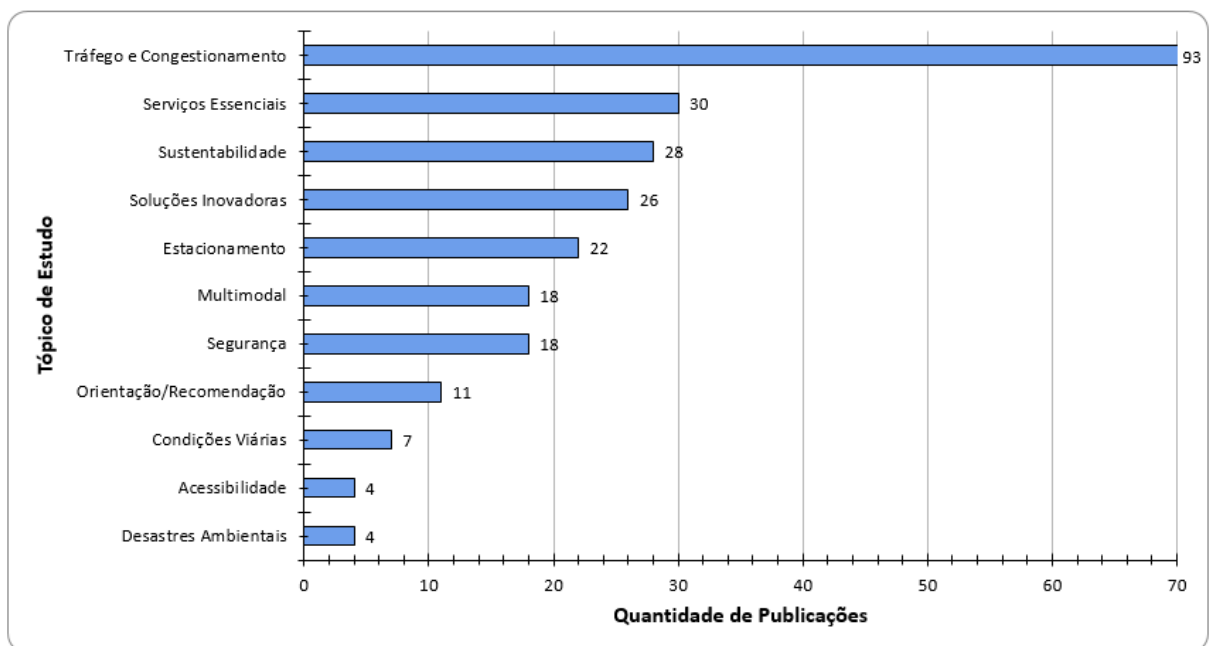
QP2 — Quais são os subeixos de Mobilidade Urbana abordados na literatura?

Nesta questão buscou-se identificar como está dividido o eixo de MU ao ser abordado pela área de Computação, ou seja, como estão segmentados os problemas de MU. Esta segmentação fica denominada nesse trabalho como subeixo, visto que a MU é tratada como eixo. De forma direta, essa QP tem por finalidade elaborar uma classificação a partir da leitura dos trabalhos mapeados.

O processo de identificação dos subeixos seguiu o mesmo formato adotado na QP1. Durante a realização da primeira etapa de triagem dos artigos, conforme apresentado na Figura 3, houve a coleta dos possíveis subeixos, os quais foram avaliados e confirmados na segunda etapa de triagem.

Na Figura 6 e nas Tabelas 6 e 7 são apresentados os onze subeixos de MU mapeados. Como resultado, foram categorizados onze subeixos, sendo eles: Tráfego & Congestionamento, Sustentabilidade, Serviços Essenciais, Estacionamento, Soluções Inovadoras, Orientação/Recomendação, Multimodal, Segurança, Condições Viárias, Acessibilidade e Desastres Ambientais.

Figura 6 – Subeixos de mobilidade urbana estudados em cidades inteligentes.



Fonte: Autor, 2021.

O subeixo Tráfego e Congestionamento foi o mais abordado, com noventa e três men-

ções, seguido de Serviços Essenciais, com trinta, e Sustentabilidade, com vinte e oito menções. De maneira oposta, também é possível observar que os subeixos Condições Viárias, Acessibilidade e Desastres Ambientais foram menos abordados, com seis, cinco e quatro menções, respectivamente. Este cenário evidencia uma possível falta de interesse nestes subeixos.

O subeixo Tráfego e Congestionamento aborda diretamente dois vieses. O primeiro refere-se à continuidade de trânsito dos veículos, evitando ou mitigando o surgimento de congestionamentos. O segundo engloba soluções para auxiliar na desobstrução das vias, ou seja, preocupa-se com a continuidade das condições normais de trânsito. Congestionamento, busca soluções pós identificação dos problemas no fluxo dos modais.

O subeixo Sustentabilidade engloba os estudos que tratam da diminuição de emissão de gases poluentes (como o CO₂), a economia de combustíveis fósseis e a utilização dos sistemas elétricos denominados “E”, como *E-Car*, *E-Bike*, *E-Bus*, entre outros.

O subeixo Serviços Essenciais envolve as soluções voltadas para a melhoria dos serviços fornecidos pelo governo ou por entidades ligadas a ele como: o trânsito das ambulâncias, viaturas policiais, corpo de bombeiros, transportes públicos, entre outros. Todavia, os pesquisadores entendem e afirmam que algumas soluções computacionais que compõem esse subeixo podem influenciar negativamente de modo temporário a MU. As soluções aqui abarcadas podem afetar de forma negativa o fluxo de veículos e locais de estacionamento com o intuito de otimizar a prestação de um serviço público. Como por exemplo com o fechamento de sinais de trânsito na via principal para passagem de uma viatura policial ou uma ambulância na via secundária.

O subeixo Estacionamento possui soluções para estacionamentos abertos e fechados, bem como soluções para identificação, reserva e controle de vagas de estacionamento. Entretanto, não foram feitas tais distinções na análise dos dados, pois a mesma não é um dos focos desse artigo.

O subeixo Soluções Inovadoras recebe uma atenção diferenciada, visto que ela engloba pesquisas voltadas para o *Car Pooling*, compartilhamento de veículo, e o *Car Sharing*, compartilhamento de viagem por um grupo de pessoas. Os pesquisadores consideram essas soluções como um subeixo à parte, tanto por auxiliar na melhoria dos subeixos Tráfego & Congestionamento, Estacionamento, Sustentabilidade, Segurança, Condições Viárias e outros, quanto por serem soluções com pesquisas identificadas apenas a partir do ano de 2012. Além disso, este subeixo também engloba pesquisas relacionadas ao compartilhamento de bicicletas e táxis.

Para o subeixo Orientação/Recomendação, foram mapeados os artigos que apresentam soluções acerca de como transitar na cidade, seja indicando rotas ou informações do fluxo das vias, bem como sugerindo rotas que evitem os congestionamentos. As soluções ligadas a esse subeixo permeiam de forma direta os eixos Tráfego e Congestionamento e Sustentabilidade, pois ele auxilia na identificação do tráfego das vias, pode informar os possíveis congestionamentos e ao sugerir rotas, diminuir o tempo de viagem e, conseqüentemente, a emissão de gases poluentes

e o consumo de combustíveis.

Com relação ao subeixo Multimodal, foram mapeados os artigos que tratam da melhoria da rota para o tipo de modal, podendo ser ele um veículo particular, táxi, bicicleta, transporte público, entre outros. Além disto, identificou-se que esses artigos preocupam-se com a melhor condução dos cidadãos ao seu destino final, atendendo aos fatores sustentáveis e com a melhoria da qualidade dos serviços públicos de MU.

No subeixo Segurança, os artigos apresentados abordam a segurança dos condutores ou dos pedestres que fazem parte da cidade. Também aborda as possíveis infrações que os condutores podem cometer durante o período de condução dos seus veículos, além de soluções que verificam o estado físico e/ou mental do condutor, como fadiga durante a condução ou nível de álcool no sangue.

Quanto ao subeixo Condições Viárias aborda a situação física das vias, demonstrando a sua situação atual e/ou informando ao governo para que o mesmo tome as medidas necessárias para manutenção ou melhoria dessas.

O subeixo Acessibilidade, retratado em apenas quatro artigos, tem por objetivo as melhorias de mobilidade no âmbito externo de pessoas com alguma necessidade especial e seu acesso aos aspectos de MU. Por exemplo, a identificação de estacionamentos na forma de mapeamento de vagas para pessoas com alguma necessidade especial ou como pode ser feita a locomoção de um ponto A ao ponto B, e a disseminação das informações de mobilidade para tais cidadãos.

Para casos de ocorrências de Desastres Ambientais e suas variações, como alagamentos e enchentes, ele fornece orientações para que os condutores evitem determinadas áreas e ao poder público para agilizar que as medidas necessárias sejam adotadas.

Nos subeixos Acessibilidade e Desastres Ambientais foram identificados apenas quatro artigos. Logo verifica-se a existência de uma lacuna de pesquisa, demonstrando a necessidade de que mais artigos sejam desenvolvidos para este subeixo.

QP3 — Quais das abordagens e das soluções computacionais identificadas foram testadas utilizando dados reais de Mobilidade Urbana?

A QP3 tem como objetivo apresentar as abordagens e as soluções computacionais que apresentaram alguma evidência de validação do que foi proposto. Deste modo são considerados como abordagens e soluções computacionais testadas: aquelas cujas pesquisas foram testadas em um ambiente real ou em algum simulador utilizando dados reais, ou seja, em situações mais próximas da realidade. Consideramos esses artigos e como os mais relevantes para nossa pesquisa.

Na Tabela 8, são apresentados os artigos que demonstraram alguma forma de validação e a disposição dos artigos é realizada por tipo de solução computacional. Na coluna “Artigos com

Tabela 8 – Trabalhos que apresentam alguma forma de teste como validação.

Soluções Computacionais	Artigos com Validação	% Artigos com validação
Algoritmo	[A3] [A14] [A17] [A21] [A39] [A51] [A54] [A56] [A59] [A61] [A63] [A65] [A78] [A99] [A117] [A138] [A139] [A142] [A169] [A170] [A181] [A187] [A190] [A198] [A207] [A220] [A221]	67,5%
Aplicação	[A18] [A23] [A24] [A25] [A32] [A33] [A34] [A46] [A55] [A58] [A66] [A67] [A74] [A77] [A82] [A90] [A92] [A129] [A134] [A148] [A183] [A194] [A200] [A208] [A209] [A212] [A216] [A217] [A223]	55,76%
Arquitetura	[A11] [A28] [A69] [A87] [A136] [A141] [A180] [A185] [A186] [A188] [A191] [A199] [A203] [A224]	50%
Framework	[A19] [A94] [A111] [A119] [A144] [A154] [A173] [A176][A222]	37,5%
Hardware (IoT)	[A89] [A96] [A103] [A112] [A123] [A147] [A178] [A196]	66,66%
Metodologia	[A15] [A30] [A91] [A93] [A172] [A201]	100%
Modelo	[A5] [A6] [A8] [A20] [A27] [A29] [A40] [A48] [A62] [A64] [A68] [A95] [A113] [A126] [A127] [A135] [A143] [A156] [A159] [A165] [A166] [A184] [A205]	53,48%
Plataforma	[A36] [A49] [A98] [A101] [A104] [A120] [A128] [A131] [A171] [A192]	76,92%
Protocolo	[A84] [A114]	40%
Técnica	[A118] [A151]	100%
Total	132 Artigos	-

Fonte: Autor, 2021.

Validação” são apresentados os artigos selecionados e na coluna “% Artigos com Validação” são apresentadas as porcentagens dos artigos cujas pesquisas foram testadas, para cada tipo de solução computacional. O cálculo utilizado para obter essa porcentagem é dado pela razão do número de soluções testadas pelo número total de artigos mapeados por cada tipo de solução, conforme Figura 5.

Embora haja poucos artigos que abordem o desenvolvimento de Metodologia e Técnica, todos eles tiveram suas pesquisas testadas. Em contrapartida, a solução Aplicação, com maior número de artigos, teve apenas 55,76% das pesquisas testadas. Este cenário indica que: (i) aproximadamente 45% das soluções computacionais do tipo aplicação não foram testadas; e (ii) estes artigos que não foram testados podem não retratar a realidade.

As soluções do tipo Arquitetura, *Framework* e Protocolo também ficaram aquém do esperado, visto que, todos eles obtiveram uma porcentagem menor ou igual que 50%. Evidenciando um cenário similar as soluções do tipo Aplicação.

Em contrapartida, as soluções *Hardware*, Algoritmo e Plataforma tiveram uma boa

porcentagem de pesquisas testadas, todos acima de 60%, sendo Plataforma o destaque, com 79,92%.

O cenário apresentado a respeito das soluções computacionais não é a ideal. Entretanto, é válido afirmar que existe uma preocupação por parte dos pesquisadores em validar suas propostas, uma vez que, aproximadamente 60% dos 225 artigos apresentados foram testados e validados.

4.2 Ameaças a Validade

Nesta seção são apresentadas as possíveis ameaças à validade do MSL. Alguns fatores negativos ou limitações podem ter afetado os resultados obtidos. Tais fatores são descritos a seguir:

- a) **Viés de Seleção dos Estudos Relevantes:** identificou-se um número elevado de artigos por meio da *string* de busca apresentada na Seção 3.2.1.3. Sendo necessário realizar uma filtragem com objetivo de identificar os artigos com relevância a este trabalho. Entretanto, diferentes pesquisadores podem ter diferentes entendimentos. Então, os resultados de seleção dos pesquisadores tendem a variar. Para minimizar tal viés, foram definidos critérios claros de inclusão e exclusão, bem como a delimitação do escopo da pesquisa. Outra medida adotada para mitigar este risco, foi a realização de reuniões e discussões com intuito de solucionar possíveis dúvidas;
- b) **Validade Externa:** O MSL foi realizado sem restrição de data. Entretanto, devido a uma limitação do *IEEE Xplore*, que só permite a visualização de até dois mil cento e cinquenta e seis documentos, setenta e oito arquivos não puderam ser analisados pelos pesquisadores. Portanto, os resultados deste artigo podem não englobar todas as abordagens e soluções computacionais já desenvolvidas ou propostas na literatura. Ainda assim, devido ao grande número de documentos analisados, permitiu-se inferir algumas conclusões a respeito de quais são os principais subeixos de MU abordados na literatura, qual tipo de solução computacional recebe maior ou menor atenção, e demonstrando a preocupação dos pesquisadores em realizar avaliações e testes a essas aplicações;
- c) **Extração dos Dados:** esse processo foi realizado com base numa planilha projetada a partir da primeira fase de leitura dos resumos. Nesta planilha foram adicionados atributos sobre MU que pudessem responder às QP propostas. Durante todo o processo de extração, foram estabelecidos critérios de como obter os dados nos artigos. Caso surgissem dúvidas, os pesquisadores se reuniam e discutiam em dupla. Ainda que alguma dúvida prevalecesse, uma terceira pessoa era convidada para estabelecer um critério de desempate. Mesmo que a estratégia adotada para extrair os dados tenha ajudado a atenuar as ameaças à consistência da extração de dados, ainda existe a possibilidade da perda de dados relevantes por causa do julgamento subjetivo utilizado pelos pesquisadores; e

- d) Viés das Conclusões:** Um problema geral, relacionado ao viés de publicação, é a tendência dos pesquisadores em sempre publicar resultados de pesquisa positivos (PETERSEN; VAKKALANKA; KUZNIARZ, 2015). Tal risco é baixo, pois o objetivo do artigo é apresentar as soluções oferecidas pela literatura do estado da arte, desde as mais simples as mais complexas. Outrossim, as conclusões apresentadas podem ter sido influenciadas pelos diferentes graus de conhecimento e experiência dos pesquisadores. Também pela perspectiva adotada ao realizar a análise dos artigos. Todavia, mitigou-se tal ameaça por meio de reuniões e debates nas fases de seleção, bem como para apresentação das inferências.

5

Proposta do Guia *Smart Mobility for All* (SMALL)

Neste capítulo é apresentada a proposta do Guia *Smart Mobility for ALL* (SMALL). O guia expõe aos gestores de MU: (i) quais as problemáticas abordadas pela literatura acadêmica; (ii) quais as soluções propostas; e (iii) o conjunto mínimo de tecnologias utilizadas. Neste sentido, o guia objetiva-se a orientar como as TIC estão abordando os problemas de MU utilizando os ITS.

O Guia SMALL é proposto por meio dos resultados do MSL, apresentados no Capítulo 4. Para a sua construção foram utilizadas apenas as soluções computacionais do tipo “Aplicação”. Esta decisão de pesquisa motiva-se devido à maior possibilidade das aplicações serem utilizadas no dia-a-dia, pois fornecem mais detalhes em sua utilização e do que as compõem, ainda que exista a necessidade de realizar algum tipo de adaptação.

Entretanto, apesar do MSL apresentar cinquenta e duas “Aplicações”, o guia SMALL é composto apenas de quarenta e seis. Tal cenário ocorreu devido aos artigos [A24], [A33], [A52], [A145], [A168] e [A179] não fornecerem todas as informações necessárias na atual composição do Guia SMALL. Ou seja, existe uma dificuldade em identificar: (i) a problemática abordada; (ii) o que de fato está sendo proposto naquela solução; ou (iii) quais tecnologias estão sendo utilizadas.

A estrutura do Guia segue a divisão de subeixo do MSL, apresentada na Seção 4.1. Estas subdivisões são apresentadas no guia conforme a seguinte estrutura:

- a) **Problemática:** aborda uma determinada situação que pode afetar negativamente o tráfego urbano e a qualidade de vida dos cidadãos;
- b) **Efeito(s) colateral(is):** aborda as possíveis consequências negativas que ocorrem ou podem ocorrer caso a problemática não seja tratada;

- c) Solução(ões) proposta(s): aborda o que é proposto para resolver ou mitigar uma determinada problemática;
- d) Tecnologia(s) utilizada(s): aborda qual o conjunto mínimo de tecnologias a serem utilizadas;
- e) Artigo(s) de Referência(s): apresenta a referência e o *link* do documento em arquivo PDF que apresenta determinada solução.

Devido a limitações de visibilidade, os *links* dos arquivos PDF não estão disponíveis neste trabalho. Para ter acesso, indica-se visitar o Guia SMALL. Ele está disponível no *link*: <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1UFgh1EnD1dzxyt90l2spSYMRK_zQ_mHWQUMb2Ss6pYg/edit?usp=sharing>.

5.1 Subeixos abordados no Guia SMALL

Nesta seção é apresentado o detalhamento do Guia SMALL. Ele apresenta um total de 30 diferentes problemáticas de MU que podem ser resolvidas por aplicações de ITS. Ressalta-se que existem problemáticas que permeiam mais de um subeixo, bem como, existem problemáticas com diferentes soluções sugeridas para o mesmo problema.

5.1.1 Guia SMALL: subeixo Acessibilidade

Na Tabela 9, são apresentadas as três problemáticas abordadas no subeixo Acessibilidade. Este subeixo aborda as questões relacionadas ao desrespeito aos direitos dos cidadãos com alguma limitação motora ou Portadores de Necessidades Especiais (PNE). Neste subeixo são fornecidas as soluções com objetivo de fiscalizar, controlar ou orientar os cidadãos no seu comportamento. Ele ainda apresenta uma relação direta com questões de melhoria da qualidade de vida, com objetivo de fornecer condições de igualdade entre os cidadãos.

A exemplo da problemática: “Uso indevido/ilegal de vagas de estacionamento destinadas às pessoas PNE”. Caso não tratada, ela implica no aumento do tráfego de veículos em velocidade reduzida durante a busca por um local de estacionamento. Desafio também apresentado quando suas vagas estão ocupadas indevidamente, o que leva os cidadãos PNE a realizar a tentativa de estacionar em vagas que não estão adaptadas a sua necessidade. Enfrentando como exemplo o problema de falta de área de desembarque de cadeiras de rodas. Logo, para tratar esta situação, sugere-se a criação de uma aplicação que forneça o serviço de reserva e monitoramento das vagas de estacionamento, utilizando sensores magnéticos acoplados às vagas. Além disto, sugere-se a utilização de sensores de marcação de localização, como o Sistema de Posicionamento Global (GPS), embarcados no *smartphone* do condutor.

Tabela 9 – Guia SMALL: subeixo Acessibilidade.

Problemática	Efeitos Colaterais	Possíveis Soluções	Tecnologias Utilizadas	Artigo de Referência
Uso indevido/ilegal de vagas de estacionamento destinadas às pessoas Portadoras de Necessidades Especiais (PNE).	Aumento da quantidade de veículos em circulação, incrementando o tráfego e possíveis congestionamentos.	Fornecer a reserva e o monitoramento das vagas de estacionamento destinadas às pessoas PNE.	• Sistema Operacional Android • Sensores magnéticos nas vagas • Comunicação dos sensores via ondas de Rádio ou Ethernet • Sistema de Posicionamento Global (GPS)	[A109]
Falta de acessibilidade física para cadeiras de rodas em locais públicos e/ou privados.	Impedir a locomoção, o acesso, a circulação e/ou uso de locais públicos ou privados.	Fornecer um mapa com o nível de acessibilidade de locais públicos ou privados para pessoas em cadeiras de rodas.	• Sistema Operacional Android • Plataforma Google Maps • Sistema de Posicionamento Global (GPS)	[A46]
Pouca confiabilidade na presença/ausência real de objetos e barreiras para pessoas com deficiência visual.	Impedir a locomoção, o acesso, a circulação e/ou uso de locais públicos ou privados.	Fornecer um mapa com as rotas personalizadas, com base nas necessidades, preferências e demonstrar os possíveis obstáculos.	• Sistema Operacional Android • Smartphone • Sensores em Smartphones • Sistema de Posicionamento Global (GPS), • Giroscópio • Acelerômetro • Permite inserção de múltiplas fontes de dados (relatórios oficiais, informações dos usuários e sensores)	[A155]

Fonte: Autor, 2021.

5.1.2 Guia SMALL: subeixo Condições Viárias

Na Tabela 10, são apresentadas as duas problemáticas abordadas no subeixo Condições Viárias. Este subeixo aborda as questões relacionadas à identificação da situação física das vias, fornecendo soluções principalmente com foco na entrega de informações ao poder público para induzir e incentivar ações de correção com celeridade. Este subeixo foca principalmente na melhoria da rede viária, implicando na melhoria da qualidade de condução, evitando possíveis acidentes ou danos aos veículos.

A exemplo da problemática: “Identificar o status (danos) na infraestrutura viária e evitar acidentes em tempo real”. Caso não tratada, ela implica no atraso no tempo de resposta do poder público, no que diz respeito as ações de correção à infraestrutura viária. Não adotar as ações de correção pode resultar no aumento de danos aos veículos em tráfego ou a ocorrência de possíveis acidentes. Tal cenário pode levar à interdição de uma via e formação de possíveis congestionamentos, afetando diretamente questões de qualidade de vida do cidadão sobre o estresse, frustração e danos financeiros. Isto posto, para tratar esta problemática, sugere-se a criação de uma aplicação que forneça o compartilhamento de imagens da situação da via, pelo cidadão ao poder público. Esta aplicação foi uma das soluções mais simples abordadas no guia, pois ela exige apenas a utilização de um *smartphone* por parte dos cidadãos.

Outra proposta para o mesmo cenário, foi o monitoramento dos danos da infraestrutura viária utilizando o GPS e o acelerômetro no *smartphone* do condutor, por meio do monitoramento da aceleração/desaceleração do veículo.

Tabela 10 – Guia SMALL: subeixo Condições Viárias.

Problemática	Efeitos Colaterais	Possíveis Soluções	Tecnologias Utilizadas	Artigo de Referência
Identificar o status (danos) na infraestrutura viária e evitar acidentes em tempo real.	Aumento no tempo de resposta às correções da infraestrutura viária, na chance de danificar os veículos em trânsito ou de ocorrer acidentes.	Compartilhamento de imagens do estado físico da estrada com a participação dos cidadãos na identificação dos problemas viários.	• Sistema Operacional Android • Smartphone	[A121]
		Monitorar os danos na infraestrutura viária, pista escorregadia ou direção perigosa, utilizando os sensores.	• Smartphone • Sistema Operacional Android • Sistema de Posicionamento Global (GPS) • Acelerômetro	[A13]
Como tornar a viagem menos perigosa e mais confortável?	Possíveis acidentes inerentes à direção perigosa ou problemas na infraestrutura viária.	Monitorar e oferecer feedback do modo de condução e o status (danos) na infraestrutura viária, oferecendo rotas personalizadas.	• Sistema Operacional Android • Sistema de Posicionamento Global (GPS) • Acelerômetro	[A32]

Fonte: Autor, 2021.

5.1.3 Guia SMALL: subeixo Desastres Ambientais

Na Tabela 11, é apresentada apenas uma problemática que aborda o subeixo Desastres Ambientais. Este subeixo aborda as questões de obstrução ou interrupção do tráfego de veículos devido a fatores ambientais ou climáticos.

A solução proposta neste subeixo é voltada principalmente para a gestão pública, permitindo a adoção de ações para o controle e evacuação do veículos em tráfego, caso ocorra algum de desastre natural. Logo, para esta problemática, sugere-se a criação de um sistema de rede de veículos sem fio conectados uns aos outros. A rede tem a finalidade de realizar o monitoramento da situação atual do tráfego e disseminar orientações do poder público ao cidadão. Ela indica a utilização dos *smartphones* como meio de criar essa rede de veículos. O foco principal desse subeixo é garantir a fluidez do tráfego de forma segura.

Tabela 11 – Guia SMALL: subeixo Desastres Ambientais.

Problemática	Efeitos Colaterais	Possíveis Soluções	Tecnologias Utilizadas	Artigo de Referência
Interrupção do tráfego em episódios de desastres naturais.	Aumento no risco de ocorrência de acidentes fatais e quantidade de veículos em circulação em áreas próximas do(s) incidente(s), incrementando o tráfego e possíveis congestionamentos.	Fornecer o gerenciamento (controle e evacuação) de desastres em tempo real.	• Cloud Computing • VANET's • Smartphone • Permite inserção de múltiplas fontes de dados (rede de sensores, rede de veículos e redes sociais)	[A12]

5.1.4 Guia SMALL: subeixo Estacionamento

Nas Tabelas 12 e 13, são apresentadas as quatro problemáticas abordadas no subeixo Estacionamento. Este subeixo aborda as questões relacionadas ao gerenciamento, controle, fiscalização, mapeamento e identificação de vagas de estacionamento. Ele apresenta uma forte relação com questões de fornecimento de informações e orientações ao cidadão e garantia do direito adquirido pelas PNE.

Por exemplo, a problemática: “Identificação de vaga(s) de estacionamento disponível(is)”. Caso não tratada, ela eleva o tráfego de veículos em velocidade reduzida durante a busca por um local de estacionamento o que, consequentemente, resulta no aumento do consumo de combustível, emissão de gases poluente e possível formação de congestionamentos. Logo, para tratar essa problemática, sugere-se a criação de uma aplicação do tipo mapa, que indique os locais com vagas de estacionamento disponíveis. A identificação de disponibilidade destas vagas pode ser realizada por uma rede de sensores sem fio, a exemplo da utilização de sensores magnéticos, Identificação por Radiofrequência (RFID) e/ou câmeras. O foco principal deste subeixo é permitir que o cidadão identifique um local de estacionamento disponível próximo ao seu destino, evitando o tráfego desnecessário.

Tabela 12 – Guia SMALL: subeixo Estacionamento, parte 1.

Problemática	Efeitos Colaterais	Possíveis Soluções	Tecnologias Utilizadas	Artigo de Referência
Realiza o controle e fiscalização das vagas de estacionamento.	Uso indevido/ilegal de vagas de estacionamento destinadas a um grupo específico, falta de pagamento da taxa ou exceder o tempo de uso.	Fornecer o controle e fiscalização das vagas de estacionamento por meio de sensores em tempo real.	• Smartphone • Rede de Sensores sem Fio (RSSF) • Sensor de Identificação por Radiofrequência (RFID) • Near Field Communication (NFC) • Protocolo de Comunicação IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks (6LoWPAN) • Constrained Application Protocol (CoAP)	[A125]
Identificação de vaga(s) de estacionamento disponível(is).	Aumento no tráfego de veículos com velocidade reduzida, uso indevido/ilegal de vagas de estacionamento destinadas a um grupo específico, maior consumo de combustível e emissão de gases poluentes.	Fornecer mapa que indique local de estacionamento disponível com base no destino em tempo real.	• Smartphone • Rede de Sensores sem Fio (RSSF) • Sensor de Identificação por Radiofrequência (RFID) • Near Field Communication (NFC) • Protocolo de Comunicação IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks (6LoWPAN) • Constrained Application Protocol (CoAP)	[A125]
			• Smartphone, tablet ou dispositivos de navegação • Câmera (Closed-Circuit Television (CCTV))	[A81]
			• Sistema de Posicionamento Global (GPS) • Dispositivos de navegação ou móveis • Sensores ultrassônicos	[A134]

Fonte: Autor, 2021.

Tabela 13 – Guia SMALL: subeixo Estacionamento, parte 2.

Problemática	Efeitos Colaterais	Possíveis Soluções	Tecnologias Utilizadas	Artigo de Referência
Identificação de vaga(s) de estacionamento disponível(is).	Aumento no tráfego de veículos com velocidade reduzida, uso indevido/ilegal de vagas de estacionamento destinadas a um grupo específico, maior consumo de combustível e emissão de gases poluentes.	Fornecer mapa que indique local de estacionamento disponível com base no destino em tempo real.	• Sistema de Posicionamento Global (GPS) • Smartphone • Sistema Operacional Android • Sinal Wi-Fi	[A149]
Desatualização dos locais de estacionamento nos mapas digitais.	Aumento da quantidade de veículos em circulação, incrementando o tráfego e possíveis congestionamentos.	Fornecer atualizações em tempo real dos locais de estacionamento aos mapas digitais.	• Sistema de Posicionamento Global (GPS) • Open Street Map	[A212]
Uso indevido/ilegal de vagas de estacionamento destinadas às pessoas Portadoras de Necessidades Especiais (PNE).	Aumento da quantidade de veículos em circulação, incrementando o tráfego e possíveis congestionamentos.	Fornecer a reserva e o monitoramento das vagas de estacionamento destinadas às pessoas PNE.	• Sistema Operacional Android • Sensores magnéticos nas vagas • Comunicação dos sensores via ondas de Rádio ou Ethernet • Sistema de Posicionamento Global (GPS)	[A109]

Fonte: Autor, 2021.

5.1.5 Guia SMALL: subeixo Multimodal

Na Tabela 14, são apresentadas as três problemáticas abordadas no subeixo Multimodal. Este subeixo aborda as questões relacionadas ao fornecimento de informação de deslocamento do cidadão utilizando diferentes tipos de modais, além de se preocupar com o intercâmbio do cidadão entre os tipos de modais (ônibus, metrô, bonde, trem, entre outros). Ou seja, ele fornece orientações de como e em quanto tempo o cidadão vai gastar para ir de um ponto A ao B, para as diversas formas de locomoção. Este subeixo apresenta uma forte relação com questões de qualidade de vida do cidadão, visto que leva em consideração fatores relacionados ao custo e bem estar.

A exemplo da problemática: “Falta de planejamento integrado nos horários dos diversos transportes públicos”. Caso não tratada, pode ocorrer uma resistência à utilização do transporte público pelos turistas e cidadãos, visto que, o turista tem pouco ou nenhum conhecimento a respeito de qual transporte utilizar e qual rota tomar com relação a seu destino. Também pode ocorrer o tráfego desnecessário de diversos transportes públicos diferentes numa única região. Consequentemente, estes usuários podem preferir o uso de veículos particulares e incrementar o tráfego urbano. Assim, para tratar esta problemática, sugere-se a criação de um sistema que ofereça as opções de modos de transporte com base no destino pretendido. Outro serviço que pode ser oferecido é levar em consideração as preferências ou compromissos destes usuários e os custos associados. Esta solução é sugerida principalmente baseando-se nos mapas digitais, como por exemplo *Google Maps* ou *Open Street Map*. Este último, é uma aplicação de dados abertos, que para o poder público significa a consulta e manipulação livre dos dados de MU, sem custos associados.

Tabela 14 – Guia SMALL: subeixo Multimodal.

Problemática	Efeitos Colaterais	Possíveis Soluções	Tecnologias Utilizadas	Artigo de Referência
Ineficiência no planejamento de transporte urbano.	Aumento no tempo de deslocamento do ponto A ao ponto B.	Oferecer a visualização, análise e comparação do tempo de viagem dos modos de transporte.	• Sistema Web • Open Street Map • Permite inserção de múltiplas fontes de dados (Empresas de Transporte Público, Órgãos de Trânsito e Open Street Map)	[A214]
O aumento do número de veículos por habitantes.	Aumento no tempo de deslocamento, na emissão de gases poluentes e incrementando o tráfego levando a possíveis congestionamentos ou acidentes.	Recomendar rotas e modos de transporte com base no comportamento, preferência e/ou compromissos dos cidadãos.	• Smartphone • Sensores IoT • Sensor de Identificação por Radiofrequência (RFID) • Tag's RFID • QR Code	[A137]
			• Smartphone • Sistema Operacional Android • Acelerômetro • Giroscópio • Sistema de Posicionamento Global (GPS) • Bússola • Sensor de luz	[A67]
			• Smartphones e/ou Tablets.	[A122]
Falta de planejamento integrando nos horários dos diversos transportes públicos.	Dificuldade na utilização do transporte público por turistas.	Apresentar opções para um usuário ir do ponto A ao ponto B e calcular o custo associado a viagem.	• Sistema Web • Google Maps	[A70]

Fonte: Autor, 2021.

5.1.6 Guia SMALL: subeixo Orientação/Recomendação

Nas Tabelas 16 e 15, são apresentadas as cinco problemáticas abordadas no subeixo Orientação/Recomendação. Este subeixo aborda as questões relacionadas ao fornecimento de informação de deslocamento aos condutores com relação ao fluxo do tráfego, congestionamentos ou incêndios no trânsito. Ele também aborda questões de orientação dos usuários do transporte público.

Analisando a problemática: “Oferecer ao cidadão transporte público de maior qualidade”. Caso não tratada, pode ocorrer aumento no tempo de viagem, frustração e resistência ao uso do transporte público. Este cenário implica na utilização de veículos particulares e por consequência o incremento do tráfego urbano. Logo, para tratar esta problemática, sugere-se a criação de uma aplicação que forneça os serviços de acompanhamento e orientação, antes e durante, a utilização dos ônibus. Esta aplicação deve acompanhar toda a trajetória percorrida pelo cidadão e fornecer informações como: previsão de chegada do ônibus, tempo estimado de viagem, alerta de chegada ao destino, alerta em caso de passar de parada, entre outros. Com relação às tecnologias utilizadas, baseia-se no fornecimento de rede Wi-Fi nos pontos de paradas e nos ônibus. Além disso, utiliza-se o GPS nos próprios ônibus para permitir o acompanhamento da localização em tempo real, bem como GPS no *smartphone* dos cidadãos.

Outro exemplo de problemática abordada neste subeixo é: “Aumento do tráfego e congestionamentos nos centros urbanos”. Caso não tratada, o condutor pode ser induzido a transitar em regiões com as vias já saturadas de veículos. Este cenário implica diretamente na quantidade de veículos e na redução de velocidade, no aumento do consumo/custo do combustível, na emissão de gases poluentes, na possível formação de congestionamentos e eventuais acidentes. Deste modo, para tratar essa problemática, sugere-se a criação de uma aplicação para os condutores que monitore e forneça sugestões de rotas com base na situação atual do tráfego. O poder público pode utilizar as informações da situação do tráfego para adotar medidas que melhorem o fluxo de veículos. Com relação às tecnologias utilizadas, baseia-se na criação e utilização de uma Rede de Sensores Sem Fio (RSSF) ao longo das vias, a exemplo de sensores ultrassônicos ou câmeras. O acesso à aplicação pode ser multiplataforma, ou seja, web ou por *smartphone*. Outra abordagem tecnológica é a utilização do GPS nos *smartphones* dos condutores para o monitoramento do fluxo do tráfego de veículos.

Tabela 15 – Guia SMALL: subeixo Orientação/Recomendação, parte 1.

Problemática	Efeitos Colaterais	Possíveis Soluções	Tecnologias Utilizadas	Artigo de Referência
Aumento do tráfego e congestionamentos nos centros urbanos.	Atrasos no(s) transporte(s) público(s), redução da velocidade do veículo e perda de tempo, aumento do custo do combustível, poluição do ar e possíveis acidentes de trânsito.	Monitorar e fornecer aos condutores e poder público sugestões de rotas e situação do tráfego em tempo real.	• Rede de Sensores sem Fio (RSSF) • Variação do algoritmo de Dijkstra's • Protocolo de Comunicação ZigBee • Rede 3G ou 4G • Aplicação Web e Smartphone	[A195]
			• Smartphone • Sistema Operacional Android • Sistema de Posicionamento Global (GPS) • Câmeras	[A101]
			• Sistema de Posicionamento Global (GPS) • Computação em Nuvem	[A216]
Oferecer ao cidadão transporte público de maior qualidade.	Aumento no tempo viagem, frustração e resistência ao uso do transporte público e possível aumento do número de veículos particulares em trânsito.	Oferecer acompanhamento e orientação durante a realização da viagem.	• Smartphone • Sistema de Posicionamento Global (GPS) • Padrão de dados no formato General Transit Feed Specification (GTFS) • Rede Wifi nas paradas de ônibus e Ônibus • OpenStreetMap	[A82]
O aumento do número de veículos por habitantes.	Aumento no tempo de deslocamento, na emissão de gases poluentes e incrementando o tráfego levando a possíveis congestionamentos ou acidentes.	Recomendar rotas e modos de transporte com base no comportamento, preferência e/ou compromissos dos cidadãos.	• Smartphones • Sensores IoT • Tag's RFID • QR Code	[A137]
			• Smartphone • Sistema Operacional Android • Acelerômetro • Giroscópio • Sistema de Posicionamento Global (GPS) • Bússola • Sensor de luz	[A67]
			• Smartphones e/ou Tablets.	[A122]

Fonte: Autor, 2021.

Tabela 16 – Guia SMALL: subeixo Orientação/Recomendação, parte 2.

Problemática	Efeitos Colaterais	Possíveis Soluções	Tecnologias Utilizadas	Artigo de Referência
Acontecimento de eventos inesperados, atrasos e interrupções dos serviços de transporte público.	Aumento na quantidade de veículos em circulação em áreas próximas do(s) incidente(s), incrementando o tráfego e possíveis congestionamentos.	Oferecer as rotas alternativas em tempo real ao órgão gestor de transporte público e aos cidadãos.	• OpenData (no formato General Transit Feed Specification (GTFS)) • OpenStreetMap • Variação do algoritmo de Dijkstra's	[A34]
Como tornar a viagem menos perigosa e mais confortável?	Possíveis acidentes inerentes à direção perigosa ou problemas na infraestrutura viária.	Monitorar e oferecer feedback do modo de condução e o status (danos) na infraestrutura viária, oferecendo rotas personalizadas.	• Sistema Operacional Android • Sistema de Posicionamento Global (GPS) • Acelerômetro	[A32]

Fonte: Autor, 2021.

5.1.7 Guia SMALL: subeixo Segurança

Na Tabela 17, são apresentadas as quatro problemáticas abordadas no subeixo Segurança. Este subeixo aborda questões para identificação e prevenção de acidentes no trânsito, bem como possíveis condições que levem a chance de acidentes. Ele fornece soluções que vão desde o monitoramento do condutor, veículo, vias urbanas até às condições climáticas. Logo, o principal objetivo deste subeixo é evitar possíveis acidentes.

A exemplo da problemática: “Negligência do motorista durante a condução”. Caso não tratada, ela eleva a chance dos condutores realizar manobras perigosas ou o excesso de velocidade, levando a possíveis acidentes e interdições das vias. Desta forma, para tratar a problemática, sugere-se a criação de uma aplicação que monitore o modo de condução do motorista e o informe de possíveis irregularidades no seu modo de condução. Esse monitoramento pode ser realizado utilizando sensores disponíveis no *smartphone* do condutor, sendo alguns deles: acelerômetro, GPS, e giroscópio; ou no veículo por meio de sensores de emissão de CO2 e GPS.

Outro exemplo de problemática abordada neste subeixo é: “Identificar acidentes em rodovias levando em consideração o clima”. Caso não trata, ela leva ao aumento no tempo de resposta dos responsáveis por realizar os atendimentos a saúde e controle do tráfego. A gravidade deste subeixo está em:

- a) Caso os primeiros atendimentos à saúde não sejam realizados em tempo hábil, eleva-se a chance de sequelas ou fatalidades;
- b) Caso não seja feita a interdição e/ou controle da via onde ocorreu o acidente, eleva-se a chance de novos acidentes.

Assim, para tratar esta problemática, sugere-se a criação de uma aplicação que monitore de forma autônoma as rodovias, por meio da utilização de câmeras. Esta aplicação oferecerá o serviço de disparo de alertas ao poder público, para que ele tome as medidas necessárias. Uma extensão dessa abordagem, seria o envio de alertas aos *smartphones* dos condutores próximos desta região, com objetivo de redução de velocidade e, conseqüentemente, chance de novos incidentes.

Tabela 17 – Guia SMALL: subeixo Segurança.

Problemática	Efeitos Colaterais	Possíveis Soluções	Tecnologias Utilizadas	Artigo de Referência
Identificar o status (danos) na infraestrutura viária e evitar acidentes em tempo real.	Danificar os veículos em trânsito e aumento na chance de possíveis acidentes.	Monitorar e informar ao condutor os danos na infraestrutura viária, pista escorregadia ou direção perigosa, utilizando os sensores de Smartphones.	• Sistema Operacional Android • Sistema de Posicionamento Global (GPS) • Acelerômetro	[A13]
Negligência do motorista durante a condução.	Possíveis acidentes inerentes à direção perigosa ou problemas na infraestrutura viária.	Monitorar e oferecer feedback do modo de condução e o status (danos) na infraestrutura viária, oferecendo rotas personalizadas.	• Sistema Operacional Android • Sistema de Posicionamento Global (GPS) • Acelerômetro	[A32]
		Monitorar e analisar os padrões de direção dos motoristas de forma autônoma.	• Cloud Computing • Acelerômetro • Sistema de Posicionamento Global (GPS) • Sensor de emissão de CO2 • Giroscópio • Tecnologia GSM ou WIFI	[A25]
Identificar acidentes em rodovias levando em consideração o clima.	Aumento no tempo de resposta a ajuda médica e chance de novos acidentes.	Monitorar de forma autônoma em tempo real com câmeras as rodovias.	• Câmeras • Modificação do algoritmo Full Search Sum of Absolute Difference (FSSAD)	[A194]
Como prevenir acidentes entre veículos e pedestres.	Aumento na demanda de cuidados de saúde aos envolvidos na colisão e possivelmente formação de congestionamento.	Monitorar a geolocalização dos envolvidos (pessoas e veículos) e enviar avisos de possíveis colisões.	• Cloud Computing • Smartphone • Sistema de Posicionamento Global (GPS)	[A23]

Fonte: Autor, 2021.

5.1.8 Guia SMALL: subeixo Serviços Essenciais

Nas Tabelas 18 e 19, são apresentadas as quatro problemáticas abordadas no subeixo Serviços Essenciais. Este subeixo aborda questões a respeito da melhoria do transporte público, principalmente dos ônibus, fornecendo soluções que indicam a localização, previsão de chegada, rotas e suas alterações, custos, lotação e pontos de parada. Ele também monitora as ações dos cidadãos, sinaliza (por meio de alertas) as informações da viagem em curso e oferece ao poder público informações em tempo real a respeito de sua frota. Este último, com intuito de possibilitar ações de melhoria, a exemplo da alteração das rotas dos ônibus. Logo, o principal objetivo deste subeixo é permitir aos cidadãos o acesso a informações do transporte público e incentivar a melhoria constante do planejamento urbano.

A exemplo da problemática: “Falta de informação em tempo real do transporte público ao cidadão”. Caso não tratada, cria uma resistência ao uso do transporte público pelo cidadão e pode levar ao planejamento inadequado das rotas, pontos de parada e quantidade de veículos oferecidos. Esse cenário resulta na frustração e migração para os transportes particulares, consequentemente elevando o número de veículos em tráfego e a chance de formação de congestionamentos. Desta forma, para tratar esta problemática, sugere-se a criação de uma aplicação que forneça um mapa com a localização, lotação, horários, rotas, pontos de parada, custos e previsão de chegada dos ônibus. Ela também deve oferecer o serviço de acompanhamento durante toda a trajetória percorrida pelo cidadão, repassando informações e orientações. Esse processo de monitoramento utiliza principalmente os *smartphones* dos usuários e seus sensores, a exemplo do GPS, *bluetooth*, acelerômetro, *Near Field Communication* (NFC), entre outros. Outra medida adotada para coletar informações é a utilização de bilhetagem eletrônica e GPS nos ônibus.

Para o poder público, esse tipo de aplicação pode ajudar a entender os padrões de mobilidade do cidadão. Permite também, a aplicação de medidas de melhoria em casos especiais, a exemplo de incidentes de congestionamentos ou acidentes em determinadas vias. Isto evidencia que a melhoria da qualidade do serviço de transporte público oferecida ao cidadão é de suma importância.

As aplicações para este subeixo podem utilizar informações e interfaces com os mapas digitais já consolidados, a exemplo do *Google Maps* e do *Open Street Map*. Este último, como já informado, é uma aplicação de dados abertos, o que significa consulta e manipulação livre de dados de MU sem custos adicionais para o serviço público.

Tabela 18 – Guia SMALL: subeixo Serviços Essenciais, parte 1.

Área de Foco	Problemática	Efeitos Colaterais	Possíveis Soluções	Tecnologias Utilizadas	Artigo de Referência
Transporte Público - Ônibus	Falta de informação em tempo real do transporte público ao cidadão.	Mal gerenciamento do transporte público, aumento no tempo viagem, frustração e resistência ao uso do transporte público e possível aumento do número de veículos particulares em trânsito.	Fornecer mapa em tempo real da localização, lotação, horários, rotas, pontos de parada e/ou custos do transporte público.	• Smartphone • Sistema Operacional Android • Sistema Operacional iOS • Sistema de Posicionamento Global (GPS)	[A217]
				• Smartphone • Sistema Operacional Android • Sistema Operacional iOS • Sistema de Posicionamento Global (GPS)	[A200]
				• Smartphone • Sistema de Posicionamento Global (GPS)	[A90]
				• Sensor ultrassônico • Sistema de Posicionamento Global (GPS) • Google Maps • Smartphone • Sensor Bluetooth • Placa de Arduino	[A209]
				• Sistema de Posicionamento Global (GPS) • Smartphone • Bilhetagem eletrônica • Rede GPRS ou Wi-Fi • Near Field Communication (NFC)	[A183]
				• Sistema Global para Comunicações Móveis (Global System for Mobile Communication (GSM)) • Smartphone • Acelerômetro	[A223]

Fonte: Autor, 2021.

Tabela 19 – Guia SMALL: subeixo Serviços Essenciais, parte 2.

Área de Foco	Problemática	Efeitos Colaterais	Possíveis Soluções	Tecnologias Utilizadas	Artigo de Referência
Transporte Público - Ônibus	Oferecer ao cidadão o transporte público de maior qualidade.	Aumento no tempo viagem, frustração e resistência ao uso do transporte público e possível aumento do número de veículos particulares em trânsito.	Oferecer acompanhamento e orientação durante a realização da viagem.	• Smartphone • Sistema de Posicionamento Global (GPS) • Padrão de dados no formato General Transit Feed Specification (GTFS) • Rede Wi-Fi integrada ao transporte e pontos de parada • Open Street Map	[A82]
Transporte Público - Não especificado.	Acontecimento de eventos inesperados, atrasos e interrupções dos serviços de transporte público.	Aumento na quantidade de veículos em circulação em áreas próximas do(s) incidente(s), incrementando o tráfego e possíveis congestionamentos.	Oferecer as rotas alternativas em tempo real ao órgão gestor de transporte público e ao cidadãos.	• OpenData (no formato General Transit Feed Specification (GTFS)) • OpenStreetMap • Variação do algoritmo de Dijkstra's	[A34]
Transporte Público - Ônibus	Gerenciamento inadequado do transporte público e/ou da sua infraestrutura de urbana.	Aumento no tempo de viagem, superlotação, atrasos e rotas ineficazes.	Oferecer o gerenciamento do transporte público baseado nos padrões de mobilidade dos cidadãos.	• Sistema de Posicionamento Global (GPS) • Bilhetagem eletrônica (Automatic Fare Collection (AFC)) • BigData • Aplicação Web	[A208]
					[A160]

Fonte: Autor, 2021.

5.1.9 Guia SMALL: subeixo Soluções Inovadoras

Na Tabela 20, são apresentadas as cinco problemáticas abordadas no subeixo Soluções Inovadoras. Este subeixo relaciona-se com questões de incentivo e direcionamento de novas formas de utilização dos veículos e dos meios de transportes não-motorizados. Seu objetivo principal reside na melhoria da qualidade do trânsito e do cidadão. Neste sentido, as problemáticas apresentadas focam nos problemas que surgem das novas abordagens. Assim, para melhor compreender este subeixo e suas problemáticas realiza-se a divisão em três áreas de foco, sendo elas:

- a) *Carpooling*: trata-se da prática de oferecer “Carona”, observando questões de necessidade, segurança e compatibilidade entre os envolvidos (condutor e o carona).
- b) *Carsharing*: trata-se da prática do compartilhamento dos veículos. Nesta modalidade não existe o contato entre o condutor anterior e o atual.
- c) *Ciclismo*: trata-se do incentivo ao uso de bicicletas, oferecendo serviços atrativos visando a migração dos veículos motorizados para os não-motorizados.

A exemplo da problemática: “Realizar compatibilidade entre condutor e passageiro sem agendamento prévio”. Caso não tratada, torna mais difícil e menos confiável ao cidadão optar pelo ato de dar e receber carona em detrimento do uso do veículo particular. Consequentemente, eleva-se a utilização de veículos particulares incrementando: tráfego, emissão de gases poluentes e congestionamentos. Logo, para tratar esta problemática, sugere-se a criação de uma aplicação para o gerenciamento do compartilhamento de viagens, levando em consideração o perfil do condutor e do carona. Esta abordagem preocupa-se principalmente com/que: (i) realizar a compatibilidade entre ambos os envolvidos, sem a necessidade de um agendamento prévio; (ii) seja o menos oneroso ao condutor, diminuindo ao máximo o desvio de seu trajeto original; e (iii) ofereça um sistema de cobrança justa. As informações utilizadas para de compatibilidade e segurança entre os envolvidos são provenientes principalmente das redes sociais. Utiliza-se também o *smartphone* como meio de acesso a esse tipo de aplicação e o sensor de GPS para definir suas localizações.

Outro exemplo de problemática abordada neste subeixo é: “Gerenciamento inadequado ou estático de tempo de espera em semáforos, voltado aos ciclistas”. Caso não tratada, leva ao aumento na frustração dos ciclistas quanto a qualidade e tempo de viagem, pois este cenário cria uma concentração no número de ciclistas em determinado ponto (congestionamento de bicicletas) e de possíveis acidentes. Deste modo, para tratar esta problemática, sugere-se a criação de uma aplicação que gerencie a rede semafórica com base na posição dos ciclistas. Neste tipo de aplicação, é necessário que haja uma rede *on-line* de semáforos e que ela permita receber, tratar e gerenciar os semáforos, com base nas informações obtidas do GPS nos *smartphone* dos ciclistas.

Tabela 20 – Guia SMALL: subeixo Soluções Inovadoras

Área de Foco	Problemática	Efeitos Colaterais	Possíveis Soluções	Tecnologias Utilizadas	Artigo de Referência
Carpooling (Compartilhamento de viagens ou Compartilhamento solidário)	Realizar compatibilidade entre condutor e passageiro sem agendamento prévio.	Aumento da quantidade de veículos em circulação, incrementando emissão de gases poluentes, o tráfego e possíveis congestionamentos.	Fornecer um mapa ao passageiro que indique o local de parada do condutor dentro da sua rota original em tempo real.	• Smartphone • Sistema Operacional Android • Sistema Operacional iOS • Sistema de Posicionamento Global (GPS) • Redes Sociais (Facebook)	[A128]
Carpooling (Compartilhamento de viagens)	O aumento de veículos por habitantes.	Aumento no tempo de deslocamento, na emissão de gases poluentes e incrementando o tráfego levando a possíveis congestionamentos ou acidentes.	Fornecer o compartilhamento de veículos e/ou viagens com sistema de cobrança justo.	• Aplicação Web	[A219]
Carsharing (Compartilhamento de veículos)					
Ciclismo	Número excessivo de paradas em semáforos.	Frustração dos ciclistas, incremento no número de ciclistas em determinado ponto e de possíveis acidentes.	Fornecer orientações de velocidade para minimizar o tempo de parada em semáforos.	• Smartphone • Sistema Operacional Android • Rede de Semáforos On-line	[A74]
Ciclismo	Gerenciamento inadequado ou estático de tempo de espera em semáforos, voltado aos ciclistas.	Frustração dos ciclistas, incremento no número de ciclistas em determinado ponto e de possíveis acidentes.	Fornecer monitoramento e controle dos semáforos com base na localização do ciclista.	• Smartphone • Sistema de Posicionamento Global (GPS)	[A18]
Ciclismo	Resistência na adoção dos meios de transporte não-motorizados.	Aumento da quantidade de veículos em circulação, incrementando emissão de gases poluentes, o tráfego e possíveis congestionamentos.	Fornecer informações do percurso que exerça menos esforço físico para o condutor e que seja seguro.	• Smartphone • Sistema Operacional Android • Sistema Operacional iOS • Sistema de Posicionamento Global (GPS) • Acelerômetro	[A58]

Fonte: Autor, 2021.

5.1.10 Guia SMALL: subeixo Sustentabilidade

Na Tabela 21, são apresentadas as quatro problemáticas abordadas no subeixo Sustentabilidade. Este subeixo está relacionado a adoção de hábitos e práticas que auxiliam na redução da emissão de gases poluentes. As aplicações vão desde o fornecimento de informações a respeito do modo de condução e rotas, compartilhamento de viagens e veículos, até o incentivo a adoção de um modo de transporte não-motorizado.

A exemplo da problemática: “Falta de eficiência no modo de condução”. Caso não tratada, leva aos condutores à dirigir sem observar os melhores parâmetros de seus veículos, como a: troca de marcha, aceleração e desaceleração. Essa condução não eficiente, amplia o consumo de combustível e o desgaste do veículo, consequentemente elevando a emissão de gases poluentes, como o Dióxido de Carbono (CO₂). Assim, para tratar esta problemática, sugere-se a criação de uma aplicação que monitore os parâmetros dos veículos em trânsito e realize o comparativo com outros veículos do mesmo tipo. Como resultado, ela deve fornecer informações e orientações sobre como melhorar suas ações no trânsito e, consequentemente, diminuir a emissão dos gases poluentes. Esta aplicação é baseada na utilização de um sensor *On-Board Diagnostic* (OBD). Este tipo de sensor utiliza conexão *bluetooth* para conecta-se ao *smartphone* do condutor.

Outro exemplo de problemática abordada neste subeixo é: “Resistência na adoção dos meios de transporte não-motorizados”. Caso não tratada, leva aos cidadãos a utilizar seus veículos particulares, incrementando o tráfego e possíveis congestionamentos, tendo como consequência a elevação da emissão dos gases poluentes. Logo, para tratar esta problemática, sugere-se a criação de uma aplicação para ciclistas que forneça informações a respeito do percurso. O objetivo desta solução é permitir que o ciclista exerça o menor esforço físico possível, levando em consideração questões de segurança. Essa aplicação utiliza o *smartphone* do ciclista e os sensores normalmente inclusos nele, como o GPS para definição de rotas e acompanhamento de trajetória, e o acelerômetro, para acompanhar questões de aceleração e desaceleração de velocidade.

Tabela 21 – Guia SMALL: subeixo Sustentabilidade

Área de Foco	Problemática	Efeitos Colaterais	Possíveis Soluções	Tecnologias Utilizadas	Artigo de Referência
Veículos Particulares	Falta de eficiência no modo de condução.	Aumento no consumo de combustível, emissão de gases poluentes e identificação de possíveis problemas no veículo.	Monitorar, compartilhar e comparar os parâmetros de seu veículo e estilo de direção com veículos similares.	• Smartphone • Sistema Operacional Android • On-Board Diagnostic (OBD) • Bluetooth	[A66]
Ciclismo	Resistência na adoção dos meios de transporte não-motorizados.	Aumento da quantidade de veículos em circulação, incrementando emissão de gases poluentes, o tráfego e possíveis congestionamentos.	Fornecer informações do percurso que exerça menos esforço físico para o condutor e que seja seguro.	• Smartphone • Sistema Operacional Android • Sistema Operacional iOS • Sistema de Posicionamento Global (GPS) • Acelerômetro	[A58]
-	Gerenciamento inadequado do tráfego de veículos e da sua infraestrutura de urbana.	Aumento da emissão de gases poluentes e de veículos em circulação, incrementando o tráfego e possíveis congestionamentos.	Fornecer aos cidadãos, a administração pública e aos veículos em trânsito informações das condições de tráfego em tempo real.	• On-Board Unit (OBU) • Smartphone ou Tablet • Vehicle-to-Vehicle (V2V) Communication	[A148]
Carpooling (Compartilhamento de viagens) Carsharing (Compartilhamento de veículos)	O aumento de veículos por habitantes.	Aumento no tempo de deslocamento, na emissão de gases poluentes e incrementando o tráfego levando a possíveis congestionamentos ou acidentes.	Fornecer o compartilhamento de veículos e/ou viagens com sistema de cobrança justo.	• Aplicação Web	[A219]

Fonte: Autor, 2021.

5.1.11 Guia SMALL: subeixo Tráfego e Congestionamento

Nas Tabelas 22 e 23, são apresentadas as cinco problemáticas abordadas no subeixo Tráfego e Congestionamento. Este subeixo expõe questões para manter os veículos em movimento de forma fluída e evitar a aglomeração, de modo a evitar formação ou agravamento de congestionamentos. As aplicações que abordam essas questões vão desde o monitoramento e fornecimento de informações aos condutores sobre a situação atual das vias, até a melhoria do gerenciamento da estrutura física de controle de tráfego.

A exemplo da problemática: “Gerenciamento inadequado ou estático de tempo de espera em semáforos”. Caso não tratada, pode ocorrer o incremento do número de veículos parados em uma determinada área, elevando a chance de formação de congestionamentos. Logo, para tratá-la, sugere-se a criação de uma aplicação que gerencie o tempo de abertura e fechamento dos semáforos com base no fluxo e quantidade de veículos em espera. Este tipo de aplicação tem por objetivo manter o máximo de veículos em movimento, evitando, por exemplo, que o semáforo esteja aberto para uma via transversal sem veículos em tráfego. Como meio de possibilitar o monitoramento, sugere-se a utilização de câmeras, sensores ultrassônicos ou de RFID.

Outro exemplo de problemática abordada neste subeixo é: “Identificação de possíveis congestionamentos ou incidentes”. Caso não tratada, permite que outros condutores tomem rotas que cruzem possíveis congestionamento ou vias com fluxo de veículos comprometidas por acidentes, de modo a agravá-los. Logo, para tratar essa problemática, sugere-se a criação de uma aplicação que monitore a quantidade de veículos em circulação e informe aos novos condutores a situação atual em determinada área. Essa aplicação deve enviar alertas ao condutor, objetivando evitar que este adentre ou cruze por vias congestionadas ou com o fluxo de veículos elevado. Este tipo de aplicação foca na utilização do GPS (disponível no *smartphone* do condutor) ou de sensores e *tags* RFID para o monitoramento da quantidade de veículos em tráfego.

Além disto, o poder público pode utilizar os alertas fornecidos por essa aplicação para identificar e diminuir o seu tempo de resposta em caso de possíveis acidentes de trânsito. Esta abordagem pode, por exemplo: (i) diminuir o risco de novos acidentes; (ii) reduzir o tempo de resposta, e consequentemente a chance de fatalidades; e (iii) diminuir o tempo de liberação da via para o fluxo normal.

Tabela 22 – Guia SMALL: subeixo Tráfego e Congestionamento, parte 1.

Problemática	Efeitos Colaterais	Possíveis Soluções	Tecnologias Utilizadas	Artigo de Referência
Acontecimento de eventos inesperados, atrasos e interrupções dos serviços de transporte público.	Aumento na quantidade de veículos em circulação em áreas próximas do(s) incidente(s), incrementando o tráfego e possíveis congestionamentos.	Oferecer as rotas alternativas em tempo real ao órgão gestor de transporte público e aos cidadãos.	• Padrão de dados no formato General Transit Feed Specification (GTFS) • Open Street Map • Variação do algoritmo de Dijkstra's	[A34]
Gerenciamento inadequado do tráfego de veículos e da sua infraestrutura de urbana.	Aumento da emissão de gases poluentes e de veículos em circulação, incrementando o tráfego e possíveis congestionamentos.	Fornecer aos cidadãos, a administração pública e aos veículos em trânsito informações das condições de tráfego em tempo real.	• On-Board Unit (OBU) • Smartphone ou Tablet • Vehicle-to-Vehicle (V2V) Communication	[A148]
Gerenciamento inadequado ou estático de tempo de espera em semáforos.	Aumento na quantidade de veículos aguardando abertura do semáforo, incrementando possíveis congestionamentos.	Monitoramento e gerenciamento em tempo real dos semáforos baseado na quantidade de veículos em espera.	• Sensor de Identificação por Radiofrequência (RFID) nos semáforos • Tag's RFID	[A47]
			• Câmera • Sensor de Identificação por Radiofrequência (RFID) • Sensor ultrassônico	[A92]
Identificação de possíveis congestionamentos ou incidentes.	Aumento na quantidade de veículos em circulação em áreas próximas do(s) incidente(s), incrementando o tráfego e possíveis congestionamentos.	Alertar o(s) condutor(es) sobre possível(eis) congestionamento(s) em determinada(s) via(s).	• Sensor de Identificação por Radiofrequência (RFID) • Tag's RFID • Smartphone • Sistema de Posicionamento Global (GPS) • Sistema Operacional Android	[A71]
			• Smartphone • Sistema de Posicionamento Global (GPS) • Open Street Map	[A55]
			• Plataforma Web • Redes Sociais (Facebook e Twitter)	[A77]

Fonte: Autor, 2021.

Tabela 23 – Guia SMALL: subeixo Tráfego e Congestionamento, parte 2.

Problemática	Efeitos Colaterais	Possíveis Soluções	Tecnologias Utilizadas	Artigo de Referência
Aumento do tráfego e congestionamentos nos centros urbanos.	Atrasos no(s) transporte(s) público(s), redução da velocidade do veículo e perda de tempo, aumento do custo do combustível, poluição do ar e possíveis acidentes de trânsito.	Monitorar e fornecer aos condutores e poder público sugestões de rotas e situação do tráfego em tempo real.	• Rede de Sensores sem Fio (RSSF) • Variação do algoritmo de Dijkstra's • Protocolo de Comunicação ZigBee • Rede 3G ou 4G • Aplicação Web e Smartphone	[A195]
			• Smartphone • Sistema Operacional Android • Sistema de Posicionamento Global (GPS) • Câmeras	[A101]
			• Sistema de Posicionamento Global (GPS) • Computação em Nuvem	[A216]

Fonte: Autor, 2021.

6

Entrevista com Gestor de Mobilidade Urbana

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos por meio da Entrevista. O formulário utilizado está disponível no Apêndice B, sendo dividido em três seções: (i) perfil do entrevistado e da organização; (ii) avaliação das problemáticas abordadas pela literatura acadêmica; e (iii) avaliação da viabilidade do Guia SMALL.

6.1 Perfil do Entrevistado/Instituição

Esta seção apresenta o perfil do entrevistado e da instituição. As questões que abordam esta seção vão da 1.1 até 1.8, disponíveis no Apêndice B.

A respeito do entrevistado: foi realizada a entrevista com o senhor Diego Carvalho que, atualmente, ocupa o cargo de Coordenador de Mobilidade Urbana na Superintendência Municipal de Trânsito e Transportes (SMTT). Ele atua no eixo MU há 14 anos. Porém, durante a entrevista informou que ocupou outros cargos dentro da instituição. Todavia, não informou precisamente quais e quanto tempo ocupou cada cargo.

A respeito da instituição: a SMTT é responsável pelo gerenciamento do transporte e trânsito da cidade de Aracaju, capital de Sergipe. O objetivo da instituição é garantir a fluidez no sistema viário, mobilidade, acessibilidade, confiabilidade, maior comodidade, segurança e satisfação aos usuários. Ela é responsável por:

- a) Definir e implantar políticas para melhoria da MU;
- b) Realizar fiscalização, autuação e controle do trânsito, na área urbana e em suas praias;
- c) Promover ações de conscientização; e
- d) Confeccionar, instalar e realizar a manutenção das próprias placas de sinalização.

Também foi possível identificar que a SMTT conhece e está desenvolvendo o PMU para cidade de Aracaju, conforme é exigido pela Lei nº 14.000/2020, e que, atualmente, em Aracaju existe a tecnologia de Semáforo Inteligente em funcionamento. Esta TIC realiza a autorregulação do tempo de abertura e fechamento baseado no monitoramento por câmeras do fluxo de veículos.

Além disso, a SMTT está executando a implantação de(o):

- a) Equipamentos para priorização do transporte público nos corredores viários; e
- b) Centro de Controle Operacional.

A SMTT também irá implantar uma rede de fibra ótica que interligará todas as tecnologias implantadas em Aracaju. Evidenciando que ela é uma entidade preocupada com a melhoria da MU e que as ações tradicionais já não são suficientes para alcançar este objetivo.

6.2 Avaliação das Problemáticas e do guia *Smart Mobility for All* (SMALL)

Esta seção apresenta a avaliação do gestor de MU a respeito: (i) das problemáticas identificada na literatura, abordadas nas questões entre 2.1 até 2.11; e (ii) validação do guia SMALL, abordadas nas questões entre 3.1 até 3.4.

A respeito da avaliação das problemáticas: foram apresentadas as 30 problemáticas abordadas na literatura, as dividindo em cada subeixo. O gestor poderia indicar que determinada(s) problemática(s) não fazia(m) parte daquele subeixo ou que todas as problemáticas ali listadas estão de acordo com a realidade, conforme exemplo apresentado na Figura 7.

Como resultado, identificou-se:

- a) Todas as problemáticas abordadas na literatura são problemas reais enfrentados no dia-a-dia pelos órgãos de MU e cidadãos; e
- b) A distribuição das problemáticas em seus respectivos subeixos condizem com a realidade.

A respeito do guia SMALL: a primeira etapa validação do guia iniciou-se com a validação das 30 problemáticas. Em seguida, o gestor afirmou que o guia SMALL poderia ser considerado como um meio de conhecimento de tecnologias utilizáveis para abordar os problemas de MU.

Além disso, o mesmo também afirmou, verbalmente, que atualmente os principais canais de informação a respeito das TIC são os fóruns, conferências, *workshops*, reuniões com outros órgãos de MU ou parcerias com as universidades.

Figura 7 – Resultado da questão 2.11.

2.11) De acordo com as seguintes problemáticas do subeixo "TRÁFEGO E CONGESTIONAMENTO", qual(is) delas não estão alinhadas a temática?

Ocultar opções ^

- ☐ Acontecimento de eventos inesperados, atrasos e interrupções dos serviços de transporte público.
- ☐ Gerenciamento inadequado do tráfego de veículos e da sua infraestrutura de urbana.
- ☐ Gerenciamento inadequado ou estático de tempo de espera em semáforos.
- ☐ Identificação de possíveis congestionamentos ou incidentes.
- ☐ Aumento do tráfego e congestionamentos nos centros urbanos.
- ☐ Todas as alternativas estão alinhadas ao subeixo TRÁFEGO E CONGESTIONAMENTO para Mobilidade Urbana.
- ☒ Todas as alternativas estão alinhadas ao subeixo TRÁFEGO E CONGESTIONAMENTO para Mobilidade Urbana.

Fonte: Autor, 2021.

Também foram validados os onze subeixos de MU: (i) Acessibilidade; (ii) Condições Viárias; (iii) Desastres Ambientais; (iv) Estacionamento; (v) Multimodal; (vi) Orientação/Recomendação; (vii) Segurança; (viii) Serviços Essenciais; (ix) Soluções Inovadoras; (x) Sustentabilidade; e (xi) Tráfego e Congestionamento. Nela o gestor indicou que essa classificação está adequada à realidade. Entretanto, ele sugeriu a criação de um novo subeixo denominado “Sinalização”. Este novo subeixo deve conter as TIC que realizem:

- a) O monitoramento e a fiscalização dos condutores ao (des)respeitar as placas de sinalização da cidade; e
- b) O controle e monitoramento das condições físicas e de ambiente das placas de sinalização.

O gestor também indicou que não existia dificuldade para compreender e utilizar o guia SMALL, bem como a sua distribuição em Problemática, Efeito(s) Colateral(is), Possíveis Soluções e do Artigo de Referência está adequada ao rápido entendimento ao qual se propõe. Mas, indicou uma possível resistência no que diz respeito à leitura dos Artigos de Referência por estarem em inglês.

De modo geral foi avaliado que Guia SMALL atende ao objetivo para o qual é proposto. Porém, ele não aborda o subeixo “Sinalização”, considerado pelo gestor um subeixo de extrema importância ao atender as necessidades dos órgãos de MU.

6.3 Limitações e Dificuldades

A pandemia do COVID-19 (2020 e 2021) é um dos responsáveis pela não realização da entrevista com mais de um órgão de MU. Devido à mudança de rotina dos órgãos, como a suspensão de trabalho para os grupo de risco ou o trabalho em casa (*home office*), não foi possível contactar parte do público alvo desta pesquisa.

Outro fator que influenciou em demasia foi a não identificação do gestor responsável dos órgãos públicos de mobilidade que obtivemos resposta. Aliado a esse cenário, o pesquisador e o orientador desta pesquisa optaram, por questões éticas, não realizar a entrevista com os órgãos que: (i) o gestor afirmou não ter interesse em participar da pesquisa; e/ou (ii) o gestor deixou claro que teria que receber uma contrapartida em troca de sua participação.

Entretanto, realizou-se a identificação dos órgãos de MU de cada uma das capitais dos estados brasileiros. A identificação dos nomes dessas organizações foi realizada acessando os *sites* ou as redes sociais das prefeituras de cada capital dos estados brasileiros. Como critério de seleção, foram mapeadas aquelas organizações que têm como objetivo: o gerenciamento e execução de políticas de transporte e trânsito, por meio do planejamento, gerenciamento, operação, policiamento e fiscalização do trânsito, sinalização e a realização de estudos para o planejamento e programação do transporte público. As organizações são apresentadas na Tabela 24.

6.4 Ameaças à Validade da Entrevista

Nesta seção são apresentadas as possíveis ameaças à validade da realização da Entrevista. Alguns fatores negativos ou limitações podem ter afetado os resultados obtidos. Tais fatores são descritos a seguir:

- a) Validade Externa: o número limitado de entrevistados afeta diretamente a generalização dessa pesquisa. Logo, as informações coletadas podem não retratar a opinião de toda a população de interesse desse estudo;
- b) Validade Interna: limitou-se a utilização das soluções computacionais do tipo Aplicação. Portanto, as informações disponíveis no guia podem não abordar todas as problemáticas abordadas pela literatura ou enfrentadas pelos órgãos de MU;
- c) Validade Construção: o entrevistado pode não ter compreendido alguma(s) da(s) perguntas. Para mitigar esse problema, adotou-se duas medidas de segurança: (i) o questionário foi revisado por um acadêmico da área de Cidades Inteligentes, Indústria 4.0 e MU; e (ii) a entrevista foi supervisionada por meio de reunião realizada no *Google Meets*; e

- d)** Validade de Conclusão: o entrevistado pode ter omitido alguma informação relevante. Portanto, a avaliação do guia pode ter sido comprometida, implicando na possível falta de informação relevante, problema de layout e/ou informação(ões) incorreta(s).

Tabela 24 – Órgãos responsáveis pela mobilidade urbana das capitais das cidades do Brasil.

Estado	Capital	Órgão
Acre	Rio Branco	Superintendência Municipal de Transportes e Trânsito
Alagoas	Maceió	Superintendência Municipal de Transportes e Trânsito
Amapá	Macapá	Companhia de Transportes e Trânsito de Macapá
Amazonas	Manaus	Superintendência Municipal de Transportes Urbanos
Bahia	Salvador	Superintendência de Trânsito do Salvador
Ceará	Fortaleza	Autarquia Municipal de Trânsito e Cidadania
Distrito Federal	Brasília	Departamento Estadual de Trânsito do Distrito Federal
Espírito Santo	Vitória	Secretaria de Transportes, Trânsito e Infraestrutura Urbana
Goiás	Goiânia	Secretaria Municipal de Trânsito, Transportes e Mobilidade
Maranhão	São Luís	Secretaria Municipal de Trânsito e Transportes
Mato Grosso	Cuiabá	Secretaria Municipal de Mobilidade Urbana
Mato Grosso do Sul	Campo Grande	Agência Municipal de Transporte e Trânsito
Minas Gerais	Belo Horizonte	Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte
Pará	Belém	Superintendência Executiva de Mobilidade Urbana de Belém
Paraíba	João Pessoa	Superintendência de Trânsito e Transporte
Paraná	Curitiba	Secretaria Municipal de Trânsito
Pernambuco	Recife	Autarquia de Trânsito e Transporte Urbano do Recife
Piauí	Teresina	Superintendência Municipal de Transportes e Trânsito
Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	Companhia de Engenharia de Tráfego do RJ
Rio Grande do Norte	Natal	Secretaria Municipal de Mobilidade Urbana
Rio Grande do Sul	Porto Alegre	Empresa Pública de Transporte e Circulação
Rondônia	Porto Velho	Secretaria Municipal de Trânsito, Mobilidade e Transporte
Roraima	Boa Vista	Secretaria Municipal de Segurança Urbana e Trânsito
Santa Catarina	Florianópolis	Secretaria Municipal de Transportes e Mobilidade Urbana
São Paulo	São Paulo	Companhia de Engenharia de Tráfego
Sergipe	Aracaju	Superintendência Municipal de Transportes e Trânsito
Tocantis	Palmas	Secretaria Municipal De Segurança E Mobilidade Urbana

Fonte: Autor, 2021.

7

Conclusões

Os problemas de Mobilidade Urbana (MU) vêm se tornando um dos maiores da atualidade e uma das maiores preocupações para os planejadores e gestores de MU. Logo, o crescimento da população e das atividades urbanas levam ao aumento pela demanda dos sistemas de transporte urbano. Situação que se agrava com as projeções da ONU, indicando o aumento populacional e consequentemente o agravamento desses problemas. A exemplo da expansão do tráfego urbano, congestionamentos, poluição do ar, acidentes de trânsito, entre outros.

Dessa forma, as soluções tradicionais já não conseguem solucionar ou mitigar os problemas de MU, culminando em diversas iniciativas por parte do poder público para solucionar esses problemas. Entre elas está a aprovação da Lei nº 14.000/2020, que obriga a criação de um Plano de Mobilidade Urbana (PMU), até 2022 para os municípios com mais 250 mil habitantes e até 2023 para os municípios com até 250 mil habitantes.

No âmbito de TIC surgem os Sistemas de Transporte Inteligente ou *Intelligent Transportation System* (ITS) para abordar os problemas de MU. Estes sistemas são aplicações avançadas de TIC aplicadas ao campo de transporte rodoviário, incluindo infraestrutura, veículos e usuários, gerenciamento de tráfego e da mobilidade, bem como para as interfaces com outros modos de transporte (multimodalidade), objetivando não só a melhoria das condições de tráfego, mas observando também a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos.

Seguindo este cenário, esse trabalho apresentou um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL), que identifica e classifica 225 soluções computacionais que podem ser consideradas tecnologias de ITS. No MSL é realizada a classificação das soluções computacionais em 10 tipos, sendo eles: algoritmo, aplicação, arquitetura, *framework*, *hardware* (IoT), metodologia, modelo, plataforma, protocolo e técnica. Ainda no MSL, é criada uma subdivisão do eixo MU, denominando-a de subeixos. Esses subeixos podem ser considerados os pilares a serem abordados ao tentar solucionar os problemas de MU. Sendo eles: (i) Acessibilidade; (ii) Condições Viárias; (iii) Desastres Ambientais; (iv) Estacionamento; (v) Multimodal; (vi) Orientação/Recomendação;

(vii) Segurança; (viii) Serviços Essenciais; (ix) Soluções Inovadoras; (x) Sustentabilidade; e (xi) Tráfego e Congestionamento.

Também neste trabalho foi apresentada a proposta do Guia *Smart Mobility for ALL* (SMALL), baseado no MSL. Ele apresenta 30 diferentes problemáticas abordadas em 46 artigos científico do tipo “Aplicação”, que estão divididos nos 11 subeixos. O guia SMALL indica as implicações negativas que cada uma das 30 problemáticas podem causar e fornece breves descrições do que cada solução oferta como meio de mitigá-las ou solucioná-las. Além disto, ele também permite o acesso aos documentos, em arquivo PDF, dos quais foram retiradas essas problemáticas. Bem como, elenca o conjunto mínimo de tecnologias utilizadas em cada uma das 46 aplicações.

O Guia SMALL identifica por exemplo, a recorrência e importância dada à utilização de *smartphones*, tanto para acessar as informações de MU, quanto como um meio de coleta e disseminação dessas informações. Além de identificar a utilização de uma gama de sensores, como o(a): acelerômetro, giroscópio, Sistema de Posicionamento Global (GPS), Identificação por Radiofrequência (RFID), sensor ultrassônico, sensor de luz, *Near Field Communication* (NFC), entre outros.

Também é realizada uma entrevista com o gestor de MU da cidade de Aracaju. Na qual são apresentadas as TIC que já foram implantadas e as que estão em implantação. Ele também realizou a validação das 30 diferentes problemáticas abordadas na literatura, bem como da criação e classificação dos 11 subeixos de MU. Identificando, por exemplo, a ausência do subeixo “Sinalização” no MSL e, conseqüentemente, no Guia SMALL.

Conforme cenário apresentado, verificou-se a dificuldade de identificar e contactar os gestores de MU das capitais brasileiras. Logo, a título de experiência para pesquisas futuras, sugere-se a utilização da Lei nº 12.527/2011, denominada Lei de Acesso a Informação. Ela regulamenta o direito ao acesso dos cidadãos às informações dos três Poderes da União, Tribunais de Contas, Ministério Público e algumas entidades privadas sem fins lucrativos.

Esse trabalho apresenta como principais contribuições:

- a) Identifica e apresenta 225 soluções computacionais para ITS;
- b) Cria a classificação dos subeixos de MU, dentro da área de TIC;
- c) Apresenta 30 diferentes problemáticas de MU que podem ser abordadas por 46 soluções computacionais de ITS; e
- d) Apresenta as 27 organizações gestoras de transporte e trânsito das capitais brasileiras;

E por fim, são apresentados os possíveis trabalhos futuros na Seção 7.1 e as contribuições acadêmicas na Seção 7.2.

7.1 Trabalhos Futuros

Nesta seção são apresentadas as sugestões para trabalhos futuros, complementando a pesquisa realizada por esse. São elas:

- a) Realizar Entrevista com as demais organizações de MU, devido a limitações e dificuldades apresentadas na Seção 6.3 do Capítulo 6;
- b) Ampliar o número de artigos a serem analisados, incluindo as soluções computacionais do tipo “Aplicação” para os anos de 2019 e 2020, e abordar os demais tipos de soluções computacionais, apresentados nas Tabelas 6 e 7 do Capítulo 4;
- c) Realizar o mapeamento das soluções computacionais que abordam o subeixo Sinalização e as incluir no Guia SMALL;
- d) Desenvolver uma aplicação *web* para substituir o atual formato do Guia, de modo a permitir a autenticação, controle de acesso, *feedback* do gestor e função de cadastro de novas soluções computacionais pela academia e outras entidades;
- e) Realizar um *Survey* de reconhecimento das atuais soluções computacionais já implantadas nas capitais brasileiras; e
- f) Ampliar o Guia SMALL para direcionar as soluções computacionais com base nas tecnologias já utilizadas e no porte das cidades.

7.2 Contribuições Acadêmicas

Nesta seção são apresentadas as contribuições acadêmicas desenvolvidas em paralelo a esse trabalho. Foram aprovados três artigos, sendo eles:

- a) SILVA, M. B. D.; SANTOS, A. M.; SOARES, M. S.; NASCIMENTO, R. P. C.; NUNES, I. D.. A Survey on Adoption Good Practices for ICT Governance at Enhanced Organizations. In: *Information Technology - New Generations, 14th International Conference on Information Technology*, 2018, Las Vegas. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2018. v. 738. p. 483-490. — QUALIS A4
- b) SILVA, MARIANNE; RAMOS, DANILO SIQUEIRA; DOS SANTOS, ALEF MENEZES; DOS SANTOS, DENISE XAVIER; SOARES, MICHEL S.; NUNES, ISABEL DILLMANN; DO NASCIMENTO, ROGÉRIO P. C.. PeticGov. In: *the Euro American Conference*, 2018, Fortaleza. *Proceedings of the Euro American Conference on Telematics and Information Systems - EATIS '18*, 2018. p. 1. — QUALIS B3

- c) SALES, LIZIANNE MARIA G M; RAMOS, DANILLO SIQUEIRA ; NASCIMENTO, ROGERIO P C DO; SILVA, MARIANNE B D da; DOS SANTOS, ALEF M.. Perception of federal public administration ICT managers on good ICT governance practices. In: *EATIS 2020: 10th Euro American Conference on Telematics and Information Systems*, 2020, Aveiro Portugal. *Proceedings of the 10th Euro-American Conference on Telematics and Information Systems*. New York: ACM, 2020. p. 1. — QUALIS B3

Outra contribuição foi a publicação de um capítulo de livro. Sendo ele: SILVA, M. B. D.; SANTOS, A. M.; SOARES, M. S.; NASCIMENTO, R. P. C.; NUNES, I. D.. A Survey on Adoption Good Practices for ICT Governance at Enhanced Organizations. In: Department of Electrical & Computer Engineering, University of Nevada, Las Vegas, USA. (Org.). *Information Technology - New Generations*. 1 ed.: *Springer*, 2018, v. 738, p. 483-490.

Referências

- AAZAM, M.; HUH, E.-N. Fog computing and smart gateway based communication for cloud of things. In: IEEE. *2014 International Conference on Future Internet of Things and Cloud*. [S.l.], 2014. p. 464–470. Citado na página 27.
- ALBINO, V.; BERARDI, U.; DANGELICO, R. M. Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. *Journal of Urban Technology*, Taylor & Francis, v. 22, n. 1, p. 3–21, 2015. Citado na página 17.
- AMER, H. et al. An improved simulated annealing technique for enhanced mobility in smart cities. *Sensors (Switzerland)*, v. 16, n. 7, 2016. Cited By 5. Citado na página 18.
- AN, S.-h.; LEE, B.-H.; SHIN, D.-R. A survey of intelligent transportation systems. In: IEEE. *2011 Third International Conference on Computational Intelligence, Communication Systems and Networks*. [S.l.], 2011. p. 332–337. Citado na página 23.
- ANDELI, J. Advanced vehicle/highway systems and urban traffic problems. *Science, Education and Transportation Program*, p. 1–32, 1989. Citado na página 24.
- ARNOTT, D.; PERVAN, G. A critical analysis of decision support systems research. *Journal of information technology*, Springer, v. 20, n. 2, p. 67–87, 2005. Citado na página 23.
- ASGHARI, P.; RAHMANI, A. M.; JAVADI, H. H. S. Internet of things applications: A systematic review. *Computer Networks*, Elsevier, v. 148, p. 241–261, 2019. Citado na página 26.
- ASHTON, K. That ‘internet of things’ thing. *RFID Journal*, v. 22, n. 7, p. 97–114, 2009. Citado na página 26.
- ATZORI, L.; IERA, A.; MORABITO, G. The internet of things: A survey. *Computer Networks*, v. 54, n. 15, p. 2787 – 2805, 2010. ISSN 1389-1286. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389128610001568>>. Citado na página 27.
- BAKKER, P.; ERTMAN, B. *Building Modular Cloud Apps with OSGi: Practical Modularity with Java in the Cloud Age*. [S.l.]: "O'Reilly Media, Inc.", 2013. Citado na página 21.
- BARATH, K. K. et al. Smart driving pattern analysis system using cloud based sensor fusion. In: *2016 2nd International Conference on Advances in Electrical, Electronics, Information, Communication and Bio-Informatics (AEEICB)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 383–386. Citado na página 27.
- BECHLER, M.; FRANZ, W. J.; WOLF, L. Mobile internet access in fleetnet. *13. Fachtagung Kommunikation in Verteilten Systemen*, 2003. Citado na página 16.
- BEDI, P. et al. Internet of things oriented elegant parking method for smart cities. *Materials Today: Proceedings*, Elsevier, 2021. Citado na página 27.
- BERKI, Z. Tackling sustainable urban transport policy measures in transport models. In: *2015 International Conference on Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems (MT-ITS)*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 356–361. Citado na página 23.

- BRASIL, R. F. d. Lei nº 14.000, de 19 de maio de 2020. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2020. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14000.htm>. Citado na página 18.
- BRUNEO, D. et al. An iot service ecosystem for smart cities: The# smartme project. *Internet of Things*, Elsevier, v. 5, p. 12–33, 2019. Citado na página 27.
- CARVALHO, C. H. R. de. *Desafios da Mobilidade Urbana no Brasil*. Brasília, Brasil, 2016. Citado na página 16.
- CEBALLOS, G. R.; LARIOS, V. M. A model to promote citizen driven government in a smart city: Use case at gdl smart city. In: *2016 IEEE International Smart Cities Conference (ISC2)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 1–6. Citado na página 22.
- CHALKIADAKIS, C. et al. An online training tool for better understanding the operation and significance of its. In: IEEE. *2019 6th International Conference on Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems (MT-ITS)*. [S.l.], 2019. p. 1–8. Citado na página 24.
- CHOURABI, H. et al. Understanding smart cities: An integrative framework. In: IEEE. *System Science (HICSS), 2012 45th Hawaii International Conference on*. [S.l.], 2012. p. 2289–2297. Citado na página 22.
- CHOWDHURY, A. Priority based and secured traffic management system for emergency vehicle using iot. In: *2016 International Conference on Engineering MIS (ICEMIS)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 1–6. Citado na página 23.
- COCCHIA, A. Smart and digital city: A systematic literature review. In: *Smart city*. [S.l.]: Springer, 2014. p. 13–43. Citado na página 33.
- DARIDO, G.; PENA, I. Planejamento em sistemas de transportes inteligentes (its)-perspectivas das experiências internacionais. *Sistemas Inteligentes de Transportes*, p. 10–48, 2012. Citado na página 23.
- DLODLO, N.; GCABA, O.; SMITH, A. Internet of things technologies in smart cities. In: *2016 IST-Africa Week Conference*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 1–7. Citado na página 22.
- ECONOMICS, C. for; RESEARCH., B. The future economic and environmental costs of gridlock in 2030. *Report for INRIX*, 2014. Citado na página 24.
- EUROPEAN PARLIAMENT. *Directive 2010/40/EU of the European Parliament and of the Council of 7 July 2010 on the Framework for the Deployment of Intelligent Transport Systems in the Field of Road Transport and for Interfaces with Other Modes of Transport*. [S.l.], 2010. Disponível em: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L0040&rid=9>>. Citado na página 23.
- EVANS, D. The internet of things: How the next evolution of the internet is changing everything. *CISCO white paper*, v. 1, n. 2011, p. 1–11, 2011. Citado na página 26.
- EVIGILI, F. et al. Empowering people through mobile devices for smarter places. In: STREITZ, N.; STEPHANIDIS, C. (Ed.). *Distributed, Ambient, and Pervasive Interactions*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013. p. 284–293. ISBN 978-3-642-39351-8. Citado na página 27.

- FARIA, R. et al. Smart mobility: A survey. In: *2017 International Conference on Internet of Things for the Global Community (IoTGC)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 1–8. Citado na página 17.
- FERREIRA, J. et al. Dependable vehicular communications for improved road safety. *research@ua*, v. 6, p. 57–57, 2015. Citado na página 24.
- FONTELLES, M. J. et al. Metodologia da pesquisa científica: Diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa. *Revista Paraense de Medicina*, v. 23, n. 3, p. 1–8, 2009. Citado na página 31.
- GATERSLEBEN, B.; MURTAGH, N.; WHITE, E. Hoody, goody or buddy? how travel mode affects social perceptions in urban neighbourhoods. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, v. 21, p. 219 – 230, 2013. ISSN 1369-8478. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369847813000806>. Citado na página 17.
- GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. *Métodos de Pesquisa*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>. Citado 2 vezes nas páginas 30 e 31.
- GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. *São Paulo*, v. 4, 2002. Citado na página 30.
- GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. *São Paulo*, v. 5, 2010. Citado na página 31.
- GUBBI, J. et al. Internet of things (iot): A vision, architectural elements, and future directions. *Future generation computer systems*, Elsevier, v. 29, n. 7, p. 1645–1660, 2013. Citado na página 26.
- HAMIDI, S. R. et al. Industry 4.0 urban mobility: Gonpark smart parking tracking module. In: *Proceedings of the 3rd International Conference on Communication and Information Processing*. New York, NY, USA: ACM, 2017. (ICCIP '17), p. 503–507. ISBN 978-1-4503-5365-6. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/3162957.3163042>. Citado na página 27.
- HARRISON, C.; DONNELLY, I. A. A theory of smart cities. In: *Proceedings of the 55th Annual Meeting of the ISSS-2011, Hull, UK*. [S.l.: s.n.], 2011. v. 55, n. 1. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 22.
- HERNÁNDEZ-MUÑOZ, J. M. et al. Smart cities at the forefront of the future internet. In: SPRINGER. *The future internet assembly*. [S.l.], 2011. p. 447–462. Citado na página 22.
- HERTEL, O. et al. Assessing the impacts of traffic air pollution on human exposure and health. In: _____. *Road Pricing, the Economy and the Environment*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2008. p. 277–299. ISBN 978-3-540-77150-0. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-540-77150-0_14. Citado na página 17.
- ISO, I. O. f. S. Intelligent transport systems. 1992. <https://www.iso.org/committee/54706.html>. Citado na página 24.
- ISO, I. O. f. S. Intelligent transport systems — system architecture — privacy aspects in its standards and systems. v. 1, p. 18, 2009. <https://www.iso.org/standard/52052.html>. Citado na página 25.
- ISO, I. O. f. S. Intelligent transport systems — reference model architecture(s) for the its sector — part 1: Its service domains, service groups and services. v. 2, p. 88, 2015. <https://www.iso.org/standard/57393.html>. Citado na página 25.

- ITERIS, I. National its architecture - the concept. *ITE Journal*, p. 9–12, 1999. Citado na página 24.
- JAVAID, S. et al. Smart traffic management system using internet of things. In: *2018 20th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 393–398. Citado na página 27.
- JENSEN, C. Its in australia. *Disponível na Internet via WWW*. URL: <http://www.squirrel.com.au/qdot/australia.html>. Arquivo gerado em 05 de maio de 2020, v. 5, 1996. Citado na página 25.
- JHA, R. K. Air quality sensing and reporting system using iot. In: IEEE. *2020 Second International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA)*. [S.l.], 2020. p. 790–793. Citado na página 28.
- JIN, J. et al. An information framework for creating a smart city through internet of things. *IEEE Internet of Things Journal*, v. 1, n. 2, p. 112–121, April 2014. ISSN 2327-4662. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 27.
- JOSHI, A. et al. Application of internet of the things (iot) for the water conservation and entrepreneurship in the rural area. In: IEEE. *2019 IEEE Pune Section International Conference (PuneCon)*. [S.l.], 2019. p. 1–4. Citado na página 28.
- KANTER, R. M.; LITOW, S. S. Informed and interconnected: A manifesto for smarter cities. 2009. Citado na página 22.
- KAPARIAS, I.; BELL, M.; TOMASSINI, M. Key performance indicators for traffic management and intelligent transport systems. *ISIS*, v. 14, n. 06, 2011. Citado na página 23.
- KAWASAKI, A. Fujitsu's approach to smart mobility. *FUJITSU Sci. Tech. J*, v. 51, n. 4, p. 3–7, 2015. Citado na página 24.
- KHAN, R. et al. Future internet: The internet of things architecture, possible applications and key challenges. In: IEEE. *2012 10th International Conference On Frontiers of Information Technology*. [S.l.], 2012. p. 257–260. Citado na página 27.
- KHAN, Z.; ANJUM, A.; KIANI, S. L. Cloud based big data analytics for smart future cities. In: IEEE COMPUTER SOCIETY. *Proceedings of the 2013 IEEE/ACM 6th international conference on utility and cloud computing*. [S.l.], 2013. p. 381–386. Citado na página 21.
- KUMAR, A.; KUMARI, M.; GUPTA, H. Design and analysis of iot based air quality monitoring system. In: IEEE. *2020 International Conference on Power Electronics & IoT Applications in Renewable Energy and its Control (PARC)*. [S.l.], 2020. p. 242–245. Citado na página 28.
- KUMAR, N. M.; GOEL, S.; MALLICK, P. K. Smart cities in india: Features, policies, current status, and challenges. In: *2018 Technologies for Smart-City Energy Security and Power (ICSESP)*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 1–4. Citado na página 21.
- KUZMINYKH, I.; KABALI, S. Development of smart infocommunication networks for intellectual municipal services. In: *2015 Second International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications Science and Technology (PIC S T)*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 128–130. Citado na página 22.

LAMBRINOS, L.; DOSIS, A. Applying mobile and internet of things technologies in managing parking spaces for people with disabilities. In: *Proceedings of the 2013 ACM Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing Adjunct Publication*. New York, NY, USA: ACM, 2013. (UbiComp '13 Adjunct), p. 219–222. ISBN 978-1-4503-2215-7. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2494091.2494162>>. Citado na página 27.

MACEDO, J. et al. A hla-based multi-resolution approach to simulating electric vehicles in simulink and sumo. In: *16th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC 2013)*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 2367–2372. ISSN 2153-0009. Citado na página 17.

MAINETTI, L. et al. A novel iot-aware smart parking system based on the integration of rfid and wsn technologies. *International Journal of RF Technologies: Research and Applications*, v. 7, n. 4, p. 175–199, 2016. Citado 2 vezes nas páginas 27 e 28.

MENEGUETTE, R. I.; GRANDE, R. D.; LOUREIRO, A. *Intelligent transport system in smart cities*. [S.l.]: Springer, 2018. Citado na página 24.

MITSOPOULOU, E.; KALOGERAKI, V. Efficient parking allocation for smartcities. In: *Proceedings of the 10th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*. New York, NY, USA: ACM, 2017. (PETRA '17), p. 265–268. ISBN 978-1-4503-5227-7. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/3056540.3076207>>. Citado na página 23.

MOHANTY, S. P.; CHOPPALI, U.; KOUGIANOS, E. Everything you wanted to know about smart cities: The internet of things is the backbone. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, v. 5, n. 3, p. 60–70, July 2016. ISSN 2162-2248. Citado na página 22.

NASIM, R.; KASSLER, A. Distributed architectures for intelligent transport systems: A survey. In: IEEE. *2012 Second Symposium on Network Cloud Computing and Applications*. [S.l.], 2012. p. 130–136. Citado na página 25.

NATALE, E.; TUFO, M.; SALVI, A. A fleet management service for smart cities: The s2-move project. In: *2016 IEEE International Smart Cities Conference (ISC2)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 1–6. Citado na página 28.

NIŽETIĆ, S. et al. Internet of things (iot): Opportunities, issues and challenges towards a smart and sustainable future. *Journal of Cleaner Production*, Elsevier, v. 274, p. 122877, 2020. Citado na página 27.

PATIER, D.; BROWNE, M. A methodology for the evaluation of urban logistics innovations. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 2, n. 3, p. 6229 – 6241, 2010. ISSN 1877-0428. The Sixth International Conference on City Logistics. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042810010864>>. Citado na página 17.

PETERSEN, K. et al. Systematic mapping studies in software engineering. In: *EASE*. [S.l.: s.n.], 2008. v. 8, p. 68–77. Citado na página 32.

PETERSEN, K.; VAKKALANKA, S.; KUZNIARZ, L. Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. *Information and Software Technology*, Elsevier, v. 64, p. 1–18, 2015. Citado na página 48.

PRANDI, C. et al. On the need of trustworthy sensing and crowdsourcing for urban accessibility in smart city. *ACM Trans. Internet Technol.*, ACM, New York, NY, USA, v. 18, n. 1, p. 4:1–4:21, oct 2017. ISSN 1533-5399. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/3133327>>. Citado na página 27.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. *Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico*. 2. ed. Rio Grande do Sul: Editora Feevale, 2013. Disponível em: <<http://www.feevale.br/Comum/midias/8807f05a-14d0-4d5b-b1ad-1538f3aef538/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>>. Citado 2 vezes nas páginas 30 e 31.

REDDY, A. et al. Embedded vehicle speed control and over-speed violation alert using iot. In: IEEE. *2019 Innovations in Power and Advanced Computing Technologies (i-PACT)*. [S.l.], 2019. v. 1, p. 1–5. Citado na página 28.

RIBERTO, G. et al. Leveraging civilian iot infrastructures to support warfighting activities in urban environments. In: *2018 IEEE 4th World Forum on Internet of Things (WF-IoT)*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 118–123. Citado na página 22.

ROSE, K.; ELDRIDGE, S.; CHAPIN, L. The internet of things: An overview. *The Internet Society (ISOC)*, p. 1–50, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 26 e 27.

SALAZAR, G.; SILVA, J. P.; RIBEIRO, B. Faster, cheaper, cleaner: Assessing urban mobility. In: *2015 International Conference on Smart Cities and Green ICT Systems (SMARTGREENS)*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 1–6. Citado na página 17.

SAMIR, A.; MOHAMED, B. A.; ABDELHAKIM, B. A. Detection of driver drowsiness based on the viola & jones method and logistic regression analysis. In: *Proceedings of the Mediterranean Symposium on Smart City Application*. New York, NY, USA: ACM, 2017. (SCAMS '17), p. 23:1–23:6. ISBN 978-1-4503-5211-6. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/3175628.3175650>>. Citado na página 23.

SANTOS, A. S. d.; LEAL, A. G. Sistemas inteligentes de transporte – um panorama das tendências e caminhos de pesquisa. *IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo*, 2015. Citado na página 23.

SARAF, S. B.; GAWALI, D. H. Iot based smart irrigation monitoring and controlling system. In: IEEE. *2017 2nd IEEE International Conference on Recent Trends in Electronics, Information & Communication Technology (RTEICT)*. [S.l.], 2017. p. 815–819. Citado na página 28.

SCHAFFERS, H. et al. Smart cities and the future internet: Towards cooperation frameworks for open innovation. In: SPRINGER. *The future internet assembly*. [S.l.], 2011. p. 431–446. Citado na página 22.

SILVA, A. N. R. D.; COSTA, M. da S.; MACEDO, M. H. Multiple views of sustainable urban mobility: The case of brazil. *Transport Policy*, Elsevier, v. 15, n. 6, p. 350–360, 2008. Citado na página 17.

SILVA, S. E. D. Ideal-traffic: a framework for building monitoring systems for intelligent transportation systems. 2012. Citado na página 24.

SINAEIPOURFARD, A. et al. Estimating smart city sensors data generation. In: *2016 Mediterranean Ad Hoc Networking Workshop (Med-Hoc-Net)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 1–8. Citado na página 22.

- STURARI, M. et al. An integrated mobility system using real-time data for traffic simulation. In: *2016 12th IEEE/ASME International Conference on Mechatronic and Embedded Systems and Applications (MESA)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 1–6. Citado na página 16.
- SUPANGKAT, S. Layanan tik dan pembangunan smart city. *Smart Indonesia initiatives*, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 22.
- SURI, N. et al. Exploiting smart city iot for disaster recovery operations. In: *2018 IEEE 4th World Forum on Internet of Things (WF-IoT)*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 458–463. Citado na página 28.
- TANENBAUM, A. S.; WETHERALL, D. J. *Redes de computadores*. [S.l.]: Pearson Education – Br. 5a ed., 2011. Citado na página 29.
- TANTITHARANUKUL, N. et al. Mqtt-topic naming criteria of open data for smart cities. In: *2016 International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 1–6. Citado na página 28.
- TOPPETA, D. The smart city vision: How innovation and ict can build smart, “livable”, sustainable cities. *The Innovation Knowledge Foundation*, v. 5, p. 1–9, 2010. Citado na página 22.
- UNITED NATIONS. *World Population Prospects: The 2010 Revision, Volume I-Comprehensive Tables*. United States, New York, 2011. Citado na página 16.
- UNITED NATIONS. *World Urbanization Prospects: The 2011 Revision*. United States, New York, 2012. 14 p. Citado na página 16.
- VALENTINI, E. P. Um mecanismo de detecção de ataques para sistema de transporte inteligente. Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2020. Citado na página 24.
- VERMESAN, O. European research cluster on the internet of things-outlook of iot activities in europe. 2010. Citado na página 27.
- VIANNA, M.; PORTUGAL, L.; BALASSIANO, R. A telemática aplicada ao gerenciamento de estacionamentos. In: *XIII ANPET Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes-Engenharia e Segurança de Tráfego. Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes*. [S.l.: s.n.], 1999. v. 2, n. 12, p. 12–15. Citado na página 24.
- VIDOVIĆ, K.; MANDŽUKA, S.; BRČIĆ, D. Estimation of urban mobility using public mobile network. In: *2017 International Symposium ELMAR*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 21–24. Citado na página 23.
- VISHWANATH, A. et al. Personalized public transportation: A mobility model and its application to melbourne. *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine*, v. 7, n. 4, p. 37–48, winter 2015. ISSN 1939-1390. Citado na página 23.
- WEISS, M. C.; BERNARDES, R. C.; CONSONI, F. L. Cidades inteligentes como nova prática para o gerenciamento dos serviços e infraestruturas urbanos: A experiência da cidade de porto alegre. *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, FapUNIFESP (SciELO), v. 7, n. 3, p. 310–324, sep 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/2175-3369.007.003.ao01>>. Citado na página 21.

ZANELLA, A. et al. Internet of things for smart cities. *IEEE Internet of Things journal*, IEEE, v. 1, n. 1, p. 22–32, 2014. Citado na página [27](#).

ZHANG, R. et al. Probabilistic analysis on qos provisioning for internet of things in lte-a heterogeneous networks with partial spectrum usage. *IEEE Internet of Things Journal*, v. 3, n. 3, p. 354–365, June 2016. ISSN 2327-4662. Citado na página [26](#).

Apêndices

APÊNDICE A – Referência dos artigos científicos que apresentam soluções computacionais

Este Apêndice agrupa a referência bibliográfica dos artigos resultantes do Mapeamento Sistemático da Literatura apresentado no Capítulo 4. Eles são identificados utilizando a codificação "An". Sendo "n" o índice numeral referente a cada artigo listado abaixo:

- [A1] ABDULKADER, O. et al. A Novel and Secure Smart Parking Management System (SPMS) Based on Integration of WSN, RFID, and IoT. In: *2018 15th Learning and Technology Conference (LT)*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 102–106.
- [A2] ABID, T. et al. Smart Cities Based on Web Semantic Technologies. In: *Proceedings of the 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing: Adjunct*. New York, NY, USA: ACM, 2016. (UbiComp '16), p. 1303–1308. ISBN 978-1-4503-4462-3.
- [A3] ABIDI, S. et al. A New heuristic for Solving the Parking Assignment Problem. *Procedia Computer Science*, v. 60, p. 312 – 321, 2015. ISSN 1877-0509. Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems 19th Annual Conference, KES-2015, Singapore, September 2015 Proceedings.
- [A4] ABIDI, S. et al. A Hybrid Heuristic for Solving a Parking Slot Assignment Problem for Groups of Drivers. *International Journal of Intelligent Transportation Systems Research*, v. 15, n. 2, p. 85–97, May 2017. ISSN 1868-8659.
- [A5] AESCHBACH, P. et al. Balancing Bike Sharing Systems Through Customer Cooperation - A Case Study on London's Barclays Cycle Hire. In: *2015 54th IEEE Conference on Decision and Control (CDC)*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 4722–4727.
- [A6] AFDHAL; ELIZAR. Enhanced Route Guidance and Navigation for Emergency Vehicle Using V2i-based Cooperative Communication. In: *2015 International Electronics Symposium (IES)*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 145–150.
- [A7] AHMED, M. B. et al. Dynamic Traffic Light Control for Intelligent Mobility in Smart Cities. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, v. 73, n. 2, p. 260–268, 2015.
- [A8] AISSAOUI, R. et al. Advanced Real-Time Traffic Monitoring System Based on V2X Communications. In: *2014 IEEE International Conference on Communications (ICC)*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 2713–2718. ISSN 1550-3607.
- [A9] AL-OSTATH, N. et al. Implementation of an Emergency Vehicle to Traffic Lights Communication System. In: *2015 7th International Conference on New Technologies, Mobility and Security (NTMS)*, p. 1–5, 2015.
- [A10] ALABDALLAOUI, S.; BERRAISOUL, A.; IDBOUFKER, N. Performance Evaluation of Red Approach for Traffic Lights Management. In: *2015 15th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications (ISDA)*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 358–362. ISSN 2164-7151.
- [A11] ALAM, M. et al. Smart Cameras are Making our Beaches Safer: A 5G-envisioned distributed Architecture for Safe, Connected Coastal Areas. *IEEE Vehicular Technology Magazine*, v. 12, n. 4, p. 50–59, Dec 2017. ISSN 1556-6072.
- [A12] ALAZAWI, Z. et al. A Smart Disaster Management System for Future Cities. In: *Proceedings of the 2014 ACM International Workshop on Wireless and Mobile Technologies for Smart Cities*. New York, NY, USA: ACM, 2014. (WiMobCity '14), p. 1–10. ISBN 978-1-4503-3036-7.
- [A13] ALEYADEH, S.; OTEAFY, S. M.; HASSANEIN, H. S. Scalable Transportation Monitoring Using the Smartphone Road Monitoring (SROM) System. In: *Proceedings of the 5th ACM Symposium on Development and Analysis of Intelligent Vehicular Networks and Applications*. New York, NY, USA: ACM, 2015. (DIVANet '15), p. 43–50. ISBN 978-1-4503-3760-1.

- [A14] ALONSO-MORA, J. et al. On-Demand High-Capacity Ride-Sharing via Dynamic Trip-Vehicle assignment. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 114, n. 3, p. 462–467, 2017.
- [A15] ALONSO-MORA, J.; WALLAR, A.; RUS, D. Predictive Routing for Autonomous Mobility-on-Demand Systems with Ride-Sharing. In: *2017 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 3583–3590. ISSN 2153-0866.
- [A16] ALTURKI, B.; REIFF-MARGANIEC, S. Towards an Off-the-Cloud IoT Data Processing Architecture via a Smart Car Parking Example. In: *Proceedings of the Second International Conference on Internet of Things, Data and Cloud Computing*. New York, NY, USA: ACM, 2017. (ICC '17), p. 37:1–37:5. ISBN 978-1-4503-4774-7.
- [A17] AMER, H. et al. An Improved Simulated Annealing Technique for Enhanced Mobility in Smart Cities. *Sensors (Switzerland)*, v. 16, n. 7, 2016.
- [A18] ANAGNOSTOPOULOS, T. et al. ToA estimation System for Efficient Cycling in Smart Cities. In: *Proceedings of the 21st Pan-Hellenic Conference on Informatics*. New York, NY, USA: ACM, 2017. (PCI 2017), p. 60:1–60:4. ISBN 978-1-4503-5355-7.
- [A19] ANASTASI, G. et al. Urban and Social Sensing for Sustainable Mobility in Smart Cities. In: *2013 Sustainable Internet and ICT for Sustainability (SustainIT)*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 1–4.
- [A20] ARENA, M. et al. Service Design in Electric Vehicle Sharing: Evidence from Italy. *IET Intelligent Transport Systems*, v. 9, n. 2, p. 145–155, 2015. ISSN 1751-956X.
- [A21] BADII, C.; NESI, P.; PAOLI, I. Predicting Available Parking Slots on Critical and Regular Services by Exploiting a Range of Open Data. *IEEE Access*, v. 6, p. 44059–44071, 2018. ISSN 2169-3536
- [A22] BAG, R.; DAS, D.; KUMAR, R. An Architecture of Smart Transportation System Using Modified RR Algorithm and VANET. In: *2017 8th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 1–7.
- [A23] BAGHERI, M.; SIEKKINEN, M.; NURMINEN, J. K. Cloud-Based Pedestrian Road-Safety with Situation-Adaptive Energy-Efficient Communication. *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine*, v. 8, n. 3, p. 45–62, Fall 2016. ISSN 1939-1390.
- [A24] BAKKAL, F. et al. Modeling and Querying Trajectories Using Neo4j Spatial and TimeTree for Carpool Matching. In: *2017 IEEE International Conference on INnovations in Intelligent SysTems and Applications (INISTA)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 219–222.
- [A25] BARATH, K. K. et al. Smart Driving Pattern Analysis System Using Cloud Based Sensor Fusion. In: *2016 2nd International Conference on Advances in Electrical, Electronics, Information, Communication and Bio-Informatics (AEEICB)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 383–386.
- [A26] BARONE, R. E. et al. Architecture for Parking Management in Smart Cities. *IET Intelligent Transport Systems*, v. 8, n. 5, p. 445–452, 2014. ISSN 1751-956X.
- [A27] BERKI, Z. Tackling Sustainable Urban Transport Policy Measures in Transport Models. In: *2015 International Conference on Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems (MT-ITS)*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 356–361.
- [A28] BERLINGERIO, M. et al. Mobility Mining for Journey Planning in Rome. In: BIFET, A. et al. (Ed.). *Machine Learning and Knowledge Discovery in Databases*. Cham: Springer International Publishing, 2015. p. 222–226. ISBN 978-3-319-23461-8.
- [A29] BHANU, M.; CHANDRA, J.; MENDES-MOREIRA, J. Enhancing Traffic Model of Big Cities: Network Skeleton & Reciprocity. In: *2018 10th International Conference on Communication Systems Networks (COMSNETS)*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 121–128. ISSN 2155-2509.
- [A30] BIOCCHI, N. et al. Opportunistic Ride Sharing via Whereabouts Analysis. In: *2015 IEEE 18th International Conference on Intelligent Transportation Systems*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 875–881. ISSN 2153-0017.
- [A31] BIRK, W. et al. Road Surface Networks Technology Enablers for Enhanced ITS. In: *2010 IEEE Vehicular Networking Conference*. [S.l.: s.n.], 2010. p. 152–159. ISSN 2157-9865.
- [A32] BOSE, B. et al. Smartphone Based System for Real-Time Aggressive Driving Detection and Marking Rash Driving-Prone Areas. In: *Proceedings of the Workshop Program of the 19th International Conference on Distributed Computing and Networking*. New York, NY, USA: [s.n.], 2018. (Workshops ICDCN '18). ISBN 978-1-4503-6397-6.

- [A33] BRAVO, Y. et al. Smart Mobility by Optimizing the Traffic Lights: A New Tool for Traffic Control Centers. In: ALBA, E.; CHICANO, F.; LUQUE, G. (Ed.). *Smart Cities*. Cham: Springer International Publishing, 2016. p. 147–156. ISBN 978-3-319-39595-1.
- [A34] BRUGLIERI, M. et al. A Real-Time Information System for Public Transport in Case of Delays and Service Disruptions. *Transportation Research Procedia*, v. 10, p. 493 – 502, 2015. ISSN 2352-1465. 18th Euro Working Group on Transportation, EWGT 2015, 14-16 July 2015, Delft, The Netherlands.
- [A35] BRUNEO, D. et al. Building a Smart City Service Platform in Messina with the #SmartME Project. In: *2018 32nd International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (WAINA)*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 343–348.
- [A36] CALABRESE, F. et al. Real-time Urban Monitoring Using Cell Phones: A Case Study in Rome. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, v. 12, n. 1, p. 141–151, March 2011. ISSN 1524-9050.
- [A37] CALISKAN, M.; GRAUPNER, D.; MAUVE, M. Decentralized Discovery of Free Parking Places. In: *Proceedings of the 3rd International Workshop on Vehicular Ad Hoc Networks*. New York, NY, USA: ACM, 2006. (VANET '06), p. 30–39. ISBN 1-59593-540-1.
- [A38] CAÑON-LOZANO, Y. et al. Web Service Platform for Automatic Generation of O/D Matrix for Mass Transportation Systems. In: *2013 13th International Conference on ITS Telecommunications (ITST)*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 462–467.
- [A39] CARLI, R. et al. Automated Evaluation of Urban Traffic Congestion Using Bus as a Probe. In: *2015 IEEE International Conference on Automation Science and Engineering (CASE)*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 967–972. ISSN 2161-8070.
- [A40] CASTAÑEDA, A. T.; GUERRERO, E. G. Mitc: An Intention-based model for Cooperative Resolution of Traffic Conflicts. In: *2014 Federated Conference on Computer Science and Information Systems*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 145–153.
- [A41] CASTRO, G. B.; MARTINI, J. S. C.; HIRAKAWA, A. R. Biologically-Inspired Neural Network for Traffic Signal Control. In: *17th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 2144–2149. ISSN 2153-0009.
- [A42] CASTRO, G. B. et al. Biologically-Inspired Neural Network for Coordinated Urban Traffic Control: Parameter Determination and Stability Analysis. In: *2015 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI)*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 209–214.
- [A43] CHEN, X. et al. Hierarchical Data-Driven Vehicle Dispatch and Ride-Sharing. In: *2017 IEEE 56th Annual Conference on Decision and Control (CDC)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 4458–4463.
- [A44] CHENG, S.-T. et al. The Adaptive Road Routing Recommendation for Traffic Congestion Avoidance in Smart City. *Wireless Personal Communications*, v. 77, n. 1, p. 225–246, Jul 2014. ISSN 1572-834X.
- [A45] CHO, E. et al. Study on Requirements and Architecture for Enhancing Pedestrian Mobility. In: *2017 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 1140–1142.
- [A46] CHOUIKH, A. HandYwiN: A Crowdsourcing-Mapping Solution Towards Accessible Cities. In: *Proceedings of the 19th Annual International Conference on Digital Government Research: Governance in the Data Age*. New York, NY, USA: ACM, 2018. (dg.o '18), p. 26:1–26:6. ISBN 978-1-4503-6526-0.
- [A47] CHOUKSEY, S.; SIRSIKAR, S. An Efficient and Economical Solution for Future Traffic Management System Using RFID. In: *Proceedings of the Second International Conference on Information and Communication Technology for Competitive Strategies*. New York, NY, USA: ACM, 2016. (ICTCS '16), p. 86:1–86:5. ISBN 978-1-4503-3962-9.
- [A48] CHOWDHURY, A. Priority Based and Secured Traffic Management System for Emergency Vehicle Using IoT. In: *2016 International Conference on Engineering MIS (ICEMIS)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 1–6.
- [A49] CORNO, F. et al. SmartBike: An IoT Crowd Sensing Platform for Monitoring City Air Pollution. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, v. 7, n. 6, p. 3602–3612, 2017.
- [A50] COSTA, C. et al. Towards Real-Time Road Traffic Analytics Using Telco Big Data. In: *Proceedings of the International Workshop on Real-Time Business Intelligence and Analytics*. New York, NY, USA: ACM, 2017. (BIRTE '17), p. 5:1–5:5. ISBN 978-1-4503-5425-7.
- [A51] COSTANZO, A.; FARO, A. Real Time Decision Support Systems for Mobile Users in Intelligent Cities. In: *2012 6th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT)*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 1–5.
- [A52] COULIBALY, M. et al. Development of a Demonstrator «Smart-parking ». In: *2018 19th IEEE Mediterranean Electrotechnical Conference (MELECON)*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 172–176. ISSN 2158-8481.

- [A53] CRUZ, M. et al. Go!Caronas: Fostering Ridesharing with Online Social Network, Candidates Clustering and Ride matching. In: *2016 8th Euro American Conference on Telematics and Information Systems (EATIS)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 1–8.
- [A54] DALY, E.; BERLINGERIO, M.; SCHNITZLER, F. Crowd Sourcing, with a Few Answers: Recommending Commuters for Traffic Updates. In: *Proceedings of the 9th ACM Conference on Recommender Systems*. New York, NY, USA: ACM, 2015. (RecSys '15), p. 253–256. ISBN 978-1-4503-3692-5.
- [A55] D'ANDREA, E.; MARCELLONI, F. Detection of Traffic Congestion and Incidents from GPS Trace Analysis. *Expert Systems with Applications*, v. 73, p. 43 – 56, 2017. ISSN 0957-4174.
- [A56] DANG, D.; TANWAR, J.; MASOOD, S. A Smart Traffic Solution for High Priority Vehicles. In: *2015 1st International Conference on Next Generation Computing Technologies (NGCT)*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 466–470.
- [A57] DASUHA, L. C.; MANTORO, T. Car to Car Communication in VANET using Co-operative Mobility Services of the Future (COMOSEF). In: *2016 5th International Conference on Multimedia Computing and Systems (ICMCS)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 349–353. ISSN 2472-7652.
- [A58] DEZANI, H. Urban Road Optimization Based on Safety and Cyclists' Effort Required by Bike Tracks. In: *2015 IEEE 18th International Conference on Intelligent Transportation Systems*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 1111–1116. ISSN 2153-0017.
- [A59] DIB, O.; MANIER, M.; MOALIC, L. Advanced Modeling Approach for Computing Multicriteria Shortest Paths in Multimodal Transportation Networks. In: *2016 IEEE International Conference on Intelligent Transportation Engineering (ICITE)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 40–44.
- [A60] DIBBELT, J. et al. Eco-Aware Vehicle Routing in Urban Environments. In: *2017 IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 208–213.
- [A61] DJAHEL, S. et al. Critic: A Cognitive Radio Inspired Road Traffic Congestion Reduction Solution. In: *2018 Wireless Days (WD)*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 151–157.
- [A62] DJAHEL, S. et al. Reducing Emergency Services Response Time in Smart Cities: An Advanced Adaptive and Fuzzy Approach. In: *2015 IEEE First International Smart Cities Conference (ISC2)*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 1–8.
- [A63] D'OREY, P. M.; FERNANDES, R.; FERREIRA, M. Empirical Evaluation of a Dynamic and Distributed Taxi-Sharing System. In: *2012 15th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 140–146. ISSN 2153-0017.
- [A64] D'OREY, P. M.; FERREIRA, M. Can Ride-Sharing Become Attractive? A Case Study Of Taxi-Sharing Employing a Simulation Modelling Approach. *IET Intelligent Transport Systems*, v. 9, n. 2, p. 210–220, 2015. ISSN 1751-956X.
- [A65] DOSHI, P. et al. Smart Mobility: Algorithm for Road and Driver Type Determination. In: *2017 IEEE Transportation Electrification Conference (ITEC-India)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 1–4.
- [A66] EKLER, P. et al. Social Driving in Connected Car Environment. In: *Proceedings of European Wireless 2015; 21th European Wireless Conference*. [S.l.: s.n.], 2015.
- [A67] EVIGILI, F. et al. Empowering People Through Mobile Devices For Smarter Places. In: STREITZ, N.; STEPHANIDIS, C. (Ed.). *Distributed, Ambient, and Pervasive Interactions*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013. p. 284–293. ISBN 978-3-642-39351-8.
- [A68] EZZEDINE, H. et al. Intermodal Transportation System Management: Towards Integration of Traffic Management System and Users Information System. In: *The Proceedings of the Multiconference on Computational Engineering in Systems Applications*. [S.l.: s.n.], 2006. v. 1, p. 972–979.
- [A69] FARO, A.; GIORDANO, D.; SPAMPINATO, C. Evaluation of The Traffic Parameters in A Metropolitan Area by Fusing Visual Perceptions and CNN Processing of Webcam Images. *IEEE Transactions on Neural Networks*, v. 19, n. 6, p. 1108–1129, June 2008. ISSN 1045-9227.
- [A70] FERREIRA, J. C.; FILIPE, P.; SILVA, A. Multi-Modal Transportation Advisor System. In: *2011 IEEE Forum on Integrated and Sustainable Transportation Systems*. [S.l.: s.n.], 2011. p. 388–393.
- [A71] FIKRI, A.; ZRIHNI, E. M.; ALJ, Y. S. A Smartphone-Based System for Traffic Congestion Control Using RFID Tags. In: *2015 International Conference on Electrical and Information Technologies (ICEIT)*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 410–413.

- [A72] FILHO, S. G. P.; SOUSA, R. S. de; SOARES, A. C. B. A Protocol for Traffic Congestion Control Based On Vehicular Networks V2X. In: *2016 XLII Latin American Computing Conference (CLEI)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 1–8.
- [A73] FLOUDAS, N. et al. Public Transport Optimisation Based On Traveller Requests And Network Efficiency. In: *Road Transport Information and Control Conference 2014 (RTIC 2014)*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 1–3.
- [A74] FRÖHLICH, S. et al. Bikenow: A Pervasive Application for Crowdsourcing Bicycle Traffic Data. In: *Proceedings of the 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing: Adjunct*. [S.l.: s.n.], 2016.
- [A75] FU, X. et al. Smooth: Improved Short-Distance Mobility for A Smarter City. In: *Proceedings of the 2Nd International Workshop on Science of Smart City Operations and Platforms Engineering*. New York, NY, USA: ACM, 2017. (SCOPE '17), p. 46–51. ISBN 978-1-4503-4989-5.
- [A76] GOHAR, M.; MUZAMMAL, M.; RAHMAN, A. U. SMART TSS: Defining Transportation System Behavior Using Big Data Analytics in Smart Cities. *Sustainable Cities and Society*, v. 41, p. 114 – 119, 2018. ISSN 2210-6707.
- [A77] GUILLÉN, K. I. L.; MENDOZA, U. F.; SANTOS, L. W. Crowdmap and Ushahidi: To Obtain and Siusualize Traffic Congestion Information in Mexico City. In: *Proceedings of the 4th ACM SIGSPATIAL International Workshop on Computational Transportation Science*. [S.l.: s.n.], 2011.
- [A78] GUPTA, A. et al. Urban Waterlogging Detection and Severity Prediction Using Artificial Neural Networks. In: *2017 IEEE 19th International Conference on High Performance Computing and Communications; IEEE 15th International Conference on Smart City; IEEE 3rd International Conference on Data Science and Systems (HPCC/SmartCity/DSS)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 42–49.
- [A79] GYÖRGY, K.; ATTILA, A.; TAMÁS, F. New Framework for Monitoring Urban Mobility in European Cities. *Transportation Research Procedia*, v. 24, p. 155 – 162, 2017. ISSN 2352-1465. 3rd Conference on Sustainable Urban Mobility, 3rd CSUM 2016, 26 – 27 May 2016, Volos, Greece.
- [A80] HAGENAUER, F. et al. Parked Cars as Virtual Network Infrastructure: Enabling Stable V2I Access for Long-Lasting Data Flows. In: *Proceedings of the 2Nd ACM International Workshop on Smart, Autonomous, and Connected Vehicular Systems and Services*. New York, NY, USA: ACM, 2017. (CarSys '17), p. 57–64. ISBN 978-1-4503-5146-1.
- [A81] HAMIDI, S. R. et al. Industry 4.0 Urban Mobility: Gonpark Smart Parking Tracking Module. In: *Proceedings of the 3rd International Conference on Communication and Information Processing*. New York, NY, USA: ACM, 2017. (ICCIP '17), p. 503–507. ISBN 978-1-4503-5365-6.
- [A82] HANDTE, M. et al. An Internet-Of-Things Enabled Connected Navigation System for Urban Bus Riders. *IEEE Internet of Things Journal*, v. 3, n. 5, p. 735–744, Oct 2016. ISSN 2327-4662.
- [A83] HASAN, R. et al. Smart Peer Car Pooling System. In: *2016 3rd MEC International Conference on Big Data and Smart City (ICBDSC)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 1–6.
- [A84] HE, P.-J.; SSU, K.-F.; LIN, Y.-Y. Sharing Trajectories of Autonomous Driving Vehicles to Achieve Time-Efficient Path Navigation. In: *2013 IEEE Vehicular Networking Conference*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 119–126. ISSN 2157-9865.
- [A85] HERNAFI, Y.; AHMED, M. B.; BOUHORMA, M. An Approaches' Based On Intelligent Transportation Systems to Dissect Driver Behavior and Smart Mobility in Smart City. In: *2016 4th IEEE International Colloquium on Information Science and Technology (CiSt)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 886–895. ISSN 2327-1884.
- [A86] HERNAFI, Y.; AHMED, M. B.; BOUHORMA, M. ACO and PSO Algorithms for Developing a New Communication Model for VANET Applications in Smart Cities. *Wireless Personal Communications*, v. 96, n. 2, p. 2039–2075, Sep 2017. ISSN 1572-834X.
- [A87] HOQUE, M. A. et al. Safari-Taxi: Secure, Autonomic, Fault-Resilient, and Intelligent Taxi Hailing System. In: *2017 IEEE 15th Intl Conf on Dependable, Autonomic and Secure Computing, 15th Intl Conf on Pervasive Intelligence and Computing, 3rd Intl Conf on Big Data Intelligence and Computing and Cyber Science and Technology Congress(DASC/PiCom/DataCom/CyberSciTech)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 438–445.
- [A88] HU, T.; ZHENG, G.; LIAO, T. Smart Mobility: Evaluation of Demand-Responsive Transit Systems in Chiayi City. In: *2017 International Smart Cities Conference (ISC2)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 1–6.
- [A89] IANNUZZI, D.; D'OSTILIO, R. Inductive Charging Station for Ebike Clever Mobility: A Research Project. In: *2014 AEIT Annual Conference - From Research to Industry: The Need for a More Effective Technology Transfer (AEIT)*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 1–4.

- [A90] ITO, M. et al. An Effective Tracking Technique of Public Transportation Toward Passenger Generated Vehicle Location System. In: *Proceedings of the 13th International Conference on Ubiquitous Computing*. New York, NY, USA: ACM, 2011. (UbiComp '11), p. 551–552. ISBN 978-1-4503-0630-0.
- [A91] JANECEK, A. et al. The Cellular Network As A Sensor: From Mobile Phone Data To Real-Time Road Traffic Monitoring. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, v. 16, n. 5, p. 2551–2572, Oct 2015. ISSN 1524-9050.
- [A92] JAVAID, S. et al. Smart Traffic Management System Using Internet of Things. In: 2018 20th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT). [S.l.: s.n.], 2018. p. 393–398.
- [A93] JIA, R. et al. Data Driven Congestion Trends Prediction of Urban Transportation. *IEEE Internet of Things Journal*, v. 5, n. 2, p. 581–591, April 2018. ISSN 2327-4662.
- [A94] KAPARIAS, I. et al. Development and Application of an Evaluation Framework for Urban Traffic Management and Intelligent Transport Systems. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 48, p. 3102 – 3112, 2012. ISSN 1877-0428. Transport Research Arena 2012.
- [A95] KARON, G.; MIKULSKI, J. Modelling of Transportation Systems in Agglomerations for Its Solutions. *IFAC Proceedings Volumes*, v. 45, n. 4, p. 74 – 79, 2012. ISSN 1474-6670. 1st IFAC Conference on Embedded Systems, Computational Intelligence and Telematics in Control.
- [A96] KAWASAKI, T. et al. Damage Detector: The Damage Automatic Detection of Compartment Lines Using a Public Vehicle and A Camera. In: *Adjunct Proceedings of the 13th International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Computing, Networking and Services, MobiQuitous 2016*. [S.l.]: Association for Computing Machinery, 2016. p. 53–58.
- [A97] KEIMER, A. et al. Information Patterns in The Modeling and Design Of Mobility Management Services. *Proceedings of the IEEE*, v. 106, n. 4, p. 554–576, April 2018. ISSN 0018-9219.
- [A98] KEISER, J. et al. IMA - An Adaptable and Dynamic Service Platform for Intermodal Mobility Assistance. In: 17th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC). [S.l.: s.n.], 2014. p. 1521–1528. ISSN 2153-0009.
- [A99] KERPER, M. et al. Learning Traffic Light Phase Schedules from Velocity Profiles in The Cloud. In: *2012 5th International Conference on New Technologies, Mobility and Security (NTMS)*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 1–5. ISSN 2157-4960.
- [A100] KHOROBRYKH, S. et al. Concept of Social Agent-Based Cycling Monitoring System for Smart City. In: *Proceedings of the International Conference on Electronic Governance and Open Society: Challenges in Eurasia*. New York, NY, USA: ACM, 2016. (EGOSE '16), p. 15–18. ISBN 978-1-4503-4859-1.
- [A101] KINAI, A. et al. Traffic 411: A Traffic Congestion Routing and Awareness Platform for Nairobi. In: *Proceedings of the 29th Annual ACM Symposium on Applied Computing*. [S.l.: s.n.], 2014.
- [A102] KINAI, A. et al. Twende-twende: A Mobile Application for Traffic Congestion Awareness and Routing. In: *MOBILESoft 2014: Proceedings of the 1st International Conference on Mobile Software Engineering and Systems*. [S.l.: s.n.], 2014.
- [A103] KLOIBHOFER, R.; FRESOLONE, F. Mobile Probe for Environmental Monitoring in The Integreen Project. In: *2015 IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC) Proceedings*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 993–997. ISSN 1091-5281.
- [A104] KNAKE-LANGHORST, S. et al. Test Site Aim - Toolbox and Enabler for Applied Research and Development in Traffic and Mobility. *Transportation Research Procedia*, v. 14, p. 2197– 2206, 2016. ISSN 2352-1465. Transport Research Arena TRA2016.
- [A105] KONISHI, T. et al. CityProphet: City-Scale Irregularity Prediction Using Transit App Logs. In: *Proceedings of the 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing*. New York, NY, USA: ACM, 2016. (UbiComp '16), p. 752–757. ISBN 978-1-4503-4461-6.
- [A106] KUNWAR, B.; SIMINI, F.; JOHANSSON, A. Large Scale Pedestrian Evacuation Modeling Framework using Volunteered Geographical Information. *Transportation Research Procedia*, v. 2, p. 813 – 818, 2014. ISSN 2352-1465. The Conference on Pedestrian and Evacuation Dynamics 2014 (PED 2014), 22-24 October 2014, Delft, The Netherlands.
- [A107] KUSTER, C.; MASUCH, N.; SIVRIKAYA, F. Toward an Interactive Mobility Assistant for Multi-Modal Transport in Smart Cities. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, v. 10797 LNCS, p.321–327, 2018.

- [A108] KUZMINYKH, I.; KABALI, S. Development of Smart Infocommunication Networks for Intellectual Municipal Services. In: *2015 Second International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications Science and Technology (PIC S T)*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 128–130.
- [A109] LAMBRINOS, L.; DOSIS, A. Applying Mobile and Internet of Things Technologies in Managing Parking Spaces for People with Disabilities. In: *Proceedings of the 2013 ACM Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing Adjunct Publication*. New York, NY, USA: ACM, 2013. (UbiComp '13 Adjunct), p. 219–222. ISBN 978-1-4503-2215-7.
- [A110] LATIF, S.; AFZAAL, H.; ZAFAR, N. A. Intelligent Traffic Monitoring and Guidance System for Smart City. In: *2018 International Conference on Computing, Mathematics and Engineering Technologies (iCoMET)*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 1–6.
- [A111] LEE, C. C. et al. Traffic Condition Monitoring Using Weighted Kernel Density for Intelligent Transportation. In: *2015 IEEE 13th International Conference on Industrial Informatics (INDIN)*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 624–627. ISSN 1935-4576.
- [A112] LEONE, G. R. et al. An Intelligent Cooperative Visual Sensor Network for Urban Mobility. In: *Sensors*. [S.l.: s.n.], 2017.
- [A113] LI, J.; WANG, X.; WU, T. Research On Seeds Discovery Model to Detect Traffic Congestions. In: *2017 International Conference on Security, Pattern Analysis, and Cybernetics (SPAC)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 552–557.
- [A114] LI, T. A Mobile Ad Hoc Routing Protocol for Metropolitan Bus Networks. In: *2006 6th International Conference on ITS Telecommunications*. [S.l.: s.n.], 2006. p. 737–740.
- [A115] LI, Y. et al. Limits of Predictability for Large-Scale Urban Vehicular Mobility. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, v. 15, n. 6, p. 2671–2682, Dec 2014. ISSN 1524-9050.
- [A116] LIOUANE, Z. et al. A Genetic-Based Localization Algorithm for Elderly People in Smart Cities. In: *Proceedings of the 14th ACM International Symposium on Mobility Management and Wireless Access*. New York, NY, USA: ACM, 2016. (MobiWac '16), p. 83–89. ISBN 978-1-4503-4503-3.
- [A117] LIRA, V. M. de et al. Boosting Ride Sharing with Alternative Destinations. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, v. 19, n. 7, p. 2290–2300, July 2018. ISSN 1524-9050.
- [A118] LIU, X. et al. SHE: Stepwise Heterogeneous Ensemble Method for Citywide Traffic Analysis. In: *Proceedings of the 1st ACM SIGSPATIAL Workshop on Prediction of Human Mobility*. New York, NY, USA: ACM, 2017. (PredictGIS'17), p. 3:1–3:10. ISBN 978-1-4503-5501-8.
- [A119] LU, E. H.; CHEN, H.; TSENG, V. S. An Efficient Framework for Multirequest Route Planning in Urban Environments. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, v. 18, n. 4, p. 869–879, April 2017. ISSN 1524-9050.
- [A120] LUCIETTI, L.; HOOGENDOORN, C.; CRÉ, I. New Tools and Strategies for Design and Operation of Urban Transport Interchanges. *Transportation Research Procedia*, v. 14, p. 1240 – 1249, 2016. ISSN 2352-1465. Transport Research Arena TRA2016.
- [A121] MAEDA, H.; SEKIMOTO, Y.; SETO, T. Lightweight Road Manager: Smartphone-Based Automatic Determination of Road Damage Status by Deep Neural Network. In: *Proceedings of the 5th ACM SIGSPATIAL International Workshop on Mobile Geographic Information Systems*. New York, NY, USA: ACM, 2016. (MobiGIS '16), p. 37–45. ISBN 978-1-4503-4582-8.
- [A122] MAGLIOCCHETTI, D. et al. A Personal Mobility Assistant Based on Ambient Intelligence to Promote Sustainable Travel Choices. *Procedia Computer Science*, v. 5, p. 892 – 899, 2011. ISSN 1877-0509. The 2nd International Conference on Ambient Systems, Networks and Technologies (ANT-2011) / The 8th International Conference on Mobile Web Information Systems (MobiWIS 2011).
- [A123] MAGRINI, M. et al. Computer Vision On Embedded Sensors for Traffic Flow Monitoring. In: *2015 IEEE 18th International Conference on Intelligent Transportation Systems*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 161–166. ISSN 2153-0017.
- [A124] MAHBADI, M. et al. Cloud-Enabled Vehicular Congestion Estimation: An ITS Application. In: *2016 IEEE Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering (CCECE)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 1–4.
- [A125] MAINETTI, L. et al. A Novel IoT-Aware Smart Parking System Based on the Integration of RFID and WSN Technologies. *International Journal of RF Technologies: Research and Applications*, v. 7, n. 4, p. 175–199, 2016.
- [A126] MAKAROVA, I.; PASHKEVICH, A.; SHUBENKOVA, K. Ensuring Sustainability of Public Transport System Through Rational Management. *Procedia Engineering*, v. 178, p. 137 – 146, 2017. ISSN 1877-7058. RelStat-2016: Proceedings of the 16th International Scientific Conference Reliability and Statistics in Transportation and Communication October 19-22, 2016. Transport and Telecommunication Institute, Riga, Latvia.

- [A127] MAKAROVA, I. et al. Ways to Increase Population Mobility Through the Transition to Sustainable Transport. *Procedia Engineering*, v. 187, p. 756 – 762, 2017. ISSN 1877-7058. TRANSBALTICA 2017: Transportation Science and Technology: Proceedings of the 10th International Scientific Conference, May 4-5, 2017, Vilnius Gediminas Technical University, Vilnius, Lithuania.
- [A128] MALLUS, M. et al. Carpooling in Urban Areas: A Real-Time Service Case-Study. In: MANDLER, B. et al. (Ed.). *Internet of Things. IoT Infrastructures*. Cham: Springer International Publishing, 2016. p. 157–166. ISBN 978-3-319-47063-4.
- [A129] MALLUS, M. et al. Dynamic Carpooling in Urban Areas: Design And Experimentation with a Multi-Objective Route Matching Algorithm. *Sustainability*, v. 9, n. 2, 2017. ISSN 2071-1050.
- [A130] MANDAL, R. et al. A System for Stoppage Pattern Extraction from Public Bus GPS Traces in Developing Regions. In: *Proceedings of the Third ACM SIGSPATIAL International Workshop on Mobile Geographic Information Systems*. New York, NY, USA: ACM, 2014. (MobiGIS '14), p. 72–75. ISBN 978-1-4503-3142-5.
- [A131] MARCHETTA, P. et al. A Map-Based Platform for Smart Mobility Services. In: *2015 IEEE Symposium on Computers and Communication (ISCC)*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 19–24.
- [A132] MARGHERITA, A. et al. Design of Sustainable Mobility Services in Intelligent Cities: a Framework Based on Collective Intelligence. In: SCHIUMA, G.; LONNQVIST, A.; SPENDER, J. (Ed.). *2011 6TH International Forum on Knowledge Asset Dynamics (IFKAD 2011): Knowledge-Based Foundations of the Service Economy*. [S.l.], 2011. p. 82–99. ISBN 978-88-96687-05-5. 6th International Forum on Knowledge Asset Dynamics (IFKAD), Tampere, FINLAND, JUN 15-17, 2011.
- [A133] MARTINO, S. D.; ROSSI, S. An Architecture for a Mobility Recommender System in Smart Cities. *Procedia Computer Science*, v. 98, p. 425 – 430, 2016. ISSN 1877-0509. The 7th International Conference on Emerging Ubiquitous Systems and Pervasive Networks (EUSPN 2016)/The 6th International Conference on Current and Future Trends of Information and Communication Technologies in Healthcare (ICTH-2016)/Affiliated Workshops.
- [A134] MATHUR, S. et al. ParkNet: Drive-by Sensing of Road-Side Parking Statistics. In: *Proceedings of the 8th International Conference on Mobile Systems, Applications, and Services*. New York, NY, USA: ACM, 2010. (MobiSys '10), p. 123–136. ISBN 978-1-60558-985-5.
- [A135] MATSUMOTO, T.; SAKAKIBARA, K.; TAMAKI, H. Bus Line Optimization Using Multi-Agent Simulation Model of Urban Traffic Behavior of Inhabitants Applying Branch and Bound Techniques. In: *2015 54th Annual Conference of the Society of Instrument and Control Engineers of Japan (SICE)*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 234–239.
- [A136] MENELAOU, C. et al. A Congestion-Free Vehicle Route Reservation Architecture. In: *2016 18th Mediterranean Electrotechnical Conference (MELECON)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 1–6. ISSN 2158-8481.
- [A137] MENYCHTAS, A. et al. An IoT Enabled Point System for End-to-End Multi-Modal Transportation Optimization. In: *2013 5th IEEE International Conference on Broadband Network Multimedia Technology*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 201–205.
- [A138] MIHĂIȚĂ, A. S.; DUPONT, L.; CAMARGO, M. Multi-Objective Traffic Signal Optimization Using 3D Mesoscopic Simulation and Evolutionary Algorithms. *Simulation Modelling Practice and Theory*, v. 86, p. 120 – 138, 2018. ISSN 1569-190X.
- [A139] MILOJEVIC, M.; RAKOCEVIC, V. Distributed Road Traffic Congestion Quantification Using Cooperative VANETs. In: *2014 13th Annual Mediterranean Ad Hoc Networking Workshop (MED-HOC-NET)*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 203–210.
- [A140] MINGRONE, L.; PIGNATARO, G.; ROSCIA, M. Smart Urban Electric Transport System: An Innovative Real Model. In: *2015 International Conference on Renewable Energy Research and Applications (ICRERA)*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 1457–1462.
- [A141] MITSAKIS, E. et al. Large Scale Deployment of Cooperative Mobility Systems in Europe: COMPASS4D. In: *2014 International Conference on Connected Vehicles and Expo (ICCVE)*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 469–476. ISSN 2378-1289.
- [A142] MITSOPOULOU, E.; KALOGERAKI, V. Efficient Parking Allocation for SmartCities. In: *Proceedings of the 10th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*. New York, NY, USA: ACM, 2017. (PETRA '17), p. 265–268. ISBN 978-1-4503-5227-7.
- [A143] MOMEN, A.; HASSANI, A. S.; AZMI, P. Real-World Vehicle Mobility Modeling Based on Wireless Network Information. In: *IEEE Vehicular Technology Conference*. [S.l.: s.n.], 2006. p. 1–5. ISSN 1090-3038.
- [A144] MOREIRA-MATIAS, L. et al. Time-Evolving O-D Matrix Estimation using High-Speed GPS Data Streams. *Expert Systems with Applications*, v. 44, p. 275 – 288, 2016. ISSN 0957-4174.

- [A145] MOTTA, G. et al. Personal Mobility Service System in Urban Areas: The IRMA Project. In: *2015 IEEE Symposium on Service-Oriented System Engineering*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 88–97.
- [A146] MRAZOVIC, P.; LARRIBA-PEY, J. L.; MATSKIN, M. Improving Mobility in Smart Cities with Intelligent Tourist Trip Planning. In: *2017 IEEE 41st Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC)*. [S.l.: s.n.], 2017. v. 1, p. 897–907. ISSN 0730-3157.
- [A147] MURALIDHARAN, A.; FLORES, C.; VARAIYA, P. High-Resolution Sensing of Urban Traffic. In: *17th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 780–785. ISSN 2153-0009.
- [A148] NATALE, E.; TUFO, M.; SALVI, A. A Fleet Management Service for Smart Cities: The S2-Move Project. In: *2016 IEEE International Smart Cities Conference (ISC2)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 1–6.
- [A149] NAWAZ, S.; EFSTRATIOU, C.; MASCOLO, C. ParkSense: A Smartphone Based Sensing System for On-Street Parking. In: *Proceedings of the 19th Annual International Conference on Mobile Computing & Networking*. New York, NY, USA: ACM, 2013. (MobiCom '13), p. 75–86. ISBN 978-1-4503-1999-7.
- [A150] OUBBATI, O. S. et al. IRTIV: Intelligent Routing Protocol Using Real Time Traffic Information in Urban Vehicular Environment. In: *2014 6th International Conference on New Technologies, Mobility and Security (NTMS)*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 1–4. ISSN 2157-4952.
- [A151] PANOVSKI, D.; ZAHARIA, T. Simulation-Based Vehicular Traffic Lights Optimization. In: *2016 12th International Conference on Signal-Image Technology Internet-Based Systems (SITIS)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 258–265.
- [A152] PATEL, A. S. et al. Ontology-Based Multi-Agent Smart Bike Sharing System (SBSS). In: *2018 IEEE International Conference on Smart Computing (SMARTCOMP)*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 417–422.
- [A153] POMPEI, F. Ant Colony Optimisation and Geolocation Technologies for the Transportation Assignment Problem. In: *2017 IEEE 41st Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC)*. [S.l.: s.n.], 2017. v. 2, p. 749–753. ISSN 0730-3157.
- [A154] POUS, M. et al. Design of a Real-Time Crowdsourced Mobility Sensor for Public Transportation Networks. In: *Proceedings of the 2nd International Conference on Sensor Networks - Volume 1: SENSORNETS*. [S.l.: SciTePress, 2013. p. 231–235. ISBN 978-989-8565-45-7.
- [A155] PRANDI, C. et al. On The Need of Trustworthy Sensing and Crowdsourcing for Urban Accessibility in Smart City. *ACM Transactions on Internet Technology (TOIT)*, ACM, New York, NY, USA, v. 18, n. 1, p. 4:1–4:21, oct 2017. ISSN 1533-5399.
- [A156] PRASHANTH, T. S. L.; TAMILSELVAN, A. K.; CHANDRODAYA, S. Multimodal Transport Model: Enhancing Collaboration Among Mobility Sharing Schemes by Identifying an Optimal Transit Station. In: *2016 International Conference on Internet of Things and Applications (IOTA)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 286–291.
- [A157] RAHMAN, M. S.; KIYOMOTO, S. Secure Bike Sharing System For Multi-Modal Journey. In: *2016 IEEE International Conferences on Big Data and Cloud Computing (BDCloud), Social Computing and Networking (SocialCom), Sustainable Computing and Communications (SustainCom) (BDCloud-SocialCom-SustainCom)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 437–444.
- [A158] RAJAPAKSHA, P. et al. iTrip, A Framework to Enhance Urban Mobility by Leveraging Various Data Sources. *Transportation Research Procedia*, v. 24, p. 113 – 122, 2017. ISSN 2352 - 1465. 3rd Conference on Sustainable Urban Mobility, 3rd CSUM 2016, 26 - 27 May 2016, Volos, Greece.
- [A159] RAKKESH, S. T.; WEERASINGHE, A. R.; RANASINGHE, R. A. C. Traffic Light Optimization Solutions Using Multimodal, Distributed and Adaptive Approaches. In: *2015 Fifteenth International Conference on Advances in ICT for Emerging Regions (ICTer)*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 220–225.
- [A160] RAM, S. et al. SmartBus: A Web Application for Smart Urban Mobility and Transportation. In: *Proceedings of the 25th International Conference Companion on World Wide Web*. Republic and Canton of Geneva, Switzerland: International World Wide Web Conferences Steering Committee, 2016. (WWW '16 Companion), p. 363–368. ISBN 978-1-4503-4144-8.
- [A161] RAMASWAMY, P. IoT Smart Parking System for Reducing Green House Gas Emission. In: *2016 International Conference on Recent Trends in Information Technology (ICRTIT)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 1–6.
- [A162] RATHORE, M. M. et al. Exploiting real-time big data to empower smart transportation using big graphs. In: *2016 IEEE Region 10 Symposium (TENSYP)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 135–139.
- [A163] RAZZAQUE, M. A.; CLARKE, S. Smart Management of Next Generation Bike Sharing Systems Using Internet of Things. In: *2015 IEEE First International Smart Cities Conference (ISC2)*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 1–8.

- [A164] REHENA, Z.; JANSSEN, M. Towards A Framework for Context-Aware Intelligent Traffic Management System in Smart Cities. In: *Companion Proceedings of the The Web Conference 2018*. Republic and Canton of Geneva, Switzerland: International World Wide Web Conferences Steering Committee, 2018. (WWW '18), p. 893–898. ISBN 978-1-4503-5640-4.
- [A165] RHODES, C.; DJAHHEL, S. TRADER: Traffic Light Phases Aware Driving for Reduced Traffic Congestion in Smart Cities. In: *2017 International Smart Cities Conference (ISC2)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 1–8.
- [A166] RONG, Y. et al. Du-Parking: Spatio-Temporal Big Data Tells You Realtime Parking Availability. In: *KDD 2018*. [S.l.: s.n.], 2018.
- [A167] SAARIKA, P. S.; SANDHYA, K.; SUDHA, T. Smart Transportation System Using IoT. In: *2017 International Conference On Smart Technologies for Smart Nation (SmartTechCon)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 1104–1107.
- [A168] SADANANDAN, L.; NITHIN, S. A Smart Transportation System Facilitating On-Demand Bus and Route Allocation. In: *2017 International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 1000–1003.
- [A169] SALCEDO-SANZ, S. et al. One-Way Urban Traffic Reconfiguration using a Multi- Objective Harmony Search Approach. *Expert Systems with Applications*, Pergamon Press, Inc., Tarrytown, NY, USA, v. 40, n. 9, p. 3341–3350, jul. 2013. ISSN 0957-4174.
- [A170] SAMIR, A.; MOHAMED, B. A.; ABDELHAKIM, B. A. Detection of Driver Drowsiness Based on the VIOLA & JONES Method and Logistic Regression Analysis. In: *Proceedings of the Mediterranean Symposium on Smart City Application*. New York, NY, USA: ACM, 2017. (SCAMS '17), p. 23:1–23:6. ISBN 978-1-4503-5211-6.
- [A171] SANTOS, F. A. et al. Context-Aware Vehicle Route Recommendation Platform: Exploring Open and Crowdsourced Data. In: *2018 IEEE International Conference on Communications (ICC)*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 1–7. ISSN 1938-1883.
- [A172] SAREMI, F.; ABDELZAHER, T. Combining Map-Based Inference and Crowd-Sensing for Detecting Traffic Regulators. In: *2015 IEEE 12th International Conference on Mobile Ad Hoc and Sensor Systems*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 145–153.
- [A173] SASSI, A.; MAMEI, M.; ZAMBONELLI, F. Towards A General Infrastructure for Location-Based Smart Mobility Services. In: *2014 International Conference on High Performance Computing Simulation (HPCS)*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 849–856.
- [A174] SCHREIECK, M. et al. A Matching Algorithm for Dynamic Ridesharing. *Transportation Research Procedia*, v. 19, p. 272 – 285, 2016. ISSN v2352-1465. Transforming Urban Mobility. mobil.TUM 2016. International Scientific Conference on Mobility and Transport. Conference Proceedings.
- [A175] SHAH, Y. K.; TAN, W. C. W. VELOR: Velocity-Based Routing Protocol. In: *Proceedings of the 2014 ACM International Workshop on Wireless and Mobile Technologies for Smart Cities*. New York, NY, USA: ACM, 2014. (WiMobCity '14), p. 77–82. ISBN 978-1-4503-3036-7.
- [A176] SHEN, B. et al. StepDeep: A Novel Spatial-Temporal Mobility Event Prediction Framework Based On Deep Neural Network. In: *Proceedings of the 24th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining*. New York, NY, USA: ACM, 2018. (KDD '18), p. 724– 733. ISBN 978-1-4503-5552-0.
- [A177] SLAMET, W. et al. Internet of Things (IoT) As Green City Economic Development Smart Transportation System. In: *6th International Conference of Euro Asia Civil Engineering Forum, EACEF 2017*. MATEC Web Conf., 2017. v. 138, p. 07015.
- [A178] SOLMAZ, G.; TURGUT, D. Tracking Pedestrians and Emergent Events in Disaster Areas. *Journal of Network and Computer Applications*, Academic Press Ltd., London, UK, UK, v. 84, n. C, p. 55–67, abr. 2017. ISSN 1084-8045.
- [A179] SOUZA, A. M. de et al. SPARTAN: A Solution To Prevent Traffic Jam with Real-Time Alert and Re-Routing for Smart City. In: *2016 IEEE 84th Vehicular Technology Conference (VTC-Fall)*. [S.l.:s.n.], 2016. p. 1–5.
- [A180] SOUZA, A. M. de et al. Itssafe: An Intelligent Transportation System for Improving Safety and Traffic Efficiency. In: *2018 IEEE 87th Vehicular Technology Conference (VTC Spring)*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 1–7. ISSN 2577-2465.
- [A181] SOUZA, A. M. de et al. GARUDA: A New Geographical Accident Aware Solution to Reduce Urban Congestion. In: *2015 IEEE International Conference on Computer and Information Technology; Ubiquitous Computing and Communications; Dependable, Autonomic and Secure Computing; Pervasive Intelligence and Computing*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 596–602.
- [A182] SPICHKOVA, M.; SIMIC, M.; SCHMIDT, H. Formal Model for Intelligent Route Planning. *Procedia Computer Science*, v. 60, p. 1299 – 1308, 2015. ISSN 1877-0509. Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems 19th Annual Conference, KES-2015, Singapore, September 2015 Proceedings.

- [A183] SRIDHARAN, S.; PRASAD, R. V.; SRINARAYAN, S. Designing A Smart Transport System Application for South Indian Traffic Scenarios — A Modern Approach Towards Digitalizing the Transport Systems. In: *2017 2nd International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES)*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 1–6.
- [A184] STOLFI, D. H.; ALBA, E. Red Swarm: Smart Mobility in Cities with EAS. In: *Proceedings of the 15th Annual Conference on Genetic and Evolutionary Computation*. New York, NY, USA: ACM, 2013. (GECCO '13), p. 1373–1380. ISBN 978-1-4503-1963-8.
- [A185] STOLFI, D. H.; ALBA, E. Reducing Gas Emissions in Smart Cities by Using the Red Swarm Architecture. In: BIELZA, C. et al. (Ed.). *Advances in Artificial Intelligence*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013. p. 289–299. ISBN 978-3-642-40643-0.
- [A186] STOLFI, D. H.; ALBA, E. Eco-Friendly Reduction of Travel Times in European Smart Cities. In: *Proceedings of the 2014 Annual Conference on Genetic and Evolutionary Computation*. New York, NY, USA: ACM, 2014. (GECCO '14), p. 1207–1214. ISBN 978-1-4503-2662-9.
- [A187] STOLFI, D. H.; ALBA, E. Red Swarm: Reducing Travel Times in Smart Cities by Using Bio-Inspired Algorithms. *Applied Soft Computing*, v. 24, p. 181 – 195, 2014. ISSN 1568-4946.
- [A188] STOLFI, D. H.; ALBA, E. Smart Mobility Policies with Evolutionary Algorithms: The Adapting Info Panel Case. In: *Proceedings of the 2015 Annual Conference on Genetic and Evolutionary Computation*. New York, NY, USA: ACM, 2015. (GECCO '15), p. 1287–1294. ISBN 978-1-4503-3472-3.
- [A189] STOLFI, D. H.; ALBA, E. Computing New Optimized Routes for GPS Navigators using Evolutionary Algorithms. In: *Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference*. New York, NY, USA: ACM, 2017. (GECCO '17), p. 1240–1247. ISBN 978-1-4503-4920-8.
- [A190] STOLFI, D. H.; ALBA, E. Generating Realistic Urban Traffic Flows with Evolutionary Techniques. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, v. 75, p. 36 – 47, 2018. ISSN 0952-1976.
- [A191] STOLFI, D. H.; ALBA, E. Green Swarm: Greener Routes with Bio-Inspired Techniques. *Applied Soft Computing*, v. 71, p. 952 – 963, 2018. ISSN 1568-4946.
- [A192] STURARI, M. et al. An Integrated Mobility System using Real-Time Data for Traffic Simulation. In: *2016 12th IEEE/ASME International Conference on Mechatronic and Embedded Systems and Applications (MESA)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 1–6.
- [A193] SUCIU, G. et al. Smart City Mobility Simulation and Monitoring Platform. In: *2017 21st International Conference on Control Systems and Computer Science (CSCS)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 685–689. ISSN 2379-0482.
- [A194] SUKANYATHARA, J.; SEBAN, L. A Climate-Invariant Intelligent Real-Time System to Recognise and Report Road Accidents. In: *2017 IEEE Region 10 Symposium (TENSYP)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 1–5.
- [A195] SUN, N. et al. A Global and Dynamic Route Planning Application for Smart Transportation. In: *2015 First International Conference on Computational Intelligence Theory, Systems and Applications (CCITSA)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 203–208.
- [A196] SUNDHARAM, S. M.; FEJOZ, L.; NAVET, N. Connected Motorized Riders - A Smart Mobility System to Connect Two and Three-Wheelers. In: *2016 Sixth International Symposium on Embedded Computing and System Design (ISED)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 345–348. ISSN 2473-9413.
- [A197] TAPAS, N.; VYAS, O. P. IoT Deployment for Smarter Cities with Special Reference to Mobility. In: *Proceedings of the Second International Conference on Internet of Things, Data and Cloud Computing*. New York, NY, USA: ACM, 2017. (ICC '17), p. 147:1–147:4. ISBN 978-1-4503-4774-7.
- [A198] THAKUR, G. S. et al. Spatial and Temporal Analysis of Planet Scale Vehicular Imagery Data. In: *2011 IEEE 11th International Conference on Data Mining Workshops*. [S.l.: s.n.], 2011. p. 905–910. ISSN 2375-9232.
- [A199] TORRISI, V.; IGNACCOLO, M.; INTURRI, G. Innovative Transport Systems to Promote Sustainable Mobility: Developing The Model Architecture of a Traffic Control and Supervisor System. In: GERVASI, O. et al. (Ed.). *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2018*. Cham: Springer International Publishing, 2018. p. 622–638. ISBN 978-3-319-95168-3.
- [A200] TOSTADO, R. et al. A First Experience with a Smart Bus for Improving Public Transportation. *ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, IV-4/W3, p. 79–84, 2017.

- [A201] TOSTES, A. I. J. et al. From Data to Knowledge: City-Wide Traffic Flows Analysis and Prediction Using Bing Maps. In: *Proceedings of the 2Nd ACM SIGKDD International Workshop on Urban Computing*. New York, NY, USA: ACM, 2013. (UrbComp '13), p. 12:1–12:8. ISBN 978-1-4503-2331-4.
- [A202] UMANG; CHOUDHARY, P. Analyzing Virtual Traffic Light using State Machine in Vehicular Ad Hoc Network. In: LOBIYAL, D. K.; MANSOTRA, V.; SINGH, U. (Ed.). *Next-Generation Networks*. Singapore: Springer Singapore, 2018. p. 239–245. ISBN 978-981-10-6005-2.
- [A203] VARGA, N. et al. An Architecture Proposal for V2X Communication-Centric Traffic Light Controller Systems. In: *2017 15th International Conference on ITS Telecommunications (ITST)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 1–7.
- [A204] VELANDIA-BRIÑEZ, C. D. et al. Adaptive Signal Management using Event Processing Networks. In: *The 6th International Conference on Networked Computing and Advanced Information Management*. [S.l.: s.n.], 2010. p. 738–745.
- [A205] VISHWANATH, A. et al. Personalized Public Transportation: A Mobility Model and ITS Application to Melbourne. *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine*, v. 7, n. 4, p. 37–48, winter 2015. ISSN 1939-1390.
- [A206] VISHWANATH, A. et al. Personalised Public Transportation: A New Mobility Model for Urban and Suburban Transportation. In: *17th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 1831–1836. ISSN 2153-0009.
- [A207] WANG, M. et al. Discovering Urban Mobility Patterns with Pagerank Based Traffic Modeling and Prediction. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, v. 485, p. 23 – 34, 2017. ISSN 0378-4371.
- [A208] WANG, Y. et al. A Big Data Approach for Smart Transportation Management on Bus Network. In: *2016 IEEE International Smart Cities Conference (ISC2)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 1–6.
- [A209] WENCES, P. et al. Decision-Making Intelligent System for Passenger of Urban Transports. In: OCHOA, S. F.; SINGH, P.; BRAVO, J. (Ed.). *Ubiquitous Computing and Ambient Intelligence*. Cham: Springer International Publishing, 2017. p. 128–139. ISBN 978-3-319-67585-5.
- [A210] WILKIE, D.; BAYKAL, C.; LIN, M. C. Participatory Route Planning. In: *Proceedings of the 22Nd ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems*. New York, NY, USA: ACM, 2014. (SIGSPATIAL '14), p. 213–222. ISBN 978-1-4503-3131-9.
- [A211] XU, B. et al. Cooperative Method of Traffic Signal Optimization and Speed Control of Connected Vehicles at Isolated Intersections. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, p. 1–14, 2018. ISSN 1524-9050.
- [A212] YANG, B.; FANTINI, N.; JENSEN, C. S. iPark: Identifying Parking Spaces from Trajectories. In: *Proceedings of the 16th International Conference on Extending Database Technology*. [S.l.: s.n.], 2013.
- [A213] YANG, D. et al. Agent-Based Microscopic Pedestrian Interaction with Intelligent Vehicles in Shared Space. In: *Proceedings of the 2Nd International Workshop on Science of Smart City Operations and Platforms Engineering*. New York, NY, USA: ACM, 2017. (SCOPE '17), p. 69– 74. ISBN 978-1-4503-4989-5.
- [A214] YIN, S. et al. Understanding Transportation Accessibility of Metropolitan Chicago Through Interactive Visualization. In: *Proceedings of the 1st International ACM SIGSPATIAL Workshop on Smart Cities and Urban Analytics, UrbanGIS 2015*. [S.l.]: Association for Computing Machinery, Inc, 2015. p. 77–84.
- [A215] YOSHIDA, H. et al. Collision Detection for Bicycle and Pedestrian Exchange GPS Location in Smartphone. In: *Adjunct Proceedings of the 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2015 ACM International Symposium on Wearable Computers*. New York, NY, USA: ACM, 2015. (UbiComp/ISWC'15 Adjunct), p. 1583–1586. ISBN 978-1-4503-3575-1.
- [A216] YUAN, J. et al. Driving with Knowledge from the Physical World. In: *Proceedings of the 17th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*. New York, NY, USA: ACM, 2011. (KDD '11), p. 316–324. ISBN 978-1-4503-0813-7.
- [A217] YUE, W. et al. Strategy Model in Bus Tracking and Information Application (BTA) Towards Smart Mobility in Urban Spaces. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*, v. 10, n. 1-10, p. 109–114, 2018.
- [A218] YUE, W. S.; CHYE, K. K.; HOY, C. W. Towards Smart Mobility in Urban Spaces: Bus Tracking and Information Application. *Journal of Traffic and Transportation Engineering. AIP Conference Proceedings*, v. 1891, n. 1, p. 020145, 2017.

- [A219] ZABALA, A. P. et al. Webpage Application and Creation for Customer Services on Optimum Routing Search in the City of Bilbao. In: *2013 International Conference on Renewable Energy Research and Applications (ICRERA)*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 1240–1245.
- [A220] ZAN, T. T. T.; GUETA, L. B.; OKOCHI, T. Enabling Technology for Smart City Transportation in Developing Countries. In: *2015 IEEE International Conference on Smart City/SocialCom/SustainCom (SmartCity)*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 170–174.
- [A221] ZENKERT, J. et al. Big Data Analytics in Smart Mobility: Modeling and Analysis of the Aarhus Smart City Dataset. In: *2018 IEEE Industrial Cyber-Physical Systems (ICPS)*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 363–368.
- [A222] ZHANG, D.; HE, T.; ZHANG, F. Real-Time Human Mobility Modeling with Multi-View Learning. *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST)*, ACM, New York, NY, USA, v. 9, n. 3, p. 22:1–22:25, dez. 2017. ISSN 2157-6904.
- [A223] ZHOU, P.; ZHENG, Y.; LI, M. How Long to Wait? Predicting Bus Arrival Time with Mobile Phone Based Participatory Sensing. *IEEE Transactions on Mobile Computing*, v. 13, n. 6, p. 1228–1241, June 2014. ISSN 1536-1233.
- [A224] ZHU, F. et al. Parallel Transportation Management and Control System and ITS Applications in Building Smart Cities. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, v. 17, n. 6, p. 1576–1585, June 2016. ISSN 1524-9050.
- [A225] ZHU, M. et al. Public Vehicles for Future Urban Transportation. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, v. 17, n. 12, p. 3344–3353, Dec 2016. ISSN 1524-9050.

APÊNDICE B – Formulário de avaliação utilizado na entrevista

Avaliação do Guia de Mobilidade Urbana - Smafi Mobility for ALL (SMALL)

Este formulário tem como objetivo avaliar o guia de mobilidade urbana SMALL. Além das informações que a literatura academia forneceram para concepção e construção do guia.

1 - Perfil do Entrevistado/Organização

Esta seção tem como objetivo identificar o perfil do entrevistado e da Organização.

1.1) Deseja ser Identificado? Caso sim, digite seu nome.

1.2) Qual o cargo exerce ou exerceu na Organização de Mobilidade Urbana?

1.3) Há quantos meses/anos está/esteve no cargo?

1.4) Há quanto tempo atua/atuou com Mobilidade Urbana?

1.5) A O tem conhecimento sobre a existência da Lei nº 14.000/2020? Esta lei institui sobre as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana, para dispor sobre a elaboração do Plano de Mobilidade Urbana pelos Municípios.

Marcar apenas uma oval.

☐ Sim

☐ Não

1.6) A instituição já desenvolveu ou está em desenvolvimento o Plano de Mobilidade Urbana, sugerido pela Lei 14.000/2020?

Marcar apenas uma oval.

☐ Sim

☐ Não

1.7) Caso a resposta da questão 1.6 seja NÃO, justificar.

1.8) A organização implantou alguma tecnologia para melhoria da mobilidade urbana? Caso sim, qual(is)?

2 - Avaliação das Problemáticas abordadas pela literatura acadêmica.

Esta seção tem com objetivo avaliar a coerência das problemáticas abordadas na literatura acadêmica. Ela permite ao gestor indicar se as problemáticas identificadas estão alinhadas com a atual realidade.

2.1) De acordo com as seguintes problemáticas do subeixo "ACESSIBILIDADE", qual(is) delas NÃO estão alinhadas a temática?

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Uso indevido/ilegal de vagas de estacionamento destinadas às pessoas Portadoras de Necessidades Especiais (PNE).
- ☐ Falta de acessibilidade física para cadeiras de rodas em locais públicos e/ou privados.
- ☐ Pouca confiabilidade na presença/ausência real de objetos e barreiras para pessoas com deficiência visual.
- ☐ Todas as alternativas estão alinhadas ao subeixo Acessibilidade para Mobilidade Urbana.

2.2) De acordo com as seguintes problemáticas do subeixo "CONDIÇÕES VIÁRIAS", qual(is) delas NÃO estão alinhadas a temática?

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Identificar o status (danos) na infraestrutura viária e evitar acidentes em tempo real.
- ☐ Como tornar a viagem menos perigosa e mais confortável?
- ☐ Todas as alternativas estão alinhadas ao subeixo CONDIÇÕES VIÁRIAS para Mobilidade Urbana.

2.3) De acordo com as seguintes problemáticas do subeixo "DESASTRES AMBIENTAIS", qual(is) delas NÃO estão alinhadas a temática?

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Interrupção do tráfego em episódios de desastres naturais.
- ☐ Todas as alternativas estão alinhadas ao subeixo DESASTRES AMBIENTAIS para Mobilidade Urbana.

2.4) De acordo com as seguintes problemáticas do subeixo "ESTACIONAMENTO", qual(is) delas NÃO estão alinhadas a temática?

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Realiza o controle e fiscalização das vagas de estacionamento.
- ☐ Uso indevido/ilegal de vagas de estacionamento destinadas às pessoas Portadoras de Necessidades Especiais (PNE).
- ☐ Identificação de vaga(s) de estacionamento disponível(is).
- ☐ Desatualização dos locais de estacionamento nos mapas digitais.
- ☐ Todas as alternativas estão alinhadas ao subeixo ESTACIONAMENTO para Mobilidade Urbana.

2.5) De acordo com as seguintes problemáticas do subeixo "MULTIMODAL", qual(is) delas NÃO estão alinhadas a temática?

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Ineficiência no planejamento de transporte urbano. O
- ☐ aumento do número de veículos por habitantes.
- ☐ Falta de planejamento integrando nos horários dos diversos transportes públicos.
- ☐ Todas as alternativas estão alinhadas ao subeixo MULTIMODAL para Mobilidade Urbana.

2.6) De acordo com as seguintes problemáticas do subeixo "ORIENTAÇÃO/RECOMENDAÇÃO", qual(is) delas NÃO estão alinhadas a temática?

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Acontecimento de eventos inesperados, atrasos e interrupções dos serviços de transporte público.
- ☐ Como tornar a viagem menos perigosa e mais confortável? Aumento
- ☐ do tráfego e congestionamentos nos centros urbanos. Oferecer ao
- ☐ cidadão transporte público de maior qualidade.
- ☐ O aumento do número de veículos por habitantes.
- ☐ Todas as alternativas estão alinhadas ao subeixo ORIENTAÇÃO/RECOMENDAÇÃO para Mobilidade Urbana.

2.7) De acordo com as seguintes problemáticas do subeixo "SEGURANÇA", qual(is) delas NÃO estão alinhadas a temática?

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Identificar o status (danos) na infraestrutura viária e evitar acidentes em tempo real.
- ☐ Negligência do motorista durante a condução.
- ☐ Identificar acidentes em rodovias levando em consideração o clima.
- ☐ Como prevenir acidentes entre veículos e pedestres.
- ☐ Todas as alternativas compõem o subeixo SEGURANÇA para Mobilidade Urbana.

2.8) De acordo com as seguintes problemáticas do subeixo "SERVIÇOS ESSENCIAIS", qual(is) delas NÃO estão alinhadas a temática? Nesta questão é necessário observar que antes da problemática, existe uma temática específica. (Estrutura: temática - problemática)

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Transporte Público (Ônibus) - Falta de informação em tempo real do transporte público ao cidadão.
- ☐ Transporte Público (Ônibus) - Oferecer ao cidadão o transporte público de maior qualidade.
- ☐ Transporte Público - Acontecimento de eventos inesperados, atrasos e interrupções dos serviços de transporte público.
- ☐ Transporte Público (Ônibus) - Gerenciamento inadequado do transporte público e/ou da sua infraestrutura de urbana.
- ☐ Todas as alternativas estão alinhadas ao subeixo SERVIÇOS ESSENCIAIS para Mobilidade Urbana.

2.9) De acordo com as seguintes problemáticas do subeixo "SOLUÇÕES INOVADORAS", qual(is) delas NÃO estão alinhadas a temática? Nesta questão é necessário observar que antes da problemática, existe uma temática específica. (Estrutura: temática - problemática)

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Compartilhamento de Viagens (CARONA) - Realizar compatibilidade entre condutor e passageiro sem agendamento prévio
- ☐ Compartilhamento de Viagens (CARONA) ou Compartilhamento de Veículos - O aumento de veículos por habitantes.
- ☐ Ciclismo - Gerenciamento inadequado ou estático de tempo de espera em semáforos, voltado aos ciclistas.
- ☐ Ciclismo - Resistência na adoção dos meios de transporte não-motorizados.
- ☐ Todas as alternativas estão alinhadas ao subeixo SOLUÇÕES INOVADORAS para Mobilidade Urbana.

2.10) De acordo com as seguintes problemáticas do subeixo "SUSTENTABILIDADE", qual(is) delas NÃO estão alinhadas a temática? Nesta questão é necessário observar que antes da problemática, existe uma temática específica. (Estrutura: temática - problemática)

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Veículos Particulares - Falta de eficiência no modo de condução.
- ☐ Ciclismo - Resistência na adoção dos meios de transporte não-motorizados.
- ☐ Gerenciamento inadequado do tráfego de veículos e da sua infraestrutura de urbana.
- ☐ Compartilhamento de Viagens (CARONA) ou Compartilhamento de Veículos - O aumento de veículos por habitantes.
- ☐ Todas as alternativas estão alinhadas ao subeixo SUSTENTABILIDADE para Mobilidade Urbana.

2.11) De acordo com as seguintes problemáticas do subeixo "TRÁFEGO E CONGESTIONAMENTO", qual(is) delas não estão alinhadas a temática?

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Acontecimento de eventos inesperados, atrasos e interrupções dos serviços de transporte público.
- ☐ Gerenciamento inadequado do tráfego de veículos e da sua infraestrutura de urbana.
- ☐ Gerenciamento inadequado ou estático de tempo de espera em semáforos.
- ☐ Identificação de possíveis congestionamentos ou incidentes.
- ☐ Aumento do tráfego e congestionamentos nos centros urbanos.
- ☐ Todas as alternativas estão alinhadas ao subeixo TRÁFEGO E CONGESTIONAMENTO para Mobilidade Urbana.

3 - Avaliação da Viabilidade do Guia SMALL

Esta seção tem como objetivo avaliar a viabilidade e clareza na disposição das informações fornecidas no guia SMALL.

Para responder esta seção é necessário que seja realizado o acesso ao guia SMALL. Ele está disponível no endereço eletrônico:
https://docs.google.com/spreadsheets/d/1UFgh1EnD1dzxyt90l2spSYMRK_zQ_mHWQUMb2Ss6pYg/edit?usp=sharing

3.1) O Guia SMALL pode ser considerado como um meio de conhecimento de tecnologias utilizáveis para abordar os problemas de Mobilidade Urbana? Justifique.

3.2) De acordo com os subeixos de Mobilidade Urbana, quais estão adequados?

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Acessibilidade
- ☐ Condições Viárias
- ☐ Desastres Ambientais
- ☐ Estacionamento
- ☐ Multimodal
- ☐ Orientação/Recomendação
- ☐ Segurança
- ☐ Serviços Essenciais
- ☐ Sustentabilidade
- ☐ Tráfego e Congestionamento
- ☐ Soluções Emergentes
- ☐ Outro: _____

3.3) Existiu alguma dificuldade durante a utilização do guia SMALL? Caso sim, qual? (Exemplo: compreensão de texto, layout, tamanho da fonte e etc.).

3.4) Além da Problemática, Efeito(s) Colateral(is), Possíveis Soluções e do Artigo de Referência existe alguma informação que deveria estar contido no guia SMALL?

Deixe o seu e-mail abaixo, caso queira receber os resultados desta pesquisa acadêmica.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

APÊNDICE C – Avaliação de plágio pelo *Copyspider*

A Figura 8 apresenta a avaliação de plágio do presente trabalho. Como resultado obteve-se o percentual de 0,46% deste trabalho estar cometendo plágio. Logo, identifica-se um cenário positivo, visto que para ser considerado plágio é necessário atingir pelo menos 3% de similaridade com outros trabalhos.

Figura 8 – Avaliação de plágio do *CopySpider*.

The screenshot shows the CopySpider application window. At the top, there is a menu bar with 'Ferramentas' and 'Ajuda'. Below it is a toolbar with icons for 'Arquivo', 'URL', 'Iniciar', 'Parar', 'Limpar' (highlighted), 'Opções', and 'Scholar'. The main interface has an 'E-mail' field containing 'alef.menezes.s@gmail.com' and a 'Modo de pesquisa' dropdown set to 'Buscar em arquivos da internet'. Below this is a table with the following data:

	Nome do arquivo de entrada	Relatório	Tempo	Progresso	Chance	Status	Principal
1	C:\Users\Alef Menezes\Desktop\Mestrado\Dissertação...	Analisar	06:13	100.0%	0,46%	Ok	✗

At the bottom of the window, there is a promotional banner for 'Novo relatório PDF' (New PDF report) available for 'Apoiador e Profissional' licenses starting from version 1.6.0. The banner includes a small image of the software interface and a PDF icon. The version number 'Versão: 1.6.6' is displayed in the bottom right corner.