

MELISSA BELATO FORTES

Tecnologias disruptivas e mobilidade urbana: inovações para o desenho das cidades

Tese apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutora em Arquitetura e Urbanismo.

Área de concentração: Tecnologia da Arquitetura

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Denise Helena Silva Duarte

Coorientador: Prof. Dr. Marcelo Eduardo Giacaglia

São Paulo
2020

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

e-mail: melbfortes@gmail.com

EXEMPLAR REVISADO E ALTERADO EM RELAÇÃO À VERSÃO ORIGINAL, SOB RESPONSABILIDADE DA AUTORA E ANUÊNCIA DA ORIENTADORA.

A versão original, em formato digital, ficará arquivada na Biblioteca da Faculdade.

São Paulo, 10 de fevereiro de 2020.

Catalogação na Publicação
Serviço Técnico de Biblioteca
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

Fortes, Melissa Belato

Tecnologias disruptivas e mobilidade urbana: inovações para o desenho das cidades / Melissa Belato Fortes; orientadora Denise Helena Silva Duarte. coorientador Marcelo Eduardo Giacaglia - São Paulo, 2020.

243 p.

Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Área de concentração: Tecnologia da Arquitetura.

1. Mobilidade Urbana. 2. Veículo Sem Motorista. 3. Mobilidade Compartilhada. 4. Infraestrutura Viária; Redesenho Urbano; Qualificação dos Espaços Públicos. I. Duarte, Denise Helena Silva, orient. II. Giacaglia, Marcelo Eduardo, coorient. III. Título.

Nome: FORTES, Melissa Belato

Título: Tecnologias disruptivas e mobilidade urbana: inovações para o desenho das cidades

Tese apresentada à Faculdade de Arquitetura
e Urbanismo da Universidade de São Paulo
para obtenção de Título de Doutora em
Arquitetura e Urbanismo

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

À minha família, com amor.
Em especial, às minhas filhas, Sophia e Ísis.

Agradecimentos

À minha orientadora, Prof^ª Dr^ª Denise Helena Silva Duarte, pela dedicação, aprendizado, interesse, compreensão e amizade. Nestes dez anos de convivência, entre mestrado e doutorado, agradeço imensamente o seu apoio incondicional, que tanto contribuiu e enriqueceu a minha trajetória acadêmica.

Ao meu coorientador, Prof^º Dr^º Marcelo Eduardo Giacaglia, pelo compartilhamento de conhecimentos, pelas sugestões e pela valiosa colaboração para o avanço desta pesquisa.

Aos professores que fizeram parte da minha banca de qualificação, Karin Marins e Fábio Gonçalves, pelos comentários e pela contribuição para o prosseguimento da tese.

Aos professores da POLI USP que foram consultados, em especial o Prof^º Dr^º Orlando Strambi, pelas discussões envolvendo a temática desta pesquisa, principalmente em relação aos parâmetros e indicadores adotados na tese.

Aos colegas do Labaut pelo companheirismo, pela disposição, pela divulgação de experiências, dúvidas e alegrias durante esta jornada acadêmica.

À biblioteca da FAU USP pela presteza dispensada durante o doutorado.

A todos os professores que, de alguma forma, contribuíram para a minha formação e para o meu aprendizado.

À Companhia de Engenharia de Tráfego (CET), principalmente à Gerência de Planejamento, por disponibilizar especialistas para discutir a apresentação realizada acerca do detalhamento viário, possibilitando a obtenção de diretrizes importantes que embasaram a execução das proposições.

Aos meus colegas de trabalho da Companhia do Metropolitano de São Paulo (Metrô) pela compreensão, pelas conversas de apoio e pelo compartilhamento de conhecimento. Em especial, ao Emerson Julião do Nascimento, por representar tão bem as minhas ideias em relação à capa deste trabalho.

Aos meus amigos e familiares que participaram direta ou indiretamente deste processo, por me motivarem e me incentivarem.

À minha vó, aos meus pais e aos meus irmãos, por entenderem as minhas ausências, as minhas aflições, por me apoiarem, por emitirem vibrações positivas e pela torcida de sempre.

Ao meu marido, Eduardo, por me ouvir e me entender, pela força, pelo companheirismo, pelo apoio, pela paciência e por me ajudar no que for necessário, equalizando os momentos difíceis com amor e leveza.

Às minhas filhas, Sophia e Ísis, por me motivarem com um simples sorriso, com uma palavra, com um gesto, com um carinho; tamanha compreensão, em pessoas tão novas, é admirável. Obrigada, filhas, por vocês serem a minha principal fonte de inspiração e força.

Por fim, agradeço a Deus, se não nada disso seria possível, e aos obstáculos vivenciados ao longo desta jornada, por me mostrarem que é possível superá-los e sair mais forte, mais confiante e mais motivada para encarar futuros desafios.

A todos vocês, os meus sinceros agradecimentos.

“Onde estão os cinemas, existiam vários, os bares e as famosas lanchonetes, os casais de adolescentes de mãos dadas, apreciando as vitrines [...]

[...] O público não era mais o mesmo, as pessoas estão mais velhas, as lojas abandonadas ou ocupadas, muitos prédios e poucas lojas. A moda, os discos, os estudantes, davam lugar a uma rua agora estranha, com calçadas estreitas e muito trânsito [...].” (BELATO, 2019)

Resumo

FORTES, Melissa Belato. **Tecnologias disruptivas e mobilidade urbana: inovações para o desenho das cidades**. 2020. 243 p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

O objeto desta pesquisa é o impacto das tecnologias disruptivas na mobilidade urbana devido, principalmente, aos veículos sem motorista e à mobilidade compartilhada. Com a adoção das tecnologias disruptivas, o objetivo geral é investigar as mudanças no desenho urbano e quantificar as possíveis alterações da infraestrutura viária, visando a qualificação dos espaços públicos e a mobilidade urbana mais sustentável. Os objetivos específicos consistem em: elencar as diretrizes para o redesenho urbano; estabelecer critérios para embasar a seleção do contexto urbano e da área de intervenção a ser estudada; selecionar e analisar parâmetros e indicadores de diferentes contextos urbanos; estimar a alteração da infraestrutura viária; efetuar o levantamento da área de intervenção; analisar se as alterações da infraestrutura viária obtidas nos levantamentos validam as estimativas iniciais; elaborar cenários projetuais das alterações da infraestrutura viária resultantes das tecnologias disruptivas e verificar se estas atendem aos objetivos inicialmente propostos. A hipótese é que a inclusão de tecnologias disruptivas na mobilidade urbana pode alterar a infraestrutura viária e viabilizar cenários projetuais inovadores para o desenho da cidade. O método é indutivo, por meio de levantamentos de dados secundários na literatura e em diferentes bases de dados, e dedutivo, por meio da elaboração de cenários projetuais e da quantificação das alterações na infraestrutura viária, sendo que a área liberada por diversos fatores – cerca de 22% – poderia ser convertida em outros usos, contemplando as principais diretrizes encontradas na literatura. Considerando-se os resultados obtidos, entende-se que os objetivos foram atingidos, bem como a hipótese comprovada, uma vez que os cenários projetuais demonstram o potencial de transformação do desenho urbano existente em prol da qualificação dos espaços públicos e de uma mobilidade urbana mais sustentável.

Palavras-chave: Mobilidade urbana. Veículo sem motorista. Mobilidade compartilhada. Infraestrutura viária. Redesenho urbano. Qualificação dos espaços públicos.

Abstract

FORTES, Melissa Belato. Disruptive technologies and urban mobility: innovations for the design of cities. 2020. 243 p. Thesis (Doctorate in Architecture and Urbanism) - Faculty of Architecture and Urbanism, University of Sao Paulo, Sao Paulo, 2020.

The subject of this research is the impact of disruptive technologies on urban mobility mainly due to driverless vehicles and shared mobility. With the adoption of the disruptive technologies, the general objective is to investigate urban designs changes and to quantify possible alterations in road infrastructure, aiming at the qualification of the public spaces and the more sustainable urban mobility. The specific objectives are: to raise the guidelines for urban redesign; to establish criteria to support the selection of the urban context and the study area; to select and analyze parameters and indicators of different urban contexts; to estimate the alterations of road infrastructure; to carry out the survey of the intervention area; to analyze whether the alterations in road infrastructure validate the initial estimates; to elaborate design scenarios for the road infrastructure changes as a function of the disruptive technologies and to verify if the results fulfill the initially proposed objectives. The hypothesis is that the adoption of disruptive technologies on urban mobility can alter the road infrastructure and enable innovative urban design scenarios.

The method is inductive, through secondary data surveys in the literature and in different data bases, and deductive, through propositions for urban design scenarios and the quantification of road infrastructure alterations, envisioning that the vacant area – around 22% – could be converted in other uses, encompassing the main guidelines found in the literature. Considering the results, the aims were achieved, as well as the hypothesis confirmed, since the design scenarios demonstrate the potential for transformation of the current urban design in favor of public spaces' qualification and a more sustainable urban mobility.

Keywords: Urban Mobility. Driverless vehicle. Shared mobility. Road infrastructure. Urban redesign. Qualification of public spaces.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Progressão para a automação total dos veículos.....	28
Figura 2 – Evolução dos modelos de veículos	40
Figura 3 – Alteração da paisagem urbana em virtude da introdução das novas tecnologias .	40
Figura 4 – Modos de mobilidade compartilhada	42
Figura 5 – Disseminação da mobilidade compartilhada em 2016 oferecida pelas TNCs na América do Sul, na China e no Sudeste da Ásia	43
Figura 6 – ART na província de Hunan, no sul da China	45
Figura 7 – Principais características dos sistemas BRT, LRT e ART	46
Figura 8 – A evolução das eras referentes à motorização, saturação e automação	47
Figura 9 – A evolução dos veículos para computadores sobre rodas	48
Figura 10 – Níveis de automação sintetizados conforme classificação SAE	49
Figura 11 – Exemplificação V2V.....	50
Figura 12 – Exemplificação V2I.....	51
Figura 13 – Junção do veículo autônomo com o veículo conectado que resulta no CAV	51
Figura 14 – Exemplificação V2X.....	52
Figura 15 – Estimativa de adoção de V2V e V2I	52
Figura 16 – Projeção hipotética sobre a introdução de veículos sem motorista e o seu nível de automação.....	53
Figura 17 – Fatores que afetarão a mobilidade urbana futura	54
Figura 18 – Porcentagem de mortes por modo de transporte em diferentes regiões do mundo	55
Figura 19 – Projeção do envelhecimento da população concomitantemente à adoção de veículos sem motorista.....	59
Figura 20 – Aumento da distância percorrida devido à demanda dos grupos de pessoas que não dirigem, que têm limitações físicas ou motoras, bem como limitações etárias, para dirigir	60
Figura 21 – Priorização dos modos.....	64
Figura 22 – Um dos desafios para o veículo sem motorista reside na sua capacidade de detectar e prever o movimento de pedestres e ciclistas em uma variedade de condições....	65

Figura 23 – Situação atual e situação proposta para a Euston Road.....	65
Figura 24 – Situação atual e situação proposta para a Oxford Circus	65
Figura 25 – O compartilhamento de informações possibilitará um planejamento mais adequado das viagens.....	67
Figura 26 – Porcentagem de pessoas, em cada grupo e na região indicada, que expressa disposição em utilizar a mobilidade compartilhada	70
Figura 27 – No futuro, o serviço prestado pelo veículo sem motorista pode se adequar às necessidades das pessoas	71
Figura 28 – Como os veículos sem motorista podem interferir no desenvolvimento das cidades	72
Figura 29 – Novos serviços de mobilidade oferecem alternativas de transporte	73
Figura 30 – O presente e o futuro da mobilidade urbana	73
Figura 31 – Apresentação de uma situação, envolvendo o veículo sem motorista, e as alternativas disponíveis para escolha	76
Figura 32 – Publicações e projetos recentes sobre veículos sem motorista	77
Figura 33 – Quadro-resumo dos fatores, vantagens e contrapontos da introdução do veículo sem motorista	81
Figura 34 – Variação da distância viajada	86
Figura 35 – Redução da quantidade de veículos em uso.....	89
Figura 36 – Alteração da infraestrutura viária	90
Figura 37 – Princípios e ações do <i>Blueprint for autonomous urbanism</i>	98
Figura 38 – Quadro-resumo da abordagem dos trabalhos pesquisados.....	99
Figuras 39 – Situação atual e situações propostas para 2040 e 2060 de uma rua em Tallahassee, na Flórida.....	101
Figura 40 – Situação atual e situação futura quanto aos sinais de trânsito	104
Figura 41 – Desenho esquemático da situação atual dos sinais de trânsito	104
Figura 42 – Desenho esquemático do cenário intermediário dos sinais de trânsito	105
Figura 43 – Desenho esquemático do cenário futuro dos sinais de trânsito	106
Figura 44 – Tipologia comum de uma rua arterial.....	107
Figura 45 – Proposta de redesenho das áreas liberadas, com a ampliação dos percursos de pedestres e a introdução de percursos de transporte cicloviário	107

Figura 46 – Desenho atual e futuro com a conversão da infraestrutura viária em outros usos	108
Figura 47 – Proposta da <i>Public Square</i>	109
Figura 48 – Proposta da <i>Public Square</i>	109
Figura 49 – Variedade de uso no espaço urbano no período da manhã e no período do meio-dia, com foco nos espaços anteriormente destinados ao estacionamento de veículos na rua	111
Figura 50 – Variedade de uso no espaço urbano no período da tarde e no período da noite, com foco nos espaços anteriormente destinados ao estacionamento de veículos na rua ...	112
Figura 51 – Desenho atual e futuro da conexão modal	114
Figura 52 – Desenho atual e futuro com a conversão do estacionamento viário em outros usos	116
Figura 53 – Situação atual, com o estacionamento localizado na origem e no destino das pessoas, e situação futura, com a mobilidade compartilhada.....	116
Figura 54 – Espaço anteriormente usado para estacionamento na rua pode ser convertido em áreas de embarque e desembarque	118
Figura 55 – Desenho do experimento	125
Figura 56 – Delimitação das subprefeituras do município de São Paulo; em destaque a subprefeitura da Sé	133
Figura 57 – Delimitação da subprefeitura da Sé em destaque os distritos da Bela Vista e da Liberdade, bem como os distritos do Jardim Paulista e da Vila Mariana	134
Figura 58 – Jardim, restaurante e comércio local	134
Figura 59 – Correlação entre os parâmetros e os itens que culminam na alteração da infraestrutura viária.....	136
Figura 60 – Disponibilização de vagas de estacionamento para veículos do Uber e da Turbi	138
Figura 61 – Estabelecimentos comerciais disponibilizam local para o estacionamento de patinetes.....	138
Figura 62 – Estabelecimento comercial e estação de metrô disponibilizam local para o estacionamento de bicicletas.....	139
Figura 63 – Estação de bicicletas compartilhadas.....	140

Figura 64– Exemplos de parklets privado e público, respectivamente	140
Figura 65 – Ampliação de percursos de pedestres viabilizada pela diminuição da faixa viária	141
Figura 66 – Pessoas usufruindo do espaço público na Avenida Paulista e no Elevado João Goulart, respectivamente	142
Figura 67 - Concentração das unidades residenciais lançadas na cidade de São Paulo em 2017	150
Figura 68 – Lançamentos residenciais na subprefeitura da Sé, em relação ao sistema metroferroviário	151
Figura 69 – Localização dos percursos de transporte cicloviário, dos corredores e das faixas exclusivas de ônibus, contidos na subprefeitura da Sé	151
Figura 70 – Delimitação da subprefeitura da Sé e as áreas contidas na Operação Urbana Centro e na Operação Urbana Água Branca (perímetro expandido)	152
Figura 71 – Delimitação das macroáreas, de acordo com os distritos da subprefeitura da Sé	153
Figura 72 – Localização dos eixos de estruturação da transformação urbana na área delimitada da subprefeitura da Sé, em relação ao sistema metroferroviário.....	154
Figura 73 – Uso do solo no distrito da Liberdade	156
Figura 74 – Eixo de estruturação da transformação urbana contido no distrito da Liberdade	157
Figura 75 – Classificação das vias, demarcação de ciclovias e estações de metrô.....	160
Figura 76 – Classificação das vias, demarcação de ciclovias, ART e estações de metrô	162
Figura 77 – Proposta de desenho urbano com a estação São Joaquim – Linha 6.....	163
Figura 78 – Situação atual e cenário projetual da Avenida 23 de Maio	164
Figura 79 – Proposta de desenho urbano da Avenida 23 de Maio.....	165
Figura 80 – Proposta de desenho urbano da Avenida 23 de Maio.....	166
Figura 81 – Situação atual e cenário projetual da Rua Vergueiro	167
Figura 82 – Proposta de desenho urbano da Rua Vergueiro.....	168
Figura 83 – Situação atual e cenário projetual da Rua Apeninos	169
Figura 84 – Proposta de desenho urbano da Rua Apeninos.....	170
Figura 85 – Proposta de desenho urbano da Praça Santo Agostinho.	171
Figura 86 – Situação atual e cenário projetual da Rua Conselheiro Furtado	172

Figura 87 - Proposta de desenho urbano da Rua Conselheiro Furtado	173
Figura 88 – Situação atual e cenário projetual da Rua da Glória	174
Figura 89 - Proposta de desenho urbano da Rua da Glória	175
Figura 90 - Proposta de desenho urbano para o <i>hub</i> da Rua da Glória	176
Figura 91 – Situação atual e cenário projetual da Rua Mituto Mizumoto	177
Figura 92 - Proposta de desenho urbano da Rua Mituto Mizumoto	178
Figura 93 – Situação atual e cenário projetual da Rua Pirapitingui	179
Figura 94 - Proposta de desenho urbano da Rua Pirapitingui.....	180
Figura 95 – Situação atual e cenário projetual da Rua Rodrigo Cláudio	181
Figura 96 - Proposta de desenho urbano da Rua Rodrigo Cláudio	182
Figura 97 – Detalhe do cruzamento entre Rua Galvão Bueno e Rua São Joaquim.....	185
Figura 98 - Proposta para o sistema viário da Rua Vergueiro, Rua Domingos de Moraes e arredores	189
Figura 99 - Proposta para o sistema viário da Rua Domingos de Moraes, Rua Sena Madureira e arredores	190
Figura 100 - Proposta para o sistema viário da Rua Vergueiro, Avenida 23 de Maio e arredores	191
Figura 101 – Ensaio projetual das principais vias do centro expandido da cidade de São Paulo	192
Figura 102 – Uso do solo na área de referência	223
Figura 103 – Delimitação dos distritos e da área de referência.....	224
Figura 104 – Localização dos percursos para transporte cicloviário, dos corredores de ônibus e do sistema metroviário contidos na área de referência	226
Figura 105 – Propostas para a área de referência	228
Figura 106 – Situação atual e cenário projetual da Rua Treze de Maio.....	229
Figura 107 – Situação atual e cenário projetual da Rua Itapeva.....	230
Figura 108– Situação atual e cenário projetual da Rua Santa Branca	231
Figura 109 – Situação atual e cenário projetual da Avenida Brasil	232
Figura 110 – Situação atual e cenário projetual da Alameda Jaú	233
Figura 111 – Situação atual e cenário projetual da Alameda Fernão Cardim.....	234
Figura 112 – Situação atual e cenário projetual da Rua Domingos de Moraes	235

Figura 113 – Situação atual e cenário projetual da Rua Doutor Diogo de Faria.....	236
Figura 114 – Situação atual e cenário projetual da Rua Gregório Serrão	237

Lista de tabelas

Tabela 1 – Comparações entre os diferentes modos de transporte.....	33
Tabela 2 – Informações sobre os 96 distritos existentes na cidade de São Paulo	131
Tabela 3 – Estimativa da variação da distância viajada.....	143
Tabela 4 – Estimativa da redução da quantidade de veículos em uso	145
Tabela 5 – Estimativa da alteração da infraestrutura viária	147
Tabela 6 – Detalhamento viário atual da área foco	159
Tabela 7 – Detalhamento viário no cenário projetual da área foco	183
Tabela 8 – Detalhamento viário nos cenários projetuais da área de referência do distrito da Bela Vista	239
Tabela 9 – Detalhamento viário nos cenários projetuais da área de referência do distrito do Jardim Paulista.....	240
Tabela 10 – Detalhamento viário nos cenários projetuais da área de referência do distrito da Vila Mariana.....	241

Lista de siglas

AASHTO	<i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i>
ABS	<i>Anti-lock braking system</i>
ACC	<i>Adaptive cruise control</i>
ART	<i>Autonomous Rail Transit</i>
BMW	<i>Bayerische Motoren Werke</i>
BRT	<i>Bus Rapid Transit</i>
CAV	<i>Connected Automated Vehicle</i>
CEM	Centro de Estudos da Metrópole
CET	Companhia de Engenharia de Tráfego
CPTM	Companhia Paulista de Trens Metropolitanos
ETSC	<i>European Transport Safety Council</i>
FAU	Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
GAO	<i>Government Accountability Office</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronic Engineers</i>
ITF	<i>International Transport Forum</i>
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
MPO	<i>Metropolitan Planning Organization</i>
NACTO	<i>National Association of City Transportation Officials</i>
NHTSA	<i>National Highway Traffic Safety Administration</i>
NLC	<i>National League of Cities</i>
NYC	<i>New York City</i>
OECD	<i>Organisation for Economic Co-Operation and Development</i>
PIB	Produto Interno Bruto
POLI	Escola Polit�cnica da Universidade de São Paulo
PTR	Engenharia de Transportes
RPA	<i>Regional Plan Association</i>
SAE	<i>Society of Automotive Engineers</i>
SP	São Paulo
SUV	<i>Sport Utility Vehicle</i>
TNC	<i>Transport Network Company</i>
TPU	Termo de Permissão de Uso
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
USDOT	<i>United States Department of Transportation</i>
USP	Universidade de São Paulo
V2I	<i>Vehicle to Infrastructure</i>
V2V	<i>Vehicle to Vehicle</i>
V2X	<i>Vehicle to Everything</i>
VKT	<i>Vehicle Kilometers Traveled</i>
VMT	<i>Vehicle Miles Traveled</i>
VTR	Via de Trânsito Rápido
ZC	Zona Centralidade

ZCOR-1	Zona Corredor 1
ZCOR-2	Zona Corredor 2
ZEIS-1	Zona Especial de Interesse Social - 1
ZEIS-2	Zona Especial de Interesse Social - 2
ZEIS-3	Zona Especial de Interesse Social - 3
ZEIS-4	Zona Especial de Interesse Social - 4
ZEIS-5	Zona Especial de Interesse Social - 5
ZEMP	Zona Eixo de Estruturação da Transformação Metropolitana
ZEPAM	Zona Especial de Proteção Ambiental
ZER-1	Zona Exclusivamente Residencial 1
ZEU	Zona Eixo de Estruturação da Transformação Urbana
ZEUa	Zona Eixo de Estruturação da Transformação Urbana Ambiental
ZEUp	Zona Eixo de Estruturação da Transformação Urbana Previsto
ZEUpa	Zona Eixo de Estruturação da Transformação Urbana Previsto Ambiental
ZM	Zona Mista
ZOE	Zona de Ocupação Especial
ZPR	Zona Predominantemente Residencial

Sumário

1. Introdução.....	27
1.1 Caracterização do problema.....	31
1.2 Motivação da pesquisa	35
1.3 Objeto	36
1.4 Objetivos.....	36
1.5 Hipótese.....	37
1.6 Estrutura da tese	37
2. Tecnologias disruptivas, ou novas tecnologias, relacionadas à mobilidade urbana... 	39
2.1 Veículos elétricos.....	41
2.2 Mobilidade compartilhada	41
2.2.1 Mobilidade compartilhada: transporte coletivo	44
2.3 Veículos sem motorista: a próxima revolução na mobilidade urbana.....	46
2.3.1 Definições envolvendo a automação.....	49
2.3.2 Principais fatores relacionados com a adoção de veículos sem motorista no ambiente urbano	54
2.3.2.1 Segurança viária	55
2.3.2.2 Uso do tempo de viagem.....	57
2.3.2.3 Autonomia nos deslocamentos	58
2.3.2.4 Impactos econômicos	61
2.3.2.5 Congestionamento e uso de energia	62
2.3.2.6 Impacto no transporte ativo (deslocamentos a pé e de bicicleta)....	63
2.3.2.7 Impacto na utilização de transporte coletivo.....	66
2.3.2.8 Mobilidade como serviço.....	69
2.3.2.9 Impactos legais	75

2.3.2.10	Impacto no desenho urbano	76
2.3.3	Resumo e considerações sobre os fatores apresentados.....	79
2.4	Referencial teórico sobre a quantificação da alteração da infraestrutura viária .	83
2.4.1	Variação da distância viajada	83
2.4.2	Redução da quantidade de veículos em uso.....	86
2.4.3	Alteração da infraestrutura viária	89
2.4.4	Considerações do referencial teórico sobre a quantificação da alteração da infraestrutura viária	91
3.	Impacto dos veículos sem motorista no ambiente urbano: oportunidades de redesenho	93
3.1	Principais abordagens existentes.....	96
3.2	Faixas viárias.....	100
3.3	Sinais de trânsito	103
3.4	Percursos de pedestres e de transporte ciclovitário.....	106
3.5	Vegetação urbana e espaços de convívio social	108
3.6	Flexibilidade de uso.....	110
3.7	Conexões intermodais e transporte coletivo.....	113
3.8	Estacionamento.....	115
3.9	Áreas de embarque e desembarque.....	117
3.10	Resumo e considerações sobre a abordagem apresentada	118
4.	Material e método: critérios para a seleção do contexto urbano e escolha dos indicadores	121
4.1	Material e método	121
4.2	Critérios para a seleção do contexto urbano para a elaboração dos cenários projetuais	123
4.2.1	Critérios para a escolha do distrito	128

4.3	Parâmetros das porcentagens de alteração da infraestrutura viária e seleção dos indicadores	135
5.	Detalhamento do contexto urbano e elaboração de cenários projetuais.....	137
5.1	Detalhamento do contexto urbano da cidade de São Paulo visando a identificação de estratégias para uma mobilidade urbana mais sustentável	137
5.1.1	Análise das porcentagens de alteração da infraestrutura viária.....	142
5.2	Detalhamento do contexto urbano da região central da cidade de São Paulo ..	149
5.3	Área foco: redesenho urbano.....	155
5.3.1	Área foco: situação atual	155
5.3.2	Área foco: proposições visando o redesenho urbano nos cenários projetuais	161
5.4	Área de referência: proposições para o sistema viário nos cenários projetuais	184
6.	Considerações finais e conclusões	193
6.1	Considerações finais e conclusões.....	193
6.2	Recomendações para a continuidade da pesquisa	197
	Referências bibliográficas	199
	Apêndices	223
	APÊNDICE A - Redesenho urbano: área de referência.....	223
1	Área de referência: situação atual.....	223
2	Área de referência: proposições visando o redesenho urbano nos cenários projetuais	226
	APÊNDICE B – Detalhamento viário da área de referência	239

1. Introdução

Um século de políticas de transporte orientadas para o automóvel deixou um legado no desenho urbano voltado para a sua priorização, com o ser humano muitas vezes negligenciado. Com isto, os espaços públicos e as dimensões das calçadas foram diminuídos, a largura das vias foi ampliada para acomodar os veículos e o deslocamento dos pedestres tornou-se difícil e perigoso (GEHL, 2013).

A ascensão do automóvel ofereceu mobilidade, conforto, conveniência e privacidade sem precedentes, simbolizando modernidade, progresso, poder e liberdade (GTZ, 2005; ZHU; DIAO, 2016). No entanto, na medida em que o automóvel se tornou onipresente, mostrou-se ineficiente, por transportar, em média, 1,3 passageiros por veículo, provocando congestionamento, poluição atmosférica e sonora (MITCHELL; BORRONI-BIRD; BURNS, 2010; SANTI et al., 2014; KENWORTHY, 2017; TACHET et al., 2017).

Além disto, ocasionou ônus à saúde pública, pelos acidentes de trânsito, constante necessidade de incremento da infraestrutura viária e estacionamentos; ademais fomentou a dispersão urbana e absorveu grande parte dos investimentos, acarretando muitos problemas para o transporte coletivo e para os deslocamentos a pé e de bicicleta, os quais apresentam percursos precários e pouco convidativos ao uso (RATTI, 2017; SCHLOSSBERG et al., 2018).

Algumas cidades, como Copenhague, Barcelona, Madri, Oslo, Singapura, Paris, Londres e Nova Iorque estão fomentando os benefícios da caminhada, da utilização das bicicletas nos deslocamentos diários e do transporte coletivo. É uma visão mais centrada no ser humano alinhada com os objetivos da segurança, equidade e sustentabilidade (STAPLES, 2016; PETERS, 2019).

Atualmente, a perspectiva de uma mudança generalizada para o veículo sem motorista vem na mesma direção de progressos sem precedentes voltados a uma mobilidade urbana mais sustentável, como sendo essencial para a atratividade da cidade e para uma melhor qualidade de vida no ambiente urbano.

Simulações com os veículos sem motorista estão sendo realizadas, como as de Michigan - *MCity*¹, *Future NYC a City for Humans*² e o *Barcelona's Computer Vision Center*³. O objetivo é testar os percursos, os softwares, os sensores e o comportamento dos veículos sem motorista em relação a uma variedade de obstáculos e situações, com o intuito de corrigir as falhas e executar melhorias no sistema para evitar acidentes, ou imprevistos, em um ambiente real, já que a disseminação dos veículos sem motorista deve ocorrer em breve (IHS, 2014; RPA, 2017; LITMAN, 2018). A Figura 1 ilustra a progressão para a automação total dos veículos.

Figura 1 – Progressão para a automação total dos veículos



Fonte: Bloomberg Philanthropies (2017).

¹ Disponível em: <https://mcity.umich.edu>. Acesso em: 10 abr. 2016.

² Disponível em: <http://futurenyc.xyz>. Acesso em: 15 mar. 2017.

³ Disponível em: <https://www.digitaltrends.com/cool-tech/synthia-virtual-city-for-autonomous-cars/#ixzz4caZ4AGai>. Acesso em: 15 mar. 2017.

As grandes montadoras, como a General Motors, Bayerische Motoren Werke (BMW), Ford, Toyota, Volkswagen, assim como as empresas de tecnologia de informação e serviços, como o Uber e o Google, estão desenvolvendo estudos nos quais os veículos sem motorista possam ser capazes de assumir todas as funções dos motoristas humanos, liberando-os para o desenvolvimento de outras atividades enquanto esperam para chegar ao destino por meio de um transporte realizado por um motorista robótico.

Testes foram realizados com os veículos sem motorista nas cidades de Mountain View, Austin, Ann Arbor e Michigan, nos Estados Unidos; Wuhu, na China; Greenwich, Bristol e Milton Keynes, na Inglaterra; além de Singapura, no sudeste asiático. Algumas cidades, como Mountain View, já obtiveram autorização governamental para iniciar viagens monitoradas, no ambiente urbano, em veículo sem motorista com passageiros.

Com a chegada dos veículos sem motorista, aliada a outras iniciativas, como o compartilhamento de bicicletas e uma maior conexão das pessoas com os modos de transporte, haverá impacto no espaço urbano devido às mudanças na demanda por estacionamento, nas possíveis modificações das taxas de propriedade de veículos e no aumento da mobilidade compartilhada. Isso culminará na alteração da infraestrutura viária, além da diminuição no congestionamento e um menor impacto ambiental, já que os futuros carros sem motorista tendem a ser elétricos e silenciosos (OECD; ITF, 2015; STAPLES, 2016; RATTI, 2017; SCHLOSSBERG et al., 2018).

Por outro lado, alguns autores mencionam que o efeito de um serviço acessível de compartilhamento de viagens em veículos sem motorista pode incentivar as pessoas a uma maior utilização dos veículos sem motorista, podendo aumentar, e não diminuir, a circulação desses veículos (TROMMER et al., 2016; LITMAN, 2018; PAPA; FERREIRA, 2018).

Outros pontos desfavoráveis em relação aos veículos sem motorista são que eles podem provocar o desemprego dos motoristas profissionais e dos trabalhadores das indústrias de fabricação e serviços de automóveis, uma vez que, à medida que o mercado amadurece, bem como os serviços de compartilhamento, a demanda por veículos convencionais tende a diminuir consideravelmente (ARBIB; SEBA, 2017; MILAKIS; AREM; WEE, 2017).

Também existe a dúvida, por parte de alguns pesquisadores, se os veículos sem motorista estimularão ou desestimularão a expansão urbana, pois podem tornar mais fácil,

produtiva e agradável a viagem para fora dos limites da cidade, levando as pessoas a viajarem mais (ANDERSON et al., 2016; MILAKIS; AREM; WEE, 2017).

Demais questões são abordadas, como falhas no computador; roubo de informações pessoais; sequestros; receio, por parte dos passageiros, em não conseguir alcançar o destino desejado e em compartilhar a viagem com estranhos; qualidade mínima de serviço, onde pode haver acúmulo de resíduos dos ocupantes anteriores; ausência do motorista para ajudar a transportar volumes ou para garantir a segurança dos passageiros; atrasos agregados pelos passageiros adicionais no embarque e desembarque, principalmente para passageiros com limitações físicas ou motoras que precisam de tempo extra; estímulo à viagem vazia do veículo sem motorista ao buscar ou deixar passageiros, ou enquanto espera ser convocado (GRUSH; NILES; BAUM, 2016; KOCKELMAN et al., 2016; KOOPMAN; WAGNER, 2017).

Porém, há indicações de que um planejamento inovador é capaz de reverter os problemas em oportunidades, no qual o custo e a falta de acessibilidade ao transporte foram considerados as maiores barreiras para as pessoas que não dirigem, bem como para as pessoas com limitações etárias, físicas ou motoras. Os veículos sem motorista têm o potencial de propiciar acesso ao emprego, educação, saúde e lazer, em um ambiente com menos acidentes no trânsito e com menos poluição.

Este processo levará a uma mudança das cidades, em que os espaços podem ser avaliados sob um novo paradigma, com a cidade absorvendo áreas liberadas da “Era do automóvel” e convertendo-as em uma série de amenidades urbanas, tais como percursos para pedestres e bicicletas, infraestrutura verde e azul e espaços de convívio social, aumentando a vitalidade das ruas e a valorização do lugar.

Mais recentemente, tem ocorrido uma abordagem específica dos impactos dos veículos sem motorista no desenho urbano, onde, durante o último século, os ambientes urbanos foram concebidos ao redor dos carros e, agora, a questão é como estes ambientes serão liberados para melhorar a experiência humana em vez de simplesmente gerenciar o fluxo de tráfego (ZAKHARENKO, 2016; APPLEBY; RIGGS, 2017; BLOOMBERG PHILANTHROPIES, 2017; KÖNIG; NEUMAYR, 2017; MEYER et al., 2017; RATTI, 2017; SCHLOSSBERG et al., 2018).

A nova tecnologia dos veículos sem motorista, aliada ao desenvolvimento de uso misto do solo, apresenta uma ocasião favorável para se repensar a forma como nos deslocamos,

bem como as funções das cidades, o uso das ruas e como isso pode ser rebatido no contexto urbano.

Esta oportunidade ocorre justamente em um período no qual a urbanização é crescente, com 66% da população mundial vivendo em cidades até o ano de 2050 (UN/DESA, 2014), em que o número de indivíduos com 60 anos ou mais está crescendo mundialmente⁴, e quando podemos fazer a transição para uma mobilidade urbana mais sustentável e inclusiva.

O veículo sem motorista está perto de se tornar realidade e a forma como ocorrerá a transformação das cidades precisa ser definida do ponto de vista da arquitetura e do urbanismo (IHS, 2014; BLOOMBERG PHILANTHROPIES, 2017; RPA, 2017; LITMAN, 2018). Esta definição será premissa para profundas mudanças no desenho urbano, de modo a estabelecer prioridades e práticas para as próximas gerações, convergindo com a mudança dos padrões tradicionais de propriedade do veículo para formas de mobilidade compartilhada, ocorrendo a alteração de produto para serviço, o qual será integrado ao sistema de transporte não motorizado e ao transporte coletivo.

1.1 Caracterização do problema

A população urbana do mundo cresceu rapidamente: de 751 milhões em 1950 para 4,2 bilhões em 2018⁵. Na medida em que a urbanização se intensifica, o desenvolvimento sustentável torna-se uma importante ferramenta para o enfrentamento de desafios, os quais visam atender às necessidades das crescentes populações urbanas, entre elas, a mobilidade.

O número de megacidades continuará aumentando e mais de dois bilhões de pessoas deverão entrar para a classe média, com a maioria delas vivendo em cidades de mercados emergentes, como a China.

Muitas destas pessoas podem almejar a posse de um automóvel, sendo que as vendas de automóveis tendem a aumentar de 70 milhões por ano, em 2010, para 125 milhões até 2025, impactando diretamente:

- a) a infraestrutura urbana existente, a qual não é suficiente para absorver este acréscimo de automóveis;
- b) o congestionamento, que já se apresenta caótico em muitas cidades;

⁴ Disponível em: http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/ageing/WorldPopulationAgeing2015_InfoChart.pdf. Acesso em: 09 abr. 2017.

⁵ Disponível em: <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-PressRelease.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2018.

c) os problemas de saúde decorrentes da poluição gerada pelos automóveis (UN-HABITAT, 2013; BOUTON et al., 2015; SALDIVA, 2016).

O atual modelo de urbanização não se mostra viável, pois as cidades podem desempenhar um papel maior no desenvolvimento sustentável, não só porque é esperado que elas absorvam a maior parte do futuro crescimento populacional, mas porque elas influenciam as mudanças sociais e concentram as atividades econômicas.

Se a forma como estas atividades estão distribuídas no espaço urbano, bem como as habitações, os serviços e as áreas de convívio social, ocorrer de maneira independente do planejamento de transporte, tem-se a dificuldade em se otimizar o uso do solo, acarretando em maiores necessidades de deslocamento, o que não incentiva a mobilidade a pé, de bicicleta e o uso do transporte coletivo.

Com isso, o desenho urbano tem uma abordagem centrada na dinâmica do automóvel, com a necessidade de extensas áreas de estacionamento em detrimento dos espaços coletivos, além do acréscimo constante de infraestrutura viária voltada aos veículos na tentativa de se minimizar os altos índices de congestionamento, fazendo com que o tratamento de questões que envolvem a mobilidade urbana mais sustentável fique prejudicado.

A divisão setorial entre planejamento do uso do solo e planejamento de transporte provoca consequências negativas a longo prazo, incluindo o desenvolvimento residencial, o deslocamento e o consumo de energia.








A inversão da tendência da expansão urbana dependente do automóvel ocorre justamente com a integração do planejamento de transporte com o uso do solo para se oferecer opções para uma mobilidade urbana mais sustentável, visando propiciar deslocamentos a pé, de bicicleta e em transporte coletivo.

Em função disto, cabe comparar a relação da capacidade dos percursos de diferentes modos de transporte com o consumo energético e com a estimativa do custo de infraestrutura. Conforme dados sintetizados na Tabela 1, têm-se que os deslocamentos realizados a pé ou de bicicleta se mostram mais sustentáveis, seguidos dos deslocamentos realizados em transporte coletivo.

A continuidade de ações e investimentos coordenados pelo poder público no gerenciamento do espaço urbano tende a facilitar a circulação de pessoas, além de evitar que a expansão urbana agrave os problemas relacionados à mobilidade. Estes problemas incluem

os impactos negativos ocasionados por sistemas de transportes coletivos inadequados e ineficientes; ocupação de baixa densidade; distância crescente entre os residentes e seu local de trabalho, de compras, de educação, de saúde e de lazer (EWING; CERVERO, 2010; UN-HABITAT, 2016).

Tabela 1 – Comparações entre os diferentes modos de transporte

	 <i>Mixed traffic</i>	 <i>Light bus</i>	 <i>Cyclist</i>	 <i>BRT</i>	 <i>Pedestrian</i>	 <i>Trolleybus</i>	 <i>Suburban train</i>
<i>a) Corridor capacity (People/hr)</i>	2.000	9.000	14.000	17.000	19.000	22.000	80.000
<i>b) Energy intensity (MJ/p-km)</i>	1.65-2.45	0.32-0.91	0,1	0.24	0.20	0.53-0.65	0.15-0.35
<i>c) \$ p-km infrastructure</i>	2500-5000	200-500	50-150	500-600	50-150	2.500-7.000	15.000-60.000
<i>d) Fuel</i>	<i>Fossil</i>	<i>Fossil</i>	<i>Food</i>	<i>Fossil</i>	<i>Food</i>	<i>Electricity</i>	<i>Electricity</i>

Note:

a) On 3.5m wide lane in the city. Values are indicative for European and Asian cities and can vary significantly across cities, world regions, and particular situations. For example, Bus Rapid Transit (BRT) capacity can more than double with a second lane. Suburban rails in India can transport up to 100,000 passengers per hour;

b) Regular bus lower values correspond to Austrian buses, upper values correspond to diesel busses in Mexico City before introduction of BRT system;

c) Estimated infrastructure costs in euros per passenger kilometer are highest for subway systems and heavy rail. Costs for bus system can be significantly lower than for individual motorized transport. Infrastructure costs for non-motorized transport are very cost competitive and can realize significant social benefits;

d) Dominant fuels are given for each mode.

Fonte: Botma e Papendrecht (1991) e Fulton (2015).

Uma tendência em evolução é a mudança cultural que minimize a dependência do automóvel, como vem ocorrendo em Singapura, Hong Kong e Tóquio, onde foram definidas estratégias para os custos de propriedade e uso do carro. Estas ações são resultantes, principalmente, dos custos de estacionamento e de combustível, visando enfatizar os padrões de desenvolvimento orientados para caminhadas e transporte ciclovário (ERIA, 2012; UN-HABITAT, 2016).

Na Europa e nos Estados Unidos, já ocorre a difusão da mobilidade compartilhada, que está permitindo a melhoria no fluxo do tráfego, bem como a melhoria dos percursos a pé e o aumento na utilização do transporte coletivo. Esta mudança pode reduzir os investimentos antes destinados à infraestrutura viária voltada aos automóveis e destiná-los para os transportes coletivos, ao mesmo tempo em que se permite o acesso equitativo, disponibilizando opções de modos de transporte também às pessoas que não dirigem, que

possuem limitações etárias, físicas ou motoras (SIVAK; SCHOETTLE, 2011; DAVIS; DUTZIK; BAXANDALL, 2012).

Cidades como Copenhague, Barcelona, Madri, Oslo, Singapura, Paris, Londres e Nova Iorque não estão apenas proibindo ou restringindo o uso de carros particulares, mas provendo uma alternativa razoável e uma realidade atraente para a qual as pessoas podem fazer a transição para outros modos. Garantir a disponibilidade do transporte coletivo, de infraestrutura verde e azul e os espaços seguros para pedestres e ciclistas são instrumentos de política pública, que estão sendo utilizados nos planos para restrições de circulação de veículos.

Além destas ações, têm-se os novos serviços de mobilidade e produtos, tais como *e-hailing*⁶, a condução autônoma e o compartilhamento de veículos e de bicicletas que oferecem alternativas para os deslocamentos, nos quais a disponibilidade e a integração dos dados podem tornar o transporte cada vez mais multimodal e eficiente (BOUTON et al., 2015; CLAUDEL; RATTI, 2015; UN-HABITAT, 2016).

A mobilidade como serviço deve acontecer até 2025, unindo o acesso às viagens compartilhadas ao transporte coletivo e às bicicletas, por meio de aplicativos de *smartphone*, tornando possível efetuar pagamentos e planejar percursos, proporcionando às pessoas opções de viagens mais convenientes do que as realizadas pelo automóvel convencional (CLAUDEL; RATTI, 2015).

A evolução da mobilidade urbana pode ser vista como o resultado de um conjunto complexo e mutável de interações, sendo que o crescimento econômico, a provisão de infraestrutura de transporte e os avanços tecnológicos fazem parte dessa evolução (JONES, 2014; SPICKERMANN; GRIENITZ; GRACHT, 2014; BAHRAMI; LANZA, 2015).

Jones (2014) ressalta que essa evolução aumenta o gerenciamento das redes de transporte e muda os padrões tradicionais de propriedade do veículo para serviços de compartilhamento integrados aos modos não motorizados e coletivos, reduzindo assim a frota de veículos em uso, o congestionamento e a necessidade do provimento de espaços para estacionamento.

⁶ *E-hailing*, denominação genérica de um tipo de serviço, dentre os quais um dos mais citados é o Uber, representa um avanço tecnológico na indústria de transporte por conectar os passageiros com os motoristas desses veículos. Atualmente, serviços de *e-hailing* atendem mais de um bilhão de pessoas no mundo (NICOLA; BEHRMANN, 2018).

Aliado a isso, tem-se a ruptura recente entre o crescimento do Produto Interno Bruto per capita (PIB per capita) e o crescimento no número de viagens por carro por pessoa, sendo isso contrário ao que tradicionalmente foi esperado e observado, representando que as pessoas têm buscado outras formas de deslocamento. Isso vem ocorrendo nos Estados Unidos, na Austrália e na Inglaterra (JONES, 2014).

A perspectiva atual é que a mobilidade urbana englobe a incorporação de tecnologias de informação, como satélites, e o acesso pelas pessoas em dispositivos móveis e/ou fixos. A digitalização e a liberação dessas informações às pessoas, aos veículos, às estradas e aos edifícios, com o recebimento e o envio de dados, tornam possível a criação de conexões integradas entre os diferentes modos de transporte, gerando mais oportunidades de deslocamento (SPERLING, 2007).

Até o momento, as iniciativas políticas da sustentabilidade urbana foram centradas na redução do uso e da propriedade do automóvel, no fomento à utilização de transporte coletivo, bem como os deslocamentos a pé e de bicicleta. Essas iniciativas, associadas às tecnologias disruptivas, serão ferramentas importantes na transformação do desenho das cidades. Por tecnologias disruptivas, entende-se, neste trabalho, que são as relacionadas principalmente com o veículo sem motorista e com a mobilidade compartilhada.

1.2 Motivação da pesquisa

Os aspectos relacionados à mobilidade urbana têm impacto significativo na qualidade de vida, como os que se referem aos tempos de viagem, poluição atmosférica, ruído e acidentes.

O desenvolvimento de novas tecnologias, como as dos veículos sem motorista, o compartilhamento de bicicletas e uma maior conexão das pessoas com os modos de transporte têm como questão central, do ponto de vista da arquitetura e do urbanismo, o redesenho das cidades já que, de uma forma geral, haverá redução substancial no número de veículos em uso e diminuição do congestionamento.

Com isso, o espaço urbano liberado, em virtude da alteração da infraestrutura viária por causa das novas tecnologias, pode apoiar o redesenho das cidades em direção a uma mobilidade mais sustentável. Por alteração da infraestrutura viária, esta pesquisa aborda as áreas liberadas provenientes do estacionamento localizado na rua e da diminuição da largura das faixas viárias.

O ritmo da mudança tecnológica é rápido, porém as mudanças na infraestrutura urbana tendem a ser incrementais e, embora muitos testes ocorram no lado tecnológico, o espaço urbano também pode ser utilizado como um local importante para prospectar novas possibilidades para atender às metas críticas da cidade, como facilidade de deslocamento, uso eficiente do espaço e mobilidade inclusiva.

Esta abordagem é muito recente; segundo estudos da *National League of Cities* (NLC, 2015) apenas 6% das cidades americanas estão levando em consideração as mudanças no meio urbano em decorrência da tecnologia dos veículos sem motorista.

Um outro estudo, da Bloomberg Philanthropies (2018), revela ações em diversas cidades, mas, nacionalmente, apenas São Paulo aparece no estudo, por liderar o desenvolvimento de caminhões e automóveis sem motorista em parceria com montadoras, como a Scania. A Bloomberg também cita o CARINA, que é um veículo sem motorista que está sendo estudado por diferentes grupos de pesquisa – como os das Universidades Federais de Minas Gerais (UMFG) e do Espírito Santo (UFES) – o primeiro na América Latina a ser testado nas ruas, porém, sem nenhuma referência à implicação deste teste no contexto urbano, mostrando que o assunto ainda não foi devidamente explorado.

A complexidade destas questões exige a abordagem de diretrizes para o redesenho urbano, bem como a investigação de quais são as perspectivas e os seus impactos na cidade.

Neste sentido, a execução de cenários projetuais sobre as alterações da infraestrutura viária provenientes das tecnologias disruptivas, configura-se em importante ferramenta para pautar as possibilidades de redesenho, com o objetivo de qualificar efetivamente o espaço urbano com a priorização dos pedestres, dos ciclistas, do transporte coletivo, do veículo sem motorista compartilhado e, por último, do veículo convencional.

1.3 Objeto

O objeto desta pesquisa é o impacto das tecnologias disruptivas na mobilidade urbana devido, principalmente, aos veículos sem motorista e à mobilidade compartilhada.

1.4 Objetivos

O objetivo geral é investigar as mudanças no desenho urbano e quantificar as possíveis alterações da infraestrutura viária, visando a qualificação dos espaços públicos e a mobilidade

urbana mais sustentável, de modo a fomentar os percursos a pé, de bicicleta, em transporte coletivo e em viagens compartilhadas, além de facilitar a intermodalidade dos deslocamentos.

A adoção das tecnologias disruptivas também contribui para a redução de acidentes, para o aumento da mobilidade e da sua eficiência operacional, bem como para o favorecimento das pessoas que não dirigem, das que possuem limitações etárias, físicas ou motoras.

Essas alterações vão impactar as cidades existentes e devem ser consideradas em projetos futuros, dentro de uma nova realidade.

Sendo assim, os objetivos específicos consistem em:

- a) elencar as diretrizes para o redesenho urbano;
- b) estabelecer critérios para embasar a seleção do contexto urbano e da área de intervenção a ser estudada;
- c) selecionar e analisar parâmetros e indicadores de diferentes contextos urbanos;
- d) estimar a alteração da infraestrutura viária;
- e) efetuar o levantamento da área de intervenção;
- f) analisar se as alterações da infraestrutura viária obtidas nos levantamentos validam as estimativas iniciais;
- g) elaborar cenários projetuais das alterações da infraestrutura viária resultantes das tecnologias disruptivas;
- h) verificar se os cenários projetuais atendem aos objetivos inicialmente propostos.

1.5 Hipótese

A inclusão de tecnologias disruptivas na mobilidade urbana podem alterar a infraestrutura viária e viabilizar cenários projetuais inovadores para o desenho da cidade, visando a qualificação dos espaços públicos e a mobilidade urbana mais sustentável.

1.6 Estrutura da tese

A presente tese foi estruturada em seis capítulos, conforme detalhado abaixo.

O Capítulo 1 refere-se à contextualização da oportunidade de redesenho urbano das cidades em virtude das tecnologias disruptivas, à caracterização do problema, à motivação à pesquisa, ao objeto, ao objetivo geral e aos objetivos específicos, à hipótese, ao material e método.

O Capítulo 2 contempla a base teórica referencial das novas tecnologias / tecnologias disruptivas e as suas principais tendências na mobilidade urbana. Com base em parâmetros pré-definidos, este capítulo também aborda o referencial teórico sobre a quantificação da alteração da infraestrutura viária.

Devido aos aspectos tecnológicos, pesquisados no Capítulo 2, não fornecerem informações circunstanciadas sobre o impacto das tecnologias disruptivas no ambiente urbano, houve a necessidade de aprofundar o embasamento teórico para a obtenção de diretrizes referentes ao redesenho urbano, originando, assim, o Capítulo 3. Vale ressaltar, que sob a ótica da arquitetura e do urbanismo, a abordagem das tecnologias disruptivas no ambiente urbano é muito recente e apresentada de forma esquemática, diferentemente da abordagem tecnológica, que se mostra muito mais avançada em termos de pesquisa.

Para possibilitar uma aproximação mais realista, o Capítulo 4 engloba os critérios de seleção do contexto urbano para a realização dos cenários projetuais, bem como elenca os quesitos para o estudo dos 96 distritos contidos na cidade de São Paulo, a fim de se verificar quais distritos possuem atributos com maior potencial para a elaboração dos cenários projetuais. Este capítulo também aborda a seleção dos indicadores relacionados aos parâmetros: variação da distância viajada, redução da quantidade de veículos em uso e alteração da infraestrutura viária.

O Capítulo 5 contempla a caracterização do contexto urbano escolhido, a análise das porcentagens de alteração de infraestrutura viária de diferentes cidades e a estimativa realizada para a cidade de São Paulo. Além disso, este capítulo contém a análise pormenorizada da caracterização da área de intervenção - sendo parte integrante desta análise o detalhamento apresentado nos Apêndices A e B -, a elaboração dos cenários projetuais e a validação da porcentagem de alteração da infraestrutura viária em relação ao intervalo anteriormente estimado. O Capítulo 5 ainda aborda o detalhe viário das principais intersecções da área de intervenção e apresenta, dentro de um contexto geral, o ensaio viário para o centro expandido da cidade de São Paulo, extrapolando, desta forma, os limites da área de intervenção.

No Capítulo 6, tem-se a síntese das considerações finais e as conclusões, além da retomada dos objetivos inicialmente propostos e da questão levantada na hipótese. Este Capítulo também contém as recomendações para a continuidade da pesquisa.

2. Tecnologias disruptivas, ou novas tecnologias, relacionadas à mobilidade urbana

A expressão “tecnologias disruptivas” surgiu na década de 1990 como sinônimo de novos tipos de tecnologias que têm a capacidade de provocar uma ruptura nos padrões e modelos já estabelecidos no mercado (CHRISTENSEN, 1997; OTTO, 2017). Desde então, a expressão tem sido aplicada em muitas áreas, como educação, economia, saúde e transporte.

Para a área de transporte especificamente, a inovação no setor automotivo trouxe grandes avanços tecnológicos, proporcionando veículos mais seguros e econômicos. Porém, desde que Henry Ford introduziu a linha de montagem, as mudanças foram incrementais, evolutivas (CLAUDEL; RATTI, 2015; GAO et al., 2016; KPMG; CARGROUP, 2016).

Mais recentemente, nos últimos vinte anos, as ferramentas digitais alteraram a forma como as pessoas interagem entre si, baseadas em tecnologias de redes, sensores, comunicação móvel e informações em tempo real (CLAUDEL; RATTI, 2015; CAIRNS; RICHTHOFEN; STOKOLS, 2018).

Agora, estas tecnologias estão ingressando na área de transporte e no espaço urbano, onde tem-se o potencial de uma remodelação na forma como ocorre a interação com as novas tecnologias e com o futuro desenho das cidades (SHANKER et al., 2013; CLAUDEL; RATTI, 2015; BOUTON; KNUPFER; SWARTZ, 2016; GUERRA, 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; KPMG; CARGROUP, 2016; BLOOMBERG PHILANTHROPIES, 2017; CIRERA; MALONEY, 2017; CAIRNS; RICHTHOFEN; STOKOLS, 2018; PERKINS+WILL, 2018).

A Figura 2 ilustra a evolução dos modelos de veículos e a Figura 3 ilustra a introdução das novas tecnologias no espaço urbano.

Figura 2 – Evolução dos modelos de veículos



Fonte: KPMG; CARGROUP (2016).

Figura 3 – Alteração da paisagem urbana em virtude da introdução das novas tecnologias



Fonte: Smith (2016).

Dentre as principais tendências disruptivas na mobilidade urbana, têm-se os veículos elétricos, a mobilidade compartilhada e os veículos sem motorista, que são capazes de remodelar a mobilidade urbana (BEIKER et al., 2016; BOUTON; KNUPFER; SWARTZ, 2016; GAO et al., 2016; HANNON et al., 2016; FULTON; MASON; MEROUX, 2017; OTTO, 2017).

De acordo com o estudo realizado por Fulton, Mason e Meroux (2017), foram analisadas as tendências disruptivas em diversas regiões, incluindo os Estados Unidos, a Europa, a China, a Índia e o Brasil; têm-se que os maiores benefícios são alcançados com a combinação das três tendências. O estudo revela que para alcançar esta combinação, são exigidos níveis sem precedentes de apoio político, além de exigir criatividade e vigilância para assegurar que as três tendências avancem e preparem as cidades para uma nova era na mobilidade urbana.

Os aspectos predominantes de cada uma das tendências disruptivas, envolvendo os veículos elétricos e a mobilidade compartilhada, são apresentados a seguir. Foi realizada uma explanação mais detalhada sobre a tendência referente aos veículos sem motorista, pois, dentre as tendências, esta é considerada por muitos pesquisadores como a próxima revolução da mobilidade urbana.

2.1 Veículos elétricos

Atualmente, o movimento de pessoas e bens é predominantemente realizado à base de combustíveis fósseis. No entanto, melhorias estão sendo realizadas nos veículos elétricos visando alcançar uma mudança global em direção a formas mais sustentáveis (FULTON; MASON; MEROUX, 2017; IRENA, 2017; WILBRINK et al., 2017; PERKINS+WILL, 2018).

Apesar disto, o crescimento nas vendas de veículos elétricos tem sido inibido por vários fatores, como alcance limitado, escassez de estações de recarga e tempo de recarga elevado, além do alto custo de aquisição (ZMUD et al., 2013; ANDERSON et al., 2016, HANNON et al., 2016; BLOOMBERG PHILANTHROPIES, 2017; FULTON; MASON; MEROUX, 2017; SKINNER et al., 2017).

Para fomentar a adoção em larga escala, tem-se (BEIKER et al., 2016; GARRICK, 2016; FULTON; MASON; MEROUX, 2017; PERKINS+WILL, 2018):

- a) o aumento do alcance, pois permitiria a adoção mais eficiente dos veículos elétricos, especialmente em frotas de compartilhamento de viagens e de veículos;
- b) a ampliação da disponibilidade de estações de recarga e a diminuição do tempo necessário para recarga;
- c) a adoção de novos componentes nas baterias que visam reduzir o seu custo.

Esses fatores, aliados à uma infraestrutura de abastecimento renovável, contribuirá para uma mobilidade urbana mais sustentável (ANDERSON et al., 2016, HANNON et al., 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; APPLEBYARD; RIGGS, 2017; PERKINS+WILL, 2018).

2.2 Mobilidade compartilhada

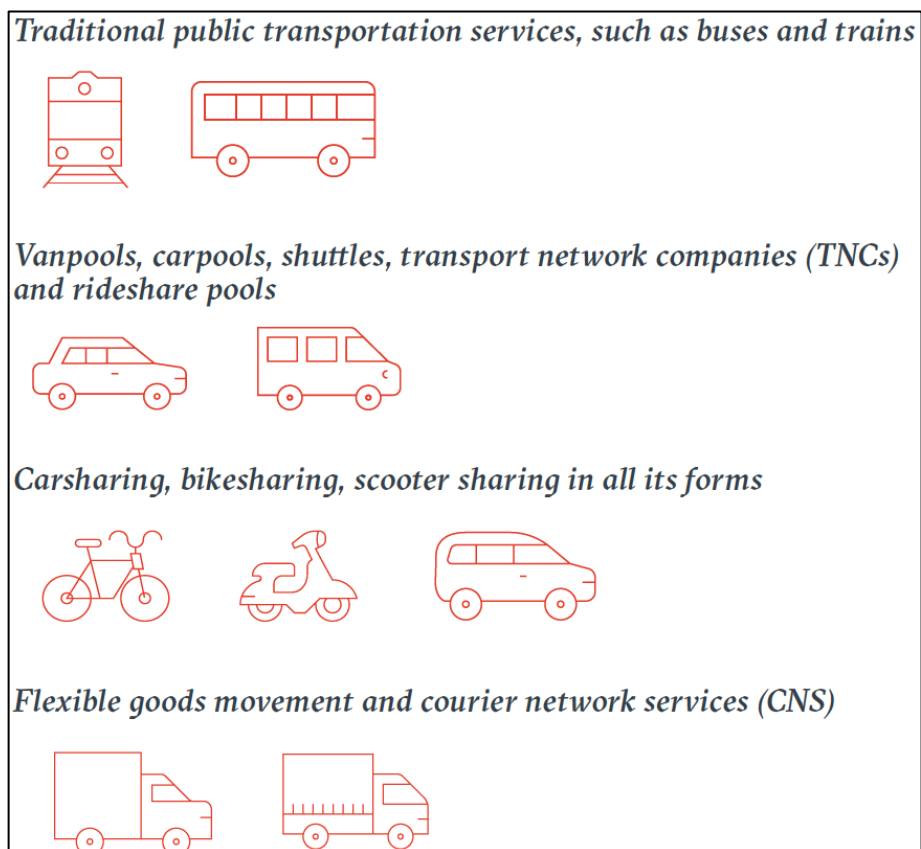
A mobilidade compartilhada se propagou e se diversificou nos últimos anos, principalmente devido às rápidas mudanças oferecidas pela disponibilidade de informações digitais e ferramentas baseadas em aplicativos. A premissa básica é que o compartilhamento pode criar padrões muito mais eficientes de mobilidade a custos inferiores à propriedade de carros particulares.

A mobilidade compartilhada é usada para descrever qualquer serviço de transporte compartilhado pelos usuários, incluindo todas as formas de transporte coletivo, como também veículos menores e modos individuais de transporte (SKINNER et al., 2017).

O compartilhamento pode ocorrer simultaneamente usando o mesmo veículo, como o compartilhamento de viagens, ou consecutivamente, como o compartilhamento de bicicletas e de veículos (MASON; FULTON; MCDONALD, 2015; HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016; FULTON; MASON; MEROUX, 2017; HANDY, 2017; RPA, 2017; SKINNER et al., 2017; PERKINS+WILL, 2018). Serviços como Uber e Lyft também fazem parte do quadro de mobilidade compartilhada, conforme ilustrado na Figura 4.

As redes para operar o sistema de mobilidade compartilhada podem ser públicas ou privadas, além de poderem ser utilizadas como o principal modo de transporte, ou como complemento aos demais modos (SHAHEEN et al., 2015; HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016; WSP; FARRELLS, 2016).

Figura 4 – Modos de mobilidade compartilhada



Fonte: Skinner et al. (2017).

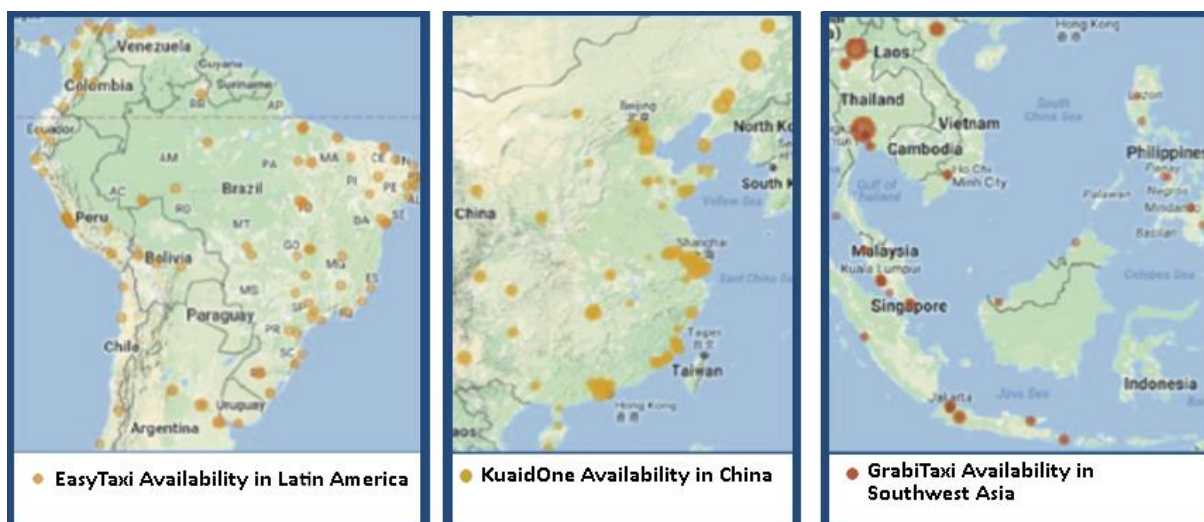
O uso da mobilidade compartilhada torna mais conveniente acessar os serviços conforme a necessidade e a sua utilização é facilitada pelos aplicativos de *smartphones*, que agregam as opções e otimizam as rotas para as pessoas (SHAHEEN et al., 2015; HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016).

A escolha da mobilidade compartilhada pode oferecer oportunidades significativas para o planejamento urbano, com a redução dos veículos em circulação e a diminuição da necessidade de infraestrutura viária (PARKIN et al., 2017).

Estudos indicam que a mobilidade compartilhada foi mais bem-sucedida em áreas densamente povoadas e com várias opções de transporte (WSP; FARRELLS, 2016; FULTON; MASON; MEROUX, 2017; PERKINS+WILL, 2018). Porém, existe o questionamento, se a utilização da mobilidade compartilhada oferecida pelas empresas de rede de transporte – *Transport Network Company* (TNC), como as realizadas pelo Uber e Lyft, pode competir com o uso do transporte coletivo e os deslocamentos a pé e de bicicleta (FULTON; MASON; MEROUX, 2017).

Contudo, o uso dos serviços disponibilizados pelas TNCs tem sido adotado em diversas cidades do mundo, como da América do Sul, da China e do Sudeste da Ásia. A Figura 5 ilustra a disseminação da mobilidade compartilhada oferecida pelas TNCs.

Figura 5 – Disseminação da mobilidade compartilhada em 2016 oferecida pelas TNCs na América do Sul, na China e no Sudeste da Ásia



Fonte: Fulton, Mason e Meroux (2017).

O sucesso da mobilidade compartilhada, dependerá da ocupação média de passageiros por viagem, bem como da conveniência, do custo, da confiabilidade, da flexibilidade e da integração com os dispositivos (KPMG; CARGROUP, 2016; FULTON; MASON; MEROUX, 2017).

2.2.1 Mobilidade compartilhada: transporte coletivo

Sobre as novas tecnologias relacionadas ao transporte coletivo, o sistema metroferroviário tem se modernizado, como quanto à sinalização e a adoção de *driverless* em suas composições, sendo este processo evolutivo e não disruptivo.

Tem sido objeto de abordagens constantes a relação entre as características do sistema *Bus Rapid Transit* (BRT) e do *Light Rail Transit* (LRT), em que alguns trabalhos mencionam que o LRT tem um potencial maior de minimizar o congestionamento do que o BRT, uma vez que o LRT pode atrair com maior intensidade as pessoas que utilizam automóveis em seus deslocamentos, devido à imagem que este sistema transmite quanto ao conforto, aos trens modernos e às estações normalmente localizadas próximas aos pontos de interesse, como centros comerciais (KÜHN, 2002; NEWMAN, 2018). Um dos principais contrapontos do LRT é que o sistema operacional é mais vulnerável, podendo haver interrupção na prestação do serviço, como em virtude de problemas técnicos. O BRT, neste caso, é capaz de contornar o problema, com a substituição do veículo (KÜHN, 2002).

Porém, Kühn (2002), Steer (2015) e Hensher (2016) mencionam que existe um senso de condicionamento às preferências modais para o LRT sem uma avaliação dos benefícios equivalentes do BRT, frequentemente menos favorecido. Os autores relatam que existe a associação de ônibus com elementos negativos, como ruído, poluição, congestionamento em tráfego misto – ônibus e demais veículos, e à qualidade do nível de serviço.

A questão sobre qual dos dois sistemas é mais adequado, depende das características de cada cidade, como população e demanda. Kühn (2002) menciona que o BRT apresenta uma oportunidade de investimento em cidades com até 1 milhão de habitantes, em países desenvolvidos ou em desenvolvimento. Como vantagens em relação ao LRT, o BRT pode ser introduzido em um período menor, permite uma melhor correspondência da oferta com a demanda, podendo ser ajustada ao longo do dia, de acordo com a necessidade, e tem custo de introdução menor do que o LRT (KÜHN, 2002; HENSHER, 2016; NEWMAN, 2018).

Quanto ao custo de introdução do BRT, tem-se o custo das vias, as quais podem ser criadas pela realocação do espaço viário existente, bem como o custo das instalações de embarque e desembarque, além dos custos envolvendo sistemas de comunicação e sinais de trânsito. Quanto ao custo de introdução do LRT, tem-se o custo das estruturas e das estações,

bem como o custo dos sistemas de sinalização e de possíveis desapropriações, possuindo um custo maior de introdução do que o BRT (KÜHN, 2002; HENSHER, 2016).

Quanto ao custo operacional, Kühn (2002) ressalta que há uma grande variação nos resultados, que dependem da demanda, da taxa de ocupação, da capacidade dos veículos/composições, dificultando a comparação entre os dois sistemas.

Com isso, tem-se que o BRT tende a apresentar o custo de investimento/km inferior ao LRT, porém os estudos pesquisados não apresentam uma definição precisa sobre as vantagens dos sistemas em relação aos custos operacionais (KÜHN, 2002; HENSHER, 2016; NEWMAN, 2018). Diversas cidades têm adotado estes sistemas, cada uma com as suas particularidades, os quais são considerados satisfatórios, como Curitiba, no Brasil, Bogotá, na Colômbia, e Ottawa, no Canadá, com a adoção de BRT; Viena, na Áustria, Praga, na República Tcheca, e São Petersburgo, na Rússia, com a adoção de LRT (KÜHN, 2002; UITP, 2015; HENSHER, 2016).

Com as novas tecnologias, foi desenvolvido um sistema diferente do BRT e do LRT, chamado *Autonomous Rail Transit (ART)*, que dispensa a utilização de trilhos e, apesar do ART conter o termo *rail*, trata-se de veículos sobre pneus. O ART é um sistema muito recente, provido de orientação óptica autônoma, com circulação segregada e programado para se mover nas ruas com alta precisão. O ART pode evitar os principais contrapontos do LRT, quanto ao custo e interrupção do serviço, e potencializar a vantagem do BRT, quanto à realocação do espaço viário existente para o seu uso, reduzindo o tempo de introdução do sistema (NEWMAN, 2018). A Figura 6 ilustra o ART na província de Hunan, no sul da China.

Figura 6 – ART na província de Hunan, no sul da China



Fonte: Newman (2018).

A Figura 7 abaixo resume as principais características do BRT, do LRT e do ART, considerando as melhorias que a nova tecnologia oferece.

Figura 7 – Principais características dos sistemas BRT, LRT e ART

Característica	BRT	LRT	ART
Velocidade e capacidade	✓	✓ ✓	✓ ✓
Qualidade da viagem	✗	✓ ✓	✓ ✓
Potencial de desenvolvimento do solo	✗	✓ ✓	✓ ✓
Custo	✓	✗	✓
Interrupção dos serviços locais e impacto na economia durante as obras de introdução	✓	✗	✓ ✓
Tempo de introdução	✓	✗	✓
Geral	✓	✓ ✓	✓ ✓ ✓

Fonte: Newman (2018).

Com base na Figura 7 é possível aferir que o ART consegue consolidar as vantagens do BRT e do LRT em um único sistema, ressaltando-se o menor período de sua introdução. Desta forma, a presente tese elegeu o sistema ART para a realização dos cenários projetuais, conforme detalhado no Capítulo 5.

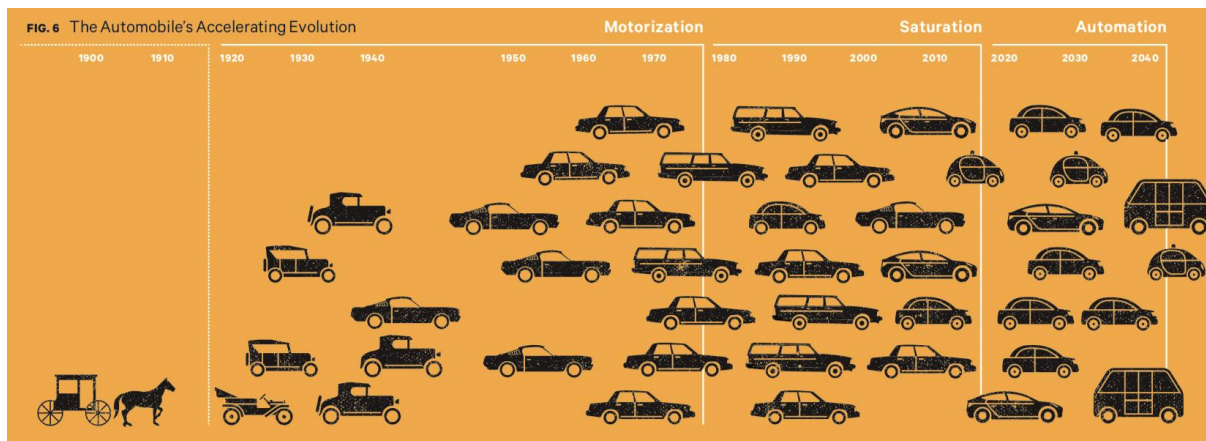
2.3 Veículos sem motorista: a próxima revolução na mobilidade urbana

No século XIX, as ferrovias transformaram o modo de deslocamento, no século XX foi o automóvel e, para o século XXI, muitos autores citam o veículo sem motorista como a próxima revolução na mobilidade urbana, considerando-o a maior inovação tecnológica de transporte, trazendo mudanças significativas no ambiente físico (BIERSTEDT et al., 2014; LE VINE; POLAK, 2014; MAUNSELL; TANGUTURI; HOGARTH, 2014; CLAUDEL; RATTI, 2015; FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; ANDERSON et al., 2016; CHAPIN et al., 2016; HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016; HANNON et al., 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; KPMG; CARGROUP, 2016; LIPSON; KURMAN, 2016; PARKIN et al., 2016; WSP; FARRELLS, 2016; APPLEYARD; RIGGS, 2017; BLOOMBERG PHILANTHROPIES, 2017; ERTRAC, 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; HAWKINS; HABIB, 2018; PERKINS+WILL, 2018).

As implicações dos automóveis nas cidades tiveram início há mais de um século, sendo possível distinguir três eras: motorização, saturação e automação. Cada uma delas abrange

um amplo conjunto de mudanças tecnológicas, econômicas e sociais, onde a evolução de cada era ocorreu mais rápido do que a era anterior, conforme ilustrado na Figura 8.

Figura 8 – A evolução das eras referentes à motorização, saturação e automação



Fonte: Bloomberg Philanthropies (2017).

A era da motorização compreendeu um período de 60 anos a partir de 1920 até o início de 1980, com os automóveis chegando em grande número nas cidades durante esse período, havendo uma reorganização das ruas e do uso do solo para contemplar o potencial de mobilidade dessa nova tecnologia (BLOOMBERG PHILANTHROPIES, 2017).

De 1980 a 2020, apenas 40 anos depois da era da motorização, a era da saturação apresenta as desvantagens da mobilidade centrada no automóvel, com efeitos na poluição atmosférica, nas questões de saúde pública e no congestionamento, agravando os problemas de muitas regiões urbanas (BLOOMBERG PHILANTHROPIES, 2017).

A era da automação está em andamento e apresenta incertezas quanto às suas vantagens e desvantagens (BLOOMBERG PHILANTHROPIES, 2017; DEPARTMENT FOR TRANSPORT, 2018). No entanto, representa a retomada das inovações tecnológicas após o motor de combustão interna, a produção em massa de automóveis e a disseminação de sistemas ferroviários de alta velocidade ocorridos durante o século XX (FULTON; MASON; MEROUX, 2017).

Atualmente, a maior parte das pessoas que se movimentam pelas cidades em veículos, normalmente representa viagens subutilizadas, uma vez que os veículos têm baixa ocupação, além de possuírem motores movidos por combustíveis fósseis (FULTON; MASON; MEROUX, 2017).

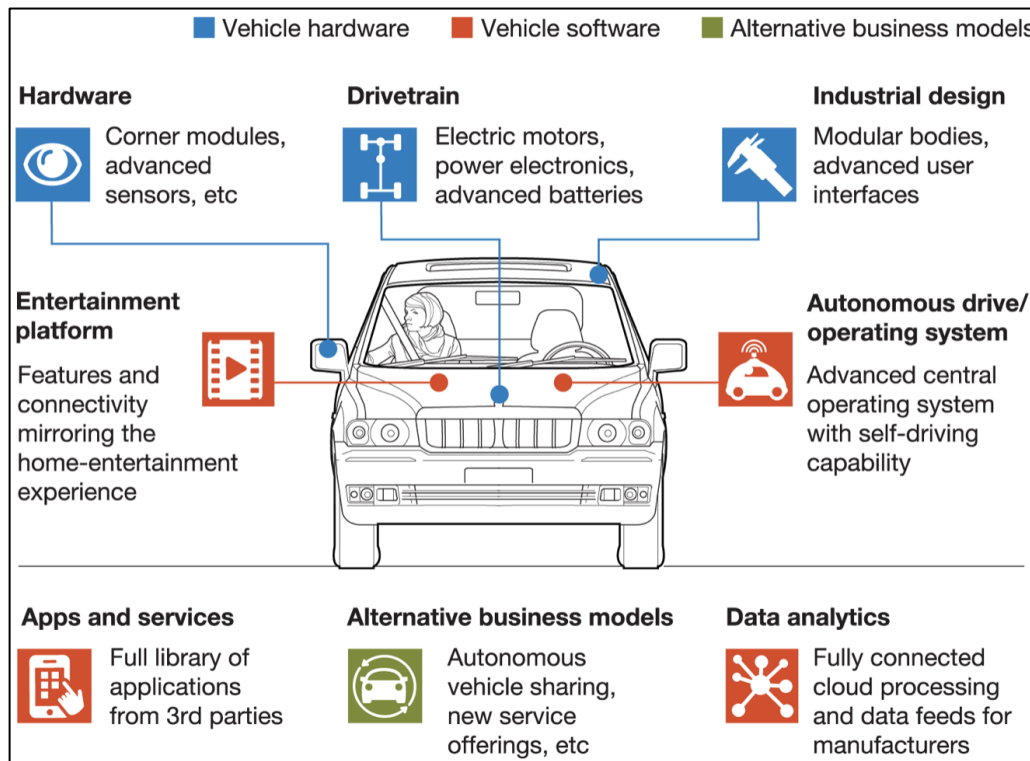
A tecnologia do veículo sem motorista pode remodelar o sistema de transporte e o desenho urbano de uma forma sem precedentes, ao revolucionar a natureza da mobilidade

peçoal (BIERSTEDT et al., 2014; CERVERO; GUERRA; AL, 2017; CLAUDEL; RATTI, 2015; FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; ANDERSON et al., 2016; CHAPIN et al., 2016; HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016; HANNON et al., 2016; KPMG; CARGROUP, 2016; LIPSON; KURMAN, 2016; PARKIN et al., 2016; WSP; FARRELLS, 2016; APPELYARD; RIGGS, 2017; BLOOMBERG PHILANTHROPIES, 2017; ERTRAC, 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; HAWKINS; HABIB, 2018; PERKINS+WILL, 2018).

Muitos dos veículos comercializados atualmente estão seguindo esta tendência e possuem elementos de sensoriamento que auxiliam o motorista a monitorar o ambiente para evitar falhas, podendo influenciar no movimento do veículo e mudar fundamentalmente o papel do motorista (FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; PARKIN et al., 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; DEPARTMENT FOR TRANSPORT, 2018).

À medida que se desenvolvem novos dispositivos, sensores e softwares, os veículos estão evoluindo para computadores sobre rodas, impulsionando alterações nos recursos existentes (BEIKER et al., 2016). A Figura 9 ilustra essas alterações no setor automotivo.

Figura 9 – A evolução dos veículos para computadores sobre rodas



Fonte: Beiker et al. (2016).

2.3.1 Definições envolvendo a automação

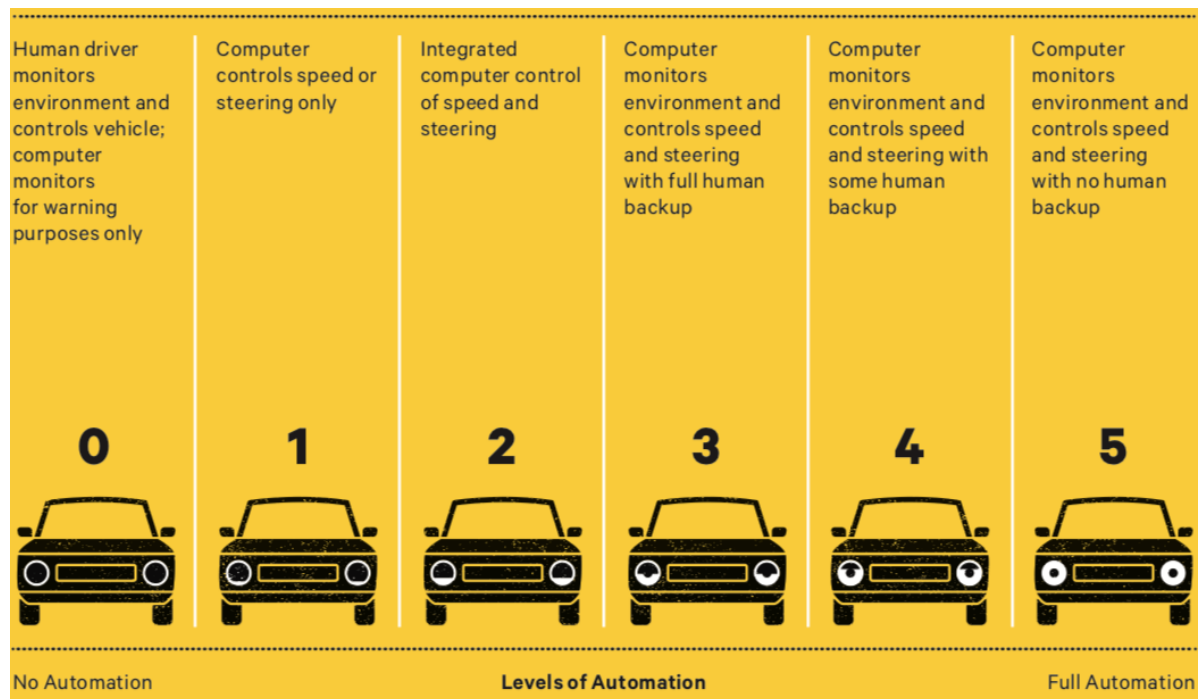
A automação é definida como um dispositivo ou sistema que realiza uma função que anteriormente poderia, parcial ou totalmente, ser executada por um operador humano (PARASURAMAN; SHERIDAN; WICKENS, 2000). Além disto, refere-se ao controle automatizado de qualquer número de funções dentro de um automóvel, sendo que existem variações referentes aos níveis de automação (CAMPBELL et al., 2018).

A *National Highway Traffic Safety Administration* (NHTSA) forneceu, em 2013, uma taxonomia inicial de automação de veículos e incluiu cinco níveis de automação (NHTSA, 2013).

Em 2014, a *Society of Automotive Engineers* (SAE) também definiu uma taxonomia, sendo revisada em 2016 e em 2018, que consiste em seis níveis de automação e descreve a relação entre o motorista humano e o sistema de direção automatizado, onde o nível 0 corresponde a nenhuma automação e o nível 5 corresponde a automação total do veículo (SAE, 2014, 2016, 2018). A taxonomia SAE foi adotada pela NHTSA e é a mais reconhecida universalmente (VISSERS et al., 2016; BLOOMBERG PHILANTHROPIES, 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017).

A Figura 10 sintetiza a descrição dos níveis de automação, conforme taxonomia SAE.

Figura 10 – Níveis de automação sintetizados conforme classificação SAE



Fonte: Bloomberg Philanthropies (2017).

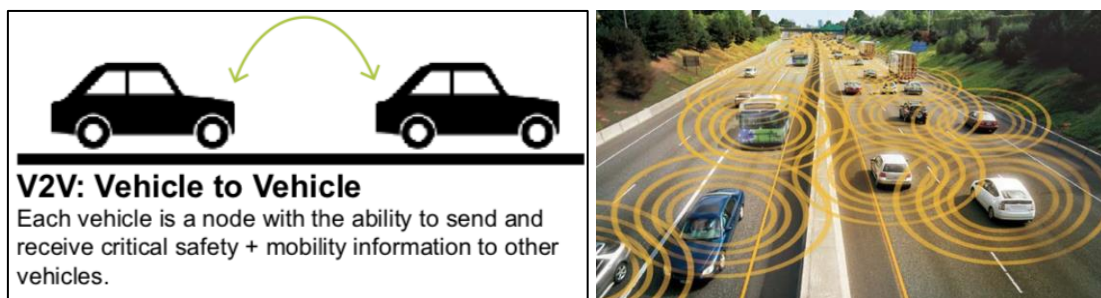
Alguns aspectos de automação já estão sendo introduzidos gradualmente nos veículos para melhorar a segurança e a conveniência, como o *anti-lock braking system (ABS)*, o *parking assist* e o *adaptive cruise control (ACC)*.

Esta pesquisa utiliza a expressão “veículo sem motorista”⁷ para fazer referência aos veículos automatizados em geral e, embora a tecnologia envolvendo veículos sem motorista compreenda tanto o transporte de bens como o de pessoas, salienta-se que o foco desta pesquisa é o transporte de pessoas e o impacto que as tecnologias disruptivas proporcionarão no desenho urbano das cidades.

Os veículos automatizados são caracterizados como:

a) autônomos, operam de veículo para veículo e usam sensores para transmitir e receber mensagens, como avisos de segurança, informações sobre a velocidade, o percurso e a frenagem – conhecidos como *Vehicle to Vehicle (V2V)* (ANDERSON et al., 2016; SMITH, 2016; MPO, 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; SANDT; OWENS, 2017). A Figura 11 exemplifica o V2V;

Figura 11 – Exemplificação V2V

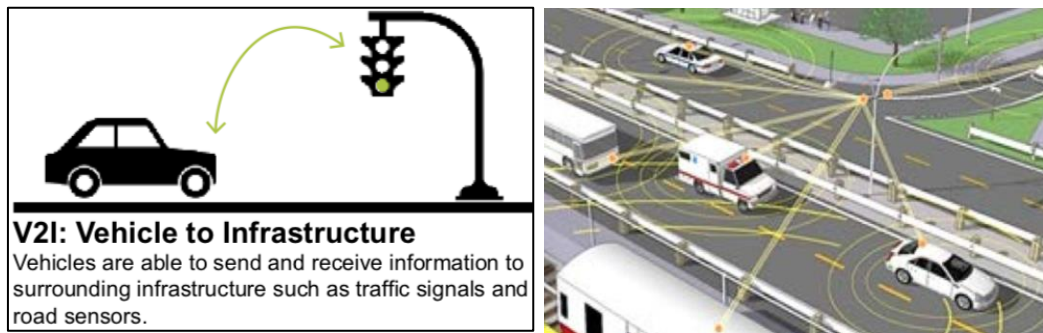


Fontes: Figura à esquerda - Hand, AIA e LEED AP BD+C (2016); figura à direita - Smith (2016).

b) conectados, usam comunicação sem fio para compartilhar informações sobre segurança, veículos e a infraestrutura – conhecidos como *Vehicle to Infrastructure (V2I)* (ANDERSON et al., 2016; HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016; SMITH, 2016; MPO, 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; SANDT; OWENS, 2017). A Figura 12 exemplifica o V2I.

⁷ Embora na literatura os termos variem, como *autonomous vehicle*, *driverless car*, *connected vehicle* e *connected automated vehicle*, esta pesquisa adotou a expressão “veículo sem motorista” de forma a fazer referência aos veículos que dispensem totalmente a presença de condutor.

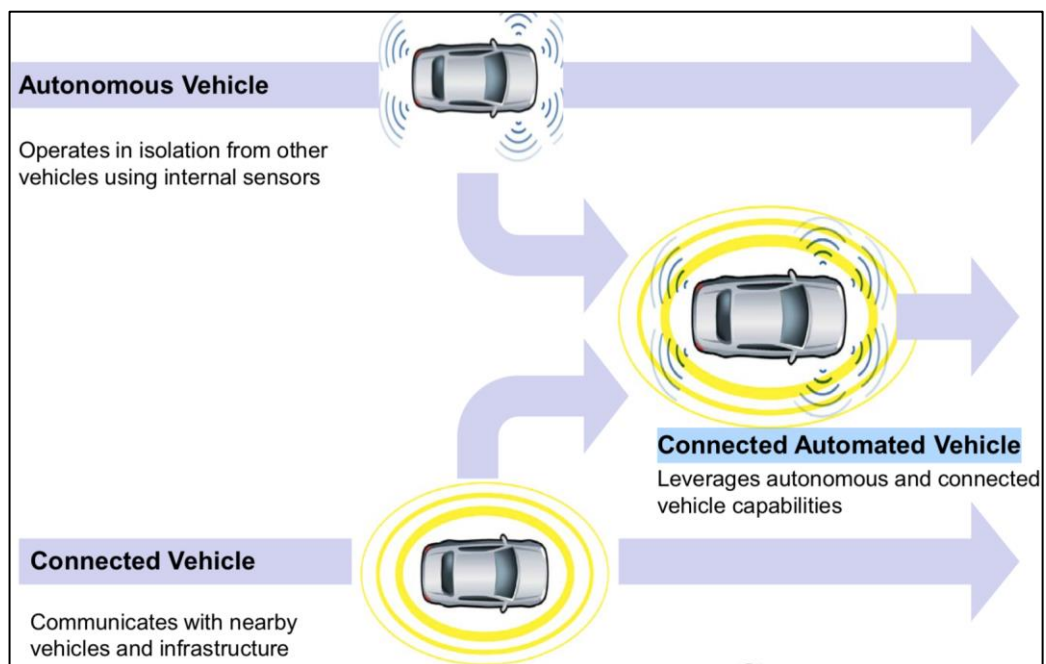
Figura 12 – Exemplificação V2I



Fontes: Figura à esquerda - Hand, AIA e LEED AP BD+C (2016); figura à direita - Smith (2016).

A junção de veículos autônomos com veículos conectados resulta no veículo automatizado conectado, ou *Connected Automated Vehicle (CAV)*, podendo melhorar a segurança e alterar os padrões de tráfego e o congestionamento (MPO, 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017). A Figura 13 aborda esta junção que resulta no CAV.

Figura 13 – Junção do veículo autônomo com o veículo conectado que resulta no CAV

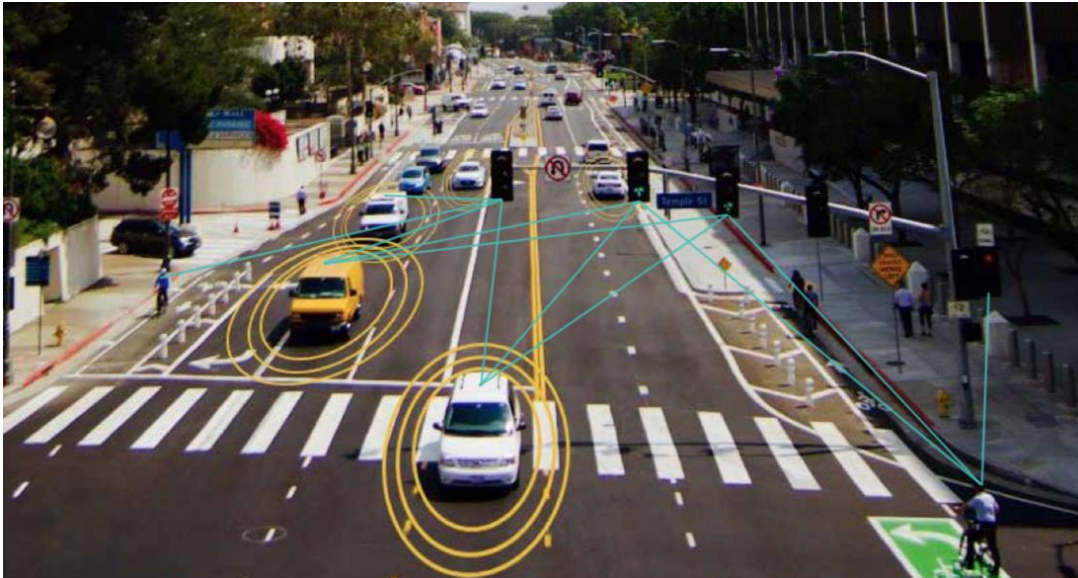


Fonte: Smith (2016).

Além de permitir o recebimento de informações via internet, as comunicações V2V e V2I têm o potencial de compartilhar os dados em tempo real com os operadores da rede e com os usuários (DEPARTMENT FOR TRANSPORT, 2018). Assim como a V2V e a V2I, também são mencionadas as comunicações de veículos para outros elementos, conhecidas como V2X. A tecnologia V2X representa o potencial para melhorias de segurança utilizando comunicação

sem fio para detectar a presença de usuários, como pedestres e ciclistas (SANDT; OWENS, 2017). A Figura 14 exemplifica o V2X.

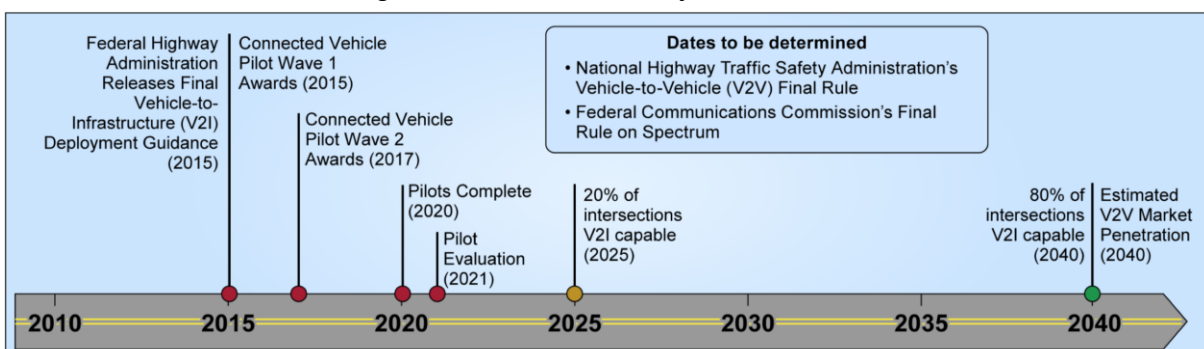
Figura 14 – Exemplificação V2X



Fonte: Hand, AIA e LEED AP BD+C (2016).

Conforme ilustrado na Figura 15, o *Government Accountability Office* (GAO) dos Estados Unidos estima altos níveis de adoção de V2V e V2I até 2040 (GAO, 2015). Previsão equivalente tem a *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO) e o *United States Department of Transportation* (U.S. DOT) onde a estimativa é que a comunicação V2I esteja disponível em 20% até 2025 e em 80% até 2040. Também existe a estimativa que 90% dos veículos leves sejam equipados com V2V até 2040 (AASHTO, 2014; JACOBI; TORNG; CRAIG, 2015).

Figura 15 – Estimativa de adoção de V2V e V2I



Fonte: GAO (2015).

O cronograma para a mudança e a adoção de veículos sem motorista é incerto e gera variadas projeções entre os pesquisadores (BIERSTEDT et al., 2014; CLAUDEL; RATTI, 2015; GUERRA, 2016; HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016; WSP; FARRELLS, 2016; BLOOMBERG

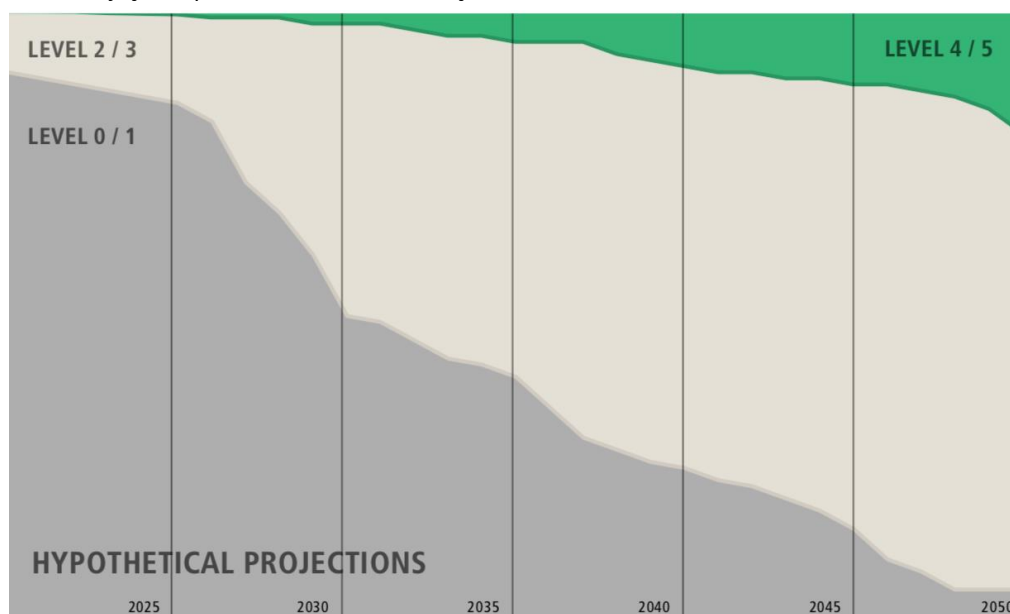
PHILANTHROPIES, 2017; ERTRAC, 2017; FULTON; MASON; MEROUX, 2017; LITMAN, 2017; MPO, 2017; OTTO, 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; RPA, 2017).

Dentre as previsões, o *Institute of Electrical and Electronic Engineers* (IEEE) estima que até 75% de todos os veículos sejam sem motorista até 2040 (ACKERMAN, 2016), Bansal e Kockelman (2016) preveem que 25% dos veículos sejam autônomos de nível 4 até 2045, já Lavasani, Jin e Du (2016) inferem uma saturação em 2050. Litman (2014) afirma que o uso dos veículos sem motorista se tornaria acessível para a maioria da população entre 2040 e 2060, já Bierstedt et al. (2014), preveem que os veículos estarão disponíveis em ambientes monitorados até 2040 e em vias públicas a partir de 2050.

Outras previsões ocorrem em Mosquet et al. (2015) e Bernhart et al. (2016), com previsão em 2025, e Bertoncello e Wee (2015), com previsão para 2030.

A Figura 16 ilustra uma projeção hipotética referente à composição total da frota de veículos dos Estados Unidos em relação ao nível de automação, indicando que níveis mais baixos de veículos automatizados, entre 0 e 3, representarão uma grande parte da frota de veículos por um longo período de tempo. Os dados são hipotéticos, pois, como foi mencionado anteriormente, não há consenso sobre o cronograma de adoção de veículos sem motorista.

Figura 16 – Projeção hipotética sobre a introdução de veículos sem motorista e o seu nível de automação



Fonte: Sandt e Owens (2017).

No momento, existem poucos veículos equipados com sistemas de direção totalmente automatizados em operação. Estes geralmente são de baixa velocidade e com alcance limitado, operando em ambientes controlados com poucos conflitos (PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017).

Muitas indústrias de automóveis, e desenvolvedores de tecnologia, estão investindo em pesquisas, visando equipar os veículos com sistemas automatizados de acionamento para habilitá-los a circularem em condições reais (PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017).

Pesquisas recentes sugerem que as transformações mais iminentes na indústria automobilística se concentrarão na associação que estes veículos fazem com os demais elementos do ambiente, envolvendo comunicações sem fio e em rede entre veículos, infraestrutura e dispositivos de comunicação pessoal (USDOT; ITS, 2016; MPO, 2017; RPA, 2017).

Os fatores que influenciarão a rapidez com que estes avanços tecnológicos serão adotados incluem alguns aspectos, como questões jurídicas, de segurança e de privacidade (BIERSTEDT et al., 2014).

2.3.2 Principais fatores relacionados com a adoção de veículos sem motorista no ambiente urbano

A Figura 17 ilustra alguns fatores que irão impactar no sistema futuro de mobilidade urbana, segundo Bouton, Knupfer e Swartz (2016).

Figura 17 – Fatores que afetarão a mobilidade urbana futura



Fonte: Bouton, Knupfer e Swartz (2016).

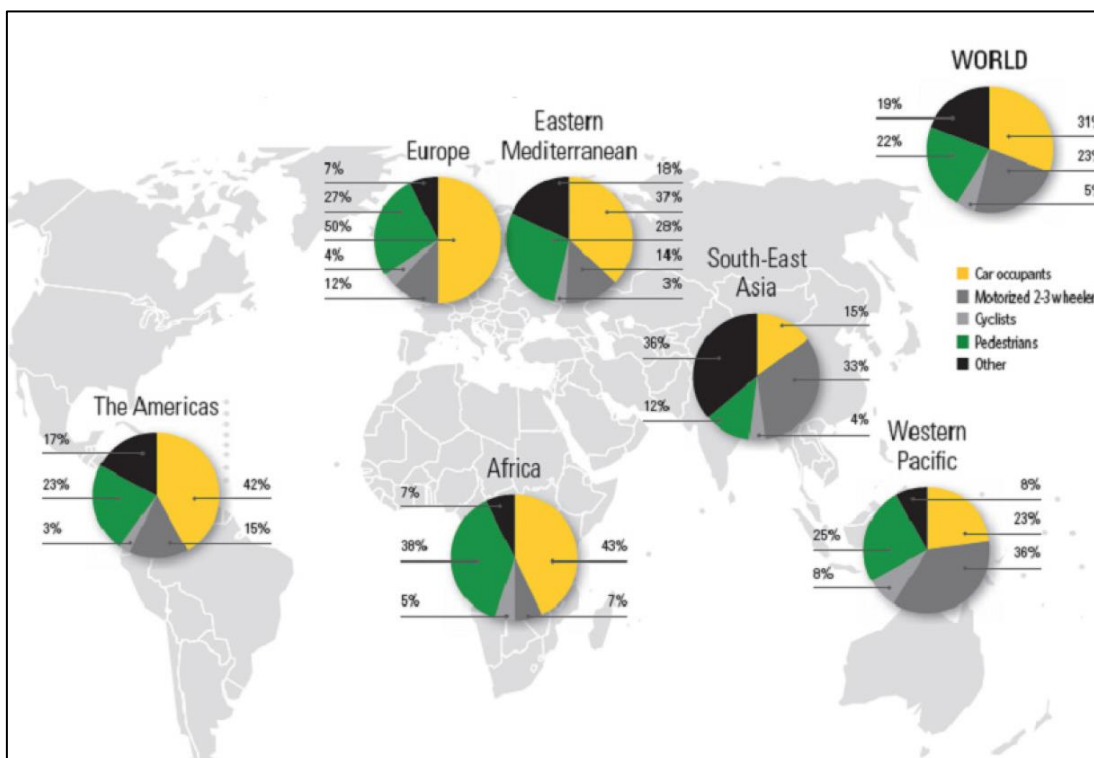
A seguir, são apresentados os fatores que aparecem com maior frequência na literatura pesquisada, considerando-se as principais vantagens e os contrapontos.

2.3.2.1 Segurança viária

De acordo com a NHTSA (2008), o erro do motorista, incluindo o uso de álcool, pode ser responsável por mais de 90% de todos os acidentes. Além disso, os acidentes de trânsito são a principal causa de morte entre crianças de 5 a 14 anos de idade (WHO, 2013). A Figura 18 ilustra a porcentagem de mortes por modo de transporte em diferentes regiões do mundo.

Vock (2018) associa o aumento na fatalidade envolvendo pedestres nos Estados Unidos com o uso do veículo utilitário esportivo, ou *Sport Utility Vehicle* (SUV). Como estes veículos têm dianteiras maiores e mais altas do que os veículos de passeio, em caso de acidente, a área do corpo atingida e os danos tendem a ser maiores.

Figura 18 – Porcentagem de mortes por modo de transporte em diferentes regiões do mundo



Fonte: WHO (2015).

Os acidentes de trânsito têm também custos sociais, que incluem o congestionamento, ruído e poluição do ar, e individuais, como os danos materiais, perda de produção, custos médicos, reabilitação vocacional, custos administrativos e legais, além de dor, sofrimento e perda de qualidade de vida (SMALL; KAZIMI, 1995; DELUCCHI, 2000; PARRY; WALLS; HARRINGTON, 2007; MICHALEK et al., 2011; ANDERSON et al., 2016; ERTRAC, 2017; MPO, 2017).

Principais vantagens

Uma das vantagens mais comuns citadas pelos pesquisadores é em relação à segurança viária. Existe a expectativa de que os veículos sem motorista possam reduzir as colisões de tráfego⁸ e serem programados para obedecer às leis de trânsito, como em relação às velocidades permitidas. Os veículos sem motorista também podem ter tempos de reação mais rápidos, se comparados com os motoristas humanos (FAGNANT, KOCKELMAN, 2014; HENDRICKSON; BIEHLER; MASHAYEKH, 2014; CLAUDEL; RATTI, 2015; FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; FLÄMIG, 2015; BUROHAPPOLD ENGINEERING, 2017; MPO, 2017; PERKINS+WILL, 2018).

A tecnologia dos veículos sem motorista pode auxiliar as agências de transporte no gerenciamento de ativos e na redução dos custos de manutenção, identificando e reportando as condições do sistema viário, como vias danificadas. Isso faz com que o tráfego dos veículos sem motorista possa ser automaticamente reencaminhado para outras áreas, enquanto os problemas são reparados (KPMG; CARGROUP, 2016).

Todas estas vantagens contribuem para a redução substancial dos acidentes e impactam no desenvolvimento dos veículos sem motorista, uma vez que passam a não exigir recursos maciços de segurança, como armações de aço reforçadas nos veículos, bem como podem influenciar nos projetos urbanos devido à redução da necessidade de infraestrutura viária (SILBERG ET AL., 2012; FRAEDRICH; LENZ, 2014; SOMERS; WEERATUNGA, 2015).

Principais contrapontos

Alguns estudos expressam certas reservas sobre as expectativas em relação à segurança viária que seria proporcionada pelos veículos sem motorista. Como o *The European Transport Safety Council* (ETSC, 2016) indica, o impacto real desta tecnologia na segurança viária é amplamente desconhecido (SILBERG et al., 2012; ANDERSON et al., 2014; FAGNANT; KOCKELMAN, 2014; LE VINE; POLAK, 2014; SCHOETTLE; SIVAK, 2014; FLÄMIG, 2015; SOMERS; WEERATUNGA, 2015; LEVIN, 2016; VISSERS et al., 2016; BARTH, 2017; FAIRLEY, 2017; LOMAS, 2017; SANDT; OWENS, 2017; STEWART, 2017).

De acordo com o estudo de Sivak e Schoettle (2015), durante o período de transição entre os veículos convencionais e os veículos sem motorista, a segurança pode piorar, pelo

⁸ Estimativas na literatura indicam que a adoção completa dos veículos sem motorista pode reduzir as colisões de tráfego em 90% (BERTONCELLO; WEE, 2015; FAGNANT; KOCKELMAN, 2015) e redução de 50% com adoção de 10% de veículo sem motorista (FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; HAWKINS; HABIB, 2018).

menos para os veículos convencionais (SIVAK; SCHOETTLE, 2015). Sivak e Schoettle (2015) ressaltam que uma das principais preocupações neste período de transição é que os condutores dos veículos convencionais teriam expectativas sobre as ações prováveis de outros veículos, como ocorre em muitas situações atuais.

Porém, tal interação estaria ausente com os veículos sem motorista, ocorrendo efeitos na segurança de um sistema de tráfego misto, com veículos convencionais e sem motorista (SIVAK; SCHOETTLE, 2015).

Outros autores observam que melhorias percebidas na segurança podem resultar em comportamentos mais arriscados pelos pedestres e ciclistas, fazendo com que o benefício se torne um cenário incerto (VISSERS et al., 2016; MPO, 2017; RPA, 2017).

Algumas pesquisas também mencionam que os veículos sem motorista podem ser suscetíveis ao mau funcionamento tecnológico, podendo colocar em risco os passageiros e as outras pessoas que utilizam o espaço urbano (CHEON, 2003; ANDERSON et al., 2014; HENDRICKSON; BIEHLER; MASHAYEKH, 2014; HOWARD; DAI, 2014; FLÄMIG, 2015; RPA, 2017).

2.3.2.2 Uso do tempo de viagem

O tempo gasto ao se dirigir um veículo é considerado improdutivo, além de estar relacionado com o aumento do nível de estresse, devido, principalmente, ao congestionamento (BILLINGS, 1996; SHAHEEN; COHEN; ROBERTS, 2006; ANDERSON et al., 2014; CYGANSKI; FRAEDRICH; LENZ, 2015; FLÄMIG, 2015; RPA, 2017).

Os veículos sem motorista têm o potencial de melhorar a produtividade das pessoas que o utilizarem, visto que podem permitir que outras atividades ocorram durante o deslocamento (BILLINGS, 1996; SILBERG et al., 2012; HENDRICKSON; BIEHLER; MASHAYEKH, 2014; CYGANSKI; FRAEDRICH; LENZ, 2015; JACOBI; TORNG; CRAIG, 2015; SOMERS; WEERATUNGA, 2015).

Principais vantagens

Ter a oportunidade de trabalhar, estudar ou descansar durante as viagens, pode melhorar a qualidade de vida das pessoas. Para que isso ocorra, o veículo deve possuir um alto nível tecnológico, sendo capaz de assumir as funções do veículo e eliminar a necessidade das pessoas o operarem, liberando-as para executar outras atividades (BIERSTEDT et al., 2014; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; RPA, 2017; PERKINS+WILL, 2018).

A mudança de comportamento no uso do tempo do deslocamento alterará o desenho interno dos veículos, onde os assentos da parte da frente e da parte de trás, poderão ser eliminados como conceito, podendo girar 360°, ou serem combinados como sofás, existindo possibilidades de configurações diferentes (HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; OTTO, 2017; HAWKINS; HABIB, 2018).

Principais contrapontos

Existe o questionamento de quem terá a posse deste tempo livre, uma vez que as empresas podem ter a expectativa de contabilizar o tempo de deslocamento como tempo de trabalho (THOMPSON et al., 2017).

Uma outra questão é em relação à produtividade que pode ser prejudicada devido à alguns fatores, como: o mal-estar em executar uma atividade com o veículo em movimento (CLAUDEL; RATTI, 2015); a falta de confiança no veículo, que pode comprometer a concentração na realização de tarefas durante a viagem; bem como é incerto se a duração média da viagem pode realmente proporcionar o tempo suficiente para a realização de atividades e ser considerado produtivo (BOUTON; KNUPFER; SWARTZ, 2016).

Alguns autores também mencionam que os interiores dos veículos sem motorista podem parecer cubículos ou células, não sendo convidativos para execução de atividades ou para o descanso (HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; THOMPSON et al., 2017).

2.3.2.3 Autonomia nos deslocamentos

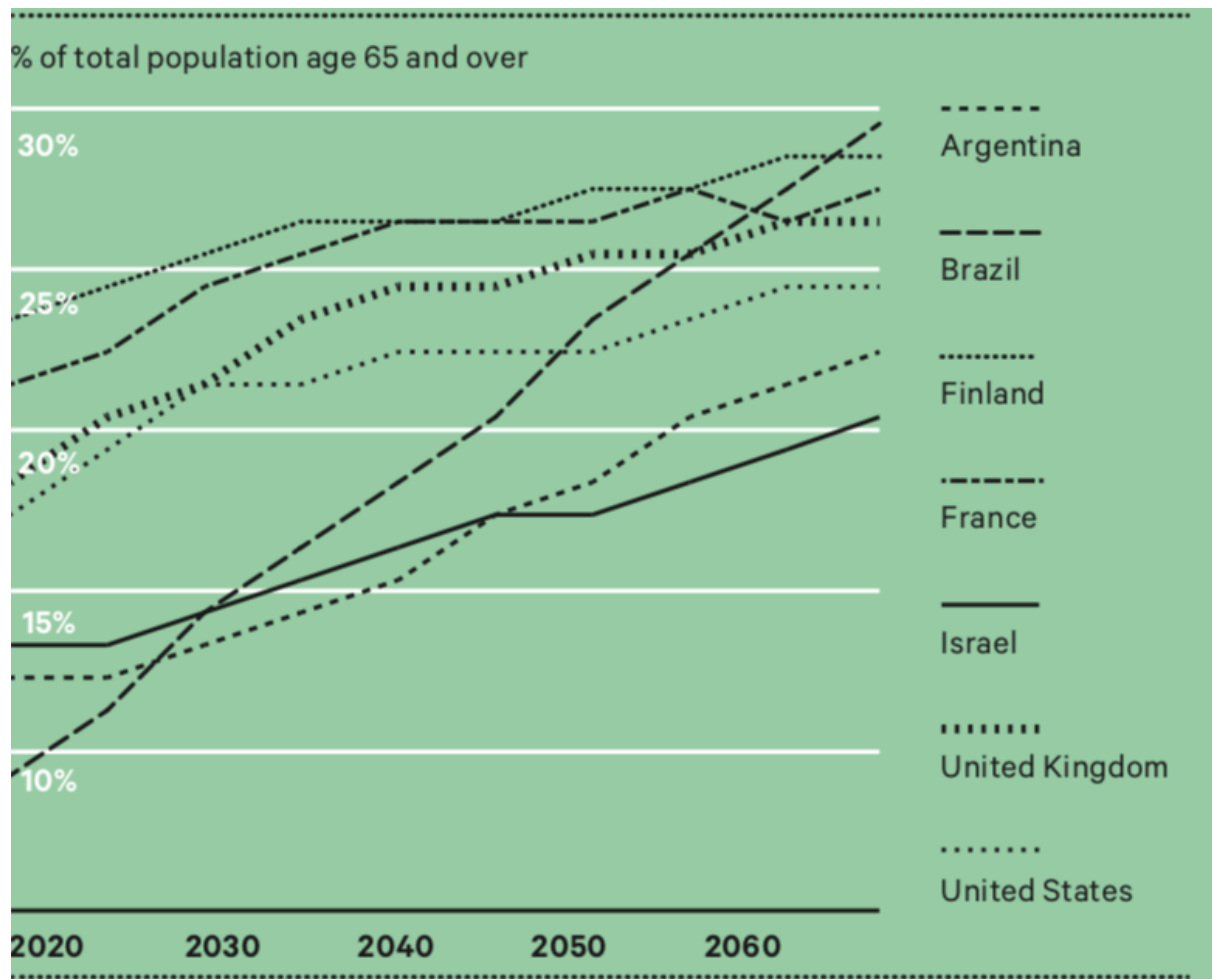
Os veículos sem motorista podem proporcionar autonomia nos deslocamentos para os que não dirigem, para as pessoas com limitações etárias, físicas ou motoras para dirigir, fomentando a independência, a redução do isolamento social e acesso aos serviços essenciais (ROSENBLOOM, 2012; FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; ANDERSON et al., 2016; MPO, 2017).

Principais vantagens

À medida que a idade de uma pessoa aumenta, ocorre uma diminuição na acuidade visual, na flexibilidade, na força e no tempo de reação, afetando a capacidade de dirigir, além de resultar em risco para si e para a sociedade (CHEON, 2003; ANDERSON et al., 2014; FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; FLÄMIG, 2015; SOMERS; WEERATUNGA, 2015; GUERRA, 2016).

A Figura 19 ilustra a projeção do envelhecimento da população que ocorreria concomitantemente com a adoção de veículos sem motorista.

Figura 19 – Projeção do envelhecimento da população concomitantemente à adoção de veículos sem motorista



Fontes: UN/DESA (2017) e Bloomberg Philanthropies (2017).

Limitar ou eliminar o ato de dirigir destas pessoas, bem como não oferecer opções convidativas de deslocamento para os que não dirigem, para as pessoas com limitações etárias, físicas ou motoras para dirigir, pode resultar na diminuição da interação social e do acesso aos principais serviços, reduzindo assim a qualidade de vida (SILBERG et al., 2012; LUTIN; KORNHAUSER; LERNER-LAM, 2013; ANDERSON et al., 2014; BIERSTEDT et al., 2014; HEVELKE; NIDA-RÜMELIN, 2015; HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; MPO, 2017).

Os veículos sem motorista podem representar uma nova opção de mobilidade para estas pessoas. Os jovens da geração do milênio, que contempla nascidos entre o início de 1980 até o final da década de 1990, estão liderando a tendência de reduzir a utilização do automóvel convencional e estão utilizando a tecnologia para buscar novas opções de viagem, que, quando os veículos sem motorista estiverem em circulação, só tendem a reforçar isto

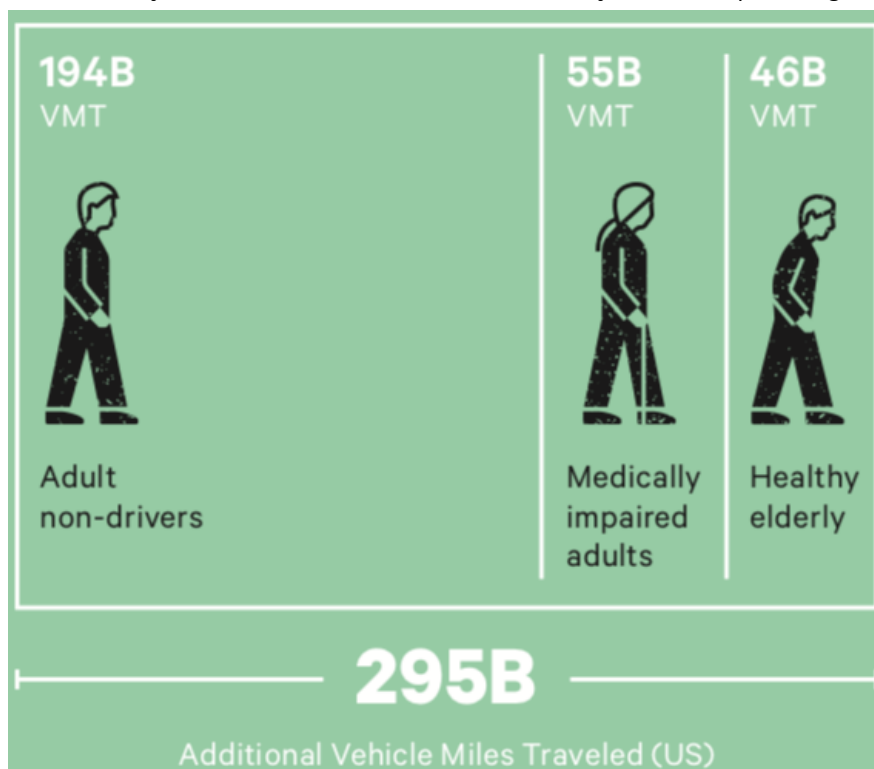
(SAKARIA; STEHFEST, 2013; JACOBI; TORNG; CRAIG, 2015; BOUTON; KNUPFER; SWARTZ, 2016; KPMG; CARGROUP, 2016; RPA, 2017; WILBRINK et al., 2017; PERKINS+WILL, 2018).

Principais contrapontos

Alguns autores mencionam que pode haver um aumento na realização de viagens, devido à facilidade proporcionada pelos veículos sem motorista, o que fomentaria os deslocamentos (ECENBARGER, 2009; SILBERG, et al., 2012; OHNSMAN, 2014; FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; KPMG; CARGROUP, 2016; BLOOMBERG PHILANTHROPIES, 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; RPA, 2017).

A Figura 20 ilustra o aumento da distância percorrida devido à demanda dos grupos de pessoas que não dirigem, que têm limitações físicas ou motoras, bem como limitações etárias, para dirigir.

Figura 20 – Aumento da distância percorrida devido à demanda dos grupos de pessoas que não dirigem, que têm limitações físicas ou motoras, bem como limitações etárias, para dirigir



Fonte: Bloomberg Philanthropies (2017).

Além disto, questiona-se se estas viagens podem efetivamente ser realizadas de forma autônoma, uma vez que os passageiros com limitações etárias, físicas ou motoras, podem precisar do auxílio de outras pessoas (HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016).

Outra questão é que se torna necessário o acesso e o engajamento tecnológico para possibilitar a utilização deste serviço, o que pode impactar o uso por determinados grupos que tenham dificuldade em manipular estes dispositivos (HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016).

2.3.2.4 Impactos econômicos

A introdução de veículos sem motorista pode ter efeito econômico significativo, no entanto, pode haver novas oportunidades e adaptação para incorporar a nova tecnologia no cenário econômico (LUTIN; KORNHAUSER; LERNER-LAM, 2013; SMITH; ANDERSON, 2014; ANDERSON et al., 2016; GUERRA, 2016; MPO, 2017).

Principais vantagens

Conforme mencionado pela Bloomberg Philanthropies (2017), alguns setores podem apresentar ganhos potenciais de emprego, como o setor da construção civil, devido às obras de conversão de instalações viárias, e o setor de produtos e serviços voltados à Tecnologia da Informação diretamente relacionados aos veículos sem motorista.

Eles também devem permitir a criação de novos produtos e serviços, contribuindo para o crescimento econômico, além de permitir que as empresas se reestruturem visando aumentar a produtividade (LUTIN; KORNHAUSER; LERNER-LAM, 2013; BLOOMBERG PHILANTHROPIES, 2017).

A introdução das novas tecnologias pode fornecer informações precisas das viagens, servindo de subsídios para os cálculos de cobranças apropriadas de pedágio. Este princípio de coleta de informações, também pode ser aplicado à medida que a tecnologia avança para a mobilidade compartilhada em veículos sem motorista, podendo ser incorporadas taxas mais elevadas para determinadas situações, como para baixa ocupação do veículo. Nessa linha, as taxas para a alta ocupação podem ser mais baixas, de forma a incentivar esse tipo de ocupação e desestimular a ocupação vazia, ou individual, do veículo sem motorista (HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016; BLOOMBERG PHILANTHROPIES, 2017; BUROHAPPOLD ENGINEERING, 2017; RPA, 2017). Estas receitas podem subsidiar diretamente os sistemas de maior ocupação.

Principais contrapontos

Haverá uma redução no número de empregos dos profissionais envolvidos com manutenção, seguro e condução de veículos convencionais (SHANKER et al., 2013; DAVIDSON; SPINOULAS, 2015; MILAKIS et al., 2015; GUERRA, 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; FULTON; MASON; MEROUX, 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017).

Além disso, os veículos sem motorista também podem afetar os fluxos de receita pública, principalmente das tarifas referentes aos estacionamento e à cobrança de impostos, como sobre o preço do combustível, do congestionamento, da propriedade e uso de veículos convencionais (BLOOMBERG PHILANTHROPIES, 2017; MPO, 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; RPA, 2017). Será necessária a adaptação destes fluxos de receita em relação à nova tecnologia.

2.3.2.5 Congestionamento e uso de energia

Cerca de 25% do congestionamento é atribuível aos incidentes de tráfego, sendo que a redução desta porcentagem com a tecnologia dos veículos sem motorista pode melhorar a fluidez do sistema (SHLADOVER, 2000; THRUN, 2010; WINSTON; MANNERING, 2014; FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; FHWA, 2015; CHAPIN et al., 2016; GUERRA, 2016; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; HAWKINS; HABIB, 2018).

Além disso, os veículos sem motorista podem aumentar a economia de combustível e possibilitar o uso de combustíveis alternativos (ANDERSON et al., 2016; RPA, 2017; RØSTVIK, 2018).

Principais vantagens

A tecnologia dos veículos permite uma distância mais próxima entre estes, principalmente em vias expressas, o que aumentará a capacidade viária e pode reduzir o consumo de combustível (FOLSOM, 2011; TIENTRAKOOL; HO; MAXEMCHUK, 2011; SILBERG et al., 2012; LUTIN; KORNHAUSER; LERNER-LAM, 2013; ANDERSON et al., 2014; BIERSTEDT et al., 2014; FAGNANT; KOCKELMAN, 2014; HOWARD; DAI, 2014; LE VINE; POLAK, 2014; FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; FLÄMIG, 2015; SOMERS; WEERATUNGA, 2015; CHAPIN et al., 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; KPMG; CARGROUP, 2016; SHI; PREVEDOUROS, 2016; BUROHAPPOLD ENGINEERING, 2017; FULTON; MASON; MEROUX, 2017; MPO, 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; RPA, 2017; PERKINS+WILL, 2018).

A tecnologia dos veículos sem motorista aliada à coleta de informações de viagem em tempo real, pode culminar em um melhor gerenciamento do fluxo (BEIKER et al., 2016; BUROHAPPOLD ENGINEERING, 2017; MPO, 2017).

Alguns autores mencionam que a transição para veículos sem motorista melhorará o desempenho do veículo e fomentará a mudança para o uso de energia limpa (BLOOMBERG

PHILANTHROPIES, 2017; RPA, 2017; RØSTVIK, 2018), sendo que, dentre as possibilidades, têm-se os motores elétricos. Esses podem reduzir as emissões de ruído e a poluição atmosférica (LITMAN, 2014; OECD; ITF, 2015; CHAPIN et al., 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; STAPLES, 2016; RATTI, 2017; PERKINS+WILL, 2018; RØSTVIK, 2018; SCHLOSSBERG et al., 2018).

Outra opção é o uso da célula de combustível que utiliza hidrogênio, que também pode contribuir para a diminuição da poluição atmosférica (ANDERSON et al., 2016; BEIKER et al., 2016).

Isto impulsionará a adoção de veículos sem motorista abastecidos com energia limpa em um cenário com rígidas regulamentações de emissões (SAMARAS; MEISTERLING, 2008; MICHALEK et al., 2011; HAWKINS; GAUSEN; STRØMMAN, 2012; ANDERSON et al., 2016; GAO et al., 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; DEPARTMENT FOR TRANSPORT, 2018).

Principais contrapontos

Deve haver precaução na administração de um possível aumento nas viagens realizadas por estes veículos, para não inibir a redução esperada do congestionamento (ECENBARGER, 2009; SILBERG, et al., 2012; OHNSMAN, 2014; FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; ANDERSON et al., 2016; KPMG; CARGROUP, 2016; BLOOMBERG PHILANTHROPIES, 2017; BUROHAPPOLD ENGINEERING, 2017; MPO, 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; RPA, 2017; PERKINS+WILL, 2018).

Se houver associação do aumento no congestionamento e no número de viagens com a dependência de veículos de baixa ocupação, isso poderia resultar em um aumento dos impactos ambientais do setor de transporte (PERKINS+WILL, 2018).

Uma outra preocupação é como a energia elétrica e o hidrogênio são produzidos, pois os benefícios dependem do desenvolvimento de formas sustentáveis de produção (GREENBLATT; SHAHEEN, 2015; ANDERSON et al., 2016; BEIKER et al., 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; FULTON; MASON; MEROUX, 2017; YU; STUART, 2017).

2.3.2.6 Impacto no transporte ativo (deslocamentos a pé e de bicicleta)

Um dos principais desafios dos veículos sem motorista é equilibrar as suas necessidades com as dos outros tipos de deslocamento. Este equilíbrio é particularmente importante para as viagens a pé e em bicicleta nos ambientes urbanos (CHAPIN et al., 2016; SANDT; OWENS, 2017).

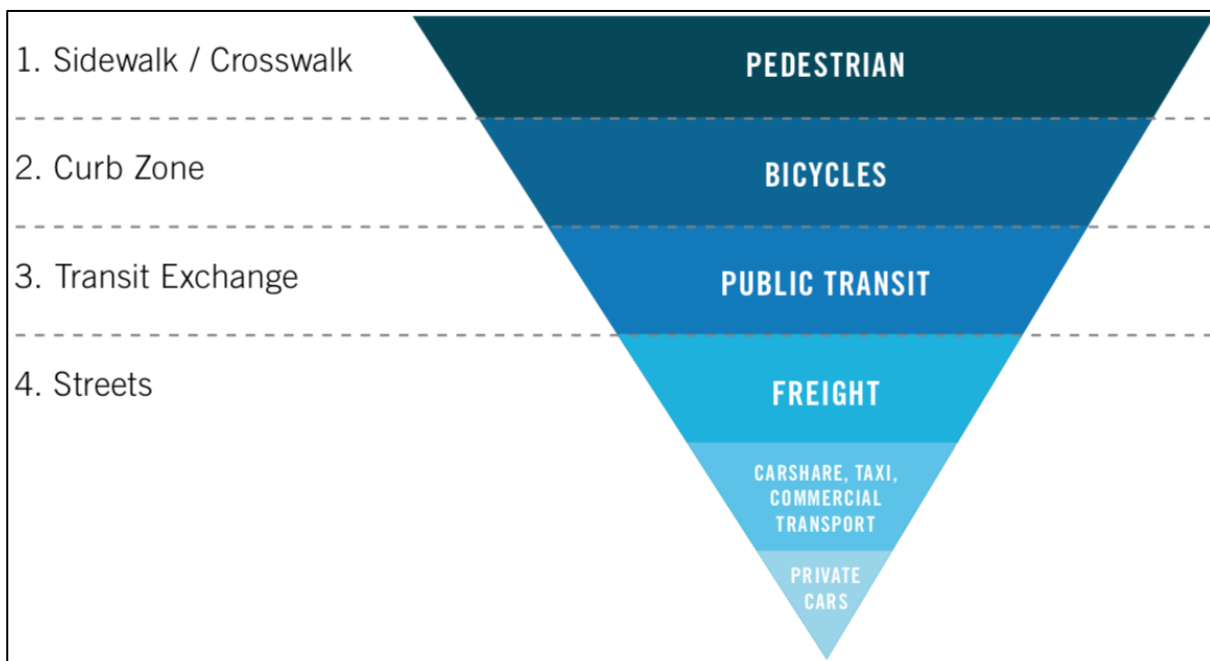
Principais vantagens

A integração do planejamento de transportes com o planejamento urbano é essencial para possibilitar que os veículos sem motorista promovam, ao invés de dificultarem, as viagens de pedestres e ciclistas (CHAPIN et al., 2016; FULTON; MASON; MEROUX, 2017; MPO, 2017; KOVACIC, 2018).

Tem-se também que os veículos sem motorista podem resultar em maiores oportunidades e instalações para pedestres e ciclistas, proporcionando benefícios na saúde pública e no bem-estar individual (ZMUD et al., 2013; MPO, 2017; PERKINS+WILL, 2018).

Os autores alertam que a abordagem de pedestres e ciclistas deve ocorrer desde o início de qualquer planejamento relacionado ao veículo sem motorista, acarretando assim em uma maior possibilidade de êxito na transição de veículos convencionais para esta tecnologia (CHAPIN et al., 2016). O trabalho de Perkins+Will (2018) ressalta que o transporte ativo deve ser priorizado em relação às decisões sobre o futuro da mobilidade, conforme ilustrado na Figura 21.

Figura 21 – Priorização dos modos



Fonte: Perkins+Will (2018).

Espera-se que pedestres e ciclistas se beneficiem da possível segurança viária resultante da introdução dos veículos sem motorista (BOUTON; KNUPFER; SWARTZ, 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; MPO, 2017; PERKINS+WILL, 2018), conforme ilustrado na Figura 22.

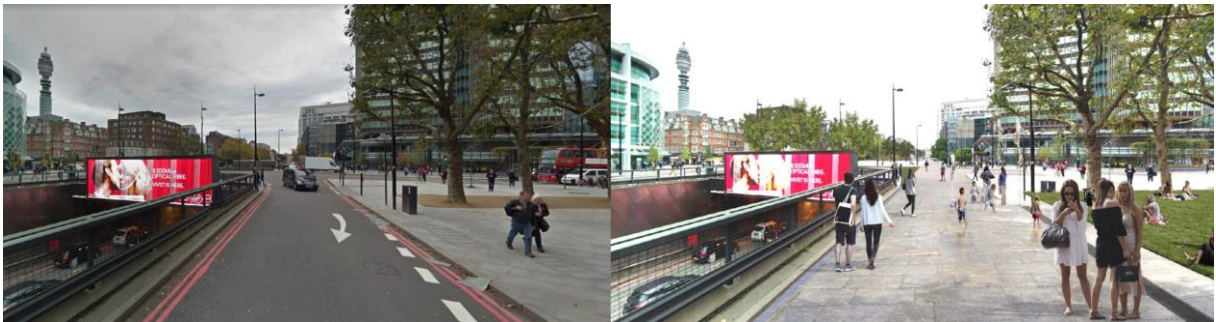
Figura 22 – Um dos desafios para o veículo sem motorista reside na sua capacidade de detectar e prever o movimento de pedestres e ciclistas em uma variedade de condições



Fonte: Sandt e Owens (2017).

Algumas mudanças substanciais no desenho urbano já estão sendo planejadas visando priorizar os pedestres e ciclistas, como o documento *Walkable London* (HADID, 2018), com propostas que alteram o espaço, atualmente utilizado pelos veículos, convertendo-o em áreas voltadas às pessoas, conforme ilustrado nas Figuras 23 e 24.

Figura 23 – Situação atual e situação proposta para a Euston Road



Fonte: Hadid (2018).

Figura 24 – Situação atual e situação proposta para a Oxford Circus



Fonte: Hadid (2018).

Esta conversão tende a ser disseminada com a introdução dos veículos sem motorista, uma vez que as áreas liberadas da infraestrutura viária devem resultar no redesenho urbano norteado para uma mobilidade urbana mais sustentável.

Principais contrapontos

Se for assumida a disseminação do uso dos veículos sem motorista, os demais modos podem ser impactados pela utilização massiva desta tecnologia (CHEON, 2003; DUTZIK; BAXANDALL, 2013; ANDERSON et al., 2014; BIERSTEDT et al., 2014; FAGNANT; KOCKELMAN, 2014; HENDRICKSON; BIEHLER; MASHAYEKH, 2014; JACOBI; TORNG; CRAIG, 2015), o que pode diminuir as oportunidades diárias de caminhada e de transporte cicloviário, acarretando em efeitos adversos na saúde pública, principalmente em áreas decorrentes de expansão urbana, bem como aumentar o congestionamento (FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; OECD; ITF, 2015; FULTON; MASON; MEROUX, 2017; MPO, 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; RPA, 2017).

O domínio na utilização destes veículos pode prejudicar os deslocamentos a pé e em bicicleta, devido à esta tecnologia não exigir sinalização para regular o fluxo de tráfego (FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; CHAPIN et al., 2016; KPMG; CARGROUP, 2016; WSP; FARRELLS, 2016; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; THOMPSON et al., 2017; HAWKINS; HABIB, 2018). Com isso, pedestres e ciclistas que se deslocam em áreas urbanas, onde o tráfego de veículos é intenso, podem ter que esperar longos períodos para se moverem, dificultando a viagem (CHAPIN et al., 2016).

Outro ponto é a necessidade de zonas regulares de embarque e desembarque de passageiros ao longo do sistema viário, o que pode fragmentar os percursos de pedestres e de bicicleta, caso estas zonas não sejam planejadas e desenhadas adequadamente (CHAPIN et al., 2016).

Também existe a abordagem de que as questões envolvendo pedestres e ciclistas não estão na vanguarda de discussões e pesquisas sobre os veículos sem motorista, o que pode comprometer a investigação sobre os impactos e os desafios desta interface (CAVOLI et al., 2017; SANDT; OWENS, 2017).

2.3.2.7 Impacto na utilização de transporte coletivo

Assim como acontece com os deslocamentos a pé e de bicicleta, o equilíbrio na utilização dos veículos sem motorista também deve ocorrer com o transporte coletivo, onde eles devem ser complementares, uma vez que os veículos sem motorista estarão

constantemente coletando informações sobre os ambientes em que operam. Esses dados, se compartilhados, serão importantes para o entendimento do comportamento de viagens, permitindo um planejamento mais adequado dos serviços de transporte coletivo (OWCZARZAK; ZAK, 2015; BOUTON; KNUPFER; SWARTZ, 2016; CHAPIN et al., 2016; HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; MPO, 2017; RPA, 2017; PERKINS+WILL, 2018), conforme demonstrado na Figura 25.

Figura 25 – O compartilhamento de informações possibilitará um planejamento mais adequado das viagens



Fonte: Smith (2016).

A *Regional Plan Association* (RPA, 2017) ressalta a importância em se ter uma rede eficiente de transporte coletivo ao mencionar fatos históricos onde, no início do século XX, o objetivo principal das empresas de transporte era propiciar o desenvolvimento urbano. Assim, o transporte propiciou o acesso e a atratividade para fomentar o desenvolvimento, porém, com o passar do tempo, muitos desses serviços de transporte deixaram de ser rentáveis e foram eliminados ou assumidos pelo setor público.

Com isso, RPA (2017) menciona que, atualmente, as empresas de tecnologia estão operando em um modelo semelhante, onde o objetivo principal é desenvolver novos algoritmos de precificação e logística, possuindo o aplicativo que gerencia a transação entre os motoristas e os usuários. Contudo, a maioria destas empresas não possui frotas de veículos ou oferecem seguro de responsabilidade civil, ou benefícios aos seus colaboradores,

entretanto os veículos sem motorista estão mudando esse paradigma (EDWARDS, 2017; RPA, 2017).

Edwards (2017) cita que as empresas de tecnologia estão investindo fortemente no desenvolvimento dos veículos sem motorista para atingirem o seu objetivo - desenvolver novos algoritmos de precificação e logística - e, quando isto acontecer, elas podem reduzir a aplicação de recursos. Portanto, Edwards (2017) menciona que a cidade não deve se tornar cativa apenas destes serviços e diminuir os investimentos nos seus sistemas de transporte coletivo, pois isto pode comprometer a mobilidade urbana.

Principais vantagens

A tecnologia do veículo sem motorista pode proporcionar uma melhor fluidez do trânsito, o que beneficiaria os deslocamentos em transporte coletivo (MPO, 2017; PERKINS+WILL, 2018). Com a disseminação destes veículos e o uso de pistas segregadas, pode haver um melhor desempenho do transporte coletivo, atraindo mais passageiros ao sistema (MPO, 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; KOVACIC, 2018).

Com mais opções de viagem, as pessoas podem escolher outras alternativas, como compartilhamento de bicicletas, de veículos e de viagens, o que pode acarretar em mais usuários para o transporte coletivo, principalmente se houver sistema integrado de pagamento de tarifas (APTA, 2016; BOUTON; KNUPFER; SWARTZ, 2016; HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016; KPMG; CARGROUP, 2016; BUROHAPPOLD ENGINEERING, 2017; MPO, 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; RPA, 2017; SANDT; OWENS, 2017; DEPARTMENT FOR TRANSPORT, 2018; PERKINS+WILL, 2018).

A criação de polos de mobilidade junto às estações metroferroviárias e terminais de ônibus visa integrar e complementar os diferentes modos, bem como prover conectividade de primeiro e último trechos - *“first or last mile”* - com os serviços sob demanda, como os compartilhamentos de bicicleta e de veículos (HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; APPLEYARD; RIGGS, 2017; BLOOMBERG PHILANTHROPIES, 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; RPA, 2017; DUARTE; RATTI, 2018; PERKINS+WILL, 2018).

Alguns autores ainda mencionam que o veículo sem motorista não conseguirá transportar a mesma quantidade de passageiros que o transporte coletivo, sendo que este continuará tendo um papel fundamental nas cidades, principalmente nas áreas de maior

densidade (HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; BUROHAPPOLD ENGINEERING, 2017; RPA, 2017; DUARTE; RATTI, 2018).

Além disto, os ônibus sem motorista podem remodelar os serviços convencionais de rotas fixas e não ficar restritos a elas, o que amplia a disponibilidade temporal e espacial da mobilidade (HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; BLOOMBERG PHILANTHROPIES, 2017).

Principais contrapontos

Se a utilização de veículos sem motorista for atraente para os usuários de transporte coletivo, uma vez que oferecem a possibilidade de um serviço porta a porta, pode haver uma alteração na escolha do modo de viagem, levando a um aumento da demanda por veículos sem motorista e a uma diminuição no uso de transporte coletivo (BIERSTEDT et al., 2014; LITMAN, 2014; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; MPO, 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; RPA, 2017).

A mudança modal do transporte coletivo para veículos sem motorista, com menor ocupação, acarretará em um aumento no número de viagens, além de possíveis reduções de investimento no transporte coletivo, culminando com a degradação das instalações existentes (MPO, 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017). A perda de subsídios do governo pode resultar em restrições operacionais, causando um déficit na prestação dos serviços (MPO, 2017).

2.3.2.8 Mobilidade como serviço

A mobilidade como serviço está centrada na pessoa que compra e usa o transporte, por meio do agrupamento de opções de deslocamentos multimodais e de um sistema de pagamento integrado. Essa abordagem requer colaboração e coordenação entre diferentes modos de transporte e provedores, criando um mercado de serviços potencialmente competitivo para atender às necessidades em tempo real, transformando o modelo de propriedade do veículo (APTA, 2016; BOUTON; KNUPFER; SWARTZ, 2016; HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016; KPMG; CARGROUP, 2016; MPO, 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; RPA, 2017; SANDT; OWENS, 2017; DEPARTMENT FOR TRANSPORT, 2018; PERKINS+WILL, 2018).

Um cenário provável é que os veículos não sejam vendidos a clientes individuais, mas que sejam vendidas frotas para operadores. Estes podem atuar na área de compartilhamento, sendo que alguns estudos indicam a mobilidade compartilhada como a mais influente do

futuro (CHEAH et al., 2016; HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; WSP; FARRELLS, 2016).

Principais vantagens

As políticas de transporte devem fortalecer os modos compartilhados sobre a propriedade privada, como forma de reduzir o número total de veículos em uso nas cidades (PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; RPA, 2017; PERKINS+WILL, 2018). A Figura 26 ilustra a disposição de determinados grupos⁹, conforme a sua região, em utilizar a mobilidade compartilhada.

Figura 26 – Porcentagem de pessoas, em cada grupo e na região indicada, que expressa disposição em utilizar a mobilidade compartilhada



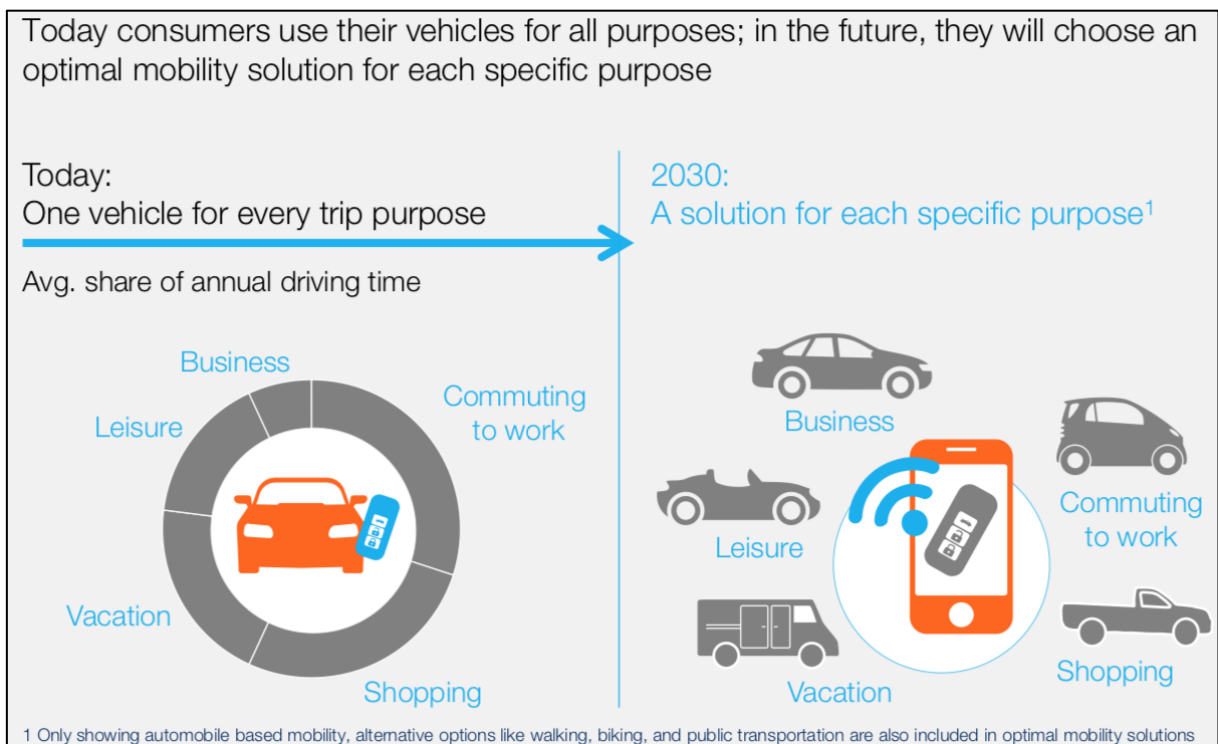
Fonte: Bloomberg Philanthropies (2017).

⁹ *Boomers*, nascidos entre 1945 e 1964; geração X, nascidos entre 1965 e 1980; *millennials*, nascidos entre 1981 e 2000 e geração Z, nascidos a partir de 2001.

Isso vai ao encontro da mudança de comportamento da mobilidade individual como resultado dos avanços tecnológicos e das preferências do consumidor, com o envelhecimento da população e a geração do milênio adiando a obtenção de carteiras de motorista (GAO et al., 2016; HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016; KPMG; CARGROUP, 2016; WILBRINK et al., 2017; DEPARTMENT FOR TRANSPORT, 2018; PERKINS+WILL, 2018).

A comercialização de veículos pode mudar do clássico modelo de vendas por unidade para um modelo baseado em serviços (GAO et al., 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; RPA, 2017). Como prestador de serviço, seriam comercializadas horas de veículo sem motorista que podem ser configuradas de acordo com a necessidade (GAO et al., 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016), conforme ilustrado na Figura 27, desafiando a percepção de que ter um veículo é o modo de viagem mais conveniente (HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016; MPO, 2017).

Figura 27 – No futuro, o serviço prestado pelo veículo sem motorista pode se adequar às necessidades das pessoas



Fonte: Kaas et al. (2016).

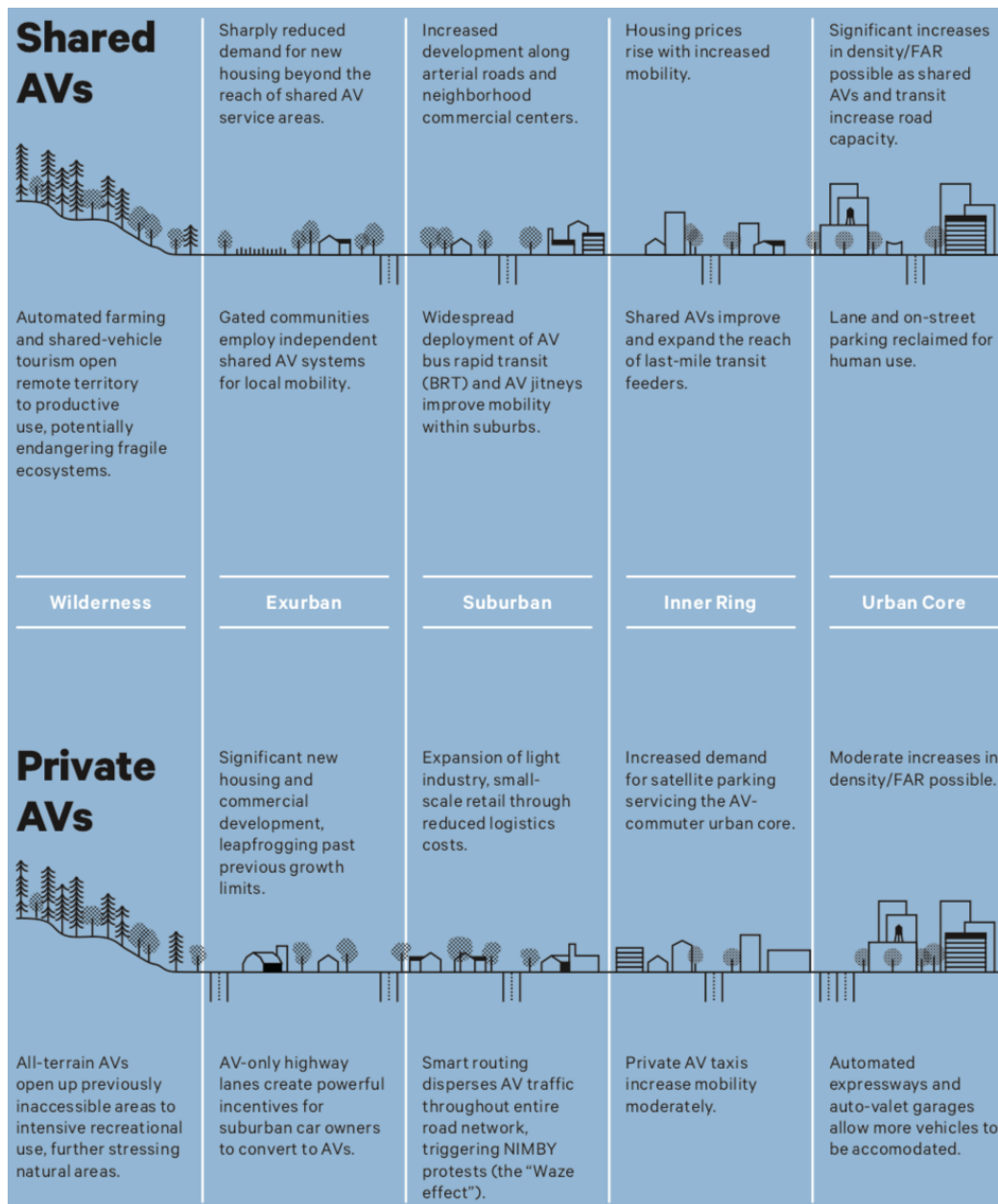
A mobilidade como serviço pode melhorar significativamente o acesso à educação, ao emprego, à saúde e outros serviços, oferecendo mais opções às pessoas ao determinar qual modo melhor atende às suas necessidades (HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016).

Isso também possibilita oportunidades econômicas, uma vez que os custos fixos relativos à propriedade de veículos são utilizados para o acesso aos serviços de mobilidade, onde as famílias pagam apenas pelo o que precisam, desencorajando, inclusive, as viagens

desnecessárias (HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017).

Outra forma de desmotivar o uso do veículo sem motorista privado é a aplicação de taxas mais elevadas para a viagem do veículo vazio, ou com poucos ocupantes. Essas taxas podem ser utilizadas para subsidiar o transporte coletivo e encorajar o desenvolvimento compacto para evitar o domínio dos veículos sem motorista particulares, incentivando o uso da mobilidade compartilhada (RPA, 2017), conforme ilustrado na Figura 28.

Figura 28 – Como os veículos sem motorista podem interferir no desenvolvimento das cidades



Fonte: Bloomberg Philanthropies (2017).

Quando a mobilidade é compartilhada, mais espaço é disponibilizado para outros usos. O veículo convencional fica ocioso, em média, 95% do seu tempo, exigindo uma grande

quantidade de espaço nas cidades para acomodá-lo (PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; HAWKINS; HABIB, 2018; PERKINS+WILL, 2018). Martin, Shaheen e Lidicker (2010) e Perkins+Will (2018) mencionam que, para cada veículo de compartilhamento, até dez veículos particulares podem deixar de ser adquiridos. Ratti (2017) aponta que, para cada veículo de compartilhamento, pode haver redução na circulação de dez a trinta veículos particulares; Fagnant e Kockelman (2014) indicam a redução de dez veículos particulares para cada veículo de compartilhamento.

Análises do MIT e de Stanford estimam que as viagens compartilhadas podem reduzir de 70 a 90% o número de veículos necessários para realizar o mesmo número de viagens (GATTIS, 2016; HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016).

A mobilidade como serviço oferece alternativas de transporte, tornando-se multimodal, com serviços sob demanda e compartilhados, aumentando a escolha e a conveniência de quem os utiliza, como pode ser verificado nas Figuras 29 e 30.

Figura 29 – Novos serviços de mobilidade oferecem alternativas de transporte

	Traditional mobility solutions	New mobility services
Individual-based mobility	Private car ownership	Car sharing: peer to peer: A peer-to-peer platform where individuals can rent out their private vehicles when they are not in use
	Taxi	E-hailing: Process of ordering a car or taxi via on-demand app. App matches rider with driver and handles payment
	Rental cars	Car sharing: fleet operator: On-demand short-term car rentals with the vehicle owned and managed by a fleet operator
Group-based mobility	Car pooling	Shared e-hailing: Allows riders going in the same direction to share the car, thereby splitting the fare and lowering the cost
	Public transit	On-demand private shuttles: App and technology enabled shuttle service. Cheaper than a taxi but more convenient than public transit
		Private buses: Shared and Wi-Fi-enabled commuter buses available to the public or to employees of select companies. Used to free riders from driving to work

Fonte: Bouton et al. (2015).

Figura 30 – O presente e o futuro da mobilidade urbana

From...	Toward...
Individual car ownership as dominant form of transport	Individual car ownership as one form of multimodal, on-demand, and shared transport
Limited consumer choice and few service levels	More consumer choice and many service levels
Government-funded public transit	Public and private transit operate in parallel
Unconnected, suboptimal, transportation systems	On-demand, connected systems that use data to unlock efficiencies

Fonte: Bouton et al. (2015).

Dado que a infraestrutura viária ocupa cerca de 30% da área da maioria das cidades, existe a oportunidade de convertê-las para outras finalidades (SILBERG et al., 2012; DUTZIK; BAXANDALL, 2013; ANDERSON et al., 2014; BIERSTEDT et al., 2014; FAGNANT; KOCKELMAN, 2014; FRAEDRICH; LENZ, 2014; HOWARD; DAI, 2014; CYGANSKI; FRAEDRICH; LENZ, 2015; FLÄMIG, 2015; JACOBI; TORNG; CRAIG, 2015; SOMERS; WEERATUNGA, 2015; GUERRA, 2016; HANNON et al., 2016; PERKINS+WILL, 2018).

Principais contrapontos

Os serviços sob demanda podem levar a um aumento do congestionamento e não fomentar a utilização dos percursos a pé, de bicicleta e em transporte coletivo (ARIEFF, 2013; BIERSTEDT et al., 2014; FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; ANDERSON et al., 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; TROMMER et al., 2016; BLOOMBERG PHILANTHROPIES, 2017; RPA, 2017; DEPARTMENT FOR TRANSPORT, 2018; LITMAN, 2018; PAPA; FERREIRA, 2018).

Além disto, os novos modelos de negócios e plataformas que tendem ao domínio de um único provedor podem influenciar os usuários e as autoridades locais nas tomadas de decisão, sendo que a diversificação dos serviços de mobilidade sob demanda tende a se adequar melhor às necessidades das pessoas (GAO et al., 2016; DEPARTMENT FOR TRANSPORT, 2018).

Outra questão é que se torna necessário o acesso à tecnologia e à alfabetização digital para possibilitar a utilização deste serviço, o que pode impactar o uso por determinados grupos que tenham dificuldade em manipular estes dispositivos (HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016). Também existe a abordagem de que os passageiros podem não querer ter as suas experiências de viagem registradas (MPO, 2017).

A intensificação no uso da mobilidade compartilhada em veículo sem motorista, pode significar uma maior frequência de limpeza e manutenção dos veículos, além da ausência do motorista poder aumentar a incidência de vandalismo (GRUSH; NILES; BAUM, 2016; KOCKELMAN et al., 2016; KOOPMAN; WAGNER, 2017; MPO, 2017). A retirada proposital de dispositivos para evitar custos operacionais e de manutenção, como rádios, TVs e plugues, pode desestimular o uso da mobilidade compartilhada em veículo sem motorista (MPO, 2017).

Porém, os maiores obstáculos para os serviços sob demanda são representados pelo custo de se provisionar um número suficiente de veículos em áreas menos densas para suportar uma resposta rápida – 5 a 10 minutos – para atender às solicitações (GRUSH; NILES;

BAUM, 2016; KOCKELMAN et al., 2016; BLOOMBERG PHILANTHROPIES, 2017; KOOPMAN; WAGNER, 2017; RPA, 2017), bem como o quão as pessoas estariam dispostas a renunciar à conveniência da propriedade privada de veículos (PERKINS+WILL, 2018).

2.3.2.9 Impactos legais

Além dos desafios tecnológicos, há uma série de questões legais e de responsabilidade que precisam ser abordadas para que os veículos sem motorista possam fazer parte integrante da vida cotidiana das cidades e das pessoas (GAO et al., 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; MPO, 2017; RPA, 2017; PERKINS+WILL, 2018).

Principais vantagens

Alguns autores mencionam que, para potencializar as oportunidades, as ações regulatórias devem ser adotadas, como para racionalizar o espaço urbano a fim de reduzir o congestionamento, bem como inibir os veículos vazios e limitar o acesso de veículos sem motorista em determinadas áreas e horários (ANDERSON et al., 2016; HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; LAMOTTE; PALMA; GEROLIMINIS, 2016; RPA, 2017).

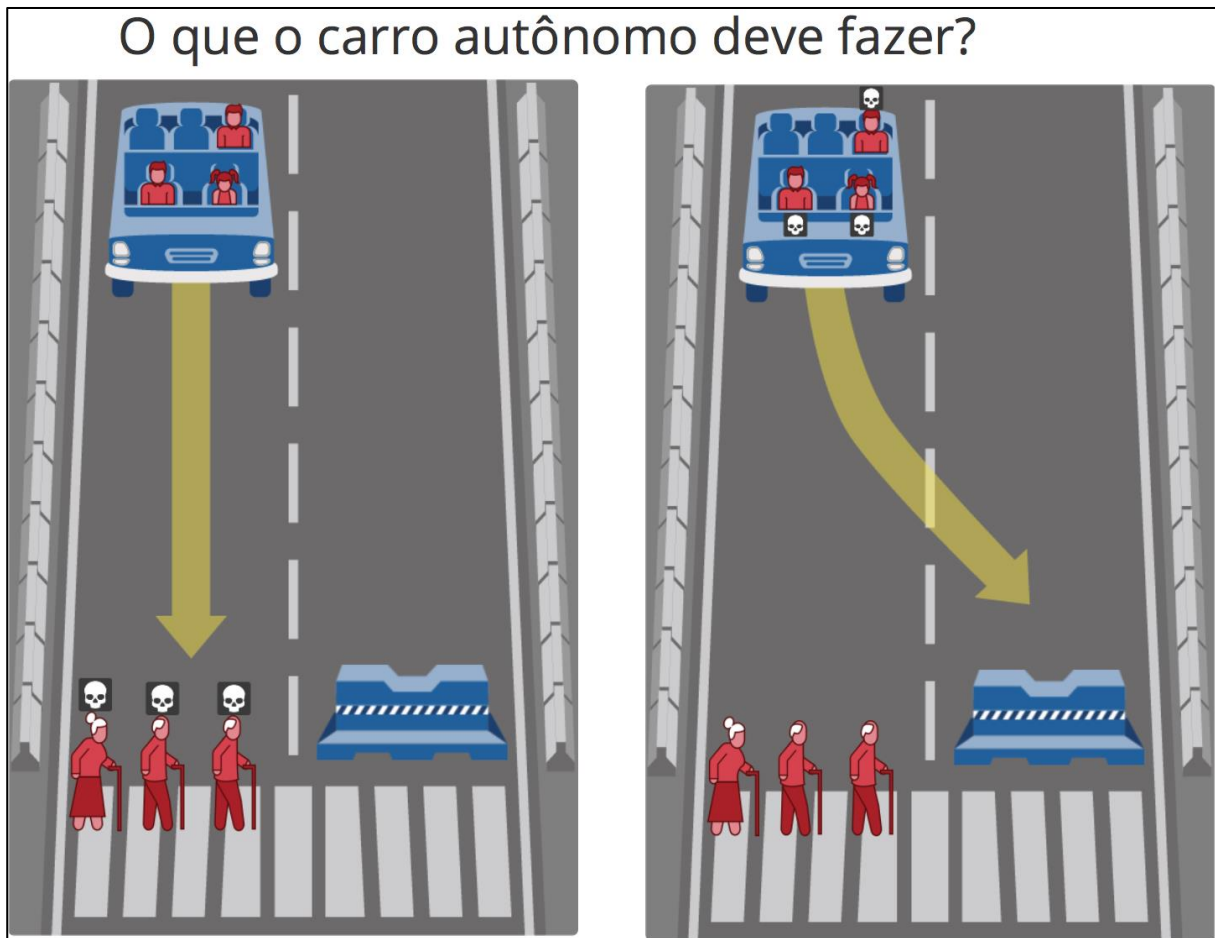
Principais contrapontos

Existe a preocupação sobre a falta de abordagem das questões regulatórias referentes à utilização de veículos sem motorista, principalmente acerca da responsabilidade em caso de falhas ou acidentes (RPA, 2017).

Recentemente foi publicado um estudo em que 40 milhões de pessoas, de 233 países, foram confrontadas com diferentes situações encontradas pelos motoristas (AWAD et al., 2018). Para isso, foi criado um *website* interativo com a apresentação de problemas, onde as pessoas selecionam as alternativas referentes às suas escolhas, como dar preferência a salvar pessoas jovens às idosas, conforme ilustrado na Figura 31. Estes dados podem subsidiar a programação dos computadores dos veículos sem motorista.

Ao mesmo tempo em que a falta de regulamentações é um assunto crítico, a super-regulação também apresenta riscos, já que diferentes tentativas para regular a tecnologia dos veículos sem motorista podem resultar em uma gama de requisitos incompatíveis, dificultando o uso desta tecnologia em diversas regiões (FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; ANDERSON et al., 2016).

Figura 31 – Apresentação de uma situação, envolvendo o veículo sem motorista, e as alternativas disponíveis para escolha



Fonte: Disponível em: <http://moralmachine.mit.edu>. Acesso em: 10 nov. 2018.

À medida que os veículos ficam conectados e mais informatizados, a não caracterização de questões relacionadas à segurança cibernética e privacidade tornam-se preocupantes, especialmente se for considerada a possibilidade de atuações terroristas (SILBERG et al., 2012; ANDERSON et al., 2014; BIERSTEDT et al., 2014; FAGNANT; KOCKELMAN, 2014; LE VINE; POLAK, 2014; SCHOETTLE; SIVAK, 2014; CLAUDEL; RATTI, 2015; FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; FLÄMIG, 2015; SOMERS; WEERATUNGA, 2015; ANDERSON et al., 2016; GRUSH; NILES; BAUM, 2016; KOCKELMAN et al., 2016; KOOPMAN; WAGNER, 2017; MPO, 2017; OTTO, 2017; RPA, 2017).

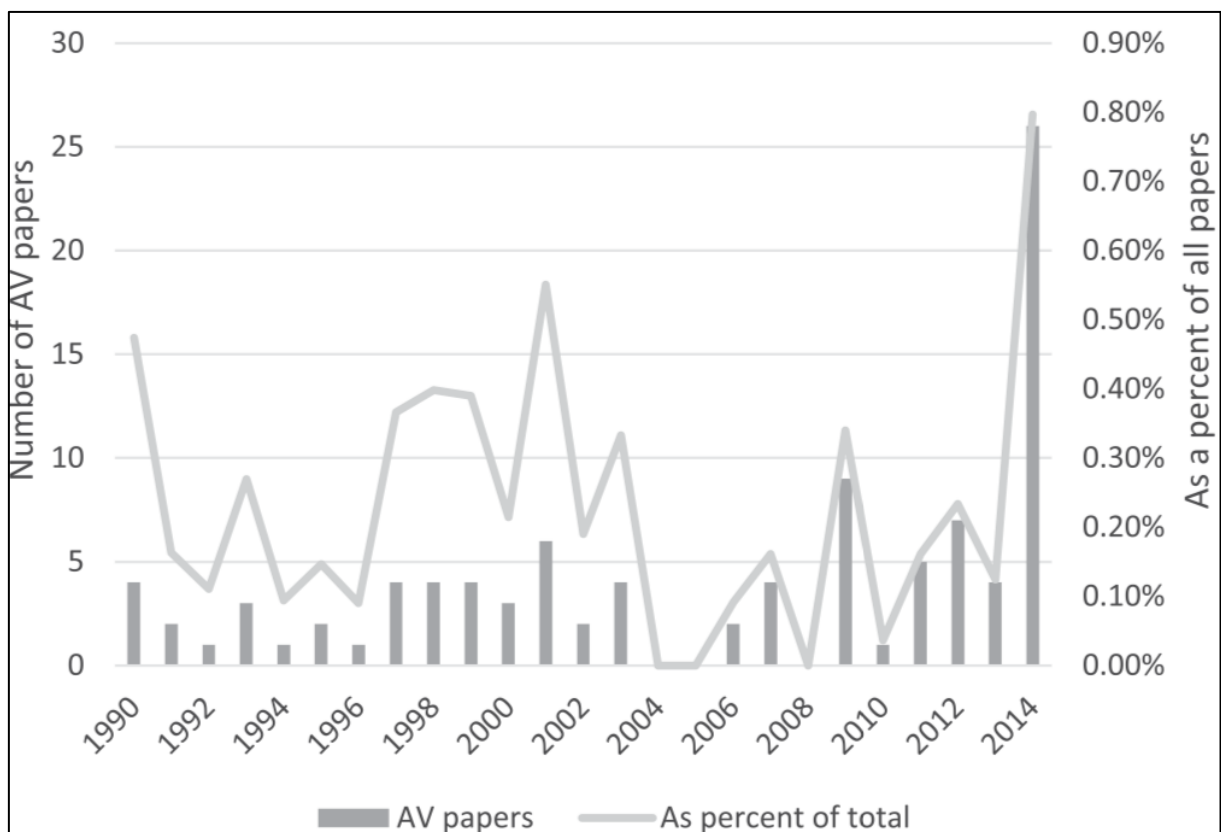
2.3.2.10 Impacto no desenho urbano

A tecnologia do veículo sem motorista está em pleno desenvolvimento e tem estimulado a pesquisa em muitos aspectos, como técnicos, econômicos, culturais, jurídicos, ambientais e comportamentais, sendo registrado um aumento recente no número e na proporção destes estudos (KALRA; ANDERSON; WACHS, 2009; TOFFETTI et al., 2009;

ANDERSON et al. 2014; FAGNANT; KOCKELMAN, 2014, 2015; SHAHEEN; CAMEL; ULLOM, 2014; WAGNER et al., 2014; BAZILINKSY; KYRIAKIDIS; WINTER, 2015; CUNNINGHAM; REGAN, 2015; JACOBI; TORNG; CRAIG, 2015; KYRIAKIDIS; HAPPEE; WINTER, 2015; SEPPELT; LEE, 2015; TILLEMA et al., 2015; VLAKVELD et al., 2015; WEYER; FINK; ADEL, 2015; ANDERSON et al., 2016; BCG, 2016; GUERRA, 2016; LITMAN, 2016; MADIGAN et al., 2016; PARKIN et al., 2016; PREUK et al., 2016; VISSERS et al., 2016; ZEEB; BUCHNER; SCHRAUF, 2016; ERTRAC, 2017; PARKIN et al., 2017).

A Figura 32 ilustra o aumento recente de publicações e projetos sobre os veículos sem motorista.

Figura 32 – Publicações e projetos recentes sobre veículos sem motorista



Fonte: Guerra (2016).

Porém, não existe clareza de como estes veículos irão se integrar à paisagem urbana e de como será a interação com os usuários do espaço, como os pedestres e ciclistas (BIERSTEDT et al., 2014; CLAUDEL; RATTI, 2015; CHAPIN et al., 2016; GUERRA, 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; KPMG; CARGROUP, 2016; VISSERS et al., 2016; APPLEYARD; RIGGS, 2017; BLOOMBERG PHILANTHROPIES, 2017; BUROHAPPOLD ENGINEERING, 2017; HEINEKE et al., 2017; PARKIN et al., 2017; RPA, 2017). Exemplos disso são os programas de pesquisa

*Automated Vehicle Research of the US Department of Transport*¹⁰ e o *Human Factors in Automatic Driving project of a consortium of European research institutes and car manufacturer*¹¹, onde, em ambos os programas, os trabalhos se concentram no veículo.

Todos os fatores citados nas alíneas anteriores impactarão de alguma forma no desenho urbano, mas é evidente a investigação ainda incipiente sobre as novas tecnologias e o ambiente construído, bem como o que isso acarretará de mudanças no desenho urbano (CHAPIN et al., 2016; GUERRA, 2016; HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016; PERKINS+WILL, 2018). Esta abordagem teve início muito recentemente.

A seguir, são elencadas as principais vantagens e os principais contrapontos apresentados nos estudos, sendo que a abordagem urbanística propriamente dita será apresentada em detalhes no Capítulo 3.

Principais vantagens

Oportunidade de fomentar o desenvolvimento de projetos que abordem os impactos das tecnologias disruptivas no ambiente construído, visando integrá-los, bem como promover ambientes seguros, sustentáveis e centrados nas pessoas (MLADENOVIC; ABBAS, 2015; ANDERSON et al., 2016; BOUTON; KNUPFER; SWARTZ, 2016; CHAPIN et al., 2016; HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; MLADENOVIC; MCPHERSON, 2016; VISSERS et al., 2016; APPLEYARD; RIGGS, 2017; NLC, 2017; SANDT; OWENS, 2017; CHOW, 2018; PERKINS+WILL, 2018).

Isso inclui a conversão de áreas liberadas, provenientes da alteração da infraestrutura viária, em áreas para pedestres, ciclistas, vegetação urbana, uso misto do solo e ampliação do sistema de transporte coletivo (ANDERSON et al., 2016; CHAPIN et al., 2016; HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; BUROHAPPOLD ENGINEERING, 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; RPA, 2017; PERKINS+WILL, 2018).

A definição de diretrizes de desenho urbano deve ser iniciada o quanto antes para mitigar os desafios e fazer com que os veículos sem motorista não pronunciem as regras em detrimento dos outros modos, evitando perpetuar os equívocos do passado ¹²

¹⁰ Disponível em: http://www.its.dot.gov/automated_vehicle/avr_plan.htm. Acesso em: 29 out. 2018.

¹¹ Disponível em: <http://hf-auto.eu/>. Acesso em: 15 set. 2018.

¹² Historicamente, o urbanismo tem um déficit em relação à abordagem de tecnologias disruptivas no espaço urbano, como aconteceu no início do século XX e acabou contribuindo para a proliferação de uma visão voltada quase que inteiramente à produção de veículos (FOSTER, 1979; ISSERMAN, 1985; HALL, 1996; MYERS; KITSUSE, 2000; COLE, 2001; MOHL, 2004;

(BOUTON; KNUPFER; SWARTZ, 2016; CHAPIN et al., 2016; HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016; GUERRA, 2016; RPA, 2017; SANDT; OWENS, 2017; THOMPSON et al., 2017; PERKINS+WILL, 2018).

Principais contrapontos

Pouca abordagem sobre os possíveis impactos das tecnologias disruptivas no ambiente urbano pode acarretar um entendimento equivocado de suas interfaces, dependendo de como as novas tecnologias são abordadas e o que é priorizado (NLC, 2015; GUERRA, 2016; HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016; BUROHAPPOLD ENGINEERING, 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017).

Este mau entendimento pode fazer com que os veículos sem motorista sejam vistos como uma solução para os problemas de planejamento, quando, na realidade, podem proporcionar impactos negativos, como aumento no tráfego e incentivo à expansão urbana (PERKINS+WILL, 2018).

Sobre isso, alguns autores acreditam que os veículos sem motorista proporcionarão a expansão urbana, pois haverá motivação para os deslocamentos mais distantes dos centros urbanos, devido à possibilidade de se realizar tarefas durante as viagens, bem como o transporte ser mais conveniente e acessível (LITMAN, 2014; FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; ANDERSON et al., 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; MEYER et al., 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; RPA, 2017; HAWKINS; HABIB, 2018; PERKINS+WILL, 2018).

2.3.3 Resumo e considerações sobre os fatores apresentados

Na Figura 33 tem-se o quadro-resumo com cada fator e suas principais vantagens e contrapontos, bem como as suas respectivas fontes.

COUCLELIS, 2005; BAUM-SNOW, 2007; BROWN; MORRIS; TAYLOR, 2009; DURANTON; TURNER, 2012). Mais recentemente, Shoup (1997, 1999, 2005) argumentou que os planejadores urbanos se equivocaram quanto ao entendimento da oferta de estacionamento e os efeitos dos seus requisitos mínimos.

Página em branco

Figura 33 – Quadro-resumo dos fatores, vantagens e contrapontos da introdução do veículo sem motorista

	a) Segurança viária	b) Uso do tempo de viagem	c) Autonomia nos deslocamentos	d) Impactos econômicos	e) Congestionamento e uso de energia
Principais vantagens	<ul style="list-style-type: none"> ● Reduzir o índice de acidentes; ● Obedecer as leis de trânsito; ● Ter tempo de reação mais rápido; ● Identificar e reportar as condições do sistema viário; ● Reduzir a necessidade de infraestrutura viária 	<ul style="list-style-type: none"> ● Possibilitar a oportunidade de trabalhar, estudar ou descansar, durante as viagens; ● Alterar o desenho dos veículos 	<ul style="list-style-type: none"> ● Representar uma nova opção de mobilidade, principalmente para os que não dirigem, para as pessoas com limitações etárias, físicas ou motoras para dirigir; ● Aumentar a interação social e o acesso aos principais serviços; ● Proporcionar uma maior qualidade de vida 	<ul style="list-style-type: none"> ● Possibilitar a criação de novos empregos, produtos e serviços; ● Permitir que as empresas se reestruturem visando aumentar a produtividade; ● A introdução das novas tecnologias pode fornecer informações precisas das viagens, servindo de subsídios para os cálculos de cobranças apropriadas de tarifas; ● A coleta de informações também pode ser aplicada à medida que a tecnologia avança para a mobilidade compartilhada em veículos sem motorista, podendo ser incorporadas taxas mais elevadas para determinadas situações, como para baixa ocupação do veículo. Já para os veículos com alta ocupação, as taxas podem ser mais baixas; ● Desestimular ocupações vazias, ou individuais, do veículo sem motorista, e incentivar ocupações mais altas; ● Estas receitas podem subsidiar diretamente os sistemas de maior ocupação, como o transporte coletivo e os veículos sem motorista compartilhados 	<ul style="list-style-type: none"> ● Aumentar a capacidade viária; ● Reduzir o consumo de combustível; ● Melhorar o desempenho do veículo; ● Fomentar a mudança para o uso de energia limpa; ● Melhorar o gerenciamento de fluxo pela coleta de informações de viagem em tempo real
Fonte	NHTSA, 2008; SILBERG et al., 2012; OECD; ITF, 2013; ANDERSON et al., 2014; BIERSTEDT et al., 2014; FAGNANT; KOCKELMAN, 2014; FRAEDRICH; LENZ, 2014; HENDRICKSON; BIEHLER; MASHAYEKH, 2014; LITMAN, 2014; BERTONCELLO; WEE, 2015; CLAUDEL; RATTI, 2015; FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; FLÄMIG, 2015; SOMERS; WEERATUNGA, 2015; ANDERSON et al., 2016; BOUTON; KNUPFER; SWARTZ, 2016; CHAPIN et al., 2016; HANNON et al., 2016; KPMG; CARGROUP, 2016; VISSERS et al., 2016; APPLEYARD; RIGGS, 2017; BUROHAPPOLD ENGINEERING, 2017; CLAYPOOL; BIN-NUN; GERLACH, 2017; ERTRAC, 2017; MPO, 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; RPA, 2017; DEPARTMENT FOR TRANSPORT, 2018; HAWKINS; HABIB, 2018; PERKINS+WILL, 2018	BIERSTEDT et al., 2014; LITMAN, 2014; FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; ANDERSON et al., 2016; BOUTON; KNUPFER; SWARTZ, 2016; CHAPIN et al., 2016; GAO et al., 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; KPMG; CARGROUP, 2016; VISSERS et al., 2016; CLAYPOOL; BIN-NUN; GERLACH, 2017; ERTRAC, 2017; FULTON; MASON; MEROUX, 2017; MPO, 2017; OTTO, 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; RPA, 2017; HAWKINS; HABIB, 2018; PERKINS+WILL, 2018	CHEON, 2003; SILBERG et al., 2012; LUTIN; KORNHAUSER; LERNER-LAM, 2013; SAKARIA; STEHFEST, 2013; ANDERSON et al., 2014; BIERSTEDT et al., 2014; FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; FLÄMIG, 2015; GAO, 2015; HEVELKE; NIDA-RÜMELIN, 2015; SOMERS; WEERATUNGA, 2015; ANDERSON et al., 2016; BOUTON; KNUPFER; SWARTZ, 2016; CHAPIN et al., 2016; GUERRA, 2016; HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; KPMG; CARGROUP, 2016; BLOOMBERG PHILANTHROPIES, 2017; CLAYPOOL; BIN-NUN; GERLACH, 2017; ERTRAC, 2017; MPO, 2017; OTTO, 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; RPA, 2017; WILBRINK et al., 2017; DEPARTMENT FOR TRANSPORT, 2018; PERKINS+WILL, 2018	LUTIN; KORNHAUSER; LERNER-LAM, 2013; ANDERSON et al., 2016; HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016; BLOOMBERG PHILANTHROPIES, 2017; BUROHAPPOLD ENGINEERING, 2017; RPA, 2017	SAMARAS; MEISTERLING, 2008; FOLSOM, 2011; MICHALEK et al., 2011; TIENTRAKOO; HO; MAXEMCHUK, 2011; HAWKINS; GAUSEN; STRØMMAN, 2012; SILBERG et al., 2012; LUTIN; KORNHAUSER; LERNER-LAM, 2013; ZMUD et al., 2013; ANDERSON et al., 2014; BIERSTEDT et al., 2014; FAGNANT; KOCKELMAN, 2014; HOWARD; DAI, 2014; LE VINE; POLAK, 2014; LITMAN, 2014; CLAUDEL; RATTI, 2015; FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; FLÄMIG, 2015; OECD; ITF, 2015; SOMERS; WEERATUNGA, 2015; ANDERSON et al., 2016; BEIKER et al., 2016; BOUTON; KNUPFER; SWARTZ, 2016; CHAPIN et al., 2016; GAO et al., 2016; GUERRA, 2016; HANNON et al., 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; KPMG; CARGROUP, 2016; SHI; PREVEDOUROS, 2016; STAPLES, 2016; BLOOMBERG PHILANTHROPIES, 2017; BUROHAPPOLD ENGINEERING, 2017; CLAYPOOL; BIN-NUN; GERLACH, 2017; ERTRAC, 2017; FULTON; MASON; MEROUX, 2017; MPO, 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; RATTI, 2017; RPA, 2017; DEPARTMENT FOR TRANSPORT, 2018; PERKINS+WILL, 2018; RØSTVIK, 2018; SCHLOSSBERG et al., 2018
Principais contrapontos	<ul style="list-style-type: none"> ● Desconhecimento do impacto real desta tecnologia na segurança viária; ● A segurança viária pode piorar, principalmente no período de transição; ● Os veículos sem motorista podem ser suscetíveis ao mau funcionamento tecnológico, podendo colocar em risco os passageiros e as outras pessoas que utilizam o espaço urbano 	<ul style="list-style-type: none"> ● Empresas podem ter a expectativa de contabilizar o tempo de deslocamento para a realização de atividades; ● A parte interna dos veículos sem motorista pode não ser convidativa para a execução de atividades ou para o descanso; ● Pode proporcionar mal-estar ao se executar uma atividade com o veículo em movimento; ● Estar atento à movimentação do veículo, devido a falta de confiança, pode comprometer a concentração na realização de tarefas durante a viagem; ● É incerto se a duração média da viagem pode realmente proporcionar o tempo suficiente para a realização de atividades 	<ul style="list-style-type: none"> ● Pode haver um aumento na realização de viagens; ● Existe a dúvida se estas viagens podem efetivamente ser realizadas de forma autônoma, uma vez que os passageiros com limitações etárias, físicas ou motoras, normalmente precisam ser auxiliados por outras pessoas; ● É necessário o acesso e o engajamento tecnológico para possibilitar a utilização deste serviço, o que pode impactar o uso por determinados grupos que tenham dificuldade em manipular estes dispositivos 	<ul style="list-style-type: none"> ● Redução no número de empregos dos profissionais envolvidos com manutenção, seguro e condução de veículos convencionais; ● Afetar os fluxos de receita pública 	<ul style="list-style-type: none"> ● Possibilidade de aumentar o congestionamento e a realização de viagens; ● Se houver associação do aumento no congestionamento e no número de viagens com a dependência de veículos de baixa ocupação, isso poderia resultar em um aumento dos impactos ambientais do setor de transporte; ● Pode haver a produção e o uso de energia de fontes não renováveis
Fonte	CHEON, 2003; SILBERG et al., 2012; ANDERSON et al., 2014; FAGNANT; KOCKELMAN, 2014; HENDRICKSON; BIEHLER; MASHAYEKH, 2014; HOWARD; DAI, 2014; LE VINE; POLAK, 2014; SCHOETTLE; SIVAK, 2014; FLÄMIG, 2015; SIVAK; SCHOETTLE, 2015; SOMERS; WEERATUNGA, 2015; ETSC, 2016; LEVIN, 2016; VISSERS et al., 2016; BARTH, 2017; FAIRLEY, 2017; HEINEKE et al., 2017; LOMAS, 2017; MPO, 2017; RPA, 2017; SANDT; OWENS, 2017; STEWART, 2017	CLAUDEL; RATTI, 2015; BOUTON; KNUPFER; SWARTZ, 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; THOMPSON et al., 2017	ECENBARGER, 2009; SILBERG et al., 2012; OHNSMAN, 2014; FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; KPMG; CARGROUP, 2016; BLOOMBERG PHILANTHROPIES, 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; RPA, 2017	SHANKER et al., 2013; DAVIDSON; SPINOULAS, 2015; MILAKIS et al., 2015; GUERRA, 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; BLOOMBERG PHILANTHROPIES, 2017; FULTON; MASON; MEROUX, 2017; MPO, 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; RPA, 2017	ECENBARGER, 2009; SILBERG et al., 2012; OHNSMAN, 2014; FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; GREENBLATT; SHAHEEN, 2015; ANDERSON et al., 2016; BEIKER et al., 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; KPMG; CARGROUP, 2016; BLOOMBERG PHILANTHROPIES, 2017; BUROHAPPOLD ENGINEERING, 2017; FULTON; MASON; MEROUX, 2017; MPO, 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; RPA, 2017; PERKINS+WILL, 2018

Continua

Continuação

	f) Impacto no transporte ativo (deslocamentos a pé e de bicicleta)	g) Impacto na utilização de transporte coletivo	h) Mobilidade como serviço	i) Impactos legais	j) Impacto no desenho urbano
Principais vantagens	<ul style="list-style-type: none"> • A integração do planejamento de transportes com o planejamento urbano é essencial para possibilitar que os veículos sem motorista promovam as viagens de ciclistas e pedestres; • Os veículos sem motorista podem resultar em maiores oportunidades e instalações para pedestres e ciclistas, onde estas podem proporcionar benefícios envolvendo a saúde pública e bem-estar individual; • A abordagem de pedestres e ciclistas, deve ocorrer desde o início de qualquer planejamento relacionado ao veículo sem motorista; • O transporte ativo deve ser priorizado em relação às decisões sobre o futuro da mobilidade; • Pedestres e ciclistas podem se beneficiar da possível segurança viária resultante da introdução dos veículos sem motorista 	<ul style="list-style-type: none"> • A tecnologia do veículo sem motorista pode proporcionar uma melhor fluidez do trânsito, beneficiando o transporte coletivo; • A disseminação dos veículos sem motorista e o uso de pistas segregadas, pode melhorar o desempenho do transporte coletivo; • Com mais opções de viagem, as pessoas podem escolher outras alternativas, o que pode acarretar em mais usuários para o transporte coletivo, principalmente se houver sistema integrado de pagamento de tarifas; • A criação de polos de mobilidade junto às estações metroferroviárias e terminais de ônibus, visa integrar e complementar os diferentes modos; • O veículo sem motorista não conseguirá transportar a mesma quantidade de usuários que o transporte coletivo, sendo que este continuará tendo um papel fundamental nas cidades, principalmente nas áreas de maior densidade; • Os ônibus sem motorista podem remodelar os serviços convencionais de rotas fixas e não ficar restritos a elas, o que amplia a disponibilidade temporal e espacial da mobilidade 	<ul style="list-style-type: none"> • As políticas de transporte devem fortalecer os modos compartilhados sobre a propriedade privada, como forma de reduzir o número total de veículos nas cidades; • Mudança de comportamento da mobilidade individual para mobilidade compartilhada; • Flexibilidade nas opções de mobilidade, desafiando a percepção de que ter um veículo é o modo de viagem mais conveniente; • Melhorar o acesso à educação, ao emprego, à saúde e outros serviços; • Custo otimizado de viagens, onde as famílias pagam apenas pelo o que precisam, desencorajando as viagens desnecessárias; • Desmotivar o veículo sem motorista privado, aumentando as taxas e utilizando-as para subsidiar o transporte coletivo, encorajar o desenvolvimento compacto e incentivar o uso da mobilidade compartilhada; • Viagens compartilhadas podem reduzir a necessidade de infraestrutura viária e convertê-las para outras finalidades 	<ul style="list-style-type: none"> • Adoção de ações regulatórias para potencializar as oportunidades, como para racionalizar o espaço urbano, a fim de reduzir o congestionamento, bem como inibir os veículos vazios e limitar o acesso de veículos sem motorista em determinadas áreas e horários 	<ul style="list-style-type: none"> • Oportunidade de fomentar o desenvolvimento de projetos que abordem os impactos das novas tecnologias no ambiente construído, visando integrá-los, bem como promover ambientes seguros, sustentáveis e centrados nas pessoas; • Conversão de áreas liberadas, provenientes da alteração do uso da infraestrutura viária, em áreas para pedestres, ciclistas, vegetação urbana, uso misto do solo e ampliação do sistema de transporte coletivo; • Definição de diretrizes de desenho urbano deve ser iniciada o quanto antes para mitigar os desafios e fazer com que os veículos sem motorista não pronunciem as regras em detrimento dos outros modos, evitando perpetuar os equívocos do passado
Fonte	ZMUD et al., 2013; BOUTON; KNUPFER; SWARTZ, 2016; CHAPIN et al., 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; FULTON; MASON; MEROUX, 2017; MPO, 2017; HADID, 2018; KOVACIC, 2018; PERKINS+WILL, 2018	APTA, 2016; BOUTON; KNUPFER; SWARTZ, 2016; BUROHAPPOLD ENGINEERING, 2017; HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; KPMG; CARGROUP, 2016; APPELYARD; RIGGS, 2017; BLOOMBERG PHILANTHROPIES, 2017; MPO, 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; RPA, 2017; SANDT; OWENS, 2017; DEPARTMENT FOR TRANSPORT, 2018; DUARTE; RATTI, 2018; KOVACIC, 2018; PERKINS+WILL, 2018	SILBERG et al., 2012; DUTZIK; BAXANDALL, 2013; ANDERSON et al., 2014; BIERSTEDT et al., 2014; FAGNANT; KOCKELMAN, 2014; FRAEDRICH; LENZ, 2014; HOWARD; DAI, 2014; CLAUDEL; RATTI, 2015; CYGANOSKI; FRAEDRICH; LENZ, 2015; FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; FLÄMIG, 2015; GAO, 2015; SOMERS; WEERATUNGA, 2015; ANDERSON et al., 2016; BEIKER et al., 2016; CHAPIN et al., 2016; GAO et al., 2016; GATTIS, 2016; GUERRA, 2016; HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016; HANNON et al., 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; KPMG; CARGROUP, 2016; MPO, 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; RPA, 2017; DEPARTMENT FOR TRANSPORT, 2018; DUARTE; RATTI, 2018; HAWKINS; HABIB, 2018; PERKINS+WILL, 2018	ANDERSON et al., 2016; HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; LAMOTTE; PALMA; GEROLIMINIS, 2016; RPA, 2017	MLADENOVIC; ABBAS, 2015; ANDERSON et al., 2016; BOUTON; KNUPFER; SWARTZ, 2016; CHAPIN et al., 2016; GUERRA, 2016; HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; MLADENOVIC; MCPHERSON, 2016; VISSERS et al., 2016; APPELYARD; RIGGS, 2017; BUROHAPPOLD ENGINEERING, 2017; NLC, 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; RPA, 2017; SANDT; OWENS, 2017; THOMPSON et al., 2017; CHOW, 2018; PERKINS+WILL, 2018
Principais contrapontos	<ul style="list-style-type: none"> • A utilização massiva dos veículos sem motorista pode impactar nos demais modos, diminuindo as oportunidades diárias de caminhada e de ciclismo, acarretando em efeitos adversos na saúde pública, principalmente em áreas decorrentes de expansão urbana, bem como aumentar o congestionamento; • O domínio na utilização de veículos sem motorista pode não exigir sinalização para regular o fluxo de tráfego, dificultando o deslocamento de pedestres e ciclistas; • Zonas de embarque e desembarque de passageiros dos veículos sem motorista, podem fragmentar os percursos de pedestres e de bicicleta; • A reduzida abordagem sobre as questões envolvendo pedestres e ciclistas, pode comprometer a investigação sobre os impactos e os desafios da sua interface com os veículos sem motorista 	<ul style="list-style-type: none"> • Se a utilização de veículos sem motorista for atraente para os usuários de transporte coletivo, pode haver uma alteração na escolha do modo de viagem, levando a um aumento da demanda por veículos sem motorista e a uma diminuição no uso de transporte coletivo; • A mudança do transporte coletivo para veículos sem motorista, com menor ocupação, acarretará em um aumento no número de viagens, além de possíveis reduções de investimento no transporte coletivo, resultando em restrições operacionais e na degradação das instalações existentes 	<ul style="list-style-type: none"> • Os serviços sob demanda podem levar a um aumento do congestionamento e não fomentar a utilização dos demais modos; • Deve haver diversificação dos serviços de mobilidade sob demanda para se adequar melhor às necessidades dos usuários; • Torna-se necessário o acesso à tecnologia e a alfabetização digital, o que pode impactar o uso por determinados grupos que tenham dificuldade em manipular estes dispositivos; • Os passageiros podem não querer ter as suas experiências de viagem registradas; • A intensificação no uso da mobilidade compartilhada em veículo sem motorista pode significar uma maior frequência de limpeza e manutenção dos veículos, além da ausência do motorista poder aumentar a incidência de vandalismo; • A retirada proposital de dispositivos para evitar custos operacionais e de manutenção, pode desestimular o uso da mobilidade compartilhada em veículo sem motorista; • Os maiores obstáculos para os serviços sob demanda, são representados pelo custo de se provisionar um número suficiente de veículos para suportar uma resposta rápida para atender às solicitações, bem como o quão as pessoas estariam dispostas a renunciar à propriedade privada de veículos 	<ul style="list-style-type: none"> • Existe a preocupação sobre a falta de abordagem das questões regulatórias referentes à utilização de veículos sem motorista, principalmente acerca da responsabilidade em caso de falhas ou acidentes; • A super-regulação também apresenta riscos, já que diferentes tentativas para regular a tecnologia dos veículos sem motorista podem resultar em uma gama de requisitos incompatíveis; • À medida que os veículos ficam conectados e mais informatizados, a não caracterização de questões relacionadas à segurança cibernética e privacidade tornam-se preocupantes, especialmente se for considerada a possibilidade de atuações terroristas 	<ul style="list-style-type: none"> • A pouca abordagem sobre os possíveis impactos das novas tecnologias no ambiente urbano podem acarretar em um entendimento equivocado de suas interfaces, dependendo de como as novas tecnologias são abordadas e o que é priorizado; • Este mau entendimento pode fazer com que os veículos sem motorista sejam vistos como uma solução para os problemas de planejamento, quando, na realidade, podem proporcionar impactos negativos, como aumento no tráfego e incentivo à expansão urbana; • Sobre isso, alguns autores acreditam que os veículos sem motorista proporcionarão a expansão urbana, pois haverá motivação para os deslocamentos mais distantes dos centros urbanos, devido à possibilidade de se realizar tarefas durante as viagens, bem como o transporte ser mais conveniente e acessível
Fonte	CHEON, 2003; ARIEFF, 2013; DUTZIK; BAXANDALL, 2013; ANDERSON et al., 2014; BIERSTEDT et al., 2014; FAGNANT; KOCKELMAN, 2014; HENDRICKSON; BIEHLER; MASHAYEKH, 2014; FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; GAO, 2015; OECD; ITF, 2015; ANDERSON et al., 2016; CHAPIN et al., 2016; KPMG; CARGROUP, 2016; WSP; FARRELLS, 2016; CAVOLI et al., 2017; FULTON; MASON; MEROUX, 2017; MPO, 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; RPA, 2017; SANDT; OWENS, 2017; THOMPSON et al., 2017; HAWKINS; HABIB, 2018	ARIEFF, 2013; BIERSTEDT et al., 2014; LITMAN, 2014; FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; ANDERSON et al., 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; MPO, 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; RPA, 2017	ARIEFF, 2013; BIERSTEDT et al., 2014; FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; ANDERSON et al., 2016; GAO et al., 2016; GRUSH; NILES; BAUM, 2016; HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; KOCKELMAN et al., 2016; TROMMER et al., 2016; BLOOMBERG PHILANTHROPIES, 2017; KOOPMAN; WAGNER, 2017; MPO, 2017; RPA, 2017; DEPARTMENT FOR TRANSPORT, 2018; LITMAN, 2018; PAPA; FERREIRA, 2018; PERKINS+WILL, 2018	SILBERG et al., 2012; ANDERSON et al., 2014; BIERSTEDT et al., 2014; FAGNANT; KOCKELMAN, 2014; LE VINE; POLAK, 2014; SCHOETTLE; SIVAK, 2014; CLAUDEL; RATTI, 2015; FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; FLÄMIG, 2015; SOMERS; WEERATUNGA, 2015; ANDERSON et al., 2016; GRUSH; NILES; BAUM, 2016; KOCKELMAN et al., 2016; KOOPMAN; WAGNER, 2017; MPO, 2017; OTTO, 2017; RPA, 2017; AWAD et al., 2018	LITMAN, 2014; FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; NLC, 2015; ANDERSON et al., 2016; GUERRA, 2016; HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; BUROHAPPOLD ENGINEERING, 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; RPA, 2017; HAWKINS; HABIB, 2018; PERKINS+WILL, 2018

Conclusão

Fonte: Elaborado pela autora com base nas referências bibliográficas indicadas no quadro-resumo.

Como pôde ser evidenciado na Figura 33, existe uma especulação significativa sobre como os veículos sem motorista serão adotados e introduzidos nas cidades. Também podem ser observadas muitas contradições sobre os verdadeiros impactos que esta tecnologia proporcionará, reforçando a complexidade da utilização desta inovação no ambiente urbano, bem como a dificuldade em antecipar as mudanças e fornecer recomendações para o futuro (PERKINS+WILL, 2018).

2.4 Referencial teórico sobre a quantificação da alteração da infraestrutura viária

Para eleger as porcentagens de alteração da infraestrutura viária a serem utilizadas nos cenários projetuais desta pesquisa, foram utilizados, como parâmetros, a variação da distância viajada e a redução da quantidade de veículos em uso, bem como as características de porcentagem da área de estacionamento e porcentagem da área de infraestrutura viária. Estes dados foram escolhidos por ocasionarem impactos mais significativos na alteração da infraestrutura viária, culminando na liberação de áreas para serem convertidas em outros usos.

São elencadas a seguir as principais informações contidas nos estudos pesquisados sobre estes parâmetros, os quais consideraram diferentes cidades com a premissa da adoção de viagens compartilhadas, ou individuais, em veículos sem motorista.

2.4.1 Variação da distância viajada

Foram pesquisados os estudos desenvolvidos por Bierstedt et al. (2014); MIT (2014); Chen (2015); Fagnant, Kockelman e Bansal (2015); Fagnant e Kockelman (2015); OECD e ITF (2015).

Bierstedt et al. (2014) consideraram alguns elementos que podem ocasionar o aumento ou a redução na quantidade de carros x quilômetros, que corresponde à terminologia *Vehicle Kilometers Travelled* (VKT). Dentre estes elementos, tem-se:

- a) melhoria na experiência do motorista, como o conforto, que poderia ser proporcionado na viagem em um veículo sem motorista em relação ao estresse em se dirigir um veículo convencional em vias congestionadas;
- b) atrativo custo-benefício entre a viagem em veículo sem motorista e outros modos;

c) a segurança, que, com a percepção do seu aumento, resultaria em uma maior utilização do veículo sem motorista, porém, o risco das operadoras em se envolver em acidentes, poderia levar ao excesso de precaução, promovendo velocidades muito reduzidas;

d) a inserção de novos passageiros, como os que não dirigem, os que possuem limitações etárias, físicas ou motoras.

Além destes elementos, também se tem o custo da propriedade dos veículos sem motorista para as operadoras, que poderia acarretar em uma operação muito cara e não atrativa para os passageiros, porém, melhorias nos aspectos de segurança dos veículos provocariam uma redução de custo, como o dos seguros.

Com base nestes elementos, Bierstedt et al. (2014) estimaram um aumento no VKT entre 5% e 20%, com uma participação de 50% de veículos sem motorista; com a totalidade de veículos sem motorista, o VKT poderia aumentar até 35%.

Não foi especificado o local no estudo de Bierstedt et al. (2014).

O estudo desenvolvido pelo MIT (2014), denominado HubCab, contemplou o rastreamento de 170 milhões de deslocamentos realizados por táxis na cidade de Nova Iorque, a fim de identificar padrões de viagens e desenvolver um sistema de viagens compartilhadas. Esse estudo apontou que o compartilhamento das viagens de táxi poderia reduzir o número de viagens em 40%, com o mínimo de inconveniência para os passageiros.

Vale ressaltar que, diferentemente do objeto da presente pesquisa e dos demais estudos referentes à variação da distância viajada, o HubCab (MIT, 2014) considerou apenas o deslocamento em táxi para uso individual, bem como os benefícios do compartilhamento de viagens, não abordando a migração de outros modos de transporte para o novo sistema proposto de viagem compartilhada, o que poderia impactar na variação da distância viajada. Além disso, o estudo do MIT (2014) também não considerou a análise do impacto da variação da distância viajada na infraestrutura urbana.

Chen (2015) realizou uma simulação em Austin e estimou um aumento de 7% a 14% no VKT, considerando apenas os deslocamentos referentes aos veículos sem passageiro para efetuar o carregamento das baterias ou o direcionamento até o próximo passageiro. Chen (2015) também considerou que o sistema de pagamento pelo uso deve reduzir o VKT, enquanto que a redução dos custos da viagem, em relação à propriedade do veículo

convencional privado, pode gerar um aumento no VKT. O estudo não realizou estimativa para estes dois últimos casos.

Abordagem similar ocorre na simulação realizada por Fagnant, Kockelman e Bansal (2015), em Austin, com uma estimativa de 8% de aumento no VKT devido aos deslocamentos dos veículos sem motorista vazios para efetuarem o carregamento das baterias ou o direcionamento até o próximo passageiro.

Em outro estudo, Fagnant e Kockelman (2015) estimaram 9% de aumento no VKT considerando, além do impacto das viagens em veículo sem passageiro, a mudança de comportamento das pessoas pelo maior uso do serviço de mobilidade compartilhada. No início da operação, o aumento do VKT foi estimado em 20%, com 10% de viagens compartilhadas em veículos sem motorista. Posteriormente, o estudo menciona que este aumento do VKT deve ficar restrito a 10%, com 90% de viagens compartilhadas em veículos sem motorista.

A OECD e a ITF (2015) realizaram um estudo na cidade de Lisboa e consideraram o impacto dos veículos sem motorista na mobilidade urbana. O estudo contemplou diversos cenários, com e sem transporte coletivo de alta capacidade, considerando viagens compartilhadas em veículos sem motorista (Taxibot), veículos sem motorista compartilhados (Autovot), além destes cenários coexistindo com 50% de veículos convencionais de uso individual.

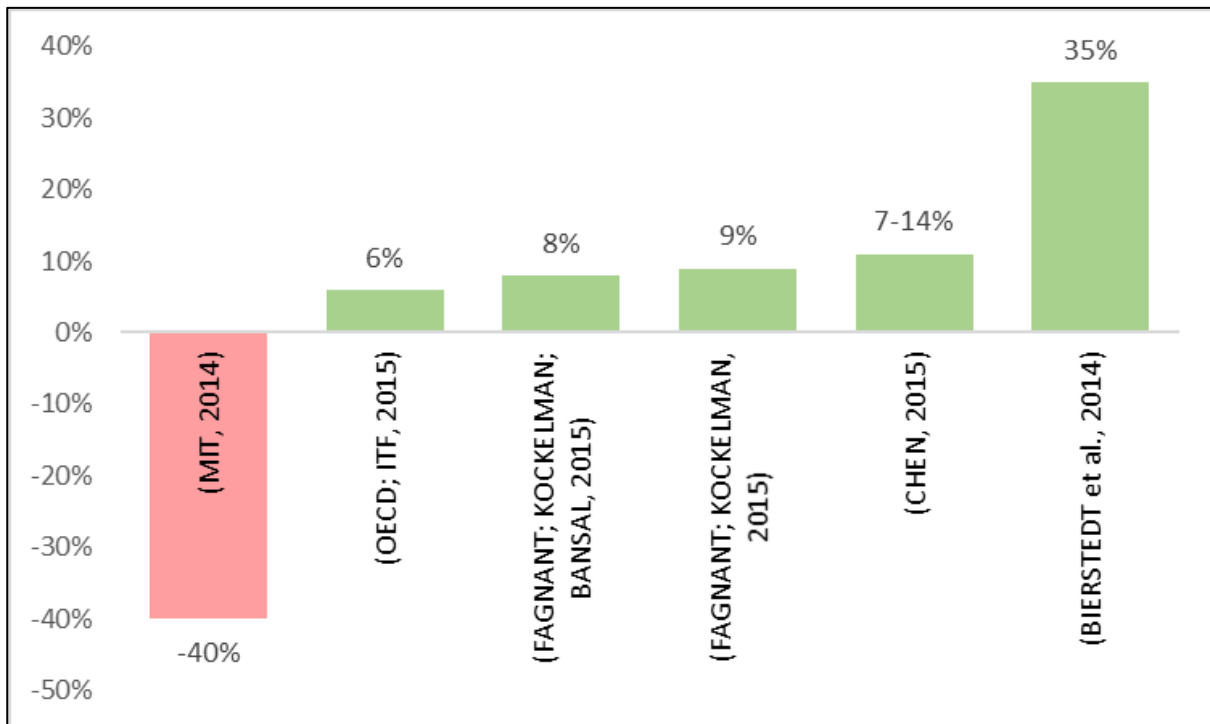
O estudo da OECD e ITF (2015) considerou algumas premissas para a escolha de cada modo utilizado nos cenários, como:

- a) realização de deslocamentos a pé ou de bicicleta para viagens inferiores a 1km;
- b) realização de deslocamentos em transporte coletivo para viagens com origem e destino dentro de um raio de 1km em relação ao sistema de alta capacidade;
- c) tempo máximo de espera de 5min em relação às viagens compartilhadas (Taxibot);
- d) tempo adicional de viagens correspondente a 20%, limitado a 10min em viagens compartilhadas (Taxibot);
- e) distância adicional da viagem de 20%, com um limite de 2km.

Dentre os cenários abordados pela OECD e ITF (2015), o que mais se assemelha ao cenário projetual da presente pesquisa, é o referente às viagens compartilhadas simultaneamente com o transporte coletivo de alta capacidade, com 100% da frota de veículos sem motorista. Para este cenário, foi estimado um aumento de 6% no VKT.

A Figura 34 ilustra a variação da distância viajada conforme os estudos pesquisados, sendo possível perceber que, embora as mudanças na variação da distância viajada possam ser positivas ou negativas, a maior parte da literatura sobre veículos sem motorista estima que haverá aumento no VKT em relação ao veículo convencional.

Figura 34 – Variação da distância viajada



Fonte: Elaborado pela autora com base na bibliografia mencionada.

2.4.2 Redução da quantidade de veículos em uso

Foram pesquisados os estudos desenvolvidos pelo MIT (2014); Spieser et al. (2014); Boesch, Ciari e Axhausen (2015); OECD e ITF (2015); Bischoff e Maciejewski (2016); Fagnant e Kockelman (2016); Liu et al. (2017).

O estudo desenvolvido pelo MIT (2014), em Nova Iorque, apontou que, caso as cidades adotem o conceito de mobilidade compartilhada, quatro, de cada cinco veículos privados, podem ser retirados das ruas, resultando em tempos menores de deslocamento.

Spieser et al. (2014) realizaram um estudo, em Singapura, considerando a adoção de veículos sem motorista em viagens compartilhadas. O estudo abordou o dimensionamento do tamanho da frota para atender a demanda de viagens, com base nas seguintes diretrizes:

- quantidade de viagens realizadas em um determinado período de tempo;
- distância média entre a origem e o destino, com base no menor percurso;
- distribuição da demanda de viagens por região;

d) velocidade média¹³.

Com estas diretrizes, o estudo estimou o número mínimo da frota necessária para atender as viagens compartilhadas em veículo sem motorista, sem considerar o tempo máximo de espera.

A partir disso, foi calculada a frota adicional necessária, nos horários de maior demanda, para atender os níveis de serviço esperados, que correspondem:

- a) ao tempo máximo de espera de 65min, com 25% da frota atual;
- b) ao tempo máximo de espera de 30min, com 32% da frota atual;
- c) ao tempo máximo de espera de 15min, com 38% da frota atual.

Para esta pesquisa, adotou-se a porcentagem de 38%, que representa 62% de redução da frota atual, por ser a com menor tempo de espera referente à abordagem desenvolvida por Spieser et al. (2014).

Estudo similar foi desenvolvido por Boesch, Ciari e Axhausen (2015), o qual considerou uma possível redução de até 90% do tamanho da frota de veículos privados na região de Zurique.

Os autores utilizaram simulações referentes a um dia útil e consideraram as viagens da 0h até as 6h do dia seguinte, totalizando 30 horas. Os números obtidos foram:

- a) tempo de espera menor do que 5min, com 25% da frota atual, possibilitando o atendimento de 95% das viagens;
- b) tempo de espera menor do que 10min, com 10% da frota atual, possibilitando o atendimento de 95% das viagens.

A presente pesquisa considerou a porcentagem de 90% de redução da frota atual, por ser a com tempo de espera inferior a 10 min, e, assim como no estudo anterior de Spieser et al. (2014), o tempo de espera entre 10 a 15min é considerado adequado.

O estudo realizado pela OECD e ITF (2015), na cidade de Lisboa, considerou que as viagens compartilhadas em veículo sem motorista terão uma maior utilização, as quais podem proporcionar uma redução de 90% na quantidade de veículos¹⁴.

¹³ Para esta diretriz, foi utilizada a velocidade média dos táxis em Singapura nas condições atuais de tráfego.

¹⁴ No cenário referente às viagens compartilhadas simultaneamente com o transporte coletivo de alta capacidade, com 100% da frota de veículos sem motorista.

Vale ressaltar que este estudo, em Lisboa, parte de um cenário atual - no qual os veículos convencionais permanecem 96% do tempo parados - para um cenário futuro, no qual é estimado que os veículos sem motorista em viagens compartilhadas permaneçam apenas 27,2% do tempo parados.

O estudo menciona que, atualmente, os veículos convencionais percorrem, em média, 30km por dia, sendo que, no futuro, esta quilometragem tende a ser de 200km por dia. É previsto que este aumento demandará manutenção e limpeza mais frequentes, além de representar um ciclo de vida mais curto do veículo sem motorista, o que pode possibilitar a rápida atualização tecnológica da frota.

Da mesma forma, Bischoff e Maciejewski (2016) fizeram simulações, em Berlim, com frotas entre 50.000 e 250.000 veículos sem motorista para substituir as viagens em veículos convencionais, que possui frota atual de 1,1 milhão. Com isso, foi estimado que apenas 10% da frota atual seria suficiente para atender 95% das viagens, com um tempo máximo de espera de 15min.

Fagnant e Kockelman (2016), realizaram pesquisas na Universidade do Texas para modelar o comportamento de viagens na cidade de Austin. Para isso, os autores elaboraram simulações com algumas condicionantes para o compartilhamento de viagens, entre elas:

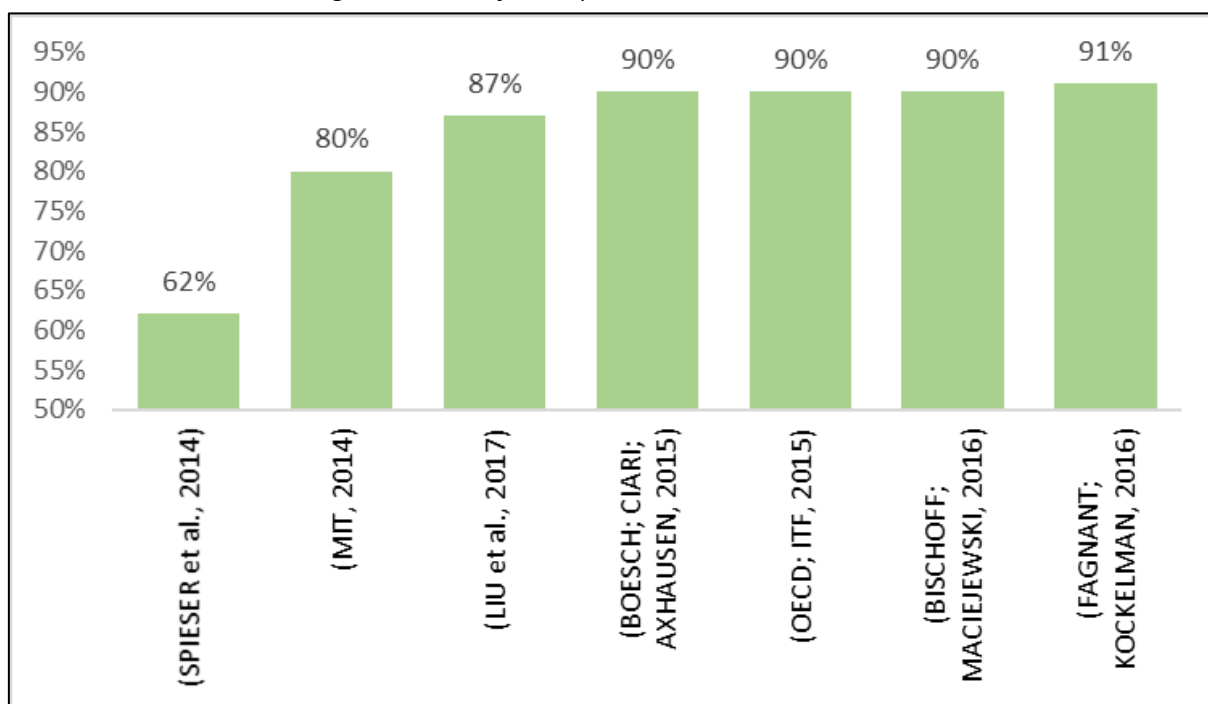
- a) a duração da viagem não deveria aumentar mais do que 20% em relação à viagem sem compartilhamento;
- b) o tempo médio para o embarque não deveria ser superior a 1min;
- c) os novos passageiros poderiam embarcar somente nos primeiros 5min de viagem.

Com essas condicionantes chegou-se ao resultado de que um veículo sem motorista em viagem compartilhada poderia substituir até 10,77 veículos convencionais, com 98,6% dos passageiros aguardando até 10min.

Um ano depois, Liu et al. (2017) expandiram a área de estudo referida por Fagnant e Kockelman (2016) em seis condados na região de Austin, abordando 8,8 milhões de viagens. O estudo acrescentou a disposição dos usuários em utilizar o veículo sem motorista em viagem compartilhada, com diferentes faixas de preço em relação ao custo do veículo convencional. Com isso, chegou-se à conclusão que, cada veículo sem motorista em viagem compartilhada, poderia substituir 7,7 veículos privados, com um tempo médio de espera de 3min.

A Figura 35 ilustra a redução da quantidade de veículos, de acordo com cada estudo.

Figura 35 – Redução da quantidade de veículos em uso



Fonte: Elaborado pela autora com base na bibliografia mencionada.

2.4.3 Alteração da infraestrutura viária

Alguns autores abordam a redução da necessidade de estacionamento devido à diminuição na quantidade de veículos, bem como ao aumento na utilização dos veículos. Dentre os autores, tem-se OECD e ITF (2015); Zhang et al. (2015); Ambühl, Ciari e Menendez (2016); WSP e Farrells (2016).

O estudo da OECD e ITF (2015), na cidade de Lisboa, estimou uma redução de 50% na demanda por estacionamento fora da rua, bem como a eliminação das vagas localizadas na rua, o que corresponde a 20% da área viária. O estudo considerou que o veículo sem motorista estará a maior parte do tempo em circulação, e não parado¹⁵.

Zhang et al. (2015) realizaram um estudo, sem considerar nenhuma cidade em específico, para analisar o impacto do veículo sem motorista em viagem compartilhada, considerando-se:

- a) uma área com 260km², com uma densidade populacional de 3.100hab/km², semelhante à cidade de Atlanta, nos Estados Unidos;
- b) uma frota entre 500 e 800 veículos sem motorista;

¹⁵ No cenário referente às viagens compartilhadas simultaneamente com o transporte coletivo de alta capacidade, com 100% da frota de veículos sem motorista.

- c) a disposição das pessoas em compartilharem a viagem;
- d) o tempo de espera dos passageiros;
- e) a quantidade de VKT com veículo vazio.

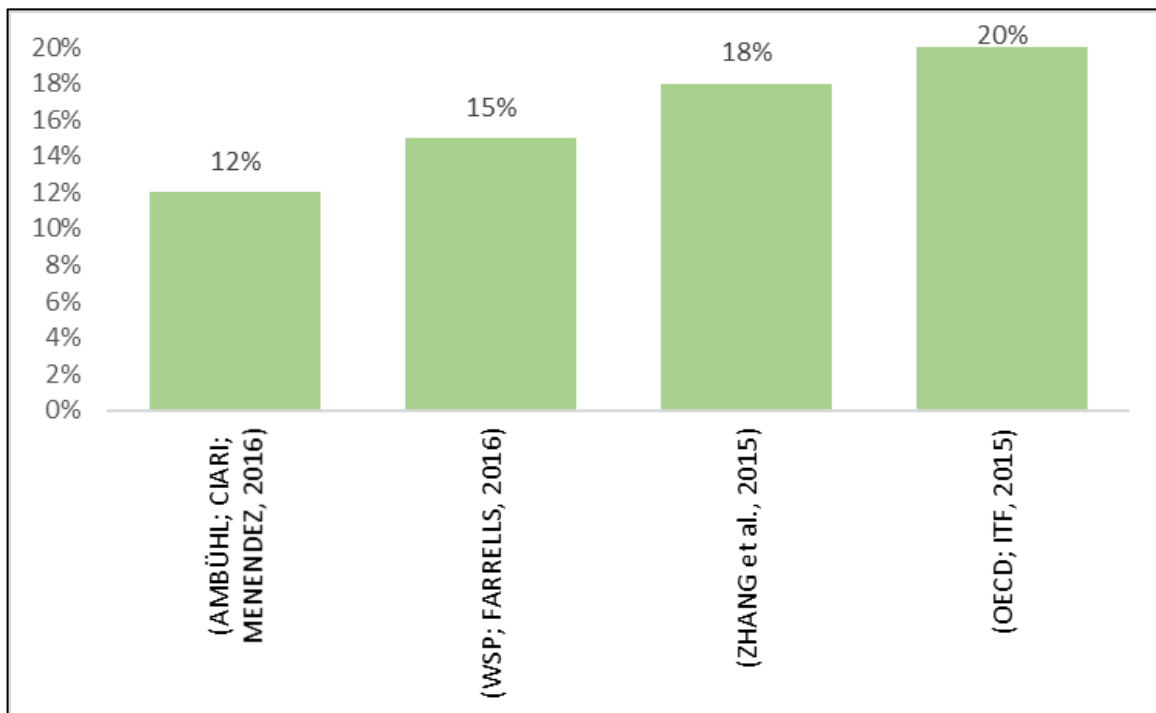
Com isso, chegou-se à conclusão que 90% das vagas de estacionamento poderiam ser liberadas para outros usos, representando 18% da área viária, com uma frota de 700 veículos sem motorista, com tempo médio de espera de 2min e tempo adicional de viagem de 2min.

Ambühl, Ciari e Menendez (2016) analisaram a necessidade de espaço viário de um veículo sem motorista em relação ao veículo convencional, considerando diferentes velocidades e diferentes capacidades das ruas, sem especificar as cidades. O estudo apontou que, com os veículos sem motorista, 12% do espaço viário poderia ser convertido em outros usos, devendo ser utilizado para melhorar a mobilidade urbana.

O estudo desenvolvido pela WSP e Farrells (2016) analisou a cidade de Londres, a qual possui 16% da área viária destinada ao estacionamento, possuindo atualmente 6,8 milhões de vagas. O estudo estimou que de 15 a 30% da área viária é destinada ao estacionamento em Nova Iorque, Paris, Viena, Boston e Hong Kong e, com a utilização de veículos sem motorista, poderá haver uma redução de, no mínimo, 15% da área viária.

A Figura 36 ilustra a alteração da infraestrutura viária que pode ser disponibilizada para outros usos, devido, principalmente, à redução dos espaços de estacionamento na rua.

Figura 36 – Alteração da infraestrutura viária



Fonte: Elaborado pela autora com base na bibliografia mencionada.

Hörl, Ciari e Axhausen (2016) apontam que, especialmente em áreas muito congestionadas, os espaços de estacionamento devem deixar de existir. Estes autores mencionam que isso é possível, pois os veículos sem motorista não precisam aguardar as pessoas em seus destinos, podendo retornar aos *hubs* de estacionamento estrategicamente posicionados.

Uma outra abordagem refere-se à dos autores que mencionam que os veículos sem motorista requerem espaços menores de estacionamento, devido, principalmente, às aberturas de portas tornarem-se desnecessárias, à possibilidade dos veículos estacionarem mais próximos uns dos outros e aos veículos sem motorista serem mais compactos, comparando-os aos veículos convencionais. Dentre estes autores, têm-se Bertoncello e Wee (2015), Alessandrini et al. (2015) e WSP e Farrells (2016).

O estudo de Bertoncello e Wee (2015), realizado nos Estados Unidos, estima que as vagas destinadas aos veículos sem motorista podem ser até 15% menores. Estimativa semelhante ocorre em Alessandrini et al. (2015), que prevê uma redução de 15%, e em WSP e Farrells (2016) que apontam uma redução de 15% a 20% da área de estacionamento.

2.4.4 Considerações do referencial teórico sobre a quantificação da alteração da infraestrutura viária

Quanto ao parâmetro variação da distância viajada, tem-se que a maior parte dos estudos estima aumento no VKT, exceto MIT (2014). Este aumento é esperado, uma vez que pode ser originado pela conveniência e pelo custo-benefício associados à utilização dos veículos sem motorista em viagens compartilhadas e individuais.

Porém, mesmo nos estudos que estimam aumento no VKT, existe uma diferença considerável nas estimativas, o que pode estar relacionada à particularidade de cada contexto urbano contemplado nos estudos pesquisados. Os dados referentes a estas particularidades serão detalhados no Capítulo 5.

Em relação ao parâmetro redução da quantidade de veículos em uso, tem-se que a maior parte dos estudos pesquisados apresenta uma oscilação da porcentagem de redução entre 80% e 90% de veículos privados. Este consenso entre os estudos pode estar relacionado ao desempenho esperado dos veículos sem motorista, assim como a aceitação pelas pessoas do novo modelo de mobilidade compartilhada.

Em relação ao parâmetro alteração da infraestrutura viária, há uma conformidade entre os estudos pesquisados, os quais mencionam que o estacionamento no viário deverá ser eliminado ou convertido em algumas áreas de embarque e desembarque.

Esta conformidade deve-se ao estacionamento não precisar, necessariamente, ser fornecido no local de destino das pessoas, podendo estar concentrado em *hubs* estrategicamente localizados para possibilitar que os veículos sem motorista aguardem novas convocações, ou passem por reparos, bem como pelo carregamento das baterias.

A maior utilização dos veículos sem motorista pode proporcionar uma redução na demanda por estacionamento fora das ruas, uma vez que eles tendem a permanecer mais tempo em circulação do que estacionados – principalmente nos horários de maior demanda.

Com base nos parâmetros pesquisados, é possível inferir a sua importância para o redesenho urbano pela conversão das áreas liberadas em outros usos.

3. Impacto dos veículos sem motorista no ambiente urbano: oportunidades de redesenho

Na literatura recente, muitos pesquisadores argumentam que os veículos sem motorista terão impacto significativo no desenho urbano (BIERSTEDT et al., 2014; LE VINE; POLAK, 2014; MAUNSELL; TANGUTURI; HOGARTH, 2014; CLAUDEL; RATTI, 2015; FAGNANT; KOCKELMAN, 2015; ANDERSON et al., 2016; CHAPIN et al., 2016; HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016; HANNON et al., 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; KPMG; CARGROUP, 2016; LIPSON; KURMAN, 2016; PARKIN et al., 2016; WSP; FARRELLS, 2016; APPLEYARD; RIGGS, 2017; BLOOMBERG PHILANTHROPIES, 2017; ERTRAC, 2017; PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH, 2017; BROWN et al., 2018; DUARTE; RATTI, 2018; HAWKINS; HABIB, 2018; PERKINS+WILL, 2018).

Porém, as abordagens sobre os veículos sem motorista têm se concentrado principalmente nos aspectos tecnológicos, como algoritmos para o seu funcionamento, previsibilidade e eficiência, havendo até o momento uma escassez de análises sobre o impacto dessa tecnologia no ambiente urbano. Essa escassez pode ser observada nos planos regionais relativamente recentes das cidades americanas (NLC, 2015; GUERRA, 2016) e em manuais de calçadas (ABU DHABI URBAN PLANNING COUNCIL, 2009; ITDP; EPC, 2011; IRELAND DEPARTMENT OF TRANSPORT, TOURISM AND SPORT AND THE DEPARTMENT OF ENVIRONMENT, 2013; NEW YORK CITY DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, 2015; THE CITY OF SAN DIEGO, 2017), nos quais foi praticamente desconsiderada a relação do veículo sem motorista com o desenho urbano.

A inserção das cidades como local de experimentação para novas políticas e tecnologias possibilita o fornecimento de subsídios para embasar as modificações no desenho urbano, em decorrência da introdução dos veículos sem motorista (NACTO, 2017).

A execução de testes com os veículos sem motorista tem ocorrido de forma mais frequente em locais controlados, sem submetê-los ao tráfego em ambientes urbanos, o que

pode acarretar na imposição dos aspectos tecnológicos às cidades, culminando com a não priorização das pessoas e dos espaços urbanos (CHAPIN et al., 2016; GUERRA, 2016; HAND; AIA; LEED AP BD+C, 2016; HÖRL; CIARI; AXHAUSEN, 2016; KPMG; CARGROUP, 2016; VISSERS et al., 2016; APPLEYARD; RIGGS, 2017; BLOOMBERG PHILANTHROPIES, 2017; HEINEKE et al., 2017; RPA, 2017; NLC, 2018; PERKINS+WILL, 2018).

Visando disponibilizar um inventário sobre como as cidades estão se preparando para a introdução de veículos sem motorista, a Bloomberg Philanthropies (2018) publicou o *Global atlas of autonomous vehicles in cities*, que, em julho de 2019, contemplava 128 cidades¹⁶ em seu monitoramento. Destas, apenas 33% começaram a abordar o planejamento urbano em suas políticas públicas.

Alguns autores ressaltam que arquitetos e urbanistas não devem aguardar pela certeza sobre como a tecnologia irá se desenvolver, sendo que a adoção de uma mobilidade urbana mais sustentável já pode ser iniciada (GUERRA, 2016; SCHLOSSBERG et al., 2018).

Nesta mesma linha, Brown et al. (2018) mencionam que arquitetos e urbanistas devem se antecipar e aproveitar a oportunidade do potencial de mudança que os veículos sem motorista trarão para o ambiente urbano.

Considerando que esta relação - veículo sem motorista com o desenho urbano - é recente, arquitetos e urbanistas estão começando a reconhecer a importância e a influência que as tecnologias disruptivas terão nos ambientes urbanos, tornando-se cada vez mais relevante esta articulação para maximizar os seus benefícios.

Esta pesquisa considera que a adoção completa de veículos sem motorista no espaço urbano tende a fortalecer os aspectos potenciais, uma vez que a operação mista, no mesmo espaço viário, com os demais veículos - convencionais¹⁷ e semiautônomos¹⁸ - é capaz de comprometer o sistema, principalmente em relação à segurança viária.

Quanto aos problemas relacionados à operação mista dos veículos sem motorista com os veículos convencionais, no mesmo espaço viário, tem-se a possibilidade de interpretação

¹⁶ As cidades contidas no *Global atlas of autonomous vehicles in cities* representam a vanguarda de cidades que estão realizando testes com veículos sem motorista, bem como estão desenvolvendo a tecnologia e elaborando políticas. O foco do documento é fornecer um intercâmbio de informações entre as cidades, no qual as informações constantes em seus perfis são coletadas de documentos públicos, pesquisa *on-line* e entrevistas com autoridades.

¹⁷ Veículos convencionais são aqueles que somente o motorista tem ação sobre o veículo.

¹⁸ Veículos semiautônomos são aqueles que possuem recursos que permitem que um motorista somente monitore a ação do veículo, sem necessariamente atuar. Porém, é necessária a atenção constante do motorista, pois este pode ser requisitado a assumir o controle do veículo (PEARL, 2017).

equivocada sobre a ação que será adotada pelos veículos convencionais, uma vez que eles não possuem comunicação entre si, como a tecnologia V2V, podendo gerar acidentes, como o ocorrido em 2016, na Califórnia¹⁹.

Na ocasião, o veículo sem motorista do Google se envolveu em um acidente com um ônibus. Apesar da colisão ter sido em baixa velocidade e sem feridos, o acidente ocorreu devido ao veículo sem motorista ter interpretado, com base em seus sensores, que o motorista do ônibus concederia passagem, porém isso não aconteceu e os dois veículos colidiram.

Também em 2016, no Arizona, a Tesla Motors divulgou um acidente envolvendo o seu veículo semiautônomo, no qual os sensores não detectaram um caminhão²⁰. A colisão provocou a morte da pessoa que estava dentro do veículo, monitorando-o.

Mais recentemente, no Arizona, ocorreu um acidente sem gravidade entre um veículo sem motorista da Waymo e um veículo convencional, no qual este não respeitou o tempo de parada do semáforo e colidiu com o veículo sem motorista que aguardava o semáforo abrir²¹.

Estes eventos evidenciam que os veículos sem motorista requerem uma infraestrutura diferente da dos veículos convencionais, como sensores e sistemas de comunicações capazes de compartilhar informações em tempo real com os demais veículos sem motorista. Isso tende a potencializar melhorias na segurança viária, ao contrário da operação mista, que pode gerar conflitos na utilização do espaço urbano e um agravamento no número de acidentes.

Quanto aos problemas relacionados à operação mista dos veículos sem motorista com os veículos semiautônomos, Pearl (2017) menciona que é preocupante a falta de regulamentação para os veículos semiautônomos, como a não exigência de sistemas de alerta que possam monitorar o nível de engajamento dos motoristas durante o percurso. Também se tem a falta de regulamentação sobre a ilegalidade dos motoristas adulterarem ou desativarem os sistemas de alerta, sendo que isso muitas vezes é feito intencionalmente pelos motoristas por considerarem estes avisos inoportunos.

Além disto, existem algumas denominações que ocasionam interpretações equivocadas, podendo parecer que os veículos semiautônomos são mais capazes do que

¹⁹ Disponível em: <https://www.reuters.com/investigates/special-report/autos-driverless/>. Acesso em: 12 fev. 2018.

²⁰ Disponível em: <https://www.theguardian.com/technology/2018/mar/19/uber-self-driving-car-kills-woman-arizona-tempe>. Acesso em: 14 dez. 2018.

²¹ Disponível em: <https://www.motoring.com.au/google-autonomous-car-crashes-112458/>. Acesso em 14 dez. 2018.

realmente o são, acarretando dúvidas sobre como o veículo pode operar independentemente, sem a atenção do motorista.

Pearl (2017) também lembra que a regulamentação deve englobar o comprometimento dos motoristas de veículos semiautônomos a realizarem atualizações constantes de software para melhorar a segurança viária e a obrigatoriedade de treinamento sobre as capacidades e limitações destes veículos, evitando acidentes, como os decorrentes de incerteza de atuação do veículo ou do motorista. Com isto, os veículos semiautônomos não poderiam ser conduzidos por motoristas de veículos convencionais, sem treinamento prévio.

Estas questões apontam que a convivência entre os veículos semiautônomos e os veículos sem motorista, no mesmo espaço viário, é capaz de provocar um aumento no número de acidentes, o que pode, inclusive, prejudicar a adoção de veículos totalmente sem motorista no ambiente urbano (LLANERAS; SALINGER; GREEN, 2013; KARSTEN; WEST, 2017; PEARL, 2017).

A abordagem referente à introdução dos veículos sem motorista no ambiente urbano e de como estes ambientes podem ser repensados e recuperados, culminando com alterações no desenho urbano, é o foco deste capítulo.

3.1 Principais abordagens existentes

Para a revisão das abordagens existentes sobre o impacto dos veículos sem motorista no desenho urbano, foram pesquisados os seguintes trabalhos: *FutureNYC: a city for humans* (FUTURENYC, 2015), *MCity* (MIT, 2015), *Envisioning Florida's future: transportation and land use in an automated vehicle world* (CHAPIN et al., 2016), *Making better places: autonomous vehicles and future opportunities* (WSP; FARRELLS, 2016), *Driverless future challenge* (BLANKSPACENYC, 2017), *Blueprint for autonomous urbanism* (NACTO, 2017), *Designing for future mobility: developing a framework for the livable future city* (PERKINS+WILL, 2018), *Rethinking the street in an era of driverless cars* (SCHLOSSBERG et al., 2018).

A escolha destes trabalhos se justifica por serem praticamente os primeiros estudos a apresentarem propostas referentes às mudanças no desenho urbano em decorrência da introdução dos veículos sem motorista. Estes estudos e propostas foram realizados com base em simulações reais ou computacionais, apontando diretrizes importantes sobre o futuro da mobilidade urbana.

O *FutureNYC: a city for humans* (FUTURENYC, 2015) refere-se à simulação computacional com a introdução de veículos sem motorista em um ambiente urbano, no qual é considerada a cidade de Nova Iorque. As simulações têm como objetivo verificar as possibilidades de redesenho urbano, com a conversão de áreas viárias em outros usos, com priorização de utilização pelas pessoas.

O *MCity* (MIT, 2015) corresponde a uma cidade simulada em escala real para testes com veículos sem motorista. Essa cidade foi inaugurada em 2015, em uma área de 13ha, em Ann Arbor, Michigan, incluindo interseções, sinalizações, calçadas e edifícios, com a finalidade de se obter subsídios para possibilitar a verificação do comportamento dos veículos sem motorista em um ambiente urbano.

O *Envisioning Florida's future: transportation and land use in an automated vehicle world* (CHAPIN et al., 2016) engloba um conjunto de suposições relativas aos anos de 2040 e 2060 para embasar as propostas urbanas decorrentes da introdução dos veículos sem motorista. Essas propostas são aplicadas na Flórida e têm a finalidade de verificar o impacto da tecnologia dos veículos sem motorista no ambiente urbano, com base em algumas premissas²².

O *Making better places: autonomous vehicles and future opportunities* (WSP; FARRELLS, 2016) contempla propostas, visando investigar os benefícios e os impactos dos veículos sem motorista em áreas existentes no Reino Unido.

O *Driverless future challenge* (BLANKSPACENYC, 2017) contempla propostas sobre o impacto dos veículos sem motorista no espaço urbano em Nova Iorque que sejam viáveis e executáveis.

O *Blueprint for autonomous urbanism* (NACTO, 2017) refere-se à escolha de princípios urbanísticos e de ações, conforme ilustrado na Figura 37, sem determinar um local específico. O objetivo é priorizar as pessoas, os deslocamentos a pé e de bicicleta, bem como a mobilidade compartilhada.

²² As premissas para o ano de 2040 são: 50% de veículos totalmente automatizados, destes, 90% de veículos de propriedade privada e 10% de veículos de propriedade compartilhada. Para o ano de 2060, as premissas são: 100% de veículos totalmente automatizados, destes, 70% de veículos de propriedade privada e 30% de veículos de propriedade compartilhada.

Figura 37 – Princípios e ações do *Blueprint for autonomous urbanism*

Princípios	Ações
Segurança	-Estabelecer limites de velocidade; -Compartilhar dados; -Priorizar as pessoas
Flexibilidade	-Abordar o planejamento englobando várias áreas; -Priorizar a mobilidade urbana mais sustentável; -Promover os deslocamentos intermodais
Uso dos espaços	-Alterar o uso da infraestrutura viária; -Criar corredores para o transporte coletivo; -Garantir a segurança e o conforto das pessoas
Gerenciamento em tempo real	-Usar plataformas de dados para compartilhar informações; -Gerenciar os locais de embarque e desembarque; -Manter controle do meio-fio para que seja dinâmico, de acordo com a necessidade
Mais mobilidade com menos veículos	-Reduzir os requisitos mínimos de vagas; -Desenvolver garagens adaptáveis em situações futuras; -Apoiar o uso compartilhado de veículos elétricos; -Empregar o sistema de cobrança de congestionamento baseado em ocupação; -Modernizar e fortalecer o transporte coletivo
Benefícios	-Criar parcerias público-privadas; -Engajar a comunidade nas discussões; -As cidades devem ser parte integrante dos estudos envolvendo as novas tecnologias

Fonte: Elaborado pela autora com base em Nacto (2017).

O *Designing for future mobility: developing a framework for the livable future city* (PERKINS+WILL, 2018) aborda o impacto do futuro da mobilidade urbana na alteração do desenho das cidades. O trabalho não determina um local específico e tem o objetivo de propiciar o redesenho urbano voltado às pessoas e a uma mobilidade urbana mais sustentável.

O *Rethinking the street in an era of driverless cars* (SCHLOSSBERG et al., 2018) engloba a apresentação de exemplos hipotéticos de possibilidades de alteração do ambiente urbano, em rua arterial e em rua residencial, considerando as cidades do Pacífico Asiático. A finalidade é demonstrar as potencialidades de transformação do ambiente urbano decorrente da introdução dos veículos sem motorista.

As principais abordagens dos trabalhos mencionados são: faixas viárias, sinais de trânsito (horizontais, verticais e luminosos), percursos de pedestres e de transporte cicloviário, vegetação urbana, espaços de convívio social, flexibilidade de uso, conexões intermodais, transporte coletivo, estacionamento e área de embarque e desembarque. Na

Figura 38 tem-se o quadro-resumo, em ordem cronológica, com as abordagens pesquisadas em relação ao redesenho urbano decorrente da introdução dos veículos sem motorista.

Figura 38 – Quadro-resumo da abordagem dos trabalhos pesquisados

Trabalhos pesquisados	Principais abordagens										
	3.2 Faixas viárias	3.3 Sinais de trânsito	3.4 Percursos de pedestres	3.4 Percursos de transporte cicloviário	3.5 Vegetação urbana	3.5 Espaços de convívio social	3.6 Flexibilidade de uso	3.7 Conexões intermodais	3.7 Transporte coletivo	3.8 Estacionamento	3.9 Área de embarque e desembarque
<i>FutureNYC: a city for humans</i> (FUTURENYC, 2015)			✓	✓	✓	✓					
<i>MCity</i> (MIT, 2015)		✓	✓	✓						✓	
<i>Envisioning Florida's future: transportation and land use in an automated vehicle world</i> (CHAPIN et al., 2016)	✓	✓	✓	✓						✓	✓
<i>Making better places: autonomous vehicles and future opportunities</i> (WSP; FARRELLS, 2016)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
<i>Driverless future challenge</i> (BLANKSPACENYC, 2017)			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
<i>Blueprint for autonomous urbanism</i> (NACTO, 2017)		✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	
<i>Designing for Future mobility: Developing a framework for the livable future city</i> (PERKINS+WILL, 2018)			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Rethinking the street in an era of driverless cars</i> (SCHLOSSBERG et al., 2018)	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	

Fonte: Elaborado pela autora com base nos trabalhos referenciados.

3.2 Faixas viárias

Existe a expectativa de que os veículos sem motorista terão a capacidade de viajar com mais precisão do que os veículos operados por humanos, e em harmonia com outros veículos sem motorista. A adoção dessa tecnologia possibilita reduzir a quantidade de faixas viárias, bem como de torná-las mais estreitas (CHAPIN et al., 2016; WSP; FARRELLS, 2016; SCHLOSSBERG et al., 2018).

O canteiro central, que atualmente oferece um espaço de segurança entre faixas viárias de tráfego de sentidos opostos, também poderá sofrer alterações, podendo ser reduzido ou eliminado, pois é esperado que os veículos sem motorista sejam capazes de circular em faixas de sentidos opostos, conforme a necessidade e a demanda (CHAPIN et al., 2016; SCHLOSSBERG et al., 2018).

Outro aspecto que contempla a possibilidade de redução das faixas viárias refere-se à tendência da utilização intermodal nos deslocamentos e ao uso da mobilidade compartilhada, ao invés da propriedade individual de veículos, o que pode reduzir o número de veículos em circulação, exigindo menos infraestrutura viária.

A liberação do uso deste espaço pode proporcionar uma alteração no desenho urbano, onde os percursos de pedestres e de transporte cicloviário devem ser incentivados, assim como o uso misto do solo, o incremento de vegetação urbana e de espaços de convivência e de lazer, possibilitando converter áreas pouco convidativas ao uso pelas pessoas em locais seguros e atrativos (CHAPIN et al., 2016; WSP; FARRELLS, 2016; SCHLOSSBERG et al., 2018).

WSP e Farrells (2016), bem como Chapin et al. (2016), contemplaram a abordagem da operação mista entre os veículos sem motorista e os demais veículos – convencionais e semiautônomos – na tentativa de equalizar um cenário de transição, no qual é mencionada a adoção de faixas viárias segregadas para os veículos sem motorista. Schlossberg et al. (2018) mencionam que as faixas viárias mais estreitas podem ser utilizadas pelos veículos sem motorista e, desde que em velocidades mais baixas, pelos demais veículos, para se evitar o comprometimento da segurança dos usuários do espaço urbano.

A Figura 39 ilustra as propostas de Chapin et al. (2016) para as faixas viárias, partindo da situação atual, incluindo o desenho urbano sugerido para os anos de 2040 e 2060.

Figuras 39 – Situação atual e situações propostas para 2040 e 2060 de uma rua em Tallahassee, na Flórida



Fonte: Chapin et al. (2016).

Página em branco

Conforme ilustrado na Figura 39, a proposta contempla, para 2040, faixas separadas e mais estreitas para a circulação dos veículos sem motorista; porém, os canteiros centrais e sinais de trânsito permanecem. Também é possível perceber a vulnerabilidade das faixas segregadas para a circulação dos veículos sem motorista, as quais podem ser ocupadas indevidamente pelos demais veículos, comprometendo o sistema e tornando-o inseguro.

Segundo Chapin et al. (2016), até 2060 todas as faixas serão destinadas aos veículos sem motorista e o espaço liberado das faixas permitirá a adoção de percursos para pedestres e para transporte cicloviário. Ocorre alteração também nos canteiros centrais e nos sinais de trânsito, sendo esses substituídos pela infraestrutura de comunicação V2I. A única sinalização necessária é para as pessoas, conforme ilustrado na última imagem da Figura 39.

Com todas as faixas destinadas aos veículos sem motorista, têm-se o estabelecimento de conexões e o compartilhamento de informações de forma sistêmica, o que tende a proporcionar a minimização da ocorrência de acidentes.

3.3 Sinais de trânsito

Os sinais de trânsito - horizontais, verticais e luminosos - estão entre as características mais importantes do sistema de transporte atual. No entanto, o surgimento da tecnologia V2V e V2I pode mudar a forma como a informação é transmitida e de como o fluxo ocorre nas intersecções (MIT, 2015). Isso deve melhorar significativamente o tráfego e reduzir o congestionamento (CHAPIN et al., 2016; WSP; FARRELLS, 2016).

A tecnologia V2V e V2I é capaz de contribuir para a substituição de sinais de trânsito voltados aos automóveis, onde estes não precisarão mais ser visíveis; em vez disso, sensores embutidos na pista, ou colocados em torres de tráfego, podem comunicar informações do trânsito aos veículos, conforme ilustrado na Figura 40.

Espera-se que os veículos sem motorista possibilitem uma reorientação, pelo redesenho, dos sinais de trânsito para pedestres e ciclistas, onde as pessoas podem ter a oportunidade de fazer uso de travessias mais seguras e frequentes do que a sinalização convencional atualmente oferece (CHAPIN et al., 2016; NACTO, 2017).

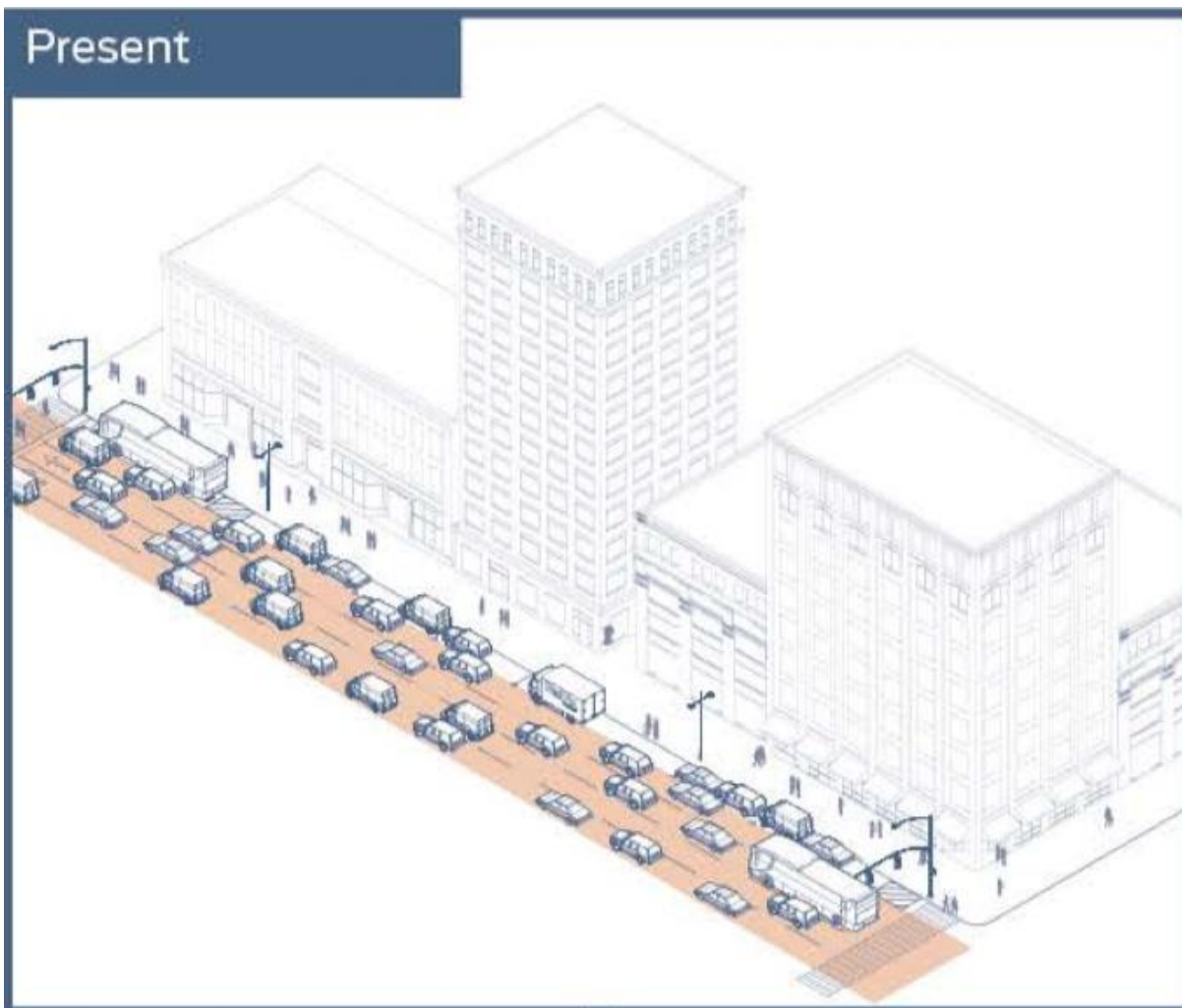
Figura 40 – Situação atual e situação futura quanto aos sinais de trânsito



Fonte: Chapin et al. (2016).

Nacto (2017) contempla a apresentação de desenhos esquemáticos envolvendo o período presente, o intermediário e o futuro, em relação aos sinais de trânsito, conforme ilustrado nas Figuras 41, 42 e 43.

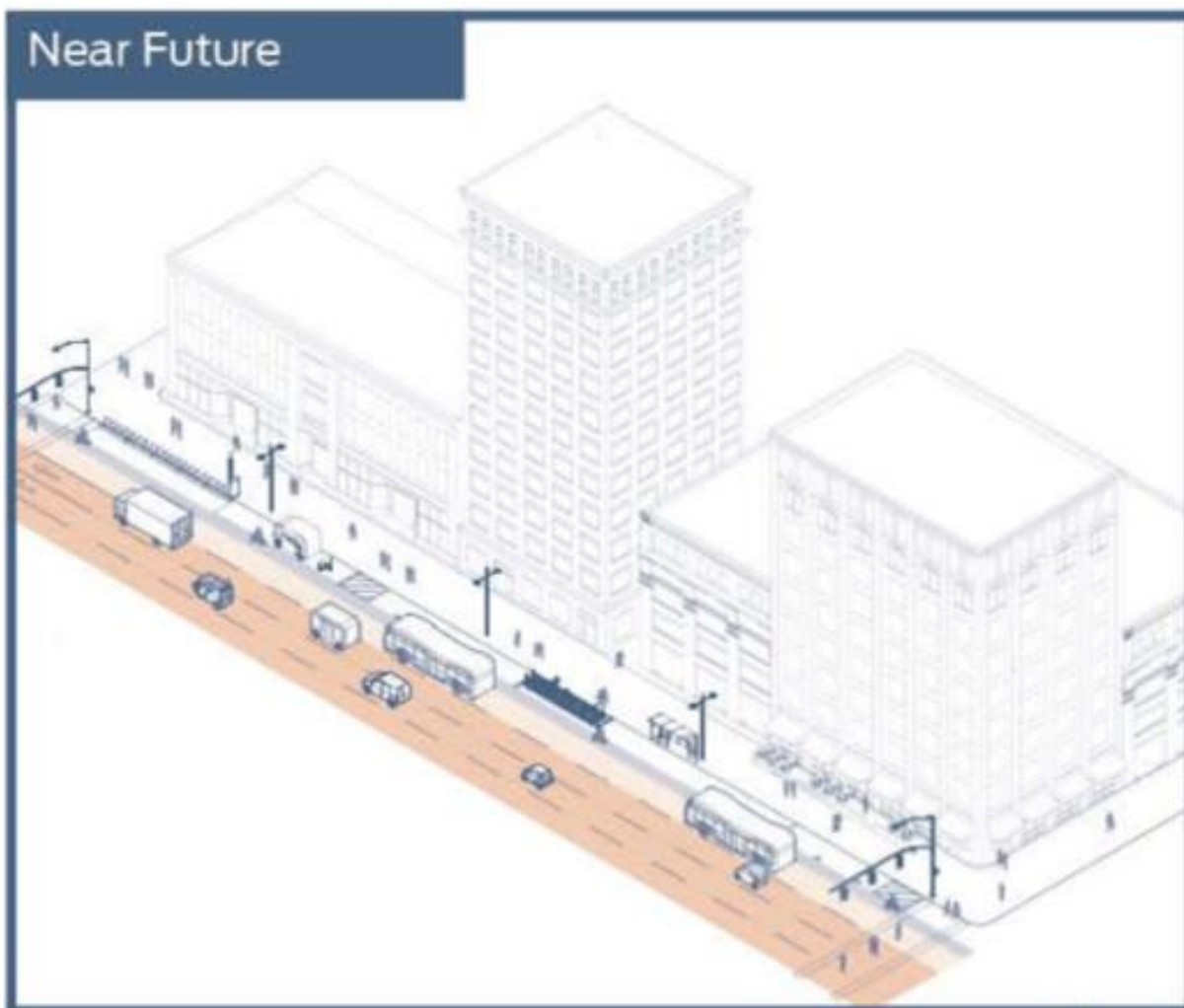
Figura 41 – Desenho esquemático da situação atual dos sinais de trânsito



Fonte: Nacto (2017).

A Figura 41 ilustra os sinais de trânsito da forma convencional, com a existência de semáforos, faixas de pedestre distantes, várias faixas viárias, sem segregação para o transporte coletivo.

Figura 42 – Desenho esquemático do cenário intermediário dos sinais de trânsito



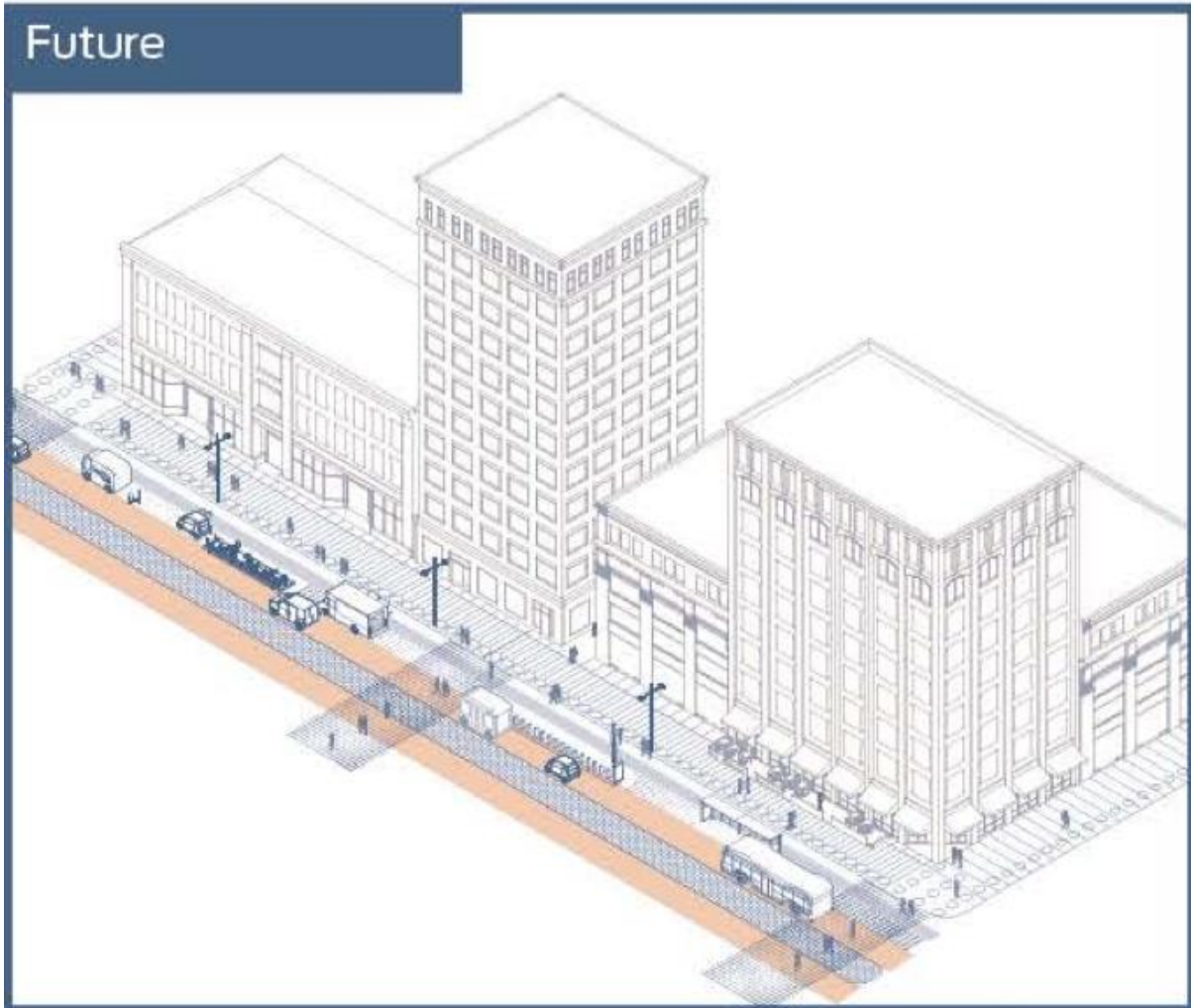
Fonte: Nacto (2017).

Na Figura 42 permanecem os semáforos e as faixas de pedestre continuam com a mesma distância entre elas em relação à Figura 41. Porém, já é possível observar a faixa viária segregada para o transporte coletivo e a introdução de percurso para transporte cicloviário, bem como a redução na quantidade de veículos em circulação, o que indica o uso da mobilidade compartilhada.

Na Figura 43, os semáforos foram eliminados, as faixas de pedestre possuem menor distanciamento entre elas, foi mantido o percurso para transporte cicloviário e houve a supressão da sinalização referente às faixas viárias. Além disso, tem-se o tratamento das

calçadas, a adoção do canteiro central com vegetação e a disseminação da mobilidade compartilhada.

Figura 43 – Desenho esquemático do cenário futuro dos sinais de trânsito



Fonte: Nacto (2017).

Por estes desenhos esquemáticos ilustrados nas Figuras 41, 42 e 43, têm-se as diferenças entre os períodos, bem como é possível observar que os benefícios potenciais da nova concepção dos sinais de trânsito são mais evidentes na adoção completa de veículos sem motorista (CHAPIN et al., 2016), representada na Figura 43.

3.4 Percursos de pedestres e de transporte ciclovário

A abordagem dos percursos de pedestres e de transporte ciclovário é contemplada em todos os trabalhos pesquisados, conforme ilustrado na Figura 38, o que revela a conformidade em se priorizar as pessoas e a mobilidade urbana mais sustentável, englobando

a conversão de áreas viárias em espaço para percursos de pedestres e de transporte ciclovitário, de acordo com o ilustrado nas Figuras 44 e 45.

Figura 44 – Tipologia comum de uma rua arterial



Fonte: Schlossberg et al. (2018).

Figura 45 – Proposta de redesenho das áreas liberadas, com a ampliação dos percursos de pedestres e a introdução de percursos de transporte ciclovitário



Fonte: Schlossberg et al. (2018).

Embora os trabalhos pesquisados reconheçam que a tecnologia do veículo sem motorista pode acarretar em configurações urbanas que priorizem os deslocamentos a pé e de bicicleta, Chapin et al. (2016) apresentam certas reservas em relação ao impacto do veículo sem motorista nestes deslocamentos. Os autores mencionam que, nos ambientes urbanos, estas viagens podem se tornar mais complicadas e mais difíceis de serem realizadas, podendo ser prejudicadas por dois fatores-chave. O primeiro refere-se à não exigência, pelos veículos sem motorista, de sinais de trânsito, dificultando a travessia, principalmente nos cruzamentos. Isto se torna mais crítico em áreas urbanas densas, onde a fluidez de veículos é intensa, fazendo com que pedestres e ciclistas tenham que esperar longos períodos para poderem efetuar a travessia, o que desmotivaria a escolha por caminhar ou pedalar.

O segundo é a necessidade de zonas regulares para embarque e desembarque, que, dependendo do seu desenho e localização, podem fragmentar os percursos de pedestres e de transporte cicloviário, prejudicando estes deslocamentos.

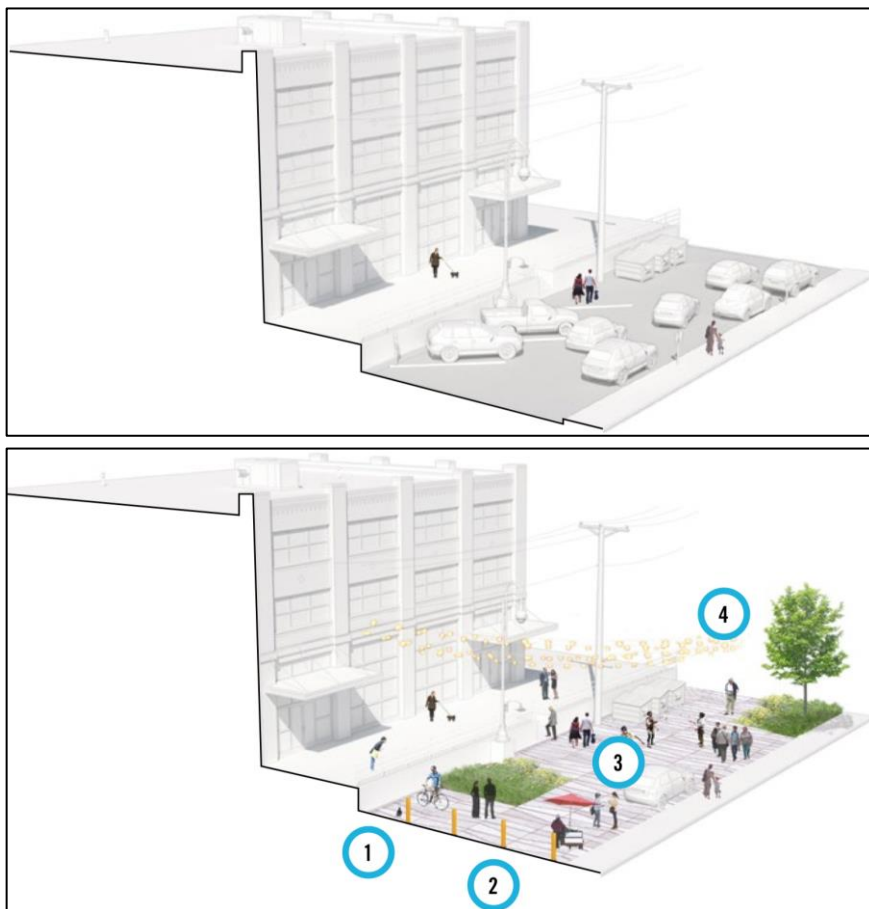
Apesar destes dois fatores apontados por Chapin et al. (2016) serem críticos, eles podem ser equacionados pelo redesenho urbano, com percursos de pedestres e de transporte cicloviário seguros e atrativos.

3.5 Vegetação urbana e espaços de convívio social

A ampliação de áreas de vegetação urbana e a introdução de espaços de convívio social representam oportunidades de redesenho das áreas comuns e favorecem o aumento da vitalidade urbana no espaço público (FUTURENYC, 2015; WSP; FARRELLS, 2016; BLANKSPACENYC, 2017; PERKINS+WILL, 2018).

A Figura 46 ilustra a proposta de conversão da área liberada pelo espaço viário em áreas de vegetação urbana e espaços de convívio social.

Figura 46 – Desenho atual e futuro com a conversão da infraestrutura viária em outros usos

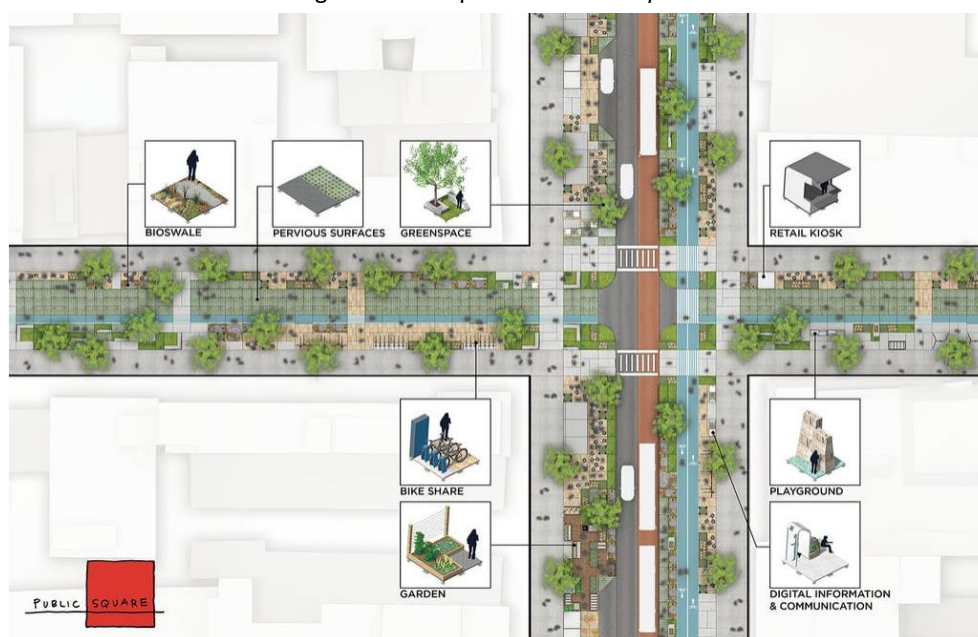


Onde: 1- Limited vehicle access; 2- Smart traffic calming; 3- Flexible street surface; 4- Active reprogramming

Fonte: Perkins+Will (2018).

A proposta da BlankspaceNYC (2017), denominada *Public Square*, abordou o cenário de transição para veículos sem motorista, introduzindo mudanças incrementais à medida que a tecnologia avança. Esta proposta consiste em um sistema formado por módulos que se intercalam, cada um deles possui 2,5x2,5m, com infraestrutura acoplada e uma variedade de opções de uso, como vegetação urbana e equipamentos de convivência, conforme as Figuras 47 e 48.

Figura 47 – Proposta da *Public Square*



Fonte: BlankspaceNYC (2017).

Figura 48 – Proposta da *Public Square*



Fonte: BlankspaceNYC (2017).

A proposta da *Public Square* (BLANKSPACENYC, 2017) pode ser adotada gradualmente, tendo início nas regiões com tráfego viário destinado exclusivamente aos veículos sem motorista. Conforme outras regiões da cidade forem incorporando as novas tecnologias, a *Public Square* poderá se conectar com as demais regiões, formando uma rede de percursos com vegetação urbana e com áreas de convívio social.

Estas ações, voltadas à conversão de áreas liberadas para vegetação urbana e espaços de convívio social, podem favorecer o ambiente urbano, anteriormente dominado pela circulação de veículos e infraestrutura viária, em espaços que priorizem as pessoas (SCHLOSSBERG et al., 2018).

3.6 Flexibilidade de uso

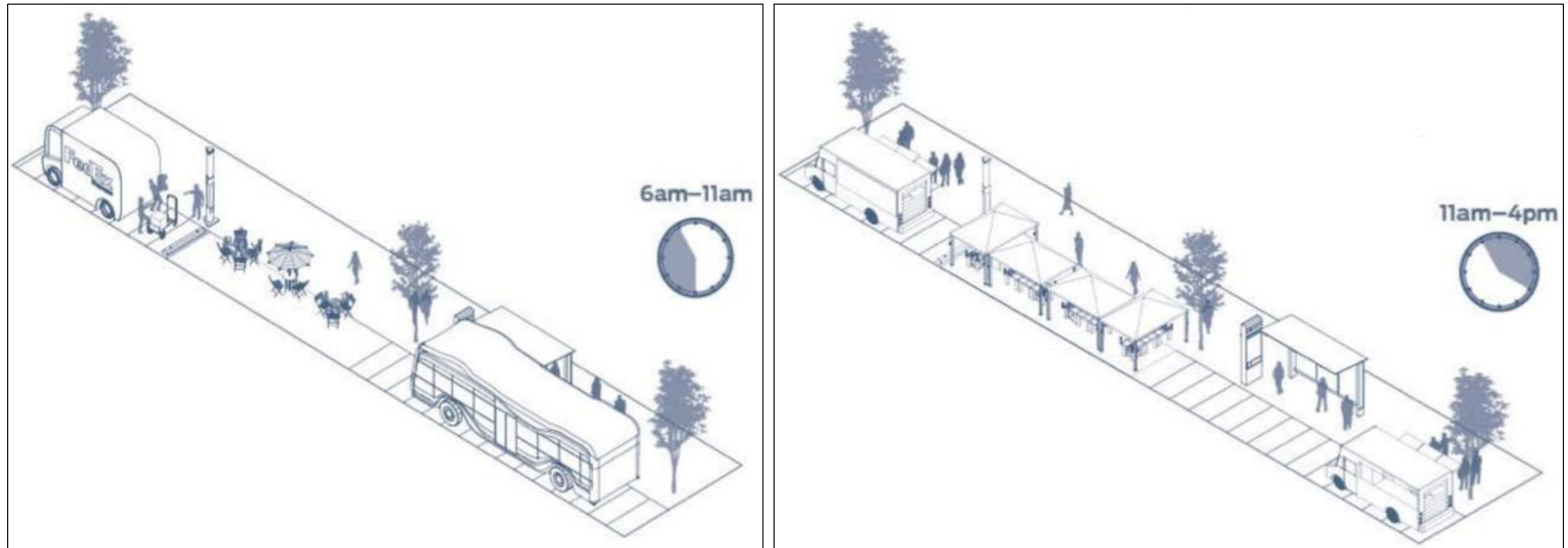
A introdução de veículos sem motorista pode proporcionar espaços flexíveis quanto ao uso, o que permite a alteração da configuração espacial durante um período de tempo definido. Com isso, os espaços tornam-se dinâmicos, com possibilidade de receberem vários usos ao longo do dia e de se adequarem conforme a necessidade e a demanda de uma determinada finalidade (WSP; FARRELLS, 2016; BLANKSPACENYC, 2017; NACTO, 2017; PERKINS+WILL, 2018).

Um maior detalhamento sobre a flexibilidade de uso dos espaços é encontrado em Nacto (2017), onde são apontadas as propostas de desenho urbano para as áreas viárias liberadas, com foco nos espaços anteriormente destinados ao estacionamento de veículos na rua.

Nacto (2017) divide o período de 24 horas do dia em quatro fases, conforme as Figuras 49 e 50, sendo:

- a) período da manhã – das 6h às 11h;
- b) período do meio-dia – das 11h às 16h;
- c) período da tarde – das 16h às 0h;
- d) período da noite – da 0h às 6h.

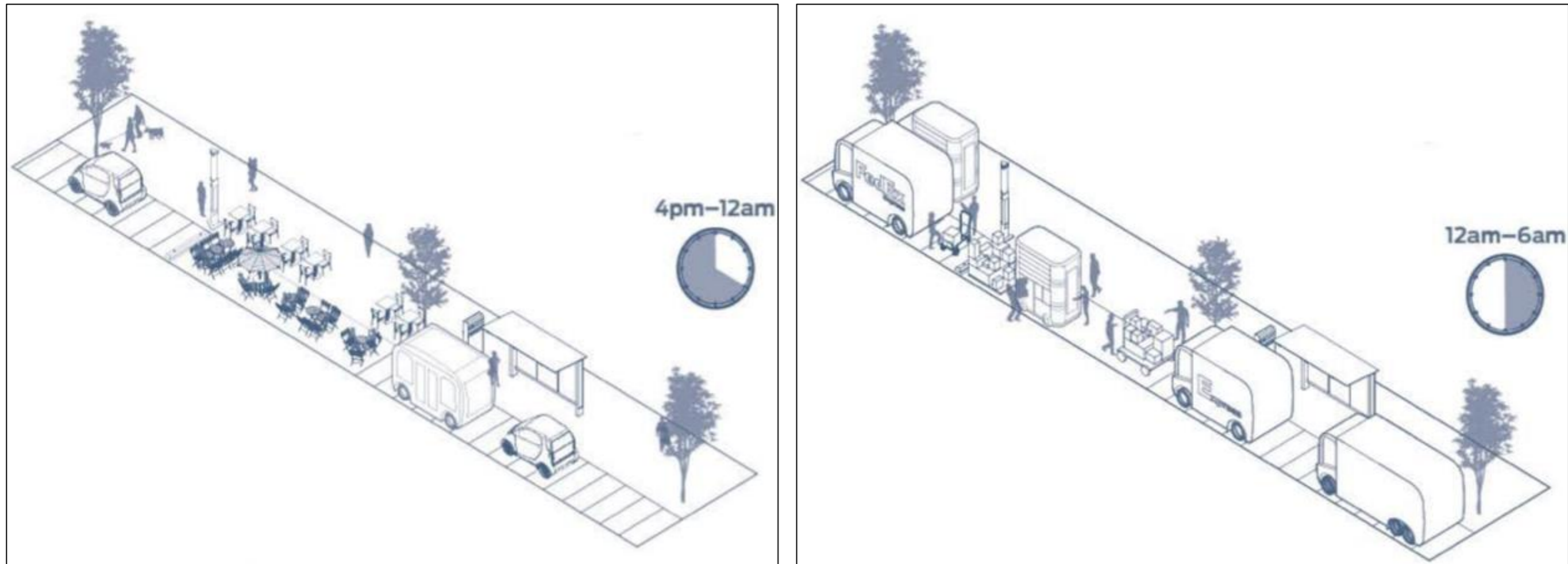
Figura 49 – Variedade de uso no espaço urbano no período da manhã e no período do meio-dia, com foco nos espaços anteriormente destinados ao estacionamento de veículos na rua



As primeiras horas do período da manhã correspondem à finalização das entregas de frete, com os veículos destinados a este fim cedendo lugar aos veículos que transportam pessoas a caminho do trabalho, quando, muitas delas, podem precisar fazer uso dos cafés localizados no percurso

Nas primeiras horas do período do meio-dia ocorrem pequenas entregas, como de encomendas designadas aos residentes e às empresas. Ao meio-dia tem início a movimentação de pessoas para a hora do almoço, que pode se prolongar até as 14h

Figura 50 – Variedade de uso no espaço urbano no período da tarde e no período da noite, com foco nos espaços anteriormente destinados ao estacionamento de veículos na rua



O período da tarde é caracterizado pela necessidade maior de se mover pessoas ao invés de mercadorias; onde as entregas são paralisadas temporariamente. A movimentação de pessoas continua no horário noturno deste período, que destina-se à reunião de pessoas após o trabalho ou após a saída da escola

No período da noite tem-se a priorização dos veículos de carga e descarga, pois a movimentação de pessoas é mínima até as primeiras horas da manhã, possibilitando a realização de serviços de entrega. No início da manhã, os serviços de frete concedem espaço para os veículos que transportam pessoas

Esta combinação de usos do espaço, de acordo com o período e com a demanda, pode ser mais factível com a introdução completa de veículos sem motorista, quando será possível monitorar os locais e os horários com maior ou menor movimento e ajustar os espaços de forma a torná-los mais atrativos ao uso pelas pessoas.

3.7 Conexões intermodais e transporte coletivo

A combinação de uma rede englobando diferentes formas de deslocamento pode fomentar a intermodalidade, como entre os veículos sem motorista e o transporte coletivo (BLANKSPACENYC, 2017).

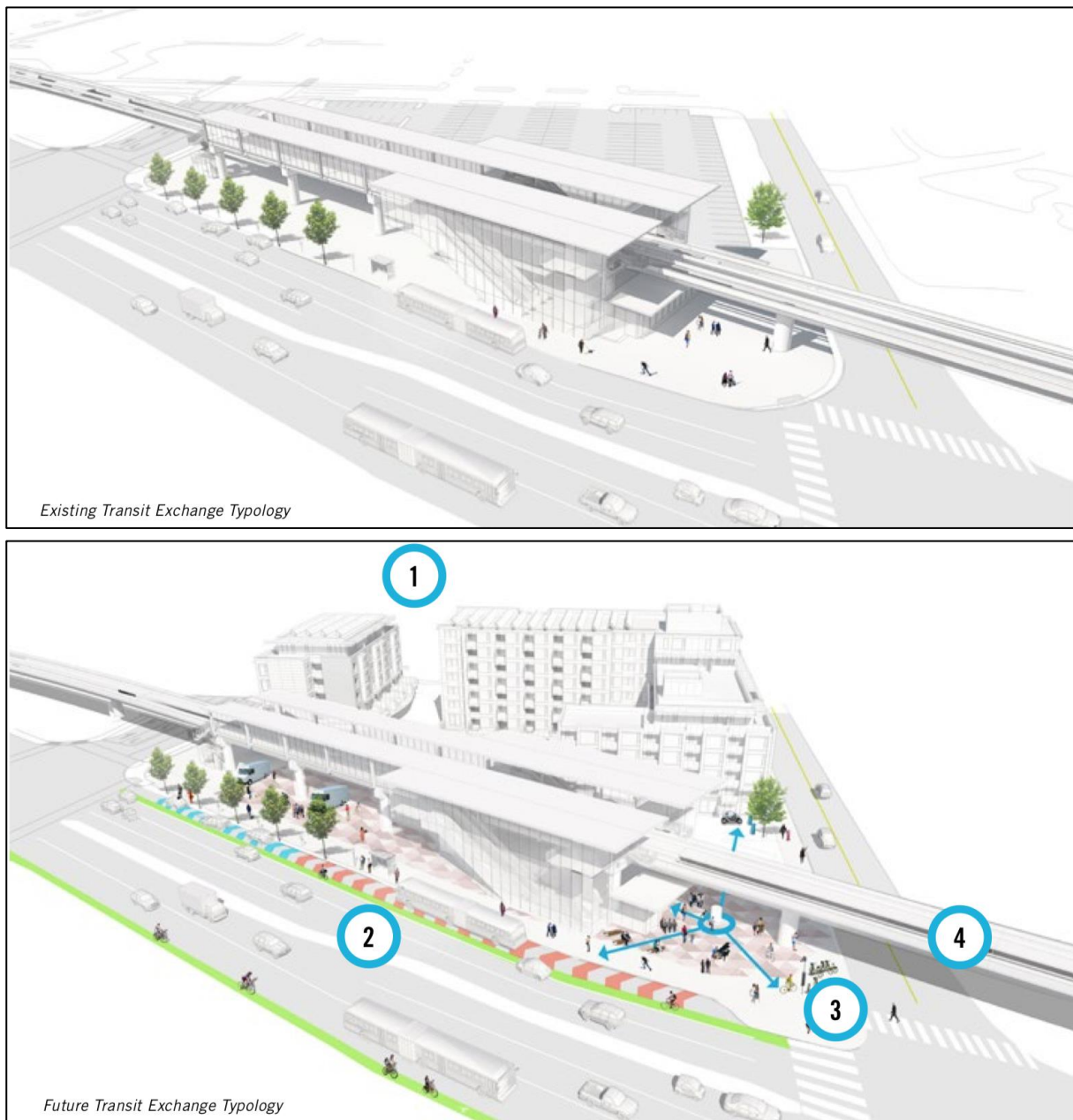
A promoção de viagens intermodais, a ampliação de vias segregadas para o transporte coletivo, bem como a sua modernização, são algumas das ações referentes ao futuro da mobilidade urbana que podem impulsionar os deslocamentos mais sustentáveis, de forma segura e integrada (NACTO, 2017).

A utilização de plataformas de dados para compartilhar informações em tempo real sobre os serviços de mobilidade compartilhada e a condição do sistema viário, pode corroborar para fomentar as conexões intermodais (WSP; FARRELLS, 2016; NACTO, 2017; PERKINS+WILL, 2018).

Este contexto - envolvendo a intermodalidade, a ampliação e a modernização de vias segregadas, bem como o uso de plataformas de dados - pode contribuir para reforçar a importância do transporte coletivo na mobilidade urbana, possibilitando a diminuição do congestionamento e da dependência dos serviços sob demanda de baixa ocupação (PERKINS+WILL, 2018).

As conexões com o transporte coletivo são fundamentais, devendo incluir uma variedade de opções de transporte de primeiro e último trechos – *“first or last mile”* – para as pessoas. A Figura 51 ilustra o desenho atual e futuro da conexão modal.

Figura 51 – Desenho atual e futuro da conexão modal



Onde: 1- Exchange as amenity hub; 2- Space for shared mobility; 3- Dynamic signage+wayfinding; 4- High capacity corridors
 Fonte: Perkins+Will (2018).

Em corredores de maior densidade, o transporte coletivo continuará sendo uma opção favorável que tende a ter o seu uso intensificado com a realocação do espaço para o seu uso exclusivo. O transporte coletivo sem motorista reduzirá significativamente os custos operacionais, permitindo que estes veículos circulem por mais tempo e com maior frequência. Isto possibilitará rotas flexíveis, de acordo com a demanda, o que pode aumentar ainda mais a qualidade do serviço e favorecer a intermodalidade com os demais modos de transporte coletivo, como com os sistemas metroferroviários, bem como com os veículos sem motorista, com os percursos de pedestres e de transporte ciclovário (SCHLOSSBERG et al., 2018).

3.8 Estacionamento

A comunicação V2I instalados nos veículos sem motorista, para coletar informações sobre disponibilidade de estacionamento em tempo real, pode evitar a circulação desnecessária destes veículos à procura de vagas. Isso tende a diminuir o congestionamento, otimizar a utilização dos veículos sem motorista, melhorar o fluxo e a confiabilidade do tempo de viagem (MIT, 2015; CHAPIN et al., 2016; WSP; FARRELLS, 2016).

Os trabalhos pesquisados são unânimes ao mencionar que, com a redução do número e do tamanho dos espaços destinados ao estacionamento, os veículos sem motorista irão proporcionar uma oportunidade de redesenho urbano (MIT, 2015; CHAPIN et al., 2016; WSP; FARRELLS, 2016; NACTO, 2017; PERKINS+WILL, 2018; SCHLOSSBERG et al., 2018).

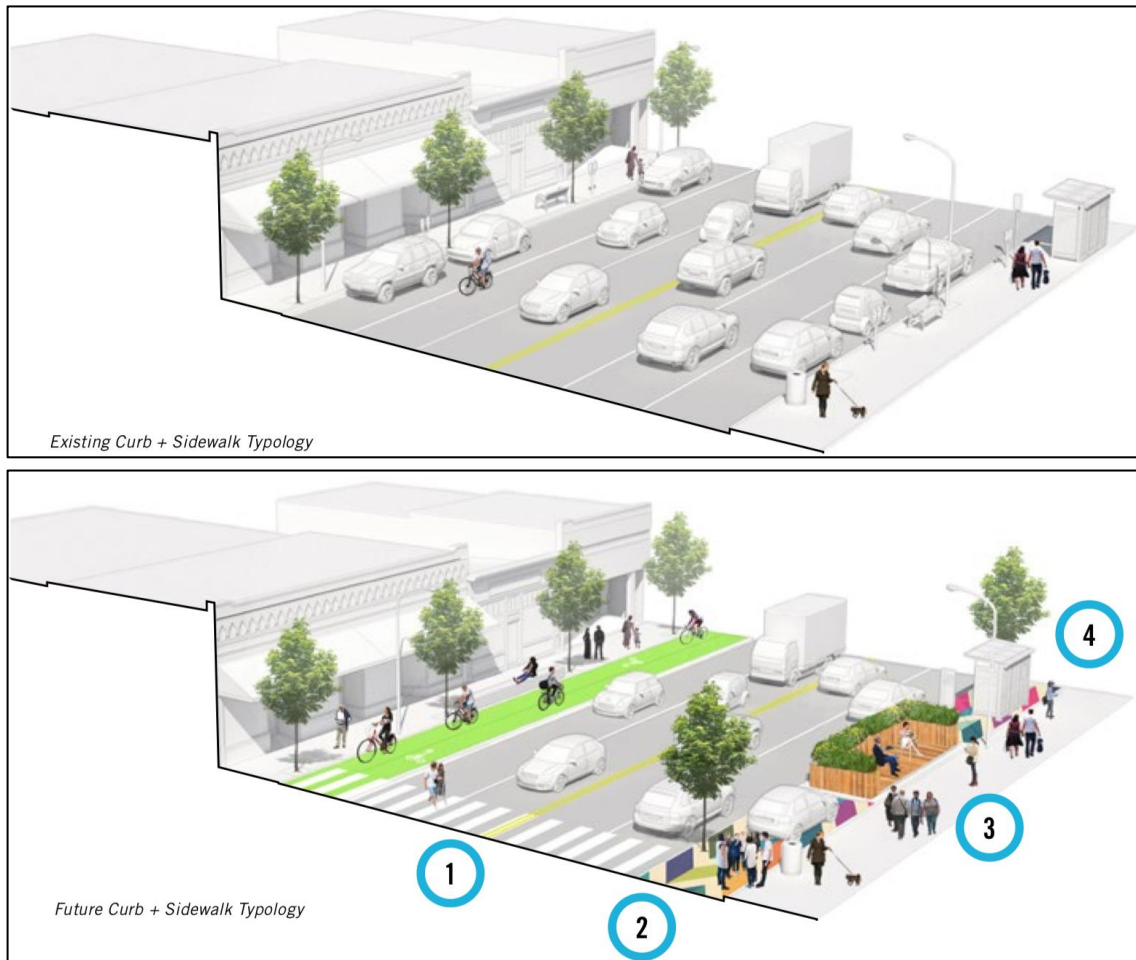
O estacionamento atualmente ocupa uma porcentagem significativa de solo urbano e o impacto dos veículos sem motorista nestes locais será substancial²³, podendo haver conversão dos espaços de estacionamento para outros usos (CHAPIN et al., 2016; PERKINS+WILL, 2018), conforme ilustrado na Figura 52.

Com a mobilidade compartilhada, a necessidade de estacionamento será reduzida, pois o veículo sem motorista estará constantemente em circulação, principalmente nos períodos de maior demanda (CHAPIN et al., 2016; SCHLOSSBERG et al., 2018). Assim, o estacionamento não precisará necessariamente ser fornecido no local de destino das pessoas, como no sistema viário, nas residências, nas empresas e nos escritórios (CHAPIN et al., 2016). A Figura 53 ilustra a localização tradicional do estacionamento no local de origem e de destino das pessoas, bem como ilustra as paradas de embarque e desembarque que devem ocorrer no futuro, com a mobilidade compartilhada.

Como resultado, é possível que o estacionamento em áreas urbanas possa ser consolidado fora do centro da cidade, onde o valor do solo tende a ser menos valorizado e as pressões de ocupação são menos intensas. A redução de vagas e a realocação de instalações de estacionamento fora do núcleo urbano pode propiciar o desenvolvimento de *hubs* destinados ao provisionamento de veículos sem motorista, enquanto aguardam convocação, ou para abastecimento e manutenção (CHAPIN et al., 2016; WSP; FARRELLS, 2016).

²³ WSP e Farrells (2016) mencionam que o centro de Londres pode oferecer de 15 a 20% de área devido à remoção dos espaços de estacionamento. Archdaily (2016) e Quantumrun (2016a) estimam que o espaço de estacionamento representa $\frac{1}{3}$ do espaço da cidade.

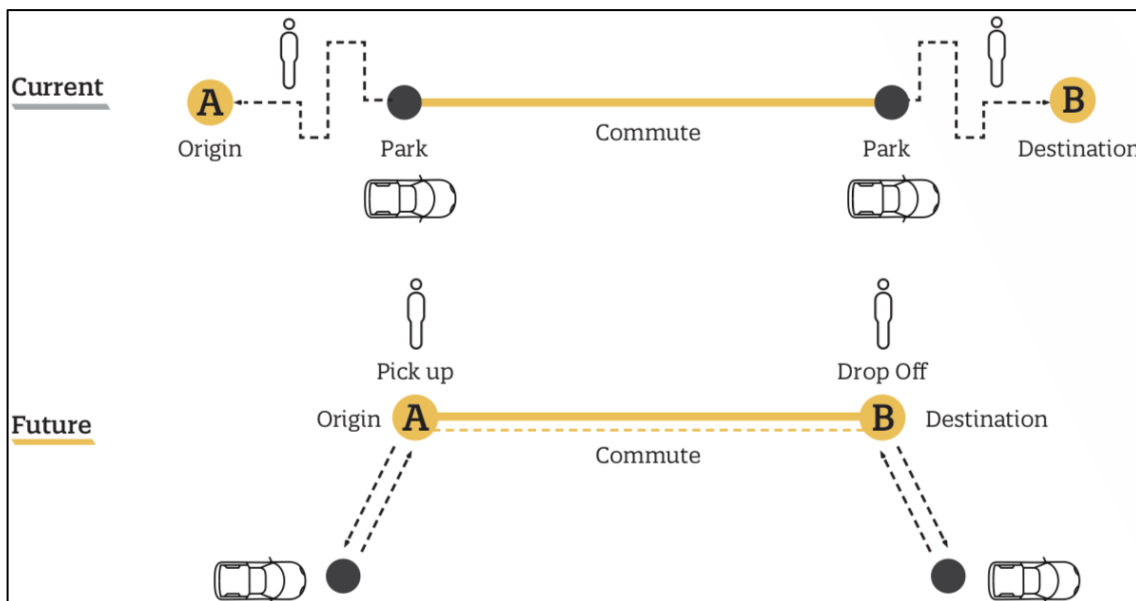
Figura 52 – Desenho atual e futuro com a conversão do estacionamento viário em outros usos



Onde: 1- Pedestrian - first intersections; 2- Flexible curb zones; 3- Recapture on-street parking; 4- Prioritize high occupancy loading

Fonte: Perkins+Will (2018).

Figura 53 – Situação atual, com o estacionamento localizado na origem e no destino das pessoas, e situação futura, com a mobilidade compartilhada



Fonte: Gensler (2018).

Os veículos sem motorista podem oferecer diferenças significativas em relação ao tamanho e ao número de vagas capazes de serem acomodadas dentro de uma área específica. As dimensões das vagas dos veículos sem motorista tendem a ser menores das que as que são destinadas aos demais veículos, uma vez que os veículos sem motorista poderão estacionar muito mais próximos, pois suas portas não precisarão ser abertas depois que o carro estiver estacionado (CHAPIN et al., 2016).

Além disso, o estacionamento destinado aos veículos sem motorista não precisará incluir iluminação e elevadores, bem como pode ser localizado no subsolo ou em outros locais subutilizados (CHAPIN et al., 2016).

Para o projeto do estacionamento em novos empreendimentos, deve ser considerado o contexto futuro, com uma demanda menor de vagas, bem como devem ser previstas garagens adaptáveis, podendo receber outros usos (NACTO, 2017; PERKINS+WILL, 2018). Os novos empreendimentos podem incluir áreas de embarque e desembarque junto aos edifícios, ao invés de quantidade significativa de vagas (CHAPIN et al., 2016; PERKINS+WILL, 2018).

As áreas liberadas de estacionamento de propriedade privada também podem abrigar o uso comercial ou residencial (CHAPIN et al., 2016; WSP; FARRELLS, 2016).

Também devem ocorrer alterações nos regulamentos de uso e ocupação do solo urbano, onde possivelmente haverá redução ou eliminação dos requisitos de estacionamento (CHAPIN et al., 2016; NACTO, 2017).

3.9 Áreas de embarque e desembarque

É esperada uma mudança significativa nas áreas de embarque e desembarque de passageiros que utilizarem os veículos sem motorista, sendo que estas áreas devem se tornar um marco na concepção de espaços urbanos, deixando de serem relegadas a aeroportos e pontos de parada de ônibus (CHAPIN et al., 2016; BLANKSPACENYC, 2017).

O espaço anteriormente utilizado para estacionamento na rua pode ser convertido em áreas de embarque e desembarque, conforme ilustrado na Figura 54. Porém, isso pode ter implicações no gerenciamento de acesso, onde o desenho urbano deve garantir a continuidade dos percursos de pedestres e de transporte ciclovitário, evitando obstruções (CHAPIN et al., 2016; PERKINS+WILL, 2018).

Figura 54 – Espaço anteriormente usado para estacionamento na rua pode ser convertido em áreas de embarque e desembarque



Fonte: Chapin et al. (2016).

As áreas de embarque e desembarque localizadas nos *hubs* de mobilidade urbana também devem fazer parte das propostas de desenho urbano, para serem facilitadoras das conexões intermodais, proporcionando espaços seguros e confortáveis (CHAPIN et al., 2016).

À medida que a tecnologia avança para veículos sem motorista e para a mobilidade compartilhada, as áreas de embarque e desembarque devem ser locais que priorizem os deslocamentos a pé, de bicicleta e de veículos de alta ocupação (PERKINS+WILL, 2018).

3.10 Resumo e considerações sobre a abordagem apresentada

Com base nos trabalhos apresentados, fica evidente que a introdução do veículo sem motorista terá impacto no planejamento das cidades, propiciando uma nova abordagem em relação ao desenho urbano. Aliado a isto, tem-se a mobilidade compartilhada que, juntamente com a intermodalidade, resultará em uma mobilidade urbana mais sustentável.

Entre os efeitos esperados com a introdução do veículo sem motorista nas cidades, têm-se a eliminação dos sinais de trânsito voltados ao automóvel, bem como a diminuição da necessidade de estacionamentos, a redução da dimensão das faixas viárias e a conversão das áreas liberadas em outros usos, como espaços para vegetação urbana, espaços de convivência e ampliação das áreas e percursos de pedestres e de transporte cicloviário.

Embora o veículo sem motorista seja um dos componentes deste processo voltado à mobilidade urbana mais sustentável, os estudos envolvendo alterações no desenho urbano podem ser antecipados à sua introdução, o que possibilita o planejamento de cenários com diferentes níveis de abrangência.

Esta pesquisa considera que a maximização dos benefícios resultantes da articulação entre o desenho urbano e os veículos sem motorista somente será atingida, em sua plenitude, com a adoção completa de veículos sem motorista (CHAPIN et al., 2016; WSP; FARRELLS, 2016; SCHLOSSBERG et al., 2018). Portanto, esta pesquisa não aborda o cenário relativo à transição, que se refere à operação mista, no mesmo espaço viário, entre os veículos sem motorista e os demais veículos – convencionais e semiautônomos.

Os cenários com os níveis de abrangência contemplados nesta pesquisa são abordados no Capítulo 4.

Página em branco

4. Material e método: critérios para a seleção do contexto urbano e escolha dos indicadores

Este capítulo apresenta o material e o método utilizados na pesquisa, bem como os critérios para a seleção do contexto urbano e escolha dos indicadores.

4.1 Material e método

O método utilizado é indutivo e dedutivo. De início, será indutivo por meio de levantamentos de dados secundários na bibliografia, incluindo a pesquisa dos artigos contidos nos periódicos das principais publicações científicas, tais como *Transportation Research* e *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, além da análise dos conteúdos de livros e de demais materiais que podem ter relevância com o tema proposto, incluindo a identificação de outros trabalhos nas referências para um estudo mais aprofundado.

São considerados os trabalhos recentes que estão sendo produzidos por importantes centros de pesquisa, como o *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), bem como as iniciativas da Nacto, da Bloomberg Philanthropies e de pesquisadores que abordam as diretrizes de redesenho urbano aliado às novas tecnologias, como Schlossberg, Riggs e Millard-Ball.

Também são consideradas as bases de dados locais tais como da Pesquisa Origem e Destino da Companhia do Metropolitano de São Paulo (Metrô), da Infocidade, da Fundação Seade, do Centro de Estudos da Metrópole (CEM), além dos principais planos urbanísticos e de mobilidade da cidade de São Paulo, das legislações federais, estaduais e municipais, e dos documentos internacionais relacionados aos Departamentos de Transporte. O material também inclui a utilização de imagens de satélite.

A pesquisa prossegue com a fase dedutiva do método, que se divide em cinco momentos: o primeiro refere-se à adoção de critérios para selecionar o contexto urbano e a área de intervenção²⁴; o segundo consiste na análise das porcentagens de alteração da infraestrutura viária de diferentes contextos urbanos, para embasar a estimativa desta redução para a cidade de São Paulo; o terceiro aborda o levantamento da área de intervenção, bem como a verificação da validação do intervalo de alteração da infraestrutura viária anteriormente proposto; o quarto se refere aos cenários projetuais de redesenho urbano e o quinto consiste nas considerações finais e conclusões.

O primeiro momento consiste na adoção de critérios relativos à seleção da cidade de São Paulo e da área de intervenção, para possibilitar a análise dos 96 distritos existentes na cidade e a verificação dos que possuem atributos com maior potencial para a elaboração dos cenários projetuais, com base na conversão de áreas liberadas, decorrentes da alteração da infraestrutura viária, em outros usos.

No segundo momento tem-se a análise das porcentagens de alteração da infraestrutura viária, com a abordagem de parâmetros e indicadores previamente selecionados, de diferentes contextos urbanos, para possibilitar a definição do intervalo de alteração para a cidade de São Paulo.

Para propiciar a verificação e a validação deste intervalo, o terceiro momento contempla o levantamento da área de intervenção, para avaliação das áreas com potencial de liberação da infraestrutura viária para outros usos. Para isso, tem-se o mapeamento de todas as vias contidas na área de intervenção, para aferir os aspectos relacionados às faixas viárias, aos estacionamentos nas ruas, aos percursos de pedestres, aos percursos do transporte cicloviário, à vegetação urbana e ao sistema de transporte coletivo. Esta análise também inclui a identificação de deficiências e de qualidades da área para embasar a elaboração dos cenários projetuais.

O quarto momento engloba a execução dos cenários projetuais e os seus consequentes impactos no desenho urbano, com base na alteração da infraestrutura viária e na conversão das áreas liberadas em outros usos, com o oferecimento de diferentes opções de deslocamento.

²⁴ A área de intervenção engloba a área foco - a qual contempla os estudos detalhados do cenário atual e os cenários projetuais - e a área de referência - a qual é verificada a replicabilidade das propostas e dos cenários projetuais para o sistema viário.

O quinto momento consiste nas considerações finais e conclusões, englobando a verificação dos cenários projetuais em relação aos objetivos inicialmente propostos e a retomada da questão levantada na hipótese.

4.2 Critérios para a seleção do contexto urbano para a elaboração dos cenários projetuais

Esta pesquisa explora as oportunidades de redesenho urbano com o nível de automatização 5, conforme mencionado anteriormente no Capítulo 2, e não considera a operação mista, no mesmo espaço viário, dos veículos sem motorista com os demais veículos – convencionais e semiautônomos – devido ao comportamento diferente de cada sistema no espaço urbano, o qual pode afetar a maximização dos benefícios resultantes da articulação entre o desenho urbano e os veículos sem motorista (CHAPIN et al., 2016; WSP; FARRELLS, 2016; SCHLOSSBERG et al., 2018).

Assim sendo, este trabalho considera o nível de automatização 5 na elaboração dos cenários projetuais, pois os veículos referentes aos níveis de 0 a 4 podem propiciar um aumento no número de acidentes, uma vez que os motoristas estão sujeitos a distrações devido à dificuldade em manter o foco no veículo e na estrada enquanto usam os recursos autônomos, além da possibilidade de interpretação equivocada sobre as capacidades e limitações desses veículos, podendo, inclusive, prejudicar a adoção de veículos totalmente automatizados (LLANERAS; SALINGER; GREEN, 2013; KARSTEN; WEST, 2017; PEARL, 2017).

Os cenários projetuais referem-se à utilização de veículos sem motorista movidos à energia limpa²⁵, e não engloba os veículos convencionais utilizando o mesmo espaço viário do veículo sem motorista. Neste cenário, também ocorre a promoção da mobilidade compartilhada, dos percursos de pedestres e de transporte cicloviário, bem como o incentivo à intermodalidade e à mobilidade urbana mais sustentável.

Para a elaboração dos cenários projetuais foram consideradas as porcentagens de alteração das áreas de infraestrutura viária provenientes do espaço destinado aos estacionamentos localizados na rua e da diminuição da largura das faixas viárias. Essa liberação - das áreas de infraestrutura viária - se torna possível devido ao oferecimento de

²⁵ Os veículos movidos à energia limpa contemplam os veículos elétricos, os veículos que utilizam hidrogênio, bem como outras formas de energia limpa que venham a ser desenvolvidas, desde que a sua produção seja realizada de forma sustentável.

outras opções de deslocamento, diferentes das do veículo convencional, e da introdução de tecnologias disruptivas aliadas à mobilidade urbana, em especial o veículo sem motorista e a mobilidade compartilhada.

Atualmente, tem-se a propagação da utilização do compartilhamento de automóveis - *carsharing*, de bicicletas, de patinetes e de motos, e do compartilhamento de viagens. Estas opções de deslocamento já alteraram o modelo tradicional, baseado na propriedade do automóvel, para a mobilidade como serviço, convergindo para os veículos sem motorista que, associados com a mobilidade compartilhada, podem propiciar uma completa reestruturação na forma como as pessoas se locomovem nas cidades.

Esta reestruturação é considerada nesta pesquisa por meio da(s):

- a) análise das porcentagens de alteração da infraestrutura viária²⁶, de acordo com a revisão da literatura apresentada no Capítulo 2;
- b) execução de levantamentos na área foco e na área de referência para corroborar o estudo das porcentagens de alteração da infraestrutura viária nos cenários projetuais;
- c) possibilidades de redesenho urbano pela conversão das áreas liberadas para outros usos, com base nas principais abordagens elencadas no Capítulo 3.

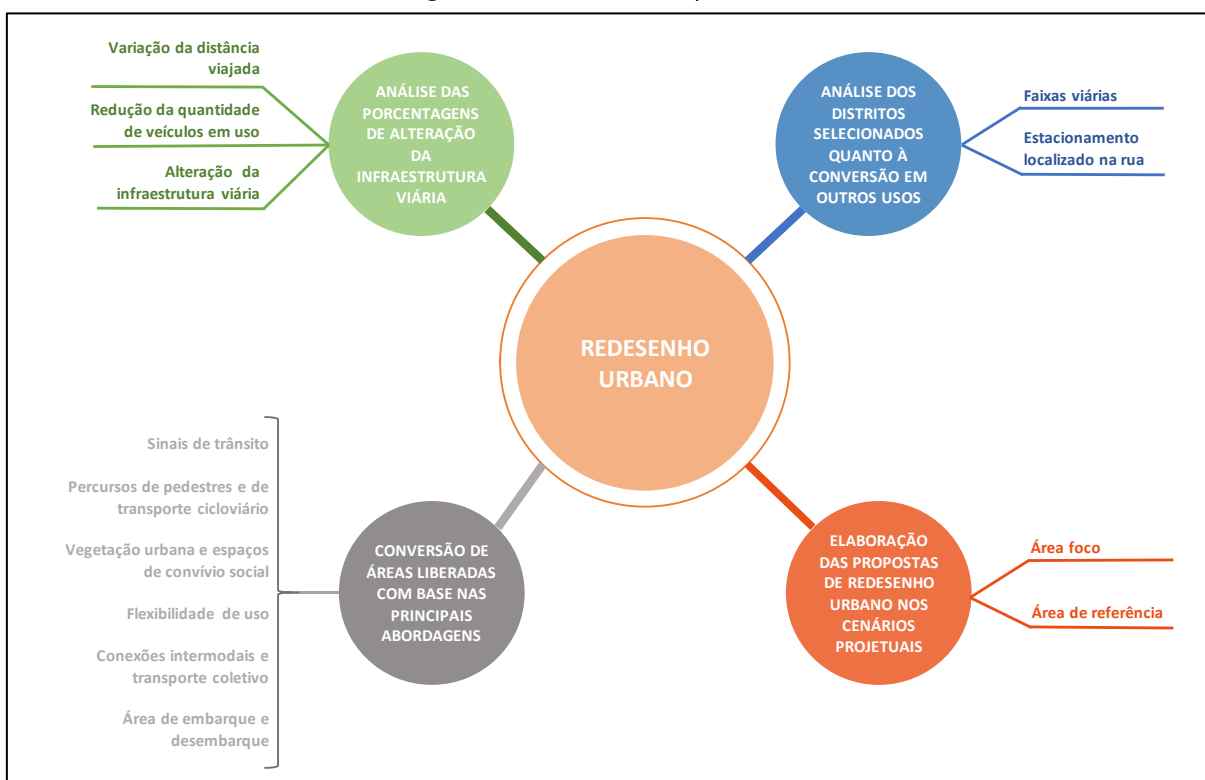
Para a execução dos cenários projetuais, que serão embasados na conversão das áreas liberadas, provenientes da alteração da infraestrutura viária, em outros usos, tem-se os critérios relativos à escolha das áreas para a elaboração das propostas de desenho urbano.

A fim de selecionar o contexto urbano para aplicação do cenário, optou-se por escolher uma área urbana, em transformação, com alta densidade populacional, com reflexos no fluxo viário, que culmina em congestionamento, impactando na área. Esta pode receber uma abordagem voltada à mobilidade urbana mais sustentável que inclui a adoção de veículos movidos à energia limpa, a otimização da mobilidade compartilhada, a expansão do transporte coletivo e a priorização dos percursos de pedestres e de transporte cicloviário. Uma área com essas características associadas à conectividade e aos veículos sem motorista, tende a se beneficiar com uma mobilidade mais eficiente, de forma a aprimorar os deslocamentos e o fluxo viário.

A Figura 55 ilustra o desenho do experimento, realizado conforme a esquematização da proposta.

²⁶ Provenientes das faixas viárias e dos estacionamentos localizados na rua.

Figura 55 – Desenho do experimento



Fonte: Elaborado pela autora.

A introdução destas inovações se torna mais favorável em grandes cidades, onde, além de viagens em carros, é possível requisitar uma bicicleta, alugar um veículo, compartilhar viagens, bem como incluir os veículos sem motorista nestas estratégias.

Desta forma, optou-se por selecionar distritos da cidade de São Paulo para a execução das propostas, sendo um local propício para iniciar a abordagem do impacto das tecnologias disruptivas na mobilidade urbana, pois esta cidade possui atributos importantes que justificam a sua escolha, tais como:

- possui uma das maiores aglomerações urbanas do mundo²⁷, porém apresenta diversidade na densidade populacional que varia de acordo com o distrito, sendo Marsilac o com menor densidade, 0,41hab/ha, e Bela Vista o distrito com maior densidade, 267,15hab/ha, conforme ilustrado na Tabela 2;
- tem um dos maiores Produtos Internos Brutos - PIB - do mundo²⁸, porém com distribuição desigual de renda. Como exemplo, tem-se o distrito de Perdizes, o qual

²⁷ Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/urbanismo/infocidade/htmls/13_maiores_pibs_urbanos_2008_10509.html. Acesso em: 03 jul. 2018.

²⁸ Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/urbanismo/infocidade/htmls/13_maiores_pibs_urbanos_2008_10509.html. Acesso em: 03 jul. 2018.

2,7% das famílias recebem menos de 2 salários mínimos e 50,8% recebem mais de 25 salários mínimos; o inverso ocorre no distrito de Marsilac, no qual 44,1% das famílias recebem menos de 2 salários mínimos e apenas 0,7% recebem mais de 25 salários mínimos²⁹;

- c) foi a única cidade brasileira a entrar no relatório Bloomberg Philanthropies (2018) por apresentar iniciativas, ainda que incipientes, sobre as tecnologias disruptivas³⁰ aplicadas à mobilidade;
- d) possui uma das maiores frotas de ônibus do mundo³¹, porém a sua oferta varia em cada região, considerando o sistema viário e a presença de via exclusiva;
- e) possui sistema metroferroviário³²;
- f) tem vigente a Lei nº 16.885/2018, que institui o Sistema Cicloviário do Município de São Paulo (SÃO PAULO, 2018), visando fomentar o uso de bicicletas como modo de transporte, bem como recebeu, recentemente, ampliação da rede cicloviária³³, porém ainda não apresenta conectividade e abrangência adequadas, considerando-se também os aspectos topográficos;
- g) tem vigente o Decreto nº 57.889/2017, que dispõe sobre o compartilhamento de bicicletas em vias e logradouros públicos do Município de São Paulo³⁴ (SÃO PAULO, 2017);
- h) possui a maior frota de automóveis do Brasil com crescimento superior ao populacional³⁵, porém com variação entre as regiões, sendo que o distrito da Sé possui 0,19 carros/família e o distrito do Morumbi possui 1,38 carros/família, conforme ilustrado na Tabela 2;
- i) tem vigente o Decreto nº 58.611/2019, que consolida os critérios para a padronização das calçadas da cidade (SÃO PAULO, 2019a); porém, a viabilidade

²⁹ Disponível em: http://produtos.seade.gov.br/produtos/msp/tabela_sintese.htm. Acesso em: 15 mar. 2019.

³⁰ Disponível em: <https://avsincities.bloomberg.org/global-atlas/americas/br/sao-paulo-br>. Acesso em: 29 jan. 2019.

³¹ Idem.

³² Disponível em: http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx. Acesso em: 29 jan. 2019.

³³ Idem.

³⁴ Tem-se também a Instrução Normativa nº 2/2018 sobre a expedição do Termo de Permissão de Uso (TPU) para a utilização de vias e logradouros públicos para a instalação de sistema de compartilhamento de bicicletas, com ou sem estação física. Disponível em: <http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/instrucao-normativa-secretaria-municipal-das-subprefeituras-smsub-2-de-13-de-setembro-de-2018>. Acesso em: 29 jan. 2019.

³⁵ Disponíveis em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/urbanismo/infocidade/htmls/12_veiculos_cadastrados_no_detran_sp_1980_10927.html; <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/16131-ibge-divulga-as-estimativas-populacionais-dos-municipios-para-2017>. Acessos em: 29 jan. 2019.

econômica da sua adoção, bem como a diversidade entre as condições das calçadas, como em relação à largura atual e futura, podem comprometer a padronização almejada;

- j) tem vigente o Decreto nº 55.045/2014, que regulamenta a instalação e o uso de extensão temporária de passeio público, denominada parklet (SÃO PAULO, 2014a);
- k) tem vigente o Decreto nº 58.907/2019, que regulamenta o serviço de compartilhamento de patinetes elétricos acionados por meio de plataformas digitais (SÃO PAULO, 2019c);
- l) tem um tempo médio diário elevado de deslocamento, no qual as pessoas ficam retidas 2h43min no trânsito, considerando-se todos os seus deslocamentos pela cidade³⁶, sendo que a região central possui melhores opções de deslocamento se comparada aos bairros periféricos;
- m) apresenta uma pré-disposição de 73% dos cidadãos - que participaram da Pesquisa de Mobilidade Urbana de 2018 - que utilizam o automóvel com frequência, em não usá-lo, caso haja melhores opções de transporte coletivo³⁷.

Com base no contexto apresentado da cidade de São Paulo, e dada a diversidade entre as suas regiões, pode-se agora selecionar o distrito mais apropriado para o experimento, de forma a contemplar o convívio social e a mobilidade urbana mais sustentável³⁸, como as áreas voltadas aos pedestres e aos percursos de transporte cicloviário, bem como à mobilidade compartilhada.

Com isto, tem-se a seguir o estudo realizado para a escolha de um distrito na cidade de São Paulo para a execução dos cenários projetuais.

³⁶ Disponível em: http://www.ibopeinteligencia.com/arquivos/JOB_18_0072_MOBILIDADE%20URBANA_OUTROS_TEMAS_completa.pdf. Acesso em: 28 jan. 2019.

³⁷ Idem.

³⁸ Vale ressaltar que a Política Nacional de Mobilidade Urbana (BRASIL, 2012) possui princípios e diretrizes que orientam a elaboração das legislações municipais, sendo um instrumento que busca integrar e melhorar a acessibilidade e a mobilidade urbana.

4.2.1 Critérios para a escolha do distrito

Para a escolha do distrito na cidade de São Paulo, foram realizadas consultas em diferentes bancos de dados³⁹, com informações sobre os 96 distritos existentes. Para cada distrito, foram pesquisados os aspectos relacionados com os quesitos: densidade populacional, número de empregos/habitante, abrangência do sistema metroferroviário, quantidade de equipamentos culturais, porcentagem de idosos, número de carros/família, porcentagem de viagens realizadas a pé, porcentagem de viagens individuais (realizadas em automóvel) e porcentagem de viagens realizadas em transporte coletivo.

Os 96 distritos foram classificados de acordo com estes quesitos, sendo que os distritos melhor avaliados correspondem aos que apresentam condições mais favoráveis para a elaboração dos cenários projetuais. A classificação de cada distrito, dentro do contexto geral, foi realizada de acordo com a soma da classificação de cada quesito, em ordem crescente, conforme a última coluna da Tabela 2.

Desta forma, os dez distritos que possuem atributos com maior potencial para a elaboração dos cenários projetuais, são: República, Bela Vista, Consolação, Santa Cecília, Liberdade, Jardim Paulista, Vila Mariana, Sé, Bom Retiro e Barra Funda. A Tabela 2 contém o detalhamento, quanto aos quesitos selecionados, dos 96 distritos existentes na cidade de São Paulo. Com base nesta tabela, é possível verificar que os dez distritos mencionados são centrais, homogêneos e com infraestrutura consolidada.

Um ponto em comum nos distritos localizados na região central de São Paulo é o cruzamento dos principais eixos que articulam polos e municípios da Região Metropolitana, com a possibilidade de incremento e qualificação dos diferentes sistemas de transporte coletivo, de forma a se articular aos modos não motorizados e às novas tecnologias.

O papel estratégico das áreas centrais nas principais cidades em diferentes países no mundo também pode explicar o êxito das propostas voltadas a uma melhor qualidade de vida no ambiente urbano, como ocorreu nas cidades de Copenhague, Madri, Oslo, Londres e Barcelona, as quais iniciaram as proposições por estas áreas (STAPLES, 2016).

³⁹ Bancos de dados consultados:

- Infocidade. Disponível em: <http://infocidade.prefeitura.sp.gov.br>. Acesso em 30 jun. 2018;

- Fundação Seade. Disponível em: <http://www.seade.gov.br>. Acesso em: 03 jul. 2018;

- CEM. Disponível em: <http://web.fflch.usp.br/centrodametropole/>. Acesso em: 03 jul. 2018;

- Metrô. Disponível em: <http://www.metro.sp.gov.br/metro/numeros-pesquisa/pesquisa-origem-destino-anteriores.aspx>. Acesso em: 29 mai. 2018.

Dentre os distritos da região central de São Paulo, os quatro distritos selecionados foram: Liberdade, para a área foco; Bela Vista, Jardim Paulista e Vila Mariana, para área de referência, que engloba a área foco.

O distrito da Liberdade apresenta oportunidades de melhorias, já que possui um alto índice de carros por família, com alta porcentagem de viagens individuais e baixa porcentagem de viagens realizadas a pé, apesar das iniciativas de alteração da infraestrutura viária para ampliação dos percursos de pedestres. Além disso, o distrito apresenta boa infraestrutura metroviária, alta porcentagem de idosos e boa utilização do transporte coletivo, conforme ilustrado na Tabela 2.

O distrito da Liberdade está localizado na subprefeitura da Sé, que contempla também os distritos: Bela Vista, Bom Retiro, Cambuci, Consolação, República, Santa Cecília e Sé. Com exceção do distrito do Cambuci, todos os demais distritos contidos na subprefeitura da Sé estão entre os dez distritos que possuem atributos com maior potencial para a execução dos cenários projetuais, sendo que os distritos do Jardim Paulista, da Vila Mariana e da Barra Funda completam esta relação.

Apesar dos distritos do Jardim Paulista e da Vila Mariana não estarem contidos na subprefeitura da Sé, eles estão localizados de forma adjacente aos distritos que fazem parte desta subprefeitura, sendo possível contemplá-los nas propostas, na área de referência, e se concentrar no distrito da Liberdade na área foco. O distrito da Bela Vista, que está contido na subprefeitura da Sé, também será abordado na área de referência por possibilitar, juntamente com os distritos do Jardim Paulista e da Vila Mariana, a criação de núcleos, os quais receberiam a propagação dos impactos influenciados pela área foco, objetivando a formação de uma rede.

Página em branco

Tabela 2 – Informações sobre os 96 distritos existentes na cidade de São Paulo

Distritos	Área (ha)	Área (km²)	População 2010 (hab)	Densidade populacional (hab/ha)	Emprego / Habitante	Abrangência do sistema metroferroviário	Quantidades							Classificação do distrito no quesito citado														
							Equipamentos Culturais	Empregos	Comércio	Serviços	Indústrias	Idosos	% Idosos	Carros / Família	% Viagens a pé	% Viagens individual	% Viagem coletivo	viagens por habitante + trabalhador	Densidade populacional	Emprego / Habitante	Abrangência do sistema metroferroviário	Equipamentos culturais	% Idosos	Carros / Família	% Viagens a pé	% Viagens transporte individual	% Viagens transporte coletivo	Classificação final dos distritos
República	230	2,3	69681	303	2,53	9,15	78	144363	2573	5492	250	7.947	13,9%	0,28	23%	19%	58%	3,96	2	4	2	6	44	2	65	16	13	142
Bela Vista	260	2,6	69460	267	1,97	6,88	101	136873	1211	4033	166	11.179	16,1%	0,54	30%	30%	45%	2,96	1	6	4	6	34	30	61	44	19	173

Fonte: Elaborado pela autora com base no banco de dados (ver nota de rodapé³⁹).

Página em branco

A Figura 56 ilustra o município de São Paulo e a delimitação das subprefeituras. Tem-se, em destaque, a localização da subprefeitura da Sé.

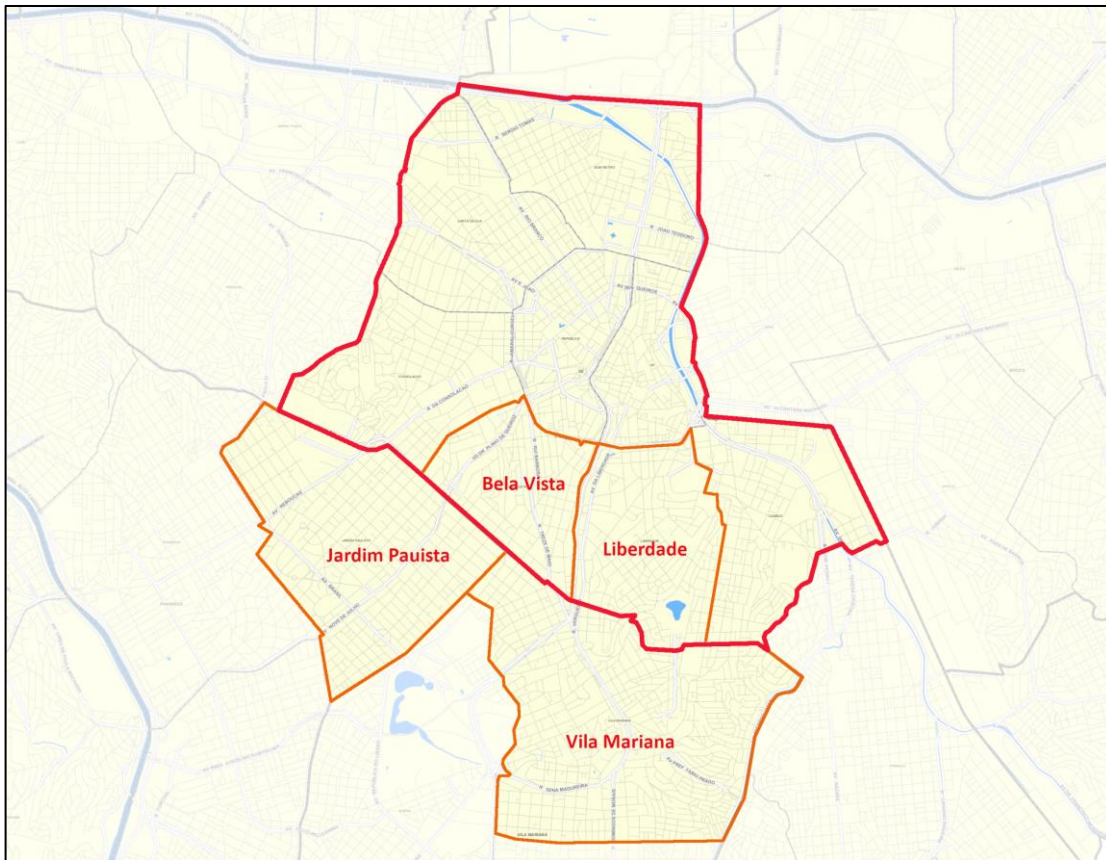
Figura 56 – Delimitação das subprefeituras do município de São Paulo; em destaque a subprefeitura da Sé



Fonte: Modificado pela autora com base em São Paulo (2015).

A Figura 57 ilustra os distritos contidos na subprefeitura da Sé, delimitada em vermelho - em destaque os distritos da Liberdade e da Bela Vista, bem como os distritos do Jardim Paulista e da Vila Mariana, os quais, conforme mencionado anteriormente, localizam-se de forma adjacente aos distritos que fazem parte da subprefeitura da Sé.

Figura 57 – Delimitação da subprefeitura da Sé em destaque os distritos da Bela Vista e da Liberdade, bem como os distritos do Jardim Paulista e da Vila Mariana



Fonte: Modificado pela autora com base no mapa digital da cidade de São Paulo, disponível em: http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx#. Acesso em: 03 jan. 2019.

É importante ressaltar que o distrito da Liberdade abriga diferentes culturas orientais, as quais são passíveis de serem vivenciadas por meio dos jardins, restaurantes, feira de artesanato e comércio local com diversos itens do continente asiático, conforme alguns exemplos ilustrados na Figura 58. Isso tornou o distrito da Liberdade um polo turístico, atraindo pessoas de São Paulo e de outras localidades.

Figura 58 – Jardim, restaurante e comércio local



Fonte: Acervo pessoal da autora.

Assim, as ações aplicadas no distrito da Liberdade terão uma abrangência maior, já que poderão ser vivenciadas por diferentes pessoas, de diversas regiões, trazendo visibilidade para as ações a serem adotadas.

4.3 Parâmetros das porcentagens de alteração da infraestrutura viária e seleção dos indicadores

Para a análise das porcentagens de alteração da infraestrutura viária, torna-se necessário o estudo das porcentagens contidas na revisão de literatura, conforme abordado no Capítulo 2, em relação aos parâmetros de variação da distância viajada, de redução da quantidade de veículos em uso e de alteração da infraestrutura viária. Este estudo das porcentagens é essencial para se adequar os parâmetros em relação aos diferentes contextos urbanos.

Para isso, foram eleitos indicadores para os diferentes parâmetros, sendo:

Variação da distância viajada

Indicadores:

- a) quantidade de viagens por habitante;
- b) distância média de viagem;
- c) tempo médio de viagem;
- d) densidade populacional.

Estes indicadores demonstram o quão consolidada é a cidade em relação à mobilidade urbana (a), apontam o nível de complexidade para a adoção de veículos sem motorista compartilhados (b e c) e expressam a factibilidade da introdução da mobilidade compartilhada (d).

Redução da quantidade de veículos em uso

Indicadores:

- a) quantidade de horas de uso do veículo privado por dia;
- b) porcentagem de viagens em veículo privado;
- c) taxa de motorização⁴⁰;
- d) população;
- e) densidade populacional.

Estes indicadores impactam na redução da quantidade de veículos em uso (a), revelam o potencial de redução das viagens em veículo privado (b), impactam na propriedade de

⁴⁰ Número de automóveis particulares por 1.000 habitantes (automóveis em posse das famílias, excluídos autos pertencentes a empresas, táxis e ônibus) (METRÔ, 2019).

veículos (c), embasam a distinção entre cidades médias, grandes e megacidades (d) e também expressam a factibilidade da introdução da mobilidade compartilhada (e).

Alteração da infraestrutura viária

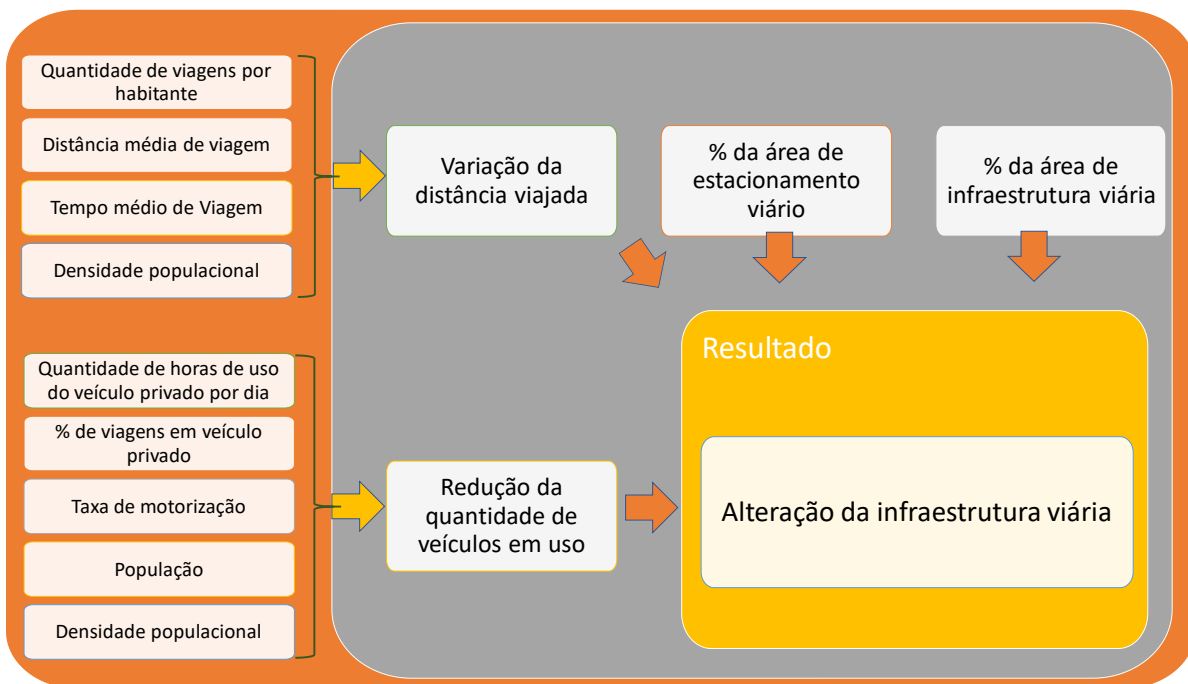
Indicadores:

- porcentagem de redução de veículos privados em uso;
- porcentagem da área de estacionamento viário;
- porcentagem da área de infraestrutura viária;
- variação da distância viajada.

Estes indicadores impactam na liberação do espaço viário e indicam o potencial de sua alteração para outros usos.

A Figura 59 ilustra a correlação entre os parâmetros e os indicadores que culmina na alteração da infraestrutura viária. Vale ressaltar que os indicadores devem ser analisados em conjunto e não individualmente, pois os seus efeitos são sistêmicos.

Figura 59 – Correlação entre os parâmetros e os itens que culminam na alteração da infraestrutura viária



Fonte: Elaborado pela autora.

A caracterização do contexto urbano e o detalhamento da análise das porcentagens de alteração de infraestrutura viária, visando as possibilidades de redesenho urbano nos cenários projetuais, serão abordados no Capítulo 5.

5. Detalhamento do contexto urbano e elaboração de cenários projetuais

Este capítulo contempla a abordagem referente ao detalhamento do contexto urbano e às estimativas das porcentagens de alteração de infraestrutura viária para serem testadas nos cenários projetuais, visando o redesenho urbano.

O detalhamento do contexto urbano tem como objetivo detalhar a escolha da área na qual as propostas serão testadas, com a abordagem da situação atual e dos cenários projetuais.

A análise dos parâmetros e dos indicadores, em relação aos diferentes contextos urbanos, é essencial para o estudo das porcentagens de alteração da infraestrutura viária, caso a caso. Isso visa a definição do intervalo de alteração para a cidade de São Paulo, de forma a possibilitar, posteriormente, a sua verificação e a sua validação em relação às porcentagens a serem obtidas na área foco e na área de referência.

5.1 Detalhamento do contexto urbano da cidade de São Paulo visando a identificação de estratégias para uma mobilidade urbana mais sustentável

Como mencionado no Capítulo 4, optou-se por eleger um distrito na cidade de São Paulo, pois, além dos atributos já citados desta cidade, também é possível identificar algumas ações que convergem para as estratégias de uma mobilidade urbana mais sustentável.

Entre estas estratégias, tem-se a disponibilização de vagas de estacionamento para os veículos que oferecem serviço de compartilhamento de viagens, como o Uber, onde estes podem estacionar, com condições e valores diferenciados, enquanto aguardam novas convocações, conforme ilustrado na Figura 60⁴¹. Também se tem a disponibilização de vagas

⁴¹ A Figura 60 à esquerda refere-se ao estacionamento localizado na Avenida Francisco Matarazzo, no distrito da Barra Funda.

de estacionamento para os automóveis compartilhados, como os da Turbi, conforme ilustrado na Figura 60⁴².

Figura 60 – Disponibilização de vagas de estacionamento para veículos do Uber e da Turbi



Fonte: Acervo pessoal da autora.

Alguns estacionamentos estão adotando infraestrutura para carregamento de veículos elétricos, que também pode ser utilizada pelos patinetes elétricos, como uma alternativa à necessidade das operadoras de alugarem espaços específicos para estacionar, carregar e fazer a manutenção dos veículos e dos patinetes elétricos.

Os estacionamentos também estão disponibilizando vagas para patinetes compartilhados que, para as operadoras, pode representar redução de gastos com a manutenção proveniente de atos de vandalismo. Além dos estacionamentos, alguns estabelecimentos comerciais têm disponibilizado espaço para os clientes estacionarem patinetes compartilhados, conforme ilustrado na Figura 61⁴³.

Recentemente, foi publicado o decreto que rege a regulamentação da circulação de patinetes elétricos compartilhados na cidade de São Paulo, principalmente em relação ao limite de velocidade e a forma de sua utilização (SÃO PAULO, 2019c).

Figura 61 – Estabelecimentos comerciais disponibilizam local para o estacionamento de patinetes



Fonte: Acervo pessoal da autora.

⁴² A Figura 60 à direita refere-se ao estacionamento localizado ao lado da estação Paraíso.

⁴³ A Figura 61 à esquerda refere-se a um restaurante localizado na Rua Professor Artur Ramos, próximo à estação Cidade Jardim. A Figura 61 à direita refere-se a um salão de beleza localizado na Rua Doutor Mario Ferraz, no distrito do Itaim Bibi.

Já o estacionamento para bicicletas consta no Plano Municipal de Mobilidade Urbana de São Paulo – PlanMob/SP (SÃO PAULO, 2015), o qual menciona a complementariedade que ele exerce na rede de circulação urbana, oferecendo ao ciclista a condição de deixar o seu veículo estacionado para acessar os equipamentos e serviços públicos e privados da cidade, tais como terminais de transporte coletivo, escolas, comércios, serviços, postos de trabalho e centros culturais. As diretrizes específicas do estacionamento para bicicletas visam proporcionar a intermodalidade, a segurança e a acessibilidade aos pontos de interesse dos ciclistas (SÃO PAULO, 2015; SÃO PAULO, 2018). A Figura 62⁴⁴ ilustra a disponibilização de estacionamento para bicicletas em espaço comercial, bem como em uma estação de metrô.

Figura 62 – Estabelecimento comercial e estação de metrô disponibilizam local para o estacionamento de bicicletas



Fonte: Acervo pessoal da autora.

Para as bicicletas compartilhadas, existe a diretriz de que as mesmas devem ser integradas ao transporte coletivo, a fim de não segmentar as diferentes redes de operação, como pela compatibilização dos locais de retirada e de devolução das bicicletas, pelos meios de pagamento e pelos acessos aos aplicativos. As bicicletas compartilhadas podem ser alocadas em paraciclos, bicicletários e em áreas localizadas em vias e logradouros públicos, conforme o Decreto nº 57.889/2017 (SÃO PAULO, 2017).

Tem-se, também, a Instrução Normativa nº 2/2018⁴⁵ sobre a expedição do Termo de Permissão de Uso (TPU) para a utilização de vias e logradouros públicos para a instalação de sistema de compartilhamento de bicicletas, com ou sem estação física. A Figura 63⁴⁶ ilustra uma estação de bicicletas compartilhadas.

⁴⁴ A Figura 62 à esquerda refere-se a um estabelecimento comercial localizado na Rua Doutor Mario Ferraz, no distrito do Itaim Bibi. A Figura 62 à direita refere-se à estação Sé do metrô.

⁴⁵ Disponível em: <http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/instrucao-normativa-secretaria-municipal-das-subprefeituras-sm-sub-2-de-13-de-setembro-de-2018>. Acesso em: 29 jan. 2019.

⁴⁶ A Figura 63 refere-se à estação de bicicletas compartilhadas localizada na Rua Desembargador Eliseu Guilherme, no distrito da Vila Mariana.

Figura 63 – Estação de bicicletas compartilhadas



Fonte: Acervo pessoal da autora.

Na cidade de São Paulo algumas vagas de estacionamento nas vias estão sendo destinadas aos parklets, os quais são extensões temporárias das calçadas, que visam promover o uso do espaço público e proporcionar um local para permanência de pessoas. Atualmente, mais de 130 parklets estão instalados na cidade, sendo que a maioria é mantida pelo setor privado; porém, mesmo nestes casos, o uso dos parklets é público, sendo vetada a utilização exclusiva pelo seu mantenedor (SÃO PAULO, 2014a). A Figura 64⁴⁷ ilustra exemplos de parklet privado e parklet público.

Figura 64– Exemplos de parklets privado e público, respectivamente



Fonte: Acervo pessoal da autora (figura à esquerda) e GoogleMaps⁴⁸ (figura à direita).

⁴⁷ A Figura 64 à esquerda refere-se ao parklet privado localizado na Rua Jacurici, no distrito do Itaim Bibi. A Figura 64 à direita refere-se ao parklet público localizado na Rua Monte Alegre, no distrito de Perdizes.

⁴⁸ Disponível em: <https://www.google.com/maps/@-23.5387778,-46.6709565,3a,90y,341.59h,81.69t/data=!3m6!1e1!3m4!1sAF1QipN5MR5-8NkqC31Bc0cG6dLL5pT1WjTS-W6kkz8t!2e10!7i2508!8i1254>. Acesso em: 07 fev. 2019.

Na cidade de São Paulo ocorrem evidências sobre a necessidade de ampliação de percursos de pedestres oriundos do pouco espaço disponível, para possibilitar esses deslocamentos de forma mais segura e evitar que os pedestres ocupem a infraestrutura viária destinada aos veículos. Existem situações em que a ampliação de percursos de pedestres foi viabilizada devido à diminuição da faixa viária, conforme ilustrado na Figura 65⁴⁹.

Figura 65 – Ampliação de percursos de pedestres viabilizada pela diminuição da faixa viária



Fonte: Acervo pessoal da autora, exceto a imagem inferior à esquerda, que se refere ao GoogleMaps⁵⁰.

Também existem evidências das pessoas almejam usufruir o espaço público, como é possível observar pela movimentação que ocorre aos domingos na Avenida Paulista e aos finais de semana no Elevado João Goulart – Minhocão, quando ocorre a suspensão temporária da circulação de veículos. A Figura 66 ilustra a movimentação intensa de pessoas nestes locais.

⁴⁹ A Figura 65 acima e à esquerda refere-se à Rua Florêncio de Abreu, no distrito da Sé; A Figura 65 acima e à direita refere-se à Rua dos Estudantes, também no distrito da Sé. As duas imagens abaixo referem-se ao antes e depois da ampliação do percurso de pedestre na Avenida da Liberdade, no distrito da Liberdade.

⁵⁰ Disponível em: <https://www.google.com/maps/@-23.5594484,-46.6376147,3a,75y,182.84h,66.89t/data=!3m6!1e1!3m4!1s8ISeV37cMOEuSoaJ6JcdOw!2e0!7i13312!8i6656>. Acesso em: 16 jun. 2019.

Figura 66 – Pessoas usufruindo do espaço público na Avenida Paulista e no Elevado João Goulart, respectivamente



Fonte: Acervo pessoal da autora (figura à esquerda) e Archdaily⁵¹ (figura à direita).

5.1.1 Análise das porcentagens de alteração da infraestrutura viária

Para a análise das porcentagens de alteração da infraestrutura viária, é necessário o estudo das porcentagens contidas na revisão de literatura, conforme abordado no Capítulo 2, em relação aos parâmetros de variação da distância viajada, de redução da quantidade de veículos em uso e de alteração da infraestrutura viária. Este estudo das porcentagens é essencial para se adequar os parâmetros e os indicadores em relação aos diferentes contextos urbanos.

Dentre as cidades mencionadas nos estudos pesquisados, têm-se as cidades de Austin, Berlim, Lisboa, Londres, Nova Iorque, Singapura e Zurique. A cidade de Zurique foi desconsiderada, pois possui características topográficas, sociais, econômicas e demográficas muito distintas em relação às outras cidades.

Vale ressaltar, que apesar dos indicadores considerados terem relação com os três parâmetros – variação da distância viajada, redução da quantidade de veículos em uso e alteração da infraestrutura viária – eles devem ser analisados em conjunto e não individualmente, pois os seus efeitos são sistêmicos.

Variação da distância viajada

Conforme mencionado no Capítulo 4, para este parâmetro foram selecionados os indicadores relativos à/ao:

- a) quantidade de viagens por habitante;

⁵¹ Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/885549/camara-de-sp-aprova-a-abertura-do-minhocao>. Acesso em: 07 fev. 2019.

- b) distância média de viagem;
- c) tempo médio de viagem;
- d) densidade populacional.

Estes indicadores foram pesquisados para as seis cidades mencionadas e, também, para a cidade de São Paulo, conforme ilustrado na Tabela 3.

Tabela 3 - Estimativa da variação da distância viajada

Item		Londres	Lisboa	Nova Iorque	Austin	Singapura	Berlim	São Paulo
Quantidade de viagens por habitante	Indicador	2,5	2,6	2,4	FE	2,4	3	2,02
	Fonte	(LONDON, 2012b)	(INE, 2017b)	(DOT, 2017)		(LTA 2015; SINGAPORE, 2016)	(BERLIN, 2013a)	(METRÔ, 2019)
Distância média de viagem (km/viagem)	Indicador	9,5	10,3	12,4	13,8	9,5	6,9	FE
	Fonte	(LONDON, 2012b)	(INE, 2017b)	(GOLDSTEIN, 2015) Dado referente à 2011	(GOLDSTEIN, 2015) Dado referente à 2011	(DATA SINGAPORE, 2015)	(BERLIN, 2013a)	
Tempo médio de viagem (em minutos)	Indicador	46	24	40	23	FE	23	48
	Fonte	(LONDON, 2012b)	(INE, 2017b)	(DATAUSA, 2016a)	(DATAUSA, 2016a)		(BERLIN, 2013a)	(METRÔ, 2019)
Densidade populacional (hab/km ²)	Indicador	10800	6446	10425	1455	7804	11700	7598
	Fonte	(BERLIN, 2016)	(PORDATA, 2011)	(DCP, 2015)	(AUSTIN, 2016)	(SINGAPORE, 2019)	(BERLIN, 2017)	(METRÔ, 2019)
Variação da distância viajada	Indicador	FE	6%	-40%	8%	FE	FE	15%
	Fonte		(OECD; ITF, 2015)	(MIT, 2014)	(FAGNANT; KOCKELMAN; BANSAL, 2015)			Estimativa elaborada pela autora

FE = Fora do escopo (os itens marcados como FE não estão no escopo dos estudos pesquisados)

Fonte: Elaborado pela autora com base na literatura informada na tabela.

Pela Tabela 3 tem-se que o indicador quantidade de viagens por habitante demonstra o quão consolidada é a cidade em relação à mobilidade urbana. Cidades com alto índice de viagens, como Lisboa e Berlim, não devem apresentar um crescimento no número de viagens sem que ocorra uma mudança no custo ou na conveniência.

Já as cidades com um baixo número de viagens, como São Paulo, devem apresentar um crescimento no número de viagens, devido ao progresso esperado de uma cidade em desenvolvimento. Entre 2007 e 2017, a cidade de São Paulo teve um crescimento de 10,3% no total de viagens, sendo 3,7% superior ao crescimento da população (METRÔ, 2019).

Os indicadores distância média de viagem e tempo médio de viagem determinam o nível de complexidade para a adoção de veículos sem motorista compartilhados, pois as cidades com grandes distâncias/tempos demandam uma solução mais elaborada, com sistemas multimodais, devido ao custo e à dificuldade no compartilhamento de viagens em grandes distâncias.

O indicador relativo à densidade populacional expressa a factibilidade da introdução da mobilidade compartilhada, a qual representa maior possibilidade de adesão nas cidades mais compactas, pois nestas cidades a quantidade de deslocamentos sobrepostos é maior do que nas cidades mais dispersas.

Pelo exposto, e conforme a análise realizada na Tabela 3, foi estimado que a cidade de São Paulo deverá ter um acréscimo na quantidade de viagens maior do que o observado nos outros estudos. Foi considerado um aumento de 15%⁵², pois, além do aumento devido à maior conveniência e menor custo de viagem com a mobilidade compartilhada, São Paulo também deverá ter um aumento pelo desenvolvimento esperado da cidade.

Estas considerações se mostram compatíveis com o Plano SP2040 (SÃO PAULO, 2012), o qual estima, para o ano de 2040, um aumento de 48% no número de viagens motorizadas em relação a 2017. Porém, vale ressaltar que, apesar do aumento estimado no número de viagens motorizadas, a extensão viajada tende a ser mais reduzida. Conforme cita o Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo (SÃO PAULO, 2014b), o adensamento com qualidade em centralidades, associado aos usos mistos, à qualidade dos espaços públicos e à maior proximidade de equipamentos e serviços urbanos, diminuirá a distância dos deslocamentos.

Redução da quantidade de veículos em uso

Conforme citado no Capítulo 4, para este parâmetro foram selecionados os indicadores relativos à/aos:

- a) uso do veículo privado por dia;
- b) porcentagem de viagens em veículo privado;
- c) taxa de motorização;
- d) população;
- e) densidade populacional.

Estes indicadores foram pesquisados para as seis cidades mencionadas e, também, para a cidade de São Paulo, conforme ilustrado na Tabela 4.

⁵² A estimativa foi considerada adequada pelo especialista em Engenharia de Transportes, Prof. Dr. Orlando Strambi (USP/POLI/PTR) conforme entrevista concedida para esta pesquisadora nos dias 17 e 18 de julho de 2019, em São Paulo.

Tabela 4 - Estimativa da redução da quantidade de veículos em uso

Item		Londres	Lisboa	Nova Iorque	Austin	Singapura	Berlim	São Paulo
Uso do veículo privado por dia (min)	Indicador	140	151	131	155	134	125	121
	Fonte	(TOMTOM, 2016)	(TOMTOM, 2016)	(TOMTOM, 2016)	(TOMTOM, 2016)	(TOMTOM, 2016)	(TOMTOM, 2016)	(TOMTOM, 2016)
	% Congestionamento	40%	36%	35%	25%	34%	29%	30%
% viagens em veículo privado	Indicador	37,0%	56,0%	32,0%	72,0%	21,9%	32,0%	29,0%
	Fonte	(LONDON, 2017)	(INE, 2017)	(DATAUSA, 2016a)	(DATAUSA, 2016b)	(SINGAPORE, 2016)	(BERLIN, 2013a)	(METRÔ, 2019)
Taxa de motorização (veículos/1000hab)	Indicador	326	388	220	649	98	358	212
	Fonte	(LONDON, 2012a)	(EC, 2010)	(DOT, 2016)	(DATAUSA, 2016b)	(SINGAPORE, 2016)	(BERLIN, 2013a)	(METRÔ, 2019)
População	Indicador	8.800.000	505.000	8.622.698	981.035	5.600.000	3.375.222	11.730.000
	Fonte	(LONDON, 2016)	(LISBOA, 2018)	(DCP, 2017)	(DATA AUSTIN, 2019)	(LTA, 2012)	(BERLIN, 2013b)	(METRÔ, 2019)
Densidade populacional (hab/km ²)	Indicador	10800	6446	10425	1455	7804	11700	7598
	Fonte	(BERLIN, 2016)	(PORDATA, 2011)	(DCP, 2015)	(AUSTIN, 2016)	(SINGAPORE, 2019)	(BERLIN, 2017)	(METRÔ, 2019)
Redução da quantidade de veículos em uso	Indicador	FE	65%	80%	89%	62%	90%	80%
	Fonte	FE	(OECD; ITF, 2015)	(MIT, 2014)	(FAGNANT; KOCKELMAN, 2016)	(SPIESER et al., 2014)	(BISCHOFF; MACIEJEWSKI, 2016)	Estimativa elaborada pela autora

FE = Fora do escopo (os itens marcados como FE não estão no escopo dos estudos pesquisados)

Fonte: Elaborado pela autora com base na literatura informada na tabela.

O indicador uso do veículo privado por dia impacta na redução da quantidade de veículos em uso, pois as pessoas que pouco utilizam o veículo próprio tendem a migrar mais facilmente para o uso de veículos compartilhados. Berlim, que possui uma baixa utilização de veículos, tem maior potencial de redução do que Lisboa e Austin, que possuem uma maior utilização de veículos.

Para o indicador porcentagem de viagens em veículo privado, tem-se que quanto maior for esta porcentagem, maior será o potencial de redução destas viagens devido à migração para os veículos sem motorista compartilhados, ocasionando a liberação da infraestrutura viária para outros usos. Cidades como Singapura tem uma porcentagem de viagens em veículo privado menor do que Austin, o que reduz o impacto na quantidade de veículos, pois já possui outras opções de mobilidade urbana consolidadas, diferentes das do veículo privado.

O indicador taxa de motorização também se reflete diretamente na redução da quantidade de veículos em uso. Isso se justifica em virtude da migração para os veículos sem motorista compartilhados, que podem facilitar ou induzir a decisão da diminuição da quantidade de veículos por família, ou, até mesmo, a eliminação da sua posse. Cidades como Singapura e Nova Iorque já possuem uma baixa taxa de motorização, enquanto Austin possui uma alta taxa, o que pode acarretar uma maior redução da propriedade de veículos.

O indicador população, apesar de não ter relação direta com o parâmetro redução da quantidade de veículos em uso, foi considerado para embasar a distinção entre cidades médias, grandes e megacidades, pois o resultado esperado para uma megacidade pode ser distinto se comparado à uma cidade média.

O indicador densidade populacional refere-se ao potencial de compartilhamento de viagens: quanto maior a densidade populacional, maior será a possibilidade de se efetuar o compartilhamento de viagens e, conseqüentemente, pode haver uma maior redução da quantidade de carros em uso.

De acordo com o exposto, e conforme verificado na Tabela 4, foi estimado que São Paulo deverá ter uma redução da quantidade de veículos em uso de 80%. Quando se compara a cidade de São Paulo com as demais cidades contempladas nesta pesquisa, foi verificado que esta cidade possui uma alta taxa de motorização, com uma baixa utilização do veículo privado e um reduzido percentual das viagens em transporte individual motorizado, indicando a tendência da alteração estimada.

Alteração da infraestrutura viária

Conforme mencionado no Capítulo 4, para este parâmetro foram selecionados os indicadores relativos à/ao:

- a) porcentagem de redução de veículos privados em uso;
- b) porcentagem da área de estacionamento viário;
- c) porcentagem da área de infraestrutura viária;
- d) variação da distância viajada.

Estes indicadores foram pesquisados para as seis cidades mencionadas e, também, para a cidade de São Paulo, conforme ilustrado na Tabela 5.

Tabela 5 - Estimativa da alteração da infraestrutura viária

Item		Londres	Lisboa	Nova Iorque	Austin	Singapore	Berlim	São Paulo
% redução de veículos privados em uso	Indicador		65%	80%	89%	62%	90%	80%
	Fonte	FE	(OECD; ITF, 2015)	(MIT, 2014)	(FAGNANT; KOCKELMAN, 2016)	(SPIESER et al., 2014)	(BISCHOFF; MACIEJEWSKI, 2016)	Estimativa elaborada pela autora
% área de estacionamento viário	Indicador	15%	5,60%	16%	15-30%*			
	Fonte	(WSP, 2016)	(OECD; ITF, 2015)	(MIT, 2014)	(QUANTUMRUN, 2016; WSP, 2016; PERKINS + WILL, 2018)			
% área de infraestrutura viária	Indicador	9,20%	29,90%	17,50%		26%	18%	22%
	Fonte	(LTA, 2012; UN-HABITAT, 2014)	(LTA, 2012; INE, 2017a)	(LTA, 2012)	FE	(LTA, 2012; UN-HABITAT, 2014)	(UN-HABITAT, 2014)	(UN-HABITAT, 2014)
Variação da distância viajada	Indicador		6%	-40%	8%			15%
	Fonte	FE	(OECD; ITF, 2015)	(MIT, 2014)	(FAGNANT; KOCKELMAN; BANSAL, 2015)	FE	FE	Estimativa elaborada pela autora
Alteração da infraestrutura viária	Indicador	15%	20%		15%			15% e 25%
	Fonte	(WSP, 2016)	(OECD; ITF, 2015)	FE	(FAGNANT; KOCKELMAN; BANSAL, 2015)	FE	FE	Estimativa elaborada pela autora

FE = Fora do escopo (os itens marcados como FE não estão no escopo dos estudos pesquisados)

* Ver nota de rodapé⁵³

Fonte: Elaborado pela autora com base na literatura informada na tabela.

O indicador porcentagem de redução de veículos privados em uso é diretamente proporcional à liberação do espaço viário, pois com uma menor quantidade de veículos nas cidades, maior será a fluidez do trânsito e menor a necessidade de infraestrutura viária para os veículos. Cidades como Singapura teriam um efeito menor na alteração da infraestrutura viária do que Berlim que, por sua vez, teria uma maior redução na quantidade de veículos privados.

O indicador porcentagem da área de estacionamento viário determina o potencial de redução do espaço viário visando a sua liberação para a conversão em outros usos. Isto se torna possível devido ao impacto dos veículos sem motorista no espaço urbano, os quais vão exigir uma menor necessidade de estacionamento, uma vez que estarão mais tempo em circulação do que parados, principalmente nos horários de maior demanda. Cidades como Lisboa teriam um menor benefício do que Nova Iorque, que poderia ter até 16% da área liberada.

O indicador porcentagem da área de infraestrutura viária representa o potencial de liberação desta infraestrutura para a conversão em outros usos, devido à adoção de veículos

⁵³ Para estas cidades não há informação específica de porcentagem de área de estacionamento, no entanto, os estudos mencionados estimam que grandes cidades tenham entre 15% e 30%.

sem motorista compartilhados. A cidade de Lisboa possui 30% de sua área destinada à infraestrutura viária, podendo reduzir 20% desta área, o que representa 6% da área da cidade. Já a cidade de Londres possui apenas 10% de sua área destinada à infraestrutura viária, podendo reduzir 15% desta área, o que liberaria somente 1,5% da área da cidade para outros usos.

Para o indicador variação da distância viajada, tem-se que, quanto mais elevada for esta variação, maior será a demanda de infraestrutura viária. O aumento da distância viajada, previsto na maioria das cidades, pode ser compensado pela maior eficiência dos veículos sem motoristas, que demandam menor distância entre veículos e geram melhor fluidez viária.

Considerando-se a alteração da infraestrutura viária em função dos resultados apresentados para as outras cidades, conforme análise realizada na Tabela 5, foi estimado que a cidade de São Paulo poderá ter um intervalo de alteração de infraestrutura viária entre 15% e 25%⁵⁴, devido ao fato da cidade possuir porcentagens medianas de redução de veículos privados em uso e, também, de área de infraestrutura viária, além da estimativa elevada da variação da distância viajada.

Conforme mencionado no Capítulo 4, a correlação entre os parâmetros e os indicadores culmina na alteração da infraestrutura viária. Sendo assim, este é o parâmetro que será testado nos cenários projetuais para conversão das áreas liberadas, decorrentes da alteração da infraestrutura viária, em outros usos.

Os cenários projetuais serão testados no eixo de estruturação da transformação urbana contido no distrito da Liberdade, que se refere à área foco da pesquisa e, também, nos eixos de estruturação da transformação urbana dos distritos da área de referência: Bela Vista, Jardim Paulista e Vila Mariana, além do distrito da Liberdade.

⁵⁴ A estimativa foi considerada adequada pelo especialista em Engenharia de Transportes, Prof. Dr. Orlando Strambi (USP/POLI/PTR) conforme entrevista concedida para esta pesquisadora nos dias 17 e 18 de julho de 2019, em São Paulo.

5.2 Detalhamento do contexto urbano da região central da cidade de São Paulo

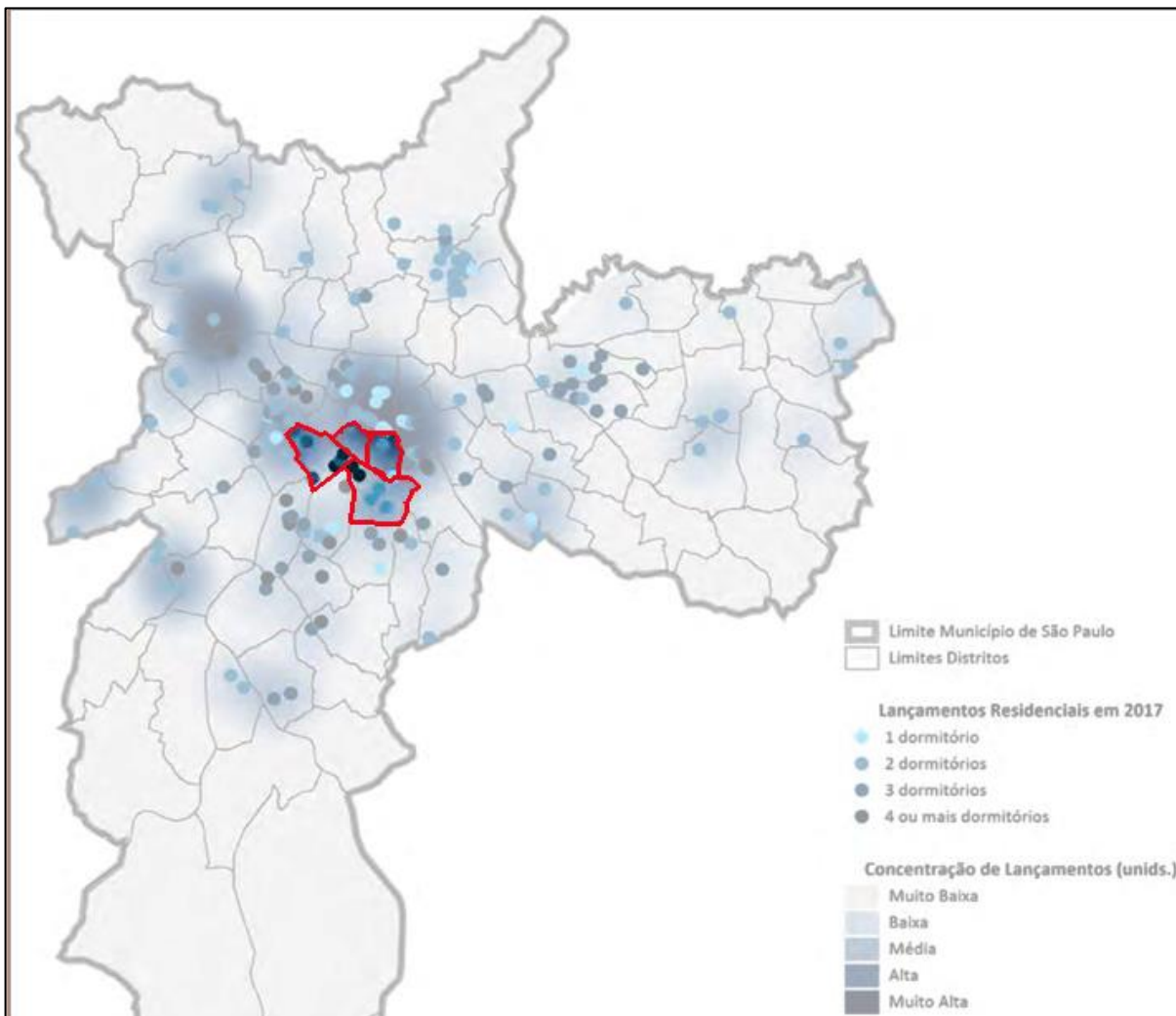
Como mencionado no Capítulo 4, optou-se por escolher um distrito na cidade de São Paulo, sendo que, de acordo com a análise dos quesitos já citados, a maioria dos distritos que possui maior potencial para a proposição dos cenários está localizada na região central de São Paulo. Conforme apontado anteriormente, dos 96 distritos existentes na cidade de São Paulo, os dez distritos que possuem atributos com maior potencial são: República, Bela Vista, Consolação, Santa Cecília, Liberdade, Jardim Paulista, Vila Mariana, Sé, Bom Retiro e Barra Funda, os quais somente Jardim Paulista, Vila Mariana e Barra Funda não fazem parte da subprefeitura da Sé, porém estão localizados de forma adjacente aos distritos que fazem parte desta subprefeitura.

Dentre os distritos desta região central, optou-se por eleger o distrito da Liberdade, por ser o que melhor atende as condições para a adoção das propostas, bem como por apresentar oportunidades de melhorias, conforme detalhamento apresentado no Capítulo 4.

Além do exposto, é importante ressaltar a valorização crescente das áreas centrais da cidade de São Paulo, dado que, em 2017, foram lançadas 5.048 unidades residenciais nessa região, das quais mais de 4.000 unidades com área inferior a 45m². O interesse por estas unidades pode ser explicado não só pelas questões econômicas, uma vez que os imóveis novos com faixa de preço de até R\$ 240.000,00 predominaram em lançamentos e vendas, mas também pelas características destas unidades. No comparativo dos imóveis lançados nessa segmentação em 2016 com os de 2017, percebem-se unidades com área média útil de 37,4m², 1 banheiro, 1,7 dormitórios e 0,4 vaga de garagem, o que significa que muitos imóveis não possuem vaga de garagem (SECOVI SP, 2018).

Dentre os aspectos referentes às escolhas de imóveis com estas características, têm-se as opções oferecidas pelo entorno, como áreas de lazer, comércio e serviços, bem como as facilidades proporcionadas nos deslocamentos, como a proximidade com o transporte coletivo. Estes aspectos explicam a alta concentração de unidades residenciais lançadas no centro de São Paulo em 2017, conforme ilustrado na Figura 67, estando em destaque os distritos da Bela Vista, Liberdade, Jardim Paulista e Vila Mariana.

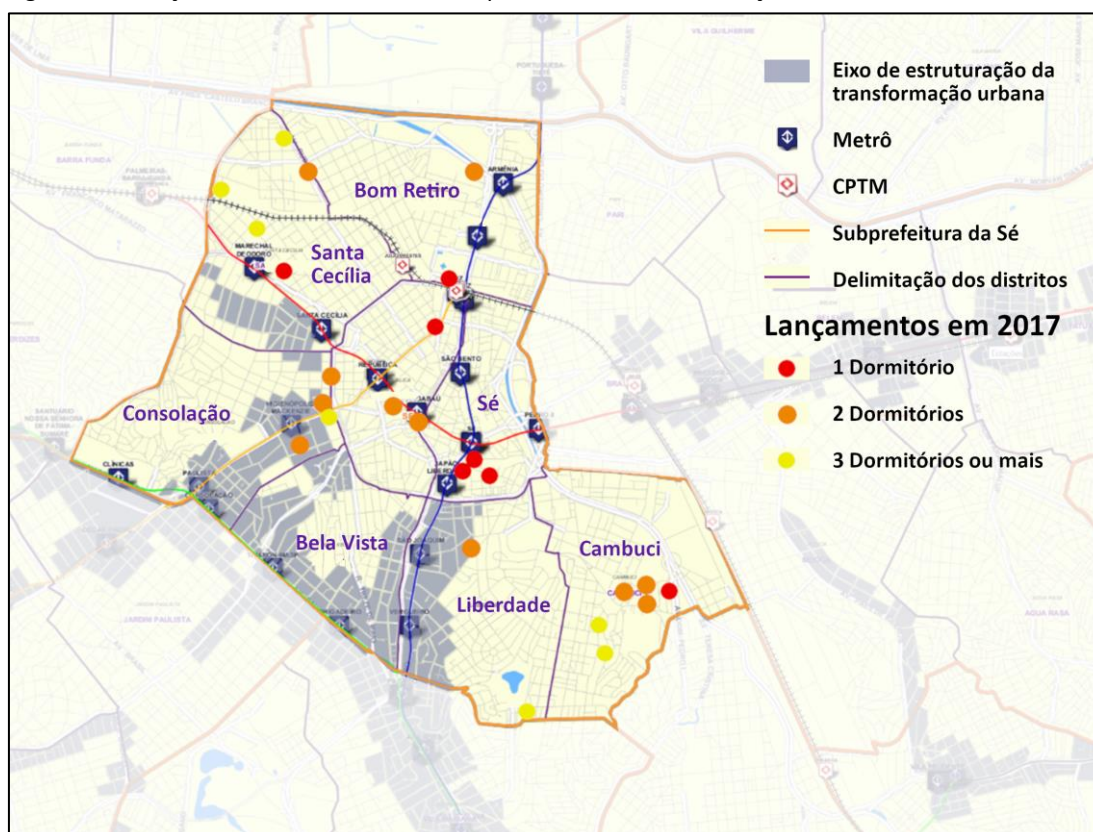
Figura 67 - Concentração das unidades residenciais lançadas na cidade de São Paulo em 2017



Fonte: SECOVI SP (2018).

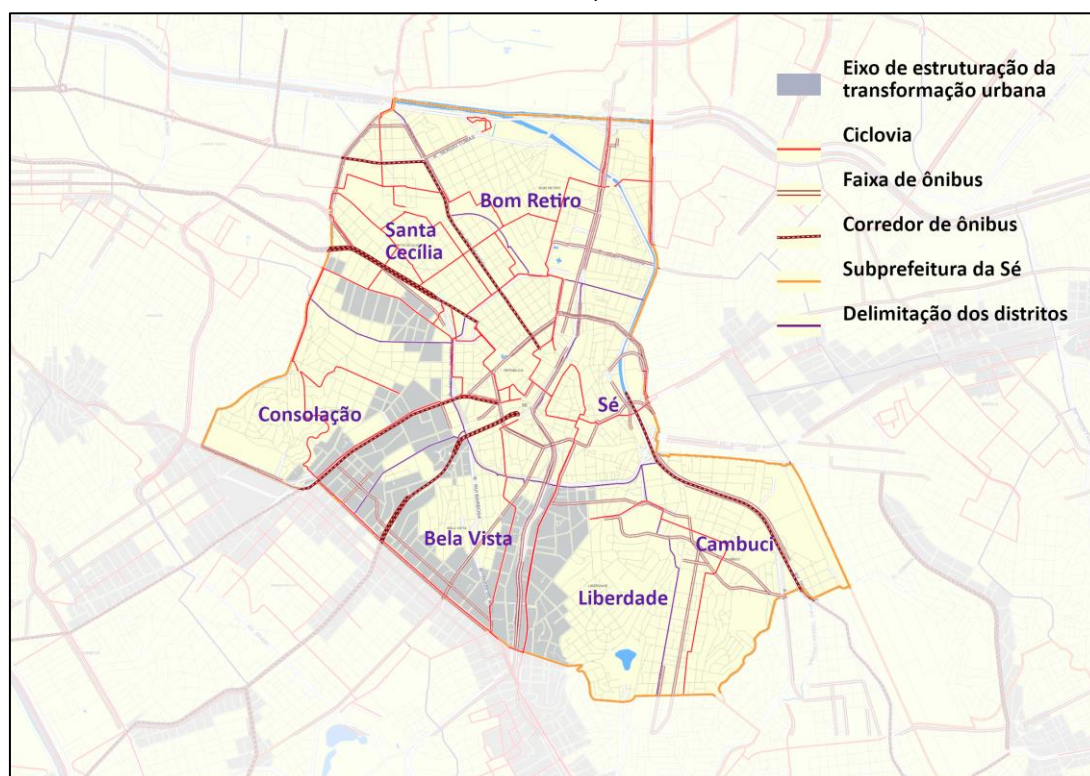
A Figura 68 ilustra a predominância de lançamentos junto ao sistema metroferroviário. Vale salientar que, além do sistema metroferroviário, a região também é provida de percursos para o transporte ciclovitário, de corredores e faixas exclusivas de ônibus, conforme ilustrado na Figura 69.

Figura 68 – Lançamentos residenciais na subprefeitura da Sé, em relação ao sistema metroferroviário



Fonte: Modificado pela autora com base em SECOVI SP (2018).

Figura 69 – Localização dos percursos de transporte ciclovitário, dos corredores e das faixas exclusivas de ônibus, contidos na subprefeitura da Sé



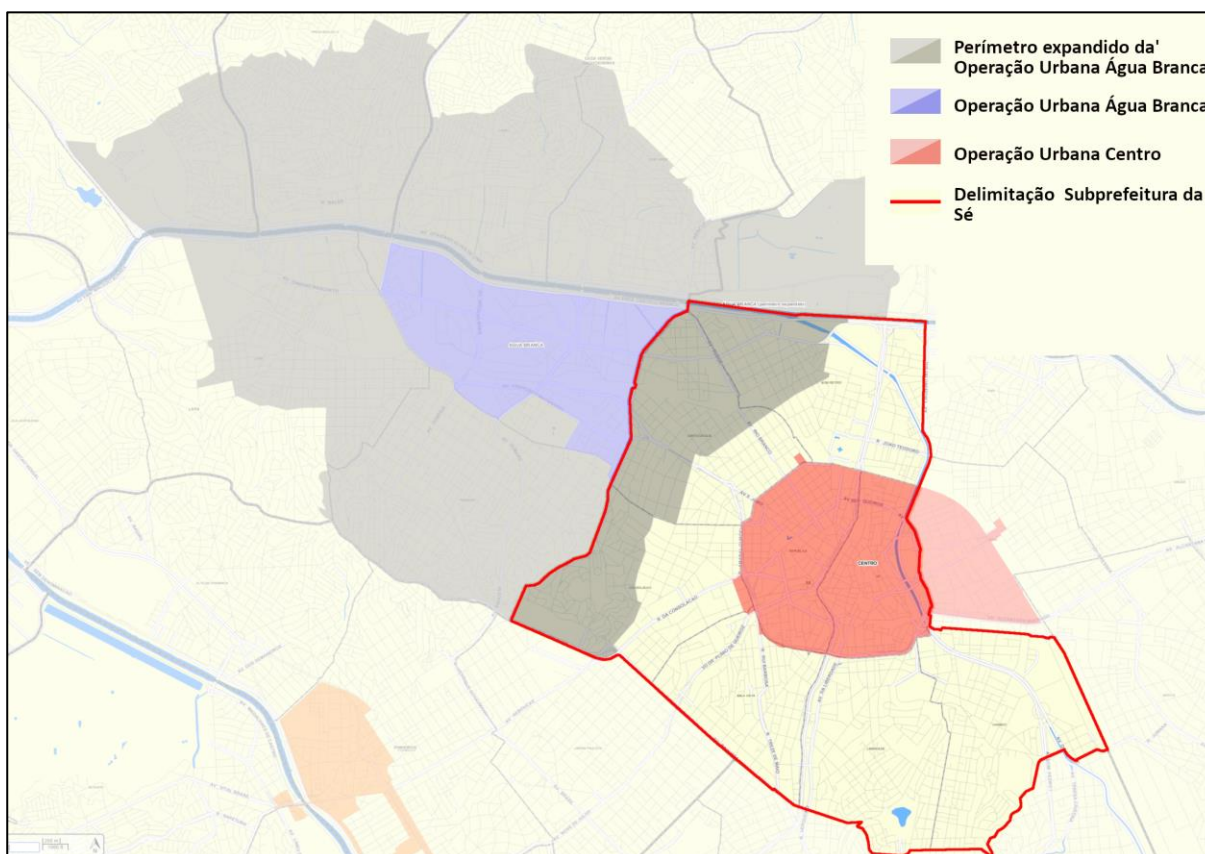
Fonte: Modificado pela autora com base em mapa digital da cidade de São Paulo. Disponível em: http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx#. Acesso em: 03 jan. 2019.

A região central da cidade de São Paulo está parcialmente incluída na Operação Urbana Centro, a qual possui, como algumas de suas diretrizes, a valorização da paisagem urbana; a melhoria da infraestrutura e da qualidade ambiental; o desincentivo à presença de imóveis sem uso; o fomento à diversidade de usos, com incentivo ao uso habitacional e às atividades culturais e de lazer; bem como a priorização da mobilidade urbana mais sustentável (SÃO PAULO, 2016b).

A região central também está contemplada parcialmente no perímetro expandido da Operação Urbana Água Branca, que tem como algumas de suas prioridades melhorar o sistema de transporte coletivo e introduzir equipamentos sociais e urbanos.

A Figura 70 ilustra as áreas da região central contidas nas Operações Urbanas mencionadas.

Figura 70 – Delimitação da subprefeitura da Sé e as áreas contidas na Operação Urbana Centro e na Operação Urbana Água Branca (perímetro expandido)



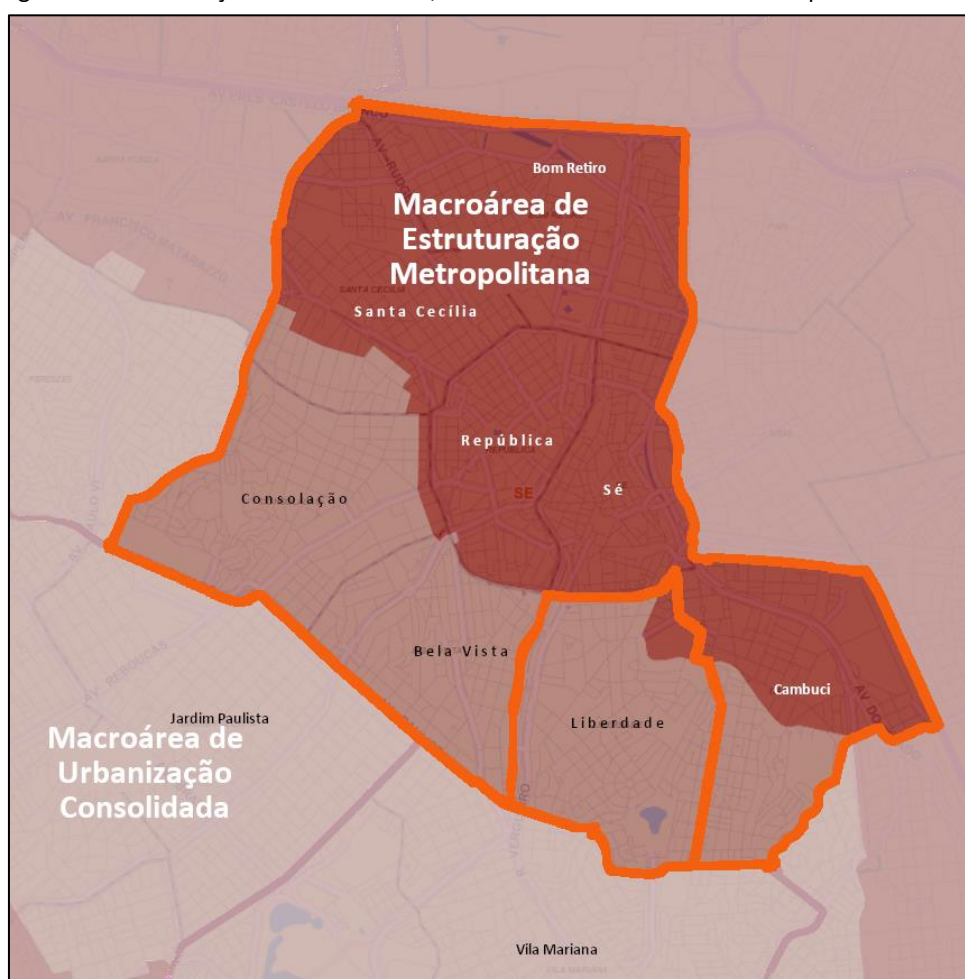
Fonte: Modificado pela autora com base em mapa digital da cidade de São Paulo. Disponível em: http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx#. Acesso em: 03 jan. 2019.

De acordo com o Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo (SÃO PAULO, 2014b), os dez distritos - República, Bela Vista, Consolação, Santa Cecília, Liberdade, Jardim Paulista, Vila Mariana, Sé, Bom Retiro e Barra Funda - fazem parte da Macrozona de

Estruturação e Qualificação Urbana, que tem como um de seus objetivos a compatibilidade do uso e ocupação do solo com a oferta de sistemas de transporte coletivo. Visando orientar o desenvolvimento urbano, esta macrozona subdivide-se em quatro macroáreas, as quais são denominadas como: macroárea de estruturação metropolitana, macroárea de urbanização consolidada, macroárea de qualificação da urbanização e macroárea de redução da vulnerabilidade urbana.

A subprefeitura da Sé possui distritos na macroárea de estruturação metropolitana - a qual possui os principais eixos que articulam polos e municípios da Região Metropolitana de São Paulo – e na macroárea de urbanização consolidada – caracterizada por saturação viária e elevada concentração de empregos e serviços. O distrito da Liberdade está localizado quase que em sua totalidade na macroárea de urbanização consolidada, sendo que o restante do seu território está contido na macroárea de estruturação metropolitana. A Figura 71 ilustra a delimitação das macroáreas dos distritos localizados na subprefeitura da Sé.

Figura 71 – Delimitação das macroáreas, de acordo com os distritos da subprefeitura da Sé



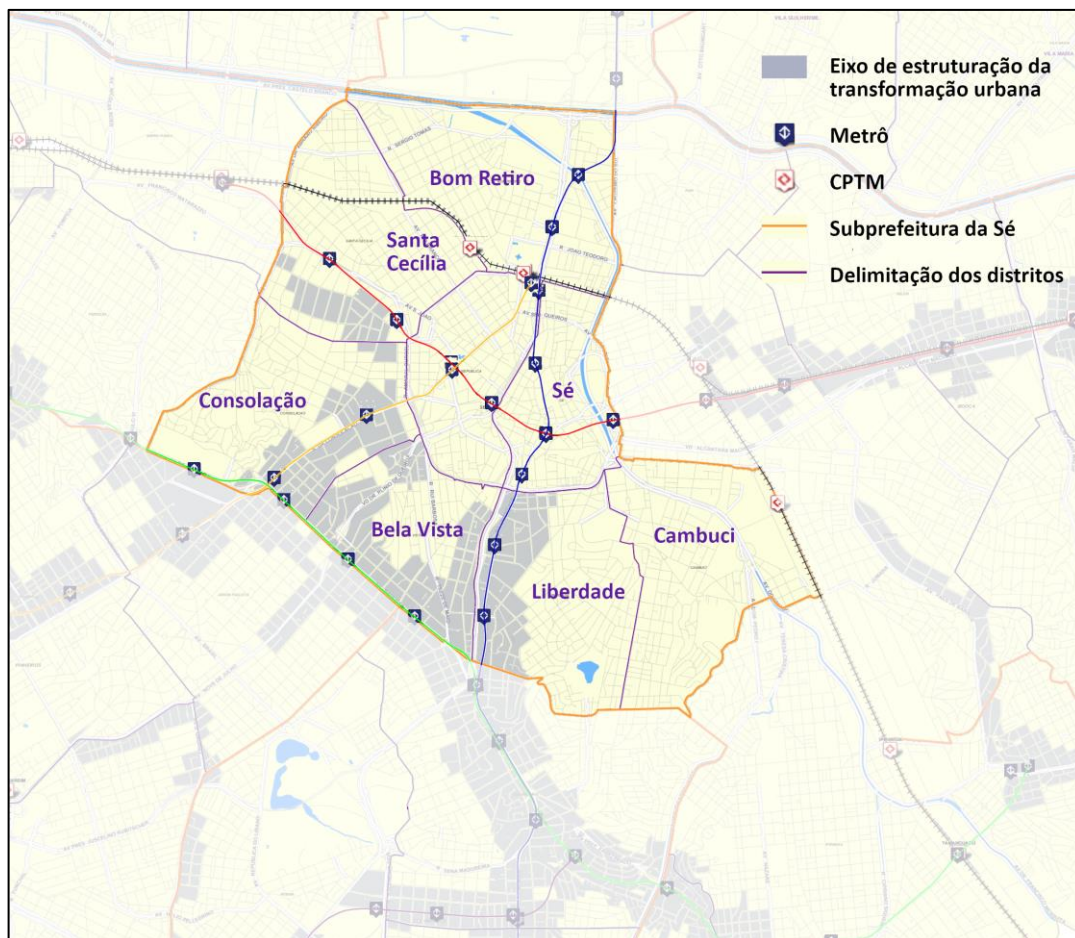
Fonte: Modificado pela autora com base no mapa digital da cidade de São Paulo. Disponível em: http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx#. Acesso em: 03 jan. 2019.

Quatro distritos da subprefeitura da Sé – Santa Cecília, Consolação, Bela Vista e Liberdade – estão compreendidos nos eixos de estruturação da transformação urbana, os quais são definidos pelos elementos estruturais dos sistemas de transporte coletivo de média e alta capacidade, que determinam as áreas de influência potencialmente adequadas ao adensamento construtivo e populacional e ao uso misto do solo (SÃO PAULO, 2014b).

O Plano Municipal de Mobilidade Urbana de São Paulo – PlanMob/SP (SÃO PAULO, 2015) considera que estes eixos são fundamentais para a orientação do desenvolvimento da nova política de mobilidade urbana, a qual preconiza a coordenação da política de transporte e circulação, com o plano de desenvolvimento urbano.

A Figura 72 ilustra a delimitação da subprefeitura da Sé e os eixos de estruturação da transformação urbana, em cinza, que são praticamente coincidentes com as linhas do sistema metroviário contidas nesta delimitação, as quais incluem as linhas 1 – Azul, 2 – Verde, 3 – Vermelha e 4 – Amarela.

Figura 72 – Localização dos eixos de estruturação da transformação urbana na área delimitada da subprefeitura da Sé, em relação ao sistema metroferroviário



Fonte: Modificado pela autora com base no mapa digital da cidade de São Paulo. Disponível em: http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx#. Acesso em: 03 jan. 2019.

Com o objetivo de conferir qualidade urbana aos eixos de estruturação da transformação urbana, foram definidos parâmetros no Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo (SÃO PAULO, 2014b) e na Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (SÃO PAULO, 2016a), os quais contemplam:

- a) fachada ativa – ocupação da extensão horizontal da fachada por uso não residencial com acesso direto e abertura para a rua, a fim de promover a dinamização dos passeios públicos;
- b) calçadas largas – mínimo de 5m nas calçadas dos lotes com frente para os eixos de estruturação e mínimo de 3m no restante da área de influência;
- c) desincentivos para vagas de garagem⁵⁵ – será considerada área computável acima de uma vaga de garagem por unidade habitacional e a cada 70m² de área construída para uso não residencial; o mesmo é válido para o uso misto.

5.3 Área foco: redesenho urbano

Conforme os levantamentos realizados na área foco, foram desenvolvidas as proposições referentes ao redesenho urbano dos cenários projetuais, de acordo com a conversão das áreas liberadas em outros usos.

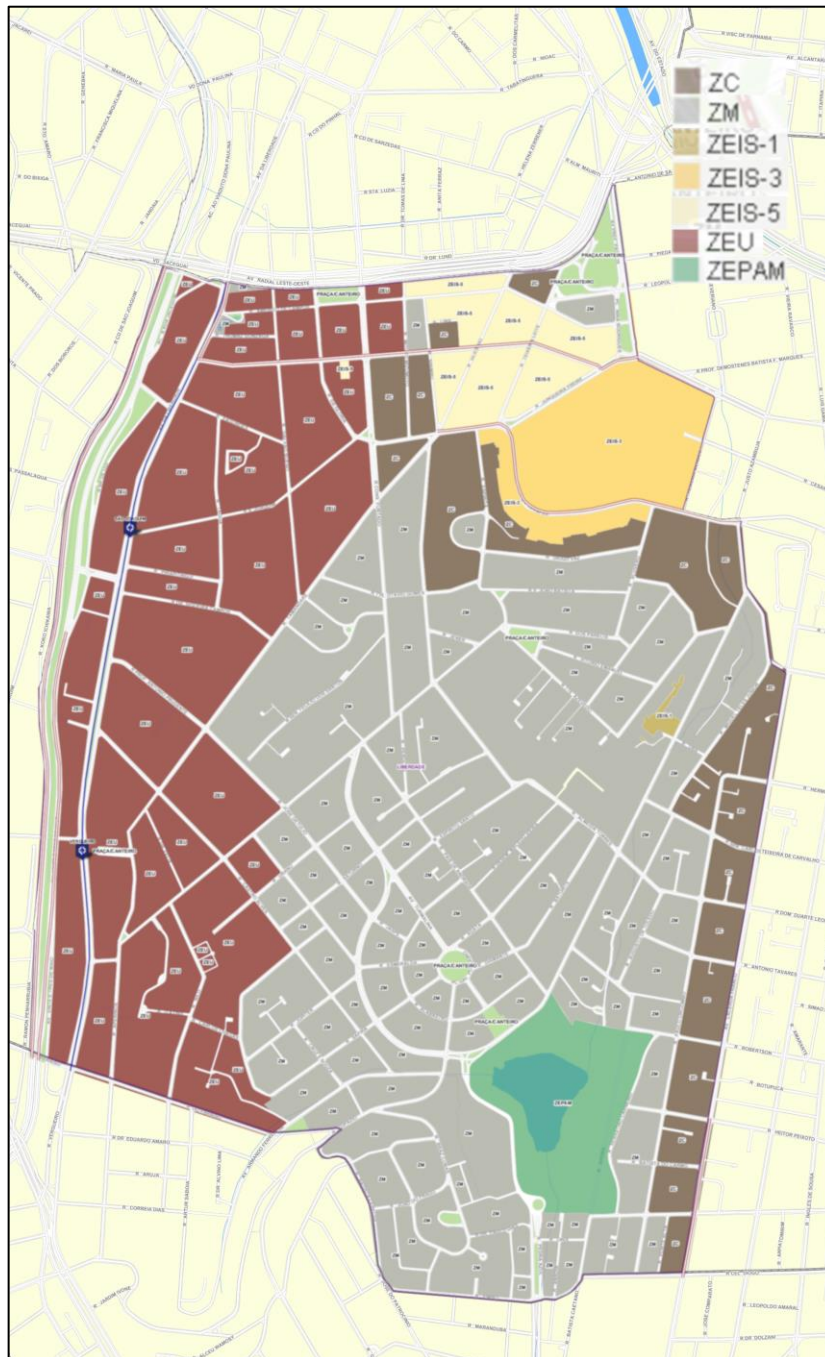
5.3.1 Área foco: situação atual

Optou-se por utilizar a área compreendida no eixo de estruturação da transformação urbana contido no distrito da Liberdade, pois, conforme já citado, este eixo é fundamental para uma mobilidade urbana mais sustentável, além de preconizar a coordenação da política de transporte com o planejamento urbano. Este eixo possui elementos estruturais dos sistemas de transporte coletivo de média e alta capacidade, que determinam as áreas de influência potencialmente adequadas ao adensamento construtivo e populacional, bem como ao uso misto do solo (SÃO PAULO, 2014b; SÃO PAULO, 2015).

⁵⁵ A lei que disciplina o parcelamento, uso e ocupação do solo (SÃO PAULO, 2016a) fez algumas alterações em relação ao Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo, principalmente em relação à permissão de construção de mais vagas de garagem como área construída não computável nos usos residenciais localizados nos eixos de estruturação da transformação urbana, passando a admitir uma vaga de garagem a cada 60m² de área construída computável, contra o limite de até uma vaga de garagem por unidade habitacional, que havia sido estabelecido anteriormente pelo Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo (SÃO PAULO, 2014b). Dessa forma, a nova lei de parcelamento, uso e ocupação do solo (SÃO PAULO, 2016a), em seu artigo 174, acaba flexibilizando por três anos, a contar de 2016, uma das principais características do Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo, que visava desestimular a posse do automóvel e incentivar o uso dos modos de transporte mais sustentáveis, gerando a possibilidade dos empreendedores imobiliários reservarem áreas localizadas nos eixos de estruturação da transformação urbana, por meio de projetos protocolados.

A Figura 73⁵⁶ ilustra a existência predominante do uso misto do solo – Zona Eixo de Estruturação da Transformação Urbana (ZEU) e Zona Mista (ZM) - no distrito da Liberdade.

Figura 73 – Uso do solo no distrito da Liberdade

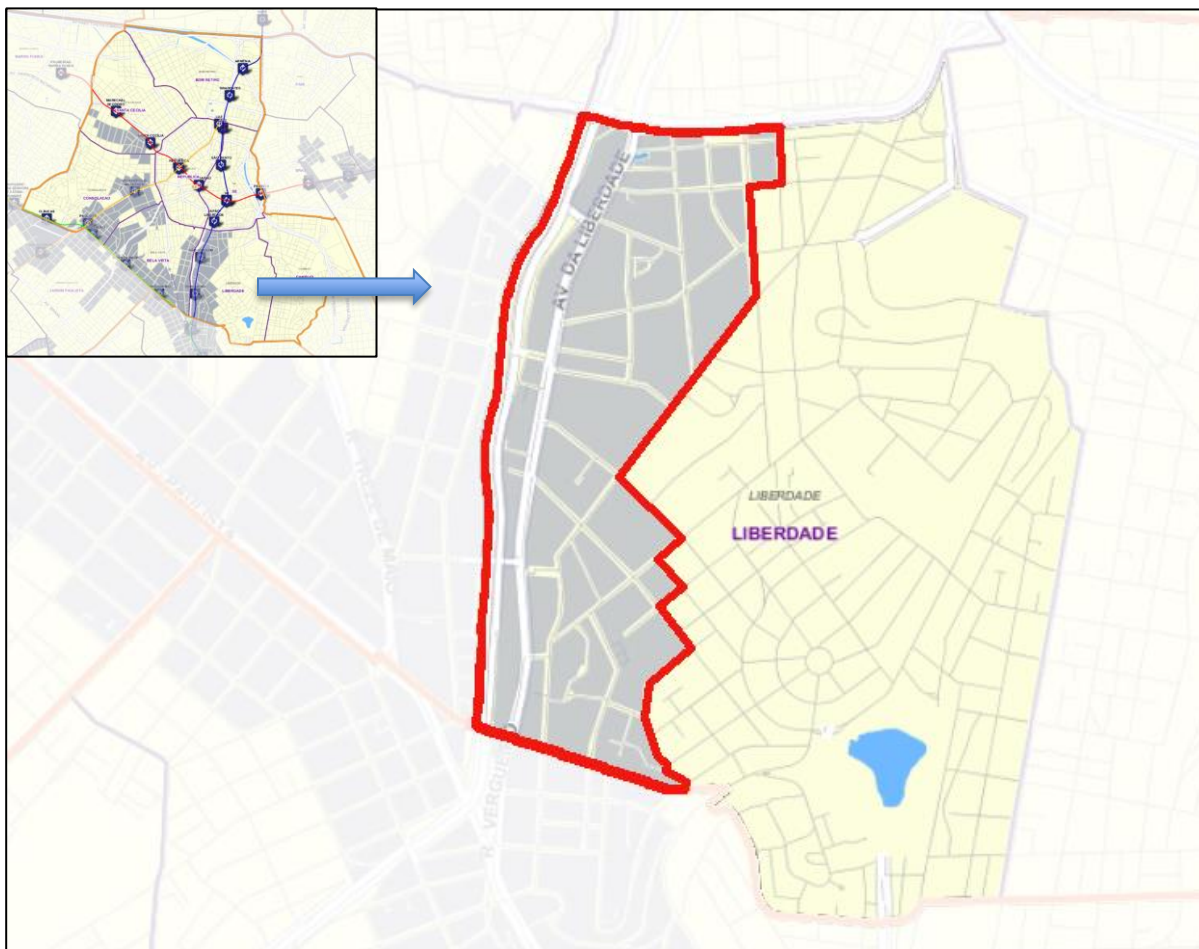


Fonte: Modificado pela autora com base em mapa digital da cidade de São Paulo. Disponível em: <http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br>. Acesso em: 12 mai. 2019.

A Figura 74 ilustra o recorte proposto referente à área foco, que é coincidente com o eixo de estruturação da transformação urbana contido no distrito da Liberdade.

⁵⁶ As siglas contidas na legenda desta figura estão grafadas por extenso, conforme São Paulo (2016a), na lista de siglas desta tese.

Figura 74 – Eixo de estruturação da transformação urbana contido no distrito da Liberdade



Fonte: Modificado pela autora com base em mapa digital da cidade de São Paulo. Disponível em: <http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br>. Acesso em: 12 mai. 2019.

De acordo com os levantamentos realizados, foram mensuradas todas as vias contidas na área foco em relação às faixas viárias, aos estacionamentos nas ruas, aos percursos de pedestres, aos percursos do transporte cicloviário, à vegetação urbana e ao sistema de transporte coletivo. Este levantamento visou a obtenção de dados referentes às deficiências e às qualidades da área para embasar as propostas nos cenários projetuais.

Além dos levantamentos *in loco*, foram utilizadas ferramentas de georreferenciamento⁵⁷ para dimensionar os espaços destinados às faixas viárias, aos estacionamentos nas vias, aos percursos de pedestres, às ciclovias e ao sistema de transporte coletivo.

⁵⁷ As ferramentas de georreferenciamento incluem as do GoogleMaps e as do mapa digital da cidade de São Paulo, disponíveis em: <https://www.google.com/maps/>; <http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br>, respectivamente. Acessos em: 29 mai. 2019.

Com base no dimensionamento e nos levantamentos *in loco* foram verificadas as potencialidades de alteração da infraestrutura viária para serem convertidas em outros usos, de modo a promover o redesenho urbano.

As informações foram agrupadas na Tabela 6, sendo as vias classificadas⁵⁸ conforme especificado pela Secretaria Municipal de Mobilidade e Transportes⁵⁹, em:

- a) vias de trânsito rápido (VTR): são vias sem intersecções em nível, sem acessibilidade direta aos lotes lindeiros e sem travessia de pedestres em nível;
- b) via arterial: possui intersecções em nível, geralmente controlada por semáforo, com acessibilidade aos lotes lindeiros e às vias secundárias e locais, possibilitando o trânsito entre as regiões da cidade;
- c) via coletora: coleta e distribui o trânsito de entrada ou de saída das vias de trânsito rápido ou arteriais, possibilitando o fluxo dentro das regiões da cidade;
- d) via local: possui intersecções em nível não semaforizadas, destinada apenas ao acesso local ou áreas restritas.

De acordo com a Tabela 6, foram levantadas as informações de comprimento e largura das vias, das calçadas e das ciclovias, bem como os aspectos que caracterizam as 44 vias contidas na área foco.

Foi observado que, dependendo do local, a mesma via pode apresentar diferença na configuração, resultando em perfis distintos. Para estes casos, a via foi dividida em trechos, como ocorre nas ruas: Apeninos, Barão de Iguape, São Joaquim e Taguá. Esta divisão tornou possível computar, de forma mais precisa, os aspectos destas vias.

Com base nas dimensões levantadas na Tabela 6, referentes à situação atual, chegou-se aos percentuais das 44 vias, quanto à: área de circulação de veículos, área de estacionamento na via, área de calçada e área de ciclovia. Estas informações embasaram a definição das dimensões das propostas, possibilitando a proposição das porcentagens de alteração da infraestrutura viária, revelando o quanto de área é possível obter para a conversão em outros usos.

⁵⁸ A classificação viária é utilizada para definição das condições de circulação e operação do trânsito, bem como da estrutura e padronização da sinalização.

⁵⁹ Disponível em: <http://www.cetsp.com.br/media/839311/portaria-DSV-18-19.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2019.

Tabela 6 – Detalhamento viário atual da área foco

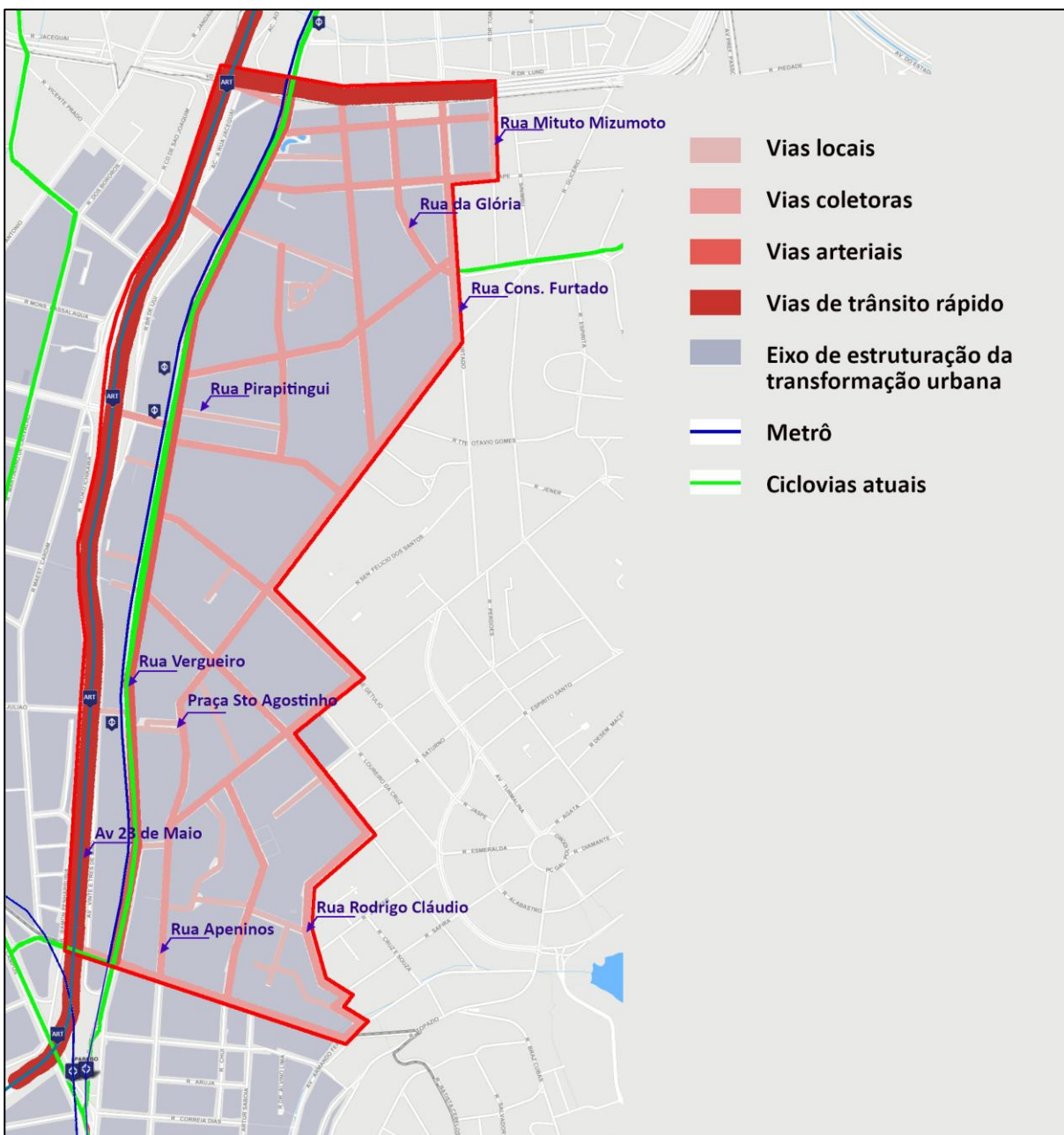
Via	Classificação viária	Comprimento da via (m)	Largura da via (m)	Situação atual							Percentuais atuais			
				Largura da calçada (m)	Largura da ciclovia (m)	Largura do estacionamento na via (m)	Quantidade de sentidos	Quantidade de faixas de circulação	Largura da faixa de circulação (m)	Transporte coletivo	% da área de circulação de veículos	% da área de estacionamento na via	% da área de calçada	% da área de ciclovia
Avenida 23 de Maio	VTR	1950	30,0	7,0	-	-	2	8	3,8	Corredor	81	-	19	-
Complexo Viário Evaristo Comolatti	VTR	600	38,5	4,0	-	-	2	10	3,9	Sim	91	-	9	-
Avenida da Liberdade	Arterial	650	15,0	8,0	2,8	-	2	4	3,8	Sim	58	-	31	11
Rua Vergueiro	Arterial	1200	21,0	8,0	2,8	9,0	2	4	3,0	Sim	38	30	24	9
Praça Almeida Junior	Coletora	110	8,0	6,0	-	2,5	1	2	2,8	Sim	39	18	43	-
Rua Américo de Campos	Coletora	240	5,5	3,0	-	-	1	2	2,8	Não	65	-	35	-
Rua Apeninos	Coletora	340	10,0	5,0	-	4,5	2	2	2,8	Não	37	30	33	-
Rua Apeninos 2	Coletora	275	10,0	5,0	-	4,5	1	2	2,8	Não	37	30	33	-
Rua Barão de Iguape	Coletora	300	7,5	6,0	-	-	2	3	2,5	Sim	56	-	44	-
Rua Barão de Iguape 2	Coletora	220	10,0	5,0	-	2,5	2	2	3,8	Sim	50	17	33	-
Rua Castro Alves	Coletora	720	10,0	4,0	-	4,5	1	2	2,8	Não	39	32	29	-
Rua Conselheiro Furtado	Coletora	510	17,0	7,0	-	2,5	2	4	3,6	Sim	60	10	29	-
Rua da Glória	Coletora	590	11,0	5,0	-	4,5	1	2	3,3	Sim	41	28	31	-
Rua do Paraíso	Coletora	520	9,0	7,0	-	2,5	2	2	3,3	Não	41	16	44	-
Rua Dr. João Morais	Coletora	65	9,0	5,5	-	-	2	3	3,0	Não	62	-	38	-
Rua Fagundes	Coletora	280	7,5	5,0	-	2,5	1	2	2,5	Não	40	20	40	-
Rua Galvão Bueno	Coletora	760	8,0	4,0	-	2,5	1	2	2,8	Não	46	21	33	-
Rua Nilo	Coletora	500	9,0	6,0	-	4,5	2	2	2,3	Não	30	30	40	-
Rua Pires da Mota	Coletora	525	9,0	5,5	-	2,5	1	2	3,3	Não	45	17	38	-
Rua Professor Antônio Prudente	Coletora	290	12,5	6,0	-	7,0	1	2	2,8	Não	30	38	32	-
Rua São Joaquim	Coletora	420	8,0	4,5	-	2,5	1	2	2,8	Não	44	20	36	-
Rua São Joaquim 2	Coletora	260	8,0	4,0	-	2,5	1	2	2,8	Não	46	21	33	-
Rua São Paulo	Coletora	105	7,0	4,0	-	2,5	1	2	2,3	Não	41	23	36	-
Rua Siqueira Campos	Coletora	390	8,5	5,0	-	2,5	1	2	3,0	Não	44	19	37	-
Rua Taguá	Coletora	225	7,5	5,5	-	4,5	2	1	3,0	Não	23	35	42	-
Rua Taguá 2	Coletora	240	7,5	5,5	-	2,5	2	2	2,5	Não	38	19	42	-
Rua Tamandaré	Coletora	1230	11,0	4,0	-	4,5	2	2	3,3	Não	43	30	27	-
Rua Urano	Coletora	230	11,0	5,0	-	4,5	1	2	3,3	Não	41	28	31	-
Avenida Armando Ferretini	Local	50	9,0	5,0	-	4,5	2	2	2,3	Não	32	32	36	-
Praça Santo Agostinho	Local	165	18,0	6,0	-	9,0	1	2	4,5	Não	38	38	25	-
Rua André Gouveia	Local	280	5,0	1,5	-	-	2	1	5,0	Não	77	-	23	-
Rua Barão de Ijuí	Local	465	9,0	4,0	-	4,5	1	2	2,3	Não	35	35	31	-
Rua Condessa de São Joaquim	Local	150	11,0	5,0	-	-	2	4	2,8	Não	69	-	31	-
Rua Dr. Félix	Local	215	7,0	4,0	-	2,5	1	2	2,3	Não	41	23	36	-
Rua Dr. Jambeiro Costa	Local	100	5,0	3,0	-	2,5	2	1	2,5	Não	31	31	38	-
Rua Gualachos	Local	260	5,5	3,0	-	2,5	1	1	3,0	Não	35	29	35	-
Rua Itatins	Local	120	5,5	3,0	-	2,5	1	1	3,0	Não	35	29	35	-
Rua José Ferreira Rocha	Local	235	5,0	5,0	-	2,5	2	1	2,5	Não	25	25	50	-
Rua Largo da Pólvora	Local	70	4,5	2,0	-	-	1	1	4,5	Não	69	-	31	-
Rua Mituto Mizumoto	Local	375	9,0	4,0	-	4,5	1	2	2,3	Não	35	35	31	-
Rua Pedroso	Local	130	20,0	5,0	-	-	2	5	4,0	Não	80	-	20	-
Rua Pirapitingui	Local	235	10,0	4,5	-	4,5	2	2	2,8	Não	38	31	31	-
Rua Rodrigo Cláudio	Local	440	11,0	5,5	-	4,5	2	2	3,3	Não	39	27	33	-
Rua Santana do Paraíso	Local	60	8,0	3,0	-	4,5	2	1	3,5	Não	32	41	27	-
Rua Thomaz gonzaga	Local	165	7,5	5,0	-	4,5	1	1	3,0	Não	24	36	40	-
Travessa Calado	Local	100	5,0	3,0	-	2,5	2	1	2,5	Não	31	31	38	-
Travessa Carneiro	Local	75	5,5	3,5	-	2,5	1	1	3,0	Não	33	28	39	-
Travessa Padre Mariano de La Mata	Local	135	5,0	2,0	-	-	1	1	5,0	Não	71	-	29	-
Resultado geral		17570									54,8	16,4	27,5	1,5

Fonte: Elaborado pela autora.

Dentre as 44 vias, foram selecionadas oito vias para a elaboração dos cenários projetuais, sendo uma VTR (Avenida 23 de Maio), uma via arterial (Rua Vergueiro), três vias coletoras (Rua da Glória, Rua Conselheiro Furtado e Rua Apeninos) e três vias locais (Rua Mituto Mizumoto, Rua Rodrigo Cláudio e Rua Pirapitingui).

A Figura 75 ilustra a classificação das vias, a demarcação de ciclovia, os corredores de ônibus e as estações de metrô contidas na área foco, bem como sinaliza as oito vias selecionadas.

Figura 75 – Classificação das vias, demarcação de ciclovias e estações de metrô



Fonte: Modificado pela autora com base em mapa digital da cidade de São Paulo. Disponível em: <http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br>. Acesso em: 12 mai. 2019.

Estas vias foram selecionadas devido às suas características, que possuem representatividade para o redesenho urbano, como quanto à vegetação urbana, aos percursos de pedestres, à presença de estacionamento na rua, à quantidade de vias, à proximidade com o sistema de transporte coletivo, bem como com o transporte cicloviário. Além disso, as propostas apresentadas para as vias selecionadas podem ser aplicadas nas demais vias com perfil semelhante, dentro da mesma classificação viária.

5.3.2 Área foco: proposições visando o redesenho urbano nos cenários projetuais

Esta pesquisa buscou estar em consonância com os principais planos da administração municipal para a cidade de São Paulo, como os relacionados às ciclovias (SÃO PAULO, 2019b) e ao sistema metroferroviário (SÃO PAULO, 2013). Neste último caso, foi considerado, na área foco, o funcionamento da linha 6 – Laranja e a sua integração com a linha 1 – Azul, mais especificamente na estação São Joaquim.

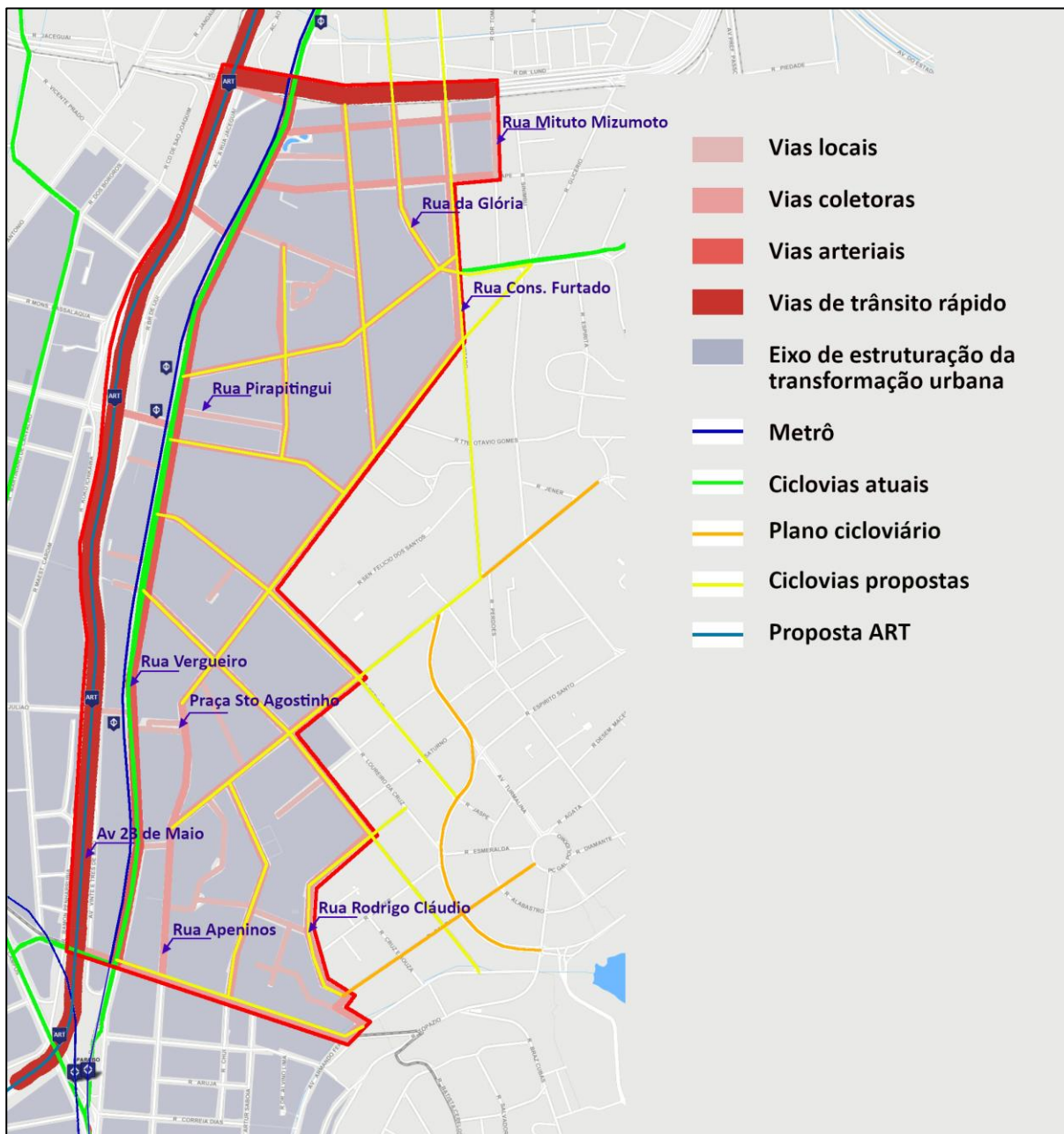
De acordo com a Tabela 7, tem-se que é possível reduzir 16,4% da área de estacionamento na via e, além disso, também é possível alterar o uso de 5,4% da infraestrutura viária proveniente da largura das faixas de circulação de veículos.

Considerando-se a somatória da porcentagem de redução da área de estacionamento na via com a porcentagem de redução da largura das faixas de circulação de veículos, tem-se que o potencial total de liberação da área destinada à infraestrutura viária, para outros usos, é de 21,8%. Este valor está coerente com o intervalo estimado de alteração nos cenários projetuais, que é entre 15% e 25%, de acordo com a Tabela 5.

Com a eliminação da área de estacionamento na via e da redução da largura das faixas de circulação de veículos, as 44 vias contidas na área foco seriam beneficiadas, tendo como resultado o aumento de 14,7% da área de pedestres e de 6,8% da área de ciclovias.

A Figura 76 ilustra a proposta para a área foco, contemplando: as vias com a introdução de ciclovias complementares às do plano cicloviário (SÃO PAULO, 2019b); a nova estação do metrô, São Joaquim da linha 6 - Laranja, prevista no plano de atualização da rede metropolitana de alta e média capacidade de transporte (SÃO PAULO, 2013); a proposição de ART no canteiro central da Avenida 23 de Maio.

Figura 76 – Classificação das vias, demarcação de ciclovias, ART e estações de metrô



Fonte: Modificado pela autora com base em mapa digital da cidade de São Paulo. Disponível em: <http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br>. Acesso em: 12 mai. 2019.

A Figura 77 ilustra a situação atual e a proposição, com a estação São Joaquim, da linha 6 - Laranja. Vale ressaltar que, para as figuras a seguir, foi adotada a cor vermelha para representar os elementos removidos ou os espaços com uso modificado.

Figura 77 – Proposta de desenho urbano com a estação São Joaquim – Linha 6



Fonte: Elaborado pela autora.

Para as oito vias selecionadas propõe-se a conversão da área liberada de infraestrutura viária para outros usos, sendo que as propostas de desenho urbano⁶⁰ priorizam os pedestres, os ciclistas, o transporte coletivo, o veículo sem motorista compartilhado e, por último, o veículo convencional que tem o seu tráfego liberado somente na Avenida 23 de Maio.

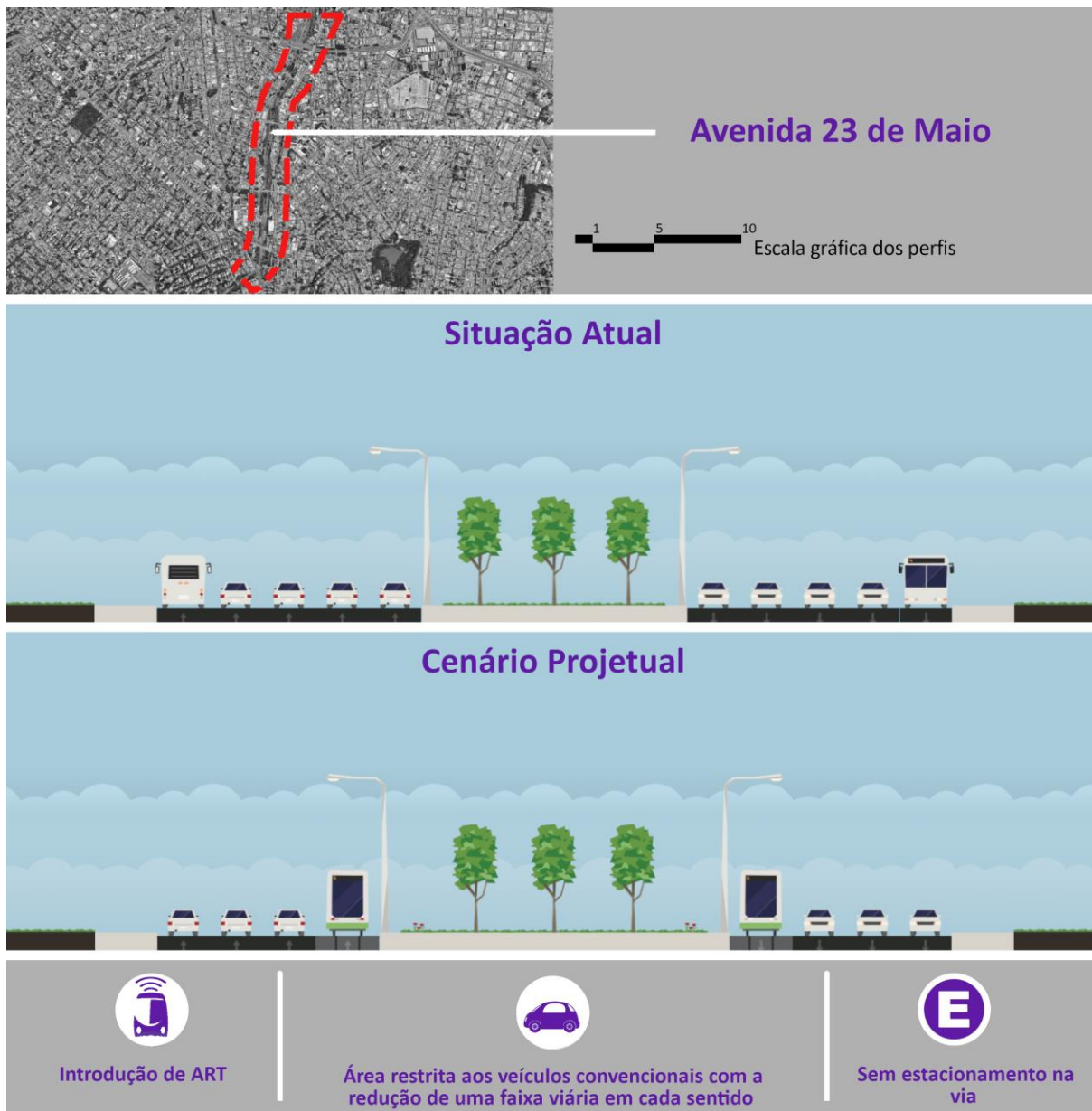
Vale ressaltar que as propostas de desenho urbano das oito vias selecionadas, detalhadas a seguir, podem ser aplicadas nas demais vias da área foco que possuem perfil semelhante, dentro da mesma classificação viária.

⁶⁰ Para a elaboração das propostas dos perfis, foi utilizado o software *Streetmix*. Disponível em: <https://streetmix.net/>. Acesso em: 23 jun. 2019.

VTR – Avenida 23 de Maio

A proposta abrange a inclusão de ART, em substituição às faixas de ônibus existentes. Buscou-se integrar o ART com as estações de metrô atuais das linhas 1 – Azul e 5 – Lilás, e com as estações futuras das linhas 6 – Laranja e 17 – Ouro. A Figura 78 ilustra a situação atual e o cenário projetual da Avenida 23 de Maio.

Figura 78 – Situação atual e cenário projetual da Avenida 23 de Maio



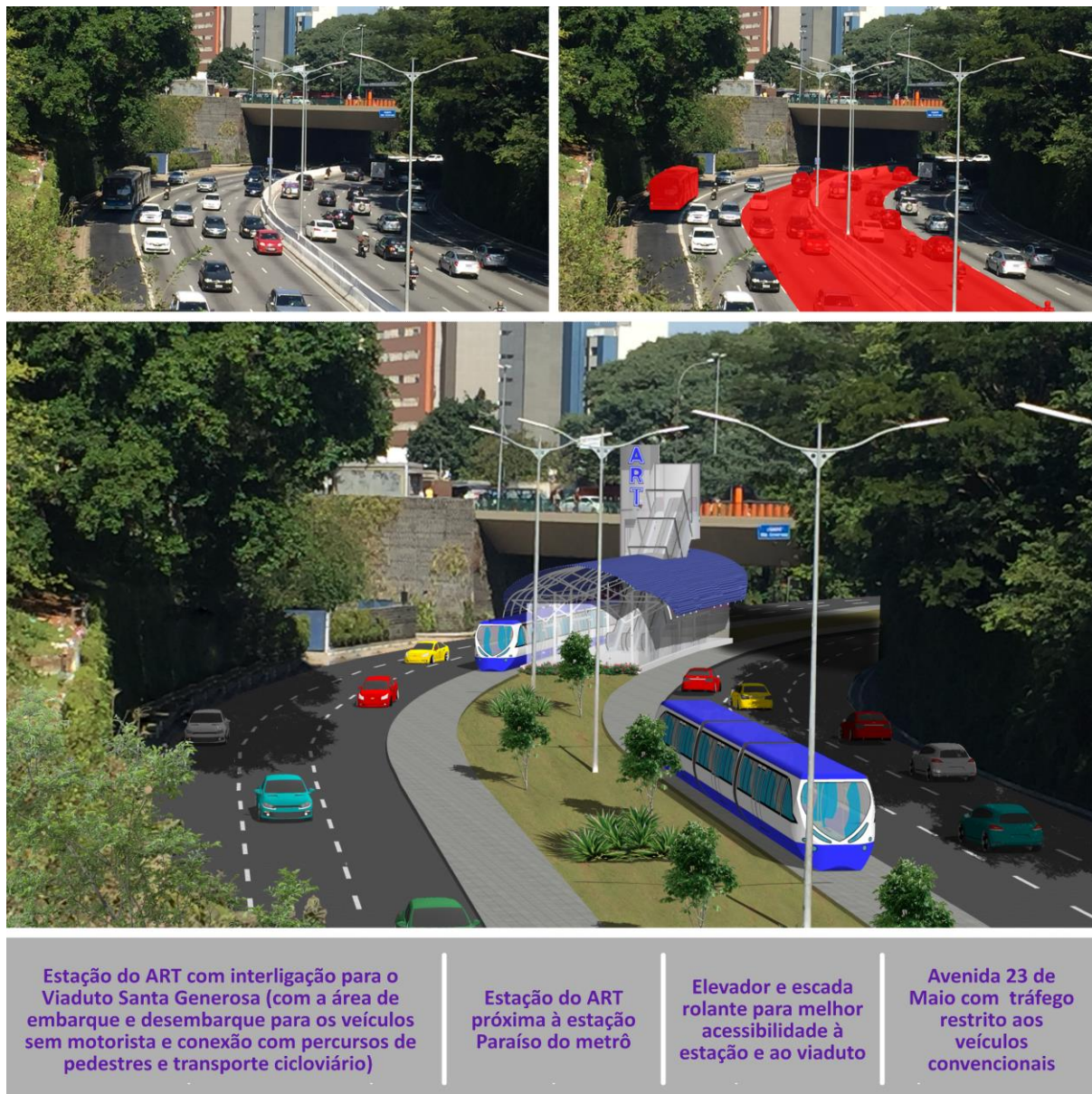
Fonte: Elaborado pela autora.

Para a área foco, o trajeto do ART visa integrar o corredor norte-sul⁶¹ da cidade com alguns viadutos existentes, priorizando os que já possuem estações de metrô e os que

⁶¹ Mais especificamente da Avenida Tiradentes até o Aeroporto de Congonhas.

possuem projetos de estações em suas proximidades. A proposta, conforme ilustrado na Figura 79, contempla a ampliação do canteiro central e possibilita a integração das estações de ART com os viadutos; sendo estas estações dotadas de elevadores, escadas rolantes e iluminação adequada para as pessoas.

Figura 79 – Proposta de desenho urbano da Avenida 23 de Maio



Fonte: Elaborado pela autora.

Além da inclusão do ART, a proposta ilustrada na Figura 80, para a Avenida 23 de Maio, é a de mantê-la para o tráfego exclusivo de veículos convencionais, por ser uma importante via expressa que atravessa a região da intervenção. Porém, visando oferecer outras opções de deslocamento para se completar o trajeto, foi proposta a localização de *hubs* de

estacionamento estrategicamente posicionados ⁶² para fomentar a integração modal, possibilitando a migração dos veículos convencionais para outros modos, como o veículo sem motorista compartilhado, o transporte coletivo, o deslocamento a pé e de bicicleta.

Figura 80 – Proposta de desenho urbano da Avenida 23 de Maio



Fonte: Elaborado pela autora.

Devido ao oferecimento de outras opções de deslocamento, e também pela Avenida 23 de Maio ser a única via permitida para o tráfego de veículos convencionais da área de intervenção - uma vez que as demais vias da área foco não o permitem - tem-se, com isso,

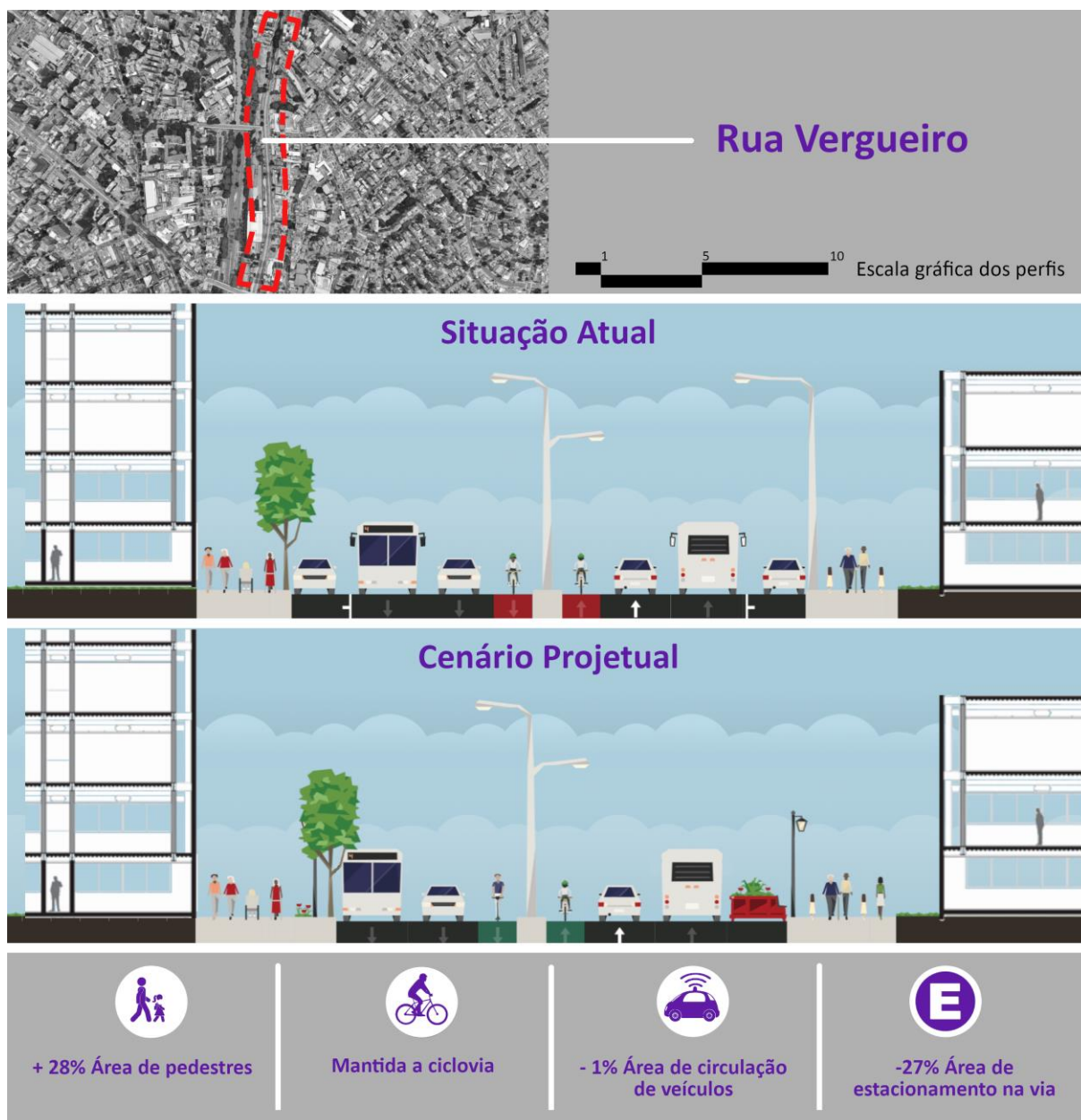
⁶² A localização dos *hubs* está ilustrada na Figura 101.

que o tráfego da Avenida 23 de Maio tende a ser reduzido, possibilitando a eliminação de uma faixa viária em cada sentido.

Via arterial – Rua Vergueiro

A Figura 81 ilustra a situação atual e o cenário projetual da Rua Vergueiro, que possui fluxo intenso de pessoas, devido ao Centro Cultural São Paulo, às faculdades e aos hospitais.

Figura 81 – Situação atual e cenário projetual da Rua Vergueiro

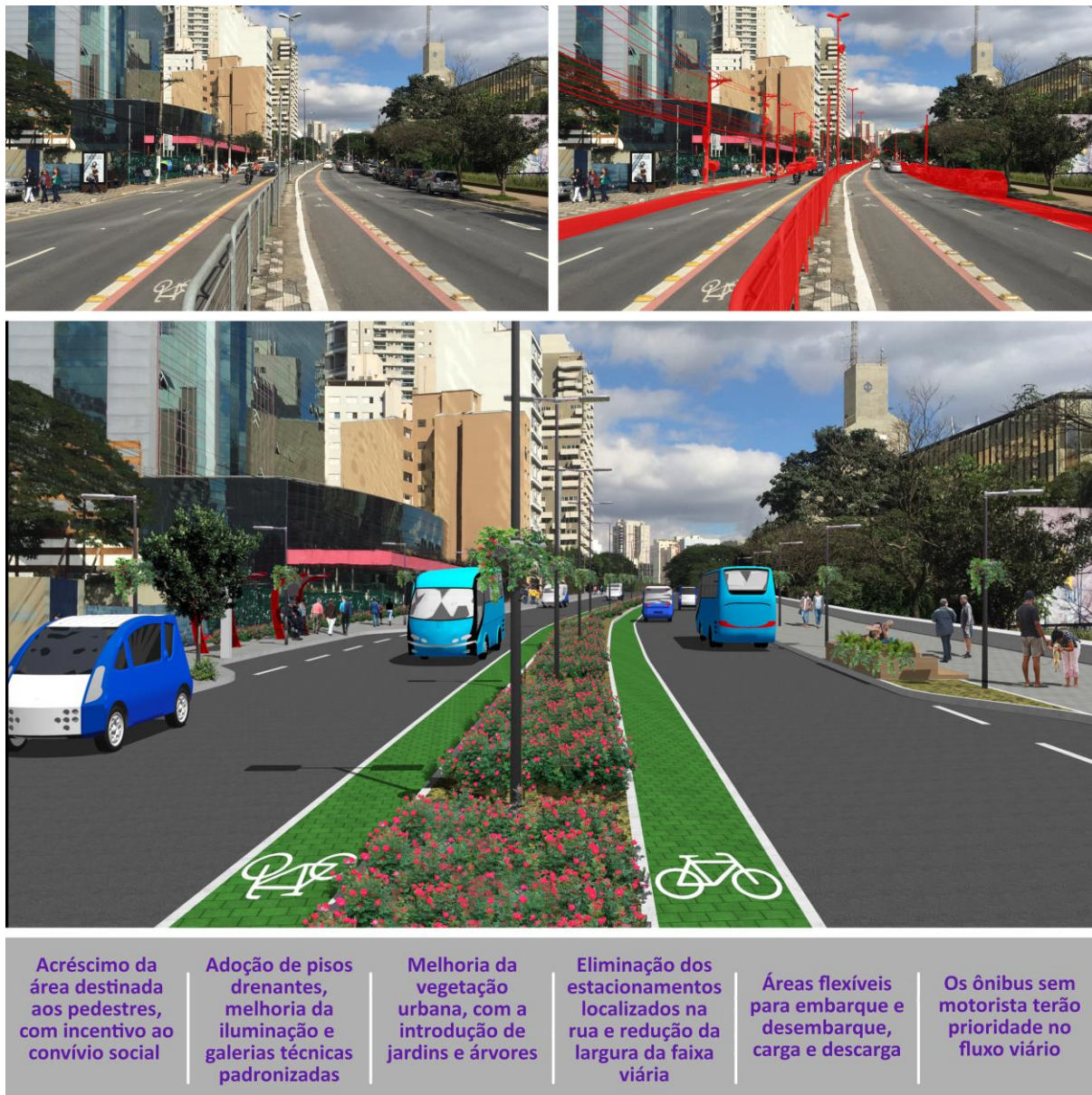


Fonte: Elaborado pela autora.

A proposta inclui a supressão dos estacionamentos na via, o que possibilitou o acréscimo de área para o percurso de pedestre, a inclusão de parklets e de pontos de

embarque e desembarque⁶³ para os veículos sem motorista. A ciclovia⁶⁴ foi mantida, bem como a circulação de ônibus nos dois sentidos da via, conforme ilustrado na Figura 82.

Figura 82 – Proposta de desenho urbano da Rua Vergueiro



Fonte: Elaborado pela autora.

⁶³ Embora as proposições sejam esquemáticas, os cenários projetuais consideraram, para os pontos de embarque e desembarque, 10m de extensão a cada 100m de via, devendo variar de acordo com a demanda de cada local.

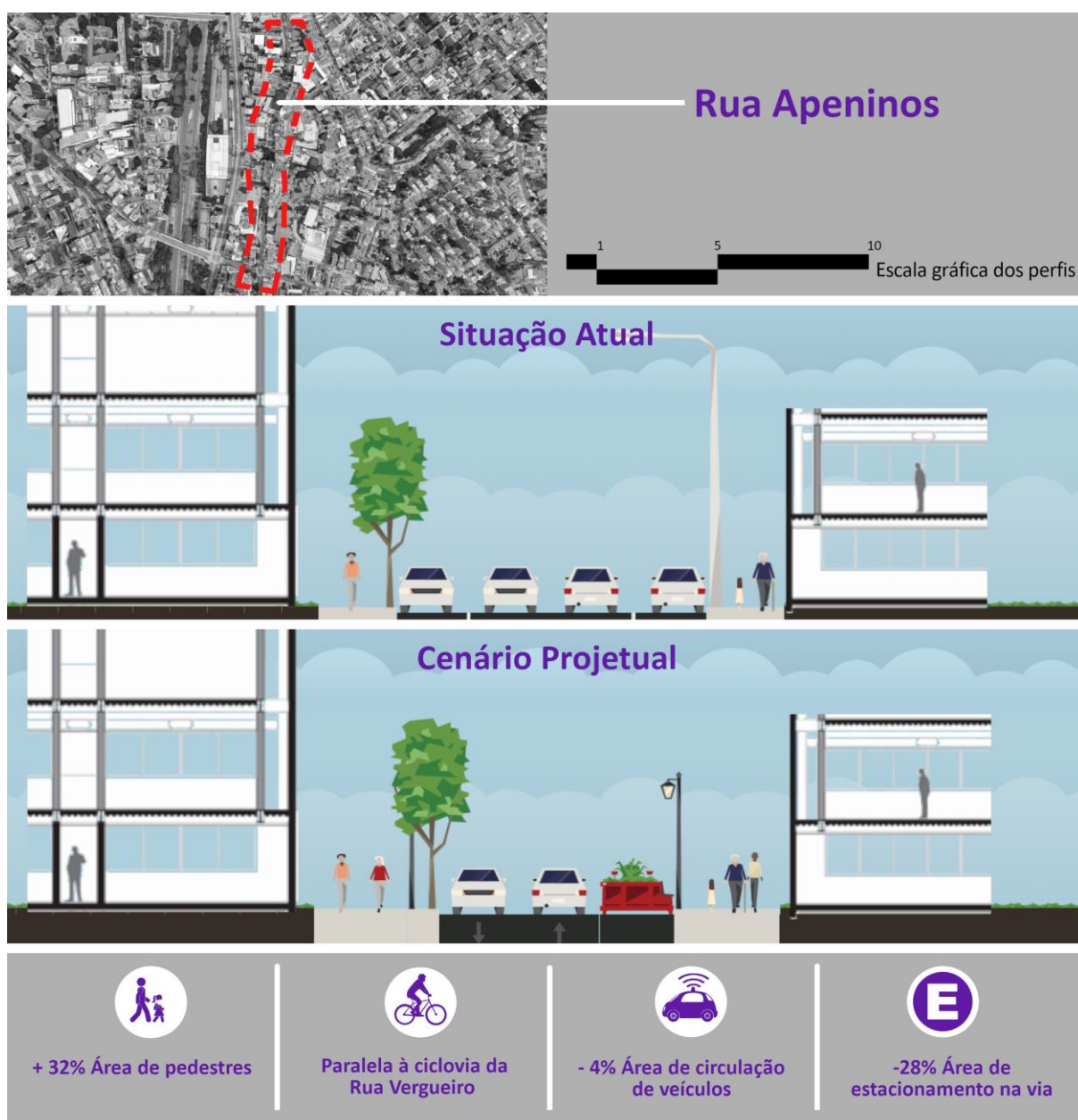
⁶⁴ A ciclovia da Rua Vergueiro é considerada estrutural pelo Plano cicloviário do município de São Paulo (SÃO PAULO, 2019b).

Via coletora – Rua Apeninos

Propõe-se a eliminação dos estacionamentos na via, o que possibilita o acréscimo de área para o percurso de pedestre, a inclusão de espaço para parklets e de pontos de embarque e desembarque para os veículos sem motorista. Não houve a adoção de ciclovia nesta via, a qual é paralela à Rua Vergueiro, que já possui ciclovia.

A Figura 83 ilustra a situação atual e o cenário projetual da Rua Apeninos.

Figura 83 – Situação atual e cenário projetual da Rua Apeninos



Fonte: Elaborado pela autora.

O acréscimo da área destinada aos pedestres foi a alteração mais significativa na Rua Apeninos, o que possibilita o convívio social e o uso mais intenso do local, principalmente devido à introdução de fachadas ativas, com acesso direto e abertura para a rua, conforme ilustrado na Figura 84.

Figura 84 – Proposta de desenho urbano da Rua Apeninos



Acréscimo da área destinada aos pedestres, com incentivo ao convívio social

Pisos drenantes, iluminação voltada às pessoas e galerias técnicas padronizadas

Melhoria da vegetação urbana com a introdução de jardins e novas árvores

Eliminação dos estacionamentos localizados na rua e redução da largura da faixa viária

Áreas flexíveis para embarque e desembarque, carga e descarga, quiosques temporários

Sentido da via pode ser alterado de acordo com a demanda

Fonte: Elaborado pela autora.

Praça Santo Agostinho

Está situada de forma adjacente à Rua Apeninos e, atualmente, é utilizada para o estacionamento de veículos, não possuindo atratividade para a permanência das pessoas. Aplicando-se a mesma proposta da Rua Apeninos, propõe-se a eliminação do estacionamento na via, visando priorizar o uso do espaço pelas pessoas. A Figura 85 ilustra a proposta de desenho urbano para a Praça Santo Agostinho, na qual foi permitido o acesso de veículos somente aos residentes, aos veículos de carga e descarga e aos veículos de emergência.

Figura 85 – Proposta de desenho urbano da Praça Santo Agostinho.

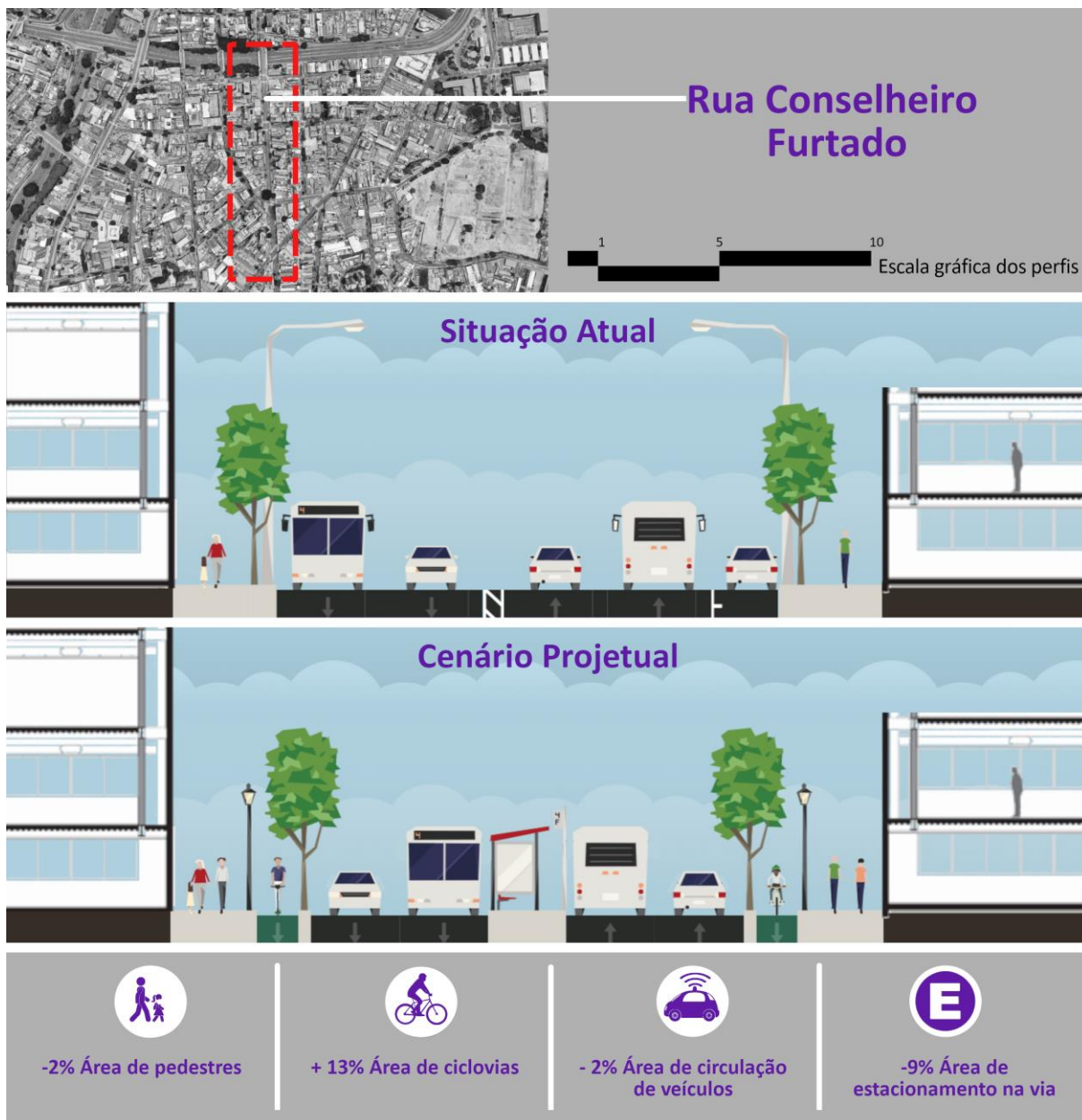


Fonte: Elaborado pela autora.

Via coletora – Rua Conselheiro Furtado

Propõe-se a eliminação dos estacionamentos na via, o que possibilita a introdução de ciclovia e de pontos de embarque e desembarque para os veículos sem motorista. Foi mantida a circulação de ônibus – sem motorista - nos dois sentidos, com ponto de parada no canteiro central, e não houve alteração significativa na área destinada ao percurso de pedestres, pois a Rua Conselheiro Furtado já possui calçadas amplas, conforme ilustrado na Figura 86.

Figura 86 – Situação atual e cenário projetual da Rua Conselheiro Furtado



Fonte: Elaborado pela autora.

O acréscimo da ciclovia foi a alteração mais significativa na Rua Conselheiro Furtado. Nesta rua optou-se por adotar o mesmo padrão de iluminação utilizado nas principais ruas do distrito da Liberdade, uma vez que possui comércio e restaurantes com características da cultura oriental. A Figura 87 ilustra a proposta de desenho urbano da Rua Conselheiro Furtado.

Figura 87 - Proposta de desenho urbano da Rua Conselheiro Furtado

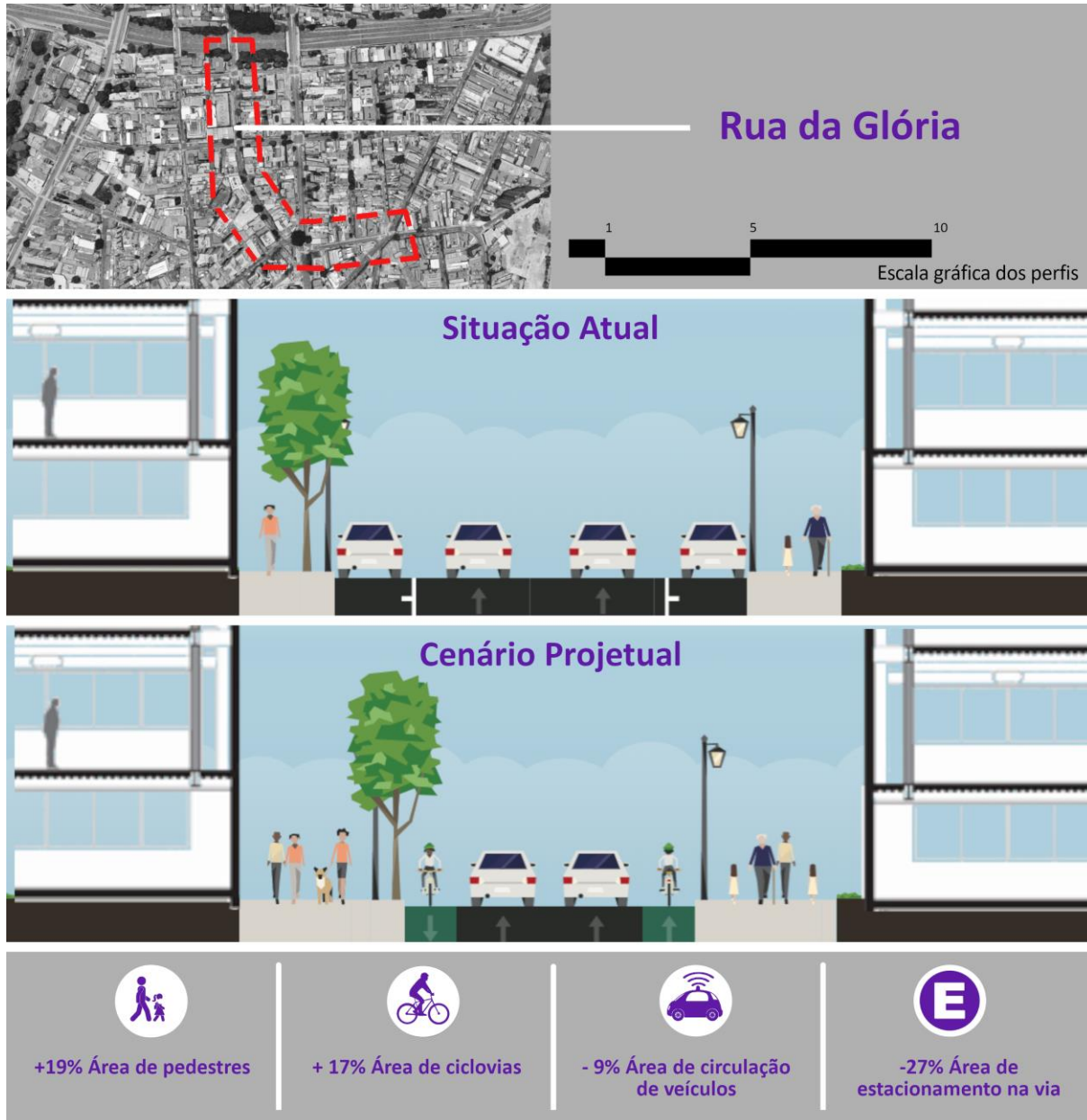


Fonte: Elaborado pela autora.

Via coletora – Rua da Glória

Propõe-se a eliminação dos estacionamentos na via, sendo que o espaço liberado possibilitou a conversão em outros usos, como calçadas mais amplas e a conexão da ciclovia atualmente existente com a ciclovia proposta. A Figura 88 ilustra a situação atual e o cenário projetual da Rua da Glória.

Figura 88 – Situação atual e cenário projetual da Rua da Glória

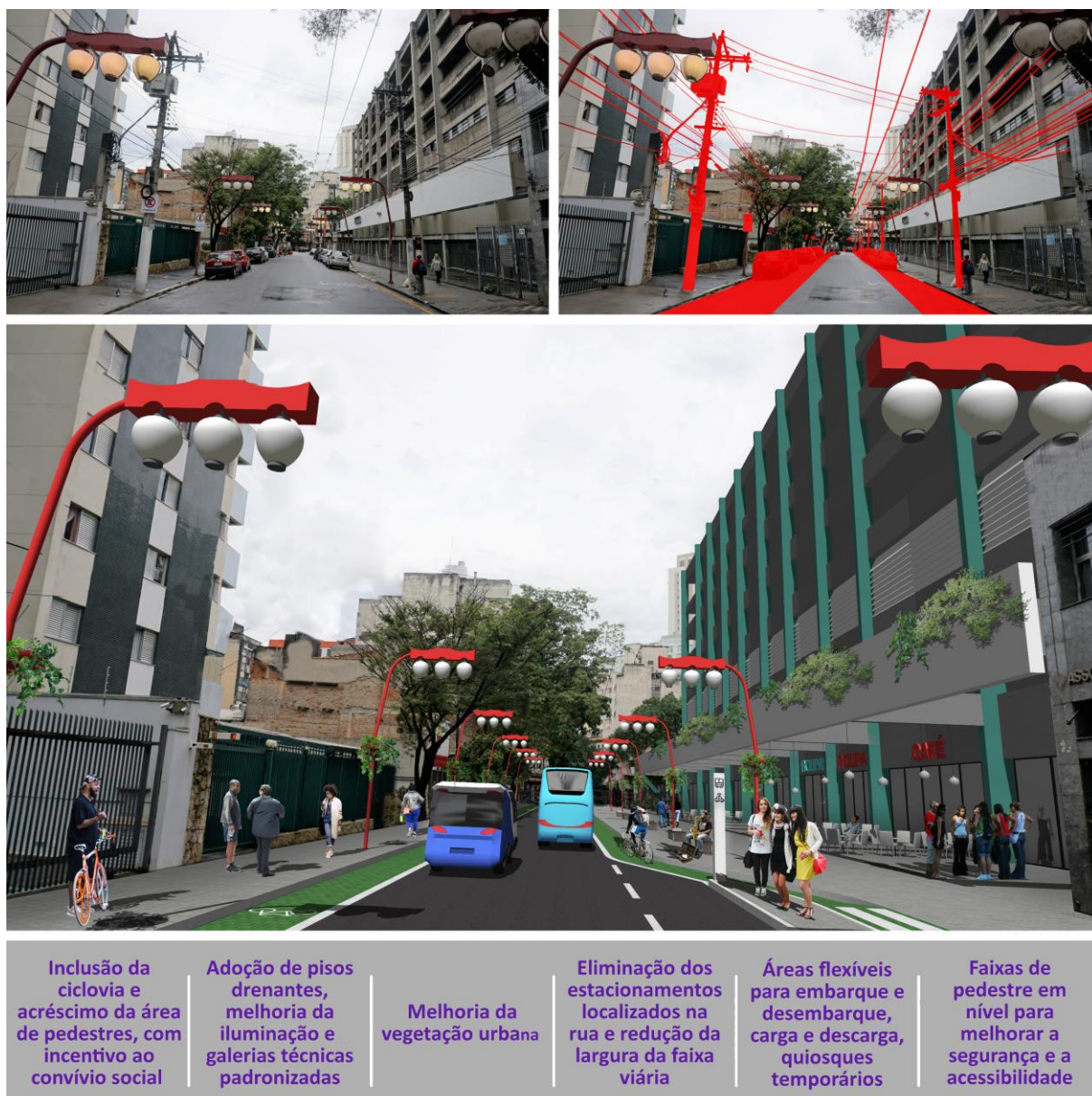


Fonte: Elaborado pela autora.

O acréscimo da ciclovia e a ampliação do percurso destinado aos pedestres foram as alterações mais significativas propostas para a Rua da Glória. Também se propõe a inclusão de fachada ativa, o que possibilita uma maior convivência social e o uso mais intenso do local.

A Figura 89 ilustra a proposta de desenho urbano para a Rua da Glória, onde é possível observar que será mantida a iluminação com padrão oriental e que a fiação deixará de ser exposta, em virtude da adoção de galerias técnicas padronizadas. Estas galerias receberão os cabamentos, atualmente expostos, visando facilitar a manutenção dos mesmos e preservar as características dos pisos. Estas propostas – eliminação da fiação exposta e adoção de galerias técnicas padronizadas - foram aplicadas em todas as ruas da área de intervenção.

Figura 89 - Proposta de desenho urbano da Rua da Glória



Fonte: Elaborado pela autora.

Como a região é turística, além de possuir muitos pontos de comércio e de serviços, sendo um polo atrativo de pessoas e mercadorias, optou-se por adotar um *hub* de estacionamento nesta área.

Durante os levantamentos, foi observada a existência de um edifício-garagem subutilizado na Rua da Glória, o qual foi transformado em *hub* para o estacionamento de veículos sem motorista, com local de embarque e desembarque, carregamento para os veículos e patinetes elétricos, serviços de manutenção e bicicletários. Vale ressaltar que o *hub* também pode ser utilizado como centro logístico de cargas para o comércio existente na região. A Figura 90 ilustra a proposta de desenho urbano para o *hub* da Rua da Glória.

Figura 90 - Proposta de desenho urbano para o *hub* da Rua da Glória

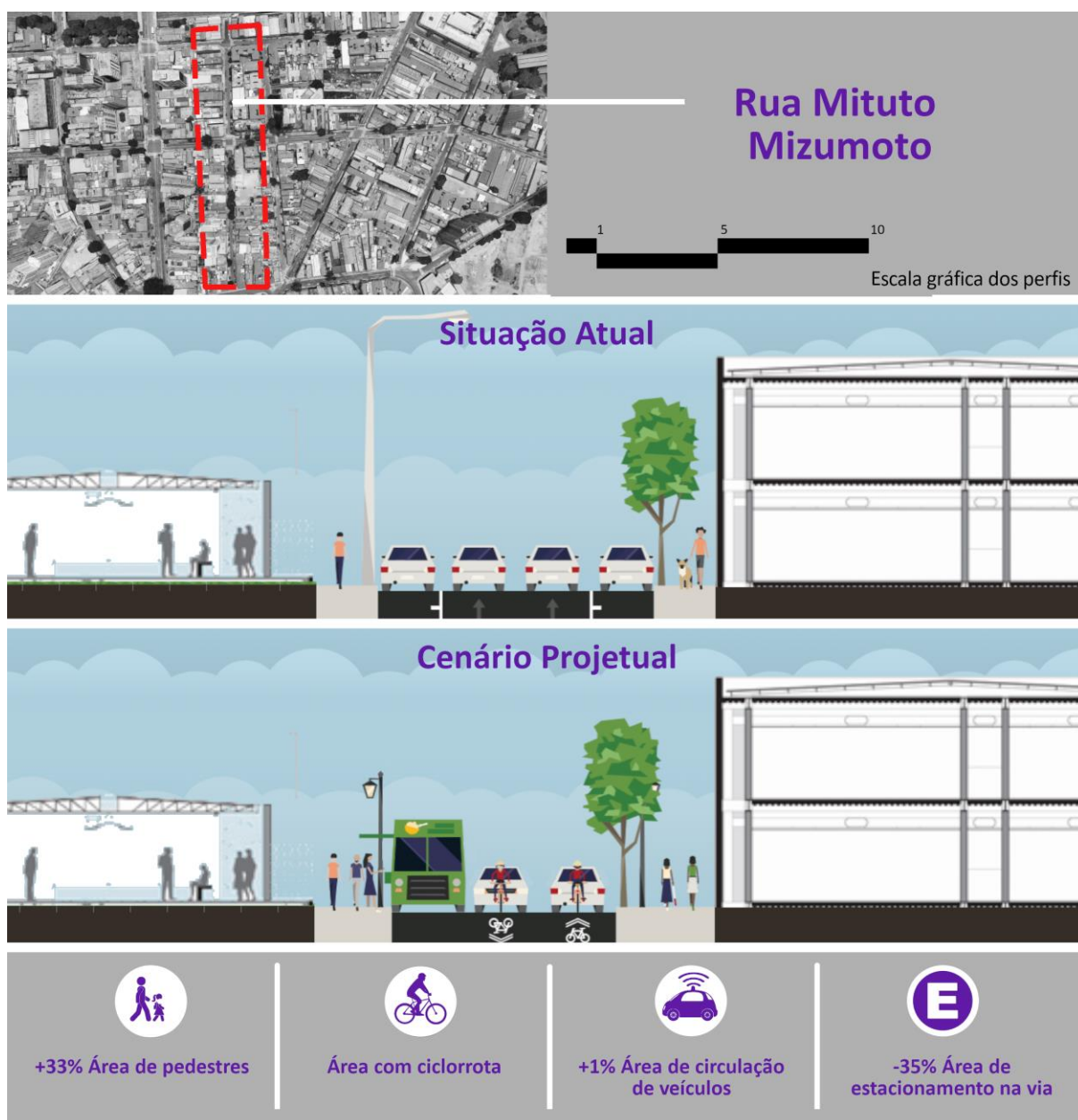


Fonte: Elaborado pela autora.

Via local – Rua Mituto Mizumoto

Propõe-se a eliminação dos estacionamentos na via, sendo que o espaço liberado possibilitou a conversão em outros usos, como a ampliação dos percursos para os pedestres e a introdução de ciclorrota. O espaço anteriormente destinado ao estacionamento de veículos na via também se torna flexível e, dependendo do horário do dia, pode ser utilizado por quiosques/*food trucks*, bem como para carga e descarga de mercadorias e para o embarque e desembarque, conforme ilustrado na Figura 91.

Figura 91 – Situação atual e cenário projetual da Rua Mituto Mizumoto



Fonte: Elaborado pela autora.

Pela Rua Mituto Mizumoto ser uma via local, com velocidade reduzida, optou-se pelo compartilhamento da via entre os veículos sem motorista e as bicicletas. A Figura 92 ilustra a proposta de desenho urbano nesta rua, com a introdução de ciclorrota, parklet e paraciclos.

Figura 92 - Proposta de desenho urbano da Rua Mituto Mizumoto



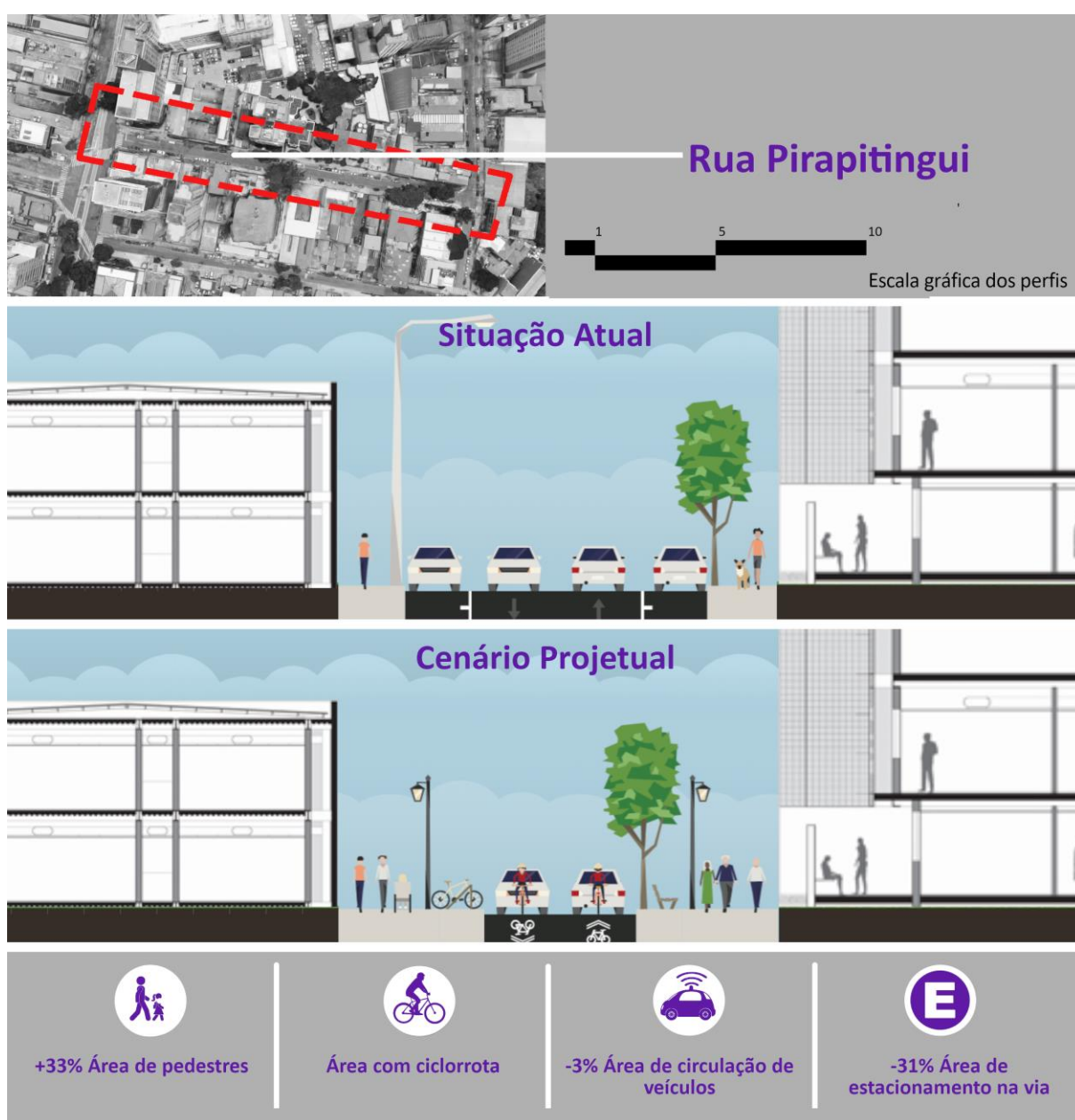
Fonte: Elaborado pela autora.

Via local – Rua Pirapitingui

Esta rua abriga o edifício tombado Casarão Ramos de Azevedo, que possui importância histórico-cultural para a cidade, por ter sido residência do arquiteto Ramos de Azevedo e sua família. Atualmente o casarão é ocupado por uma editora que permite visitação.

A presença do casarão tombado remete à contemplação do ambiente; as fachadas interessantes e espaços para caminhar representam oportunidades para vivenciar o espaço urbano (GEHL, 2013), que vai ao encontro da proposta de ampliação dos percursos para os pedestres, conforme ilustrado na Figura 93.

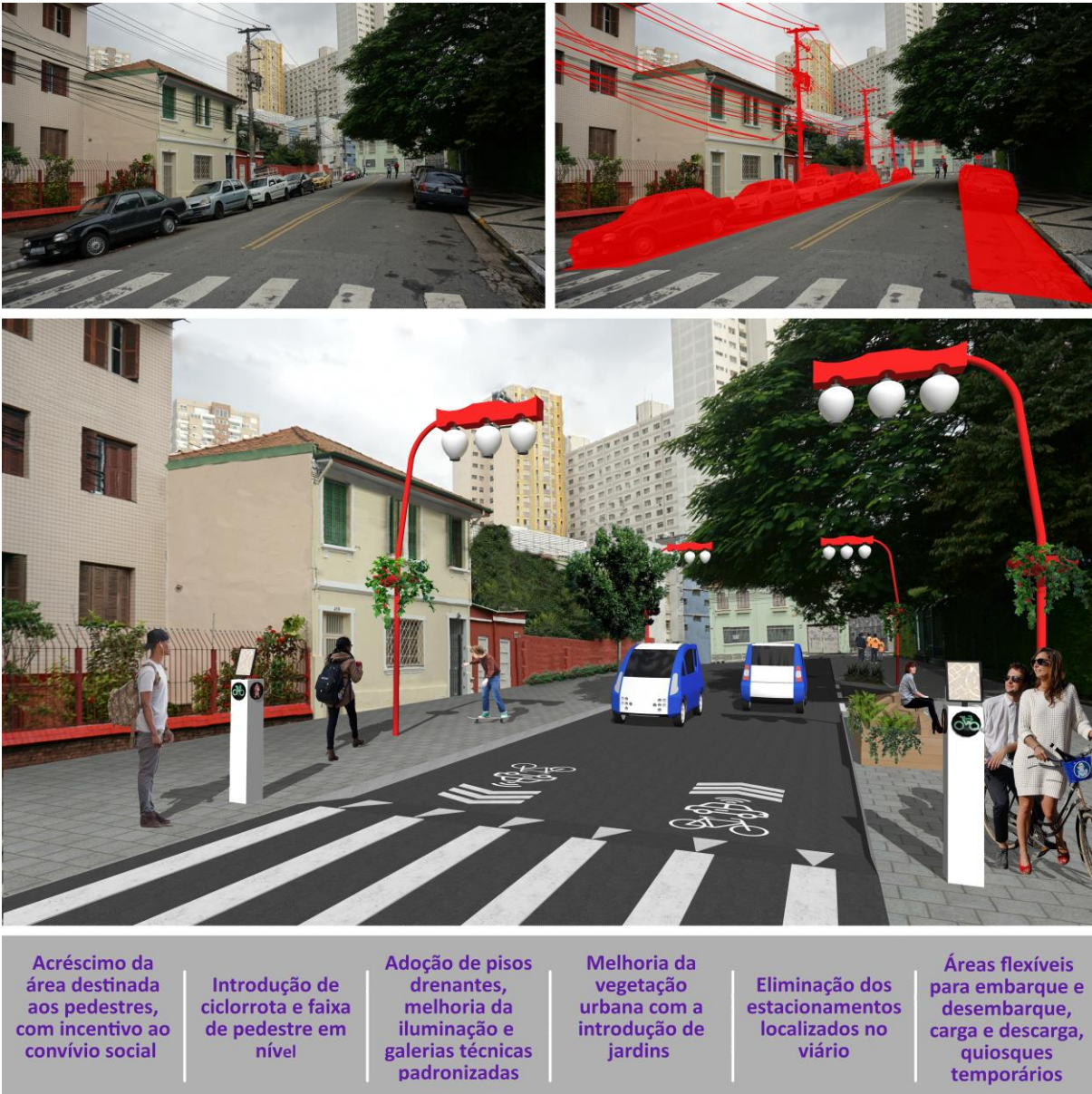
Figura 93 – Situação atual e cenário projetual da Rua Pirapitingui



Fonte: Elaborado pela autora.

Com os veículos sem motorista, propõe-se que os sinais de trânsito sejam direcionados aos pedestres e aos ciclistas, sendo que estes sinais serão dotados de sinais sonoros para pessoas com deficiência visual. Além disso, a proposta adotou faixas de pedestre em nível, bem como dispositivos interativos de localização de ruas e de demais pontos de interesse, conforme ilustrado na Figura 94.

Figura 94 - Proposta de desenho urbano da Rua Pirapitingui

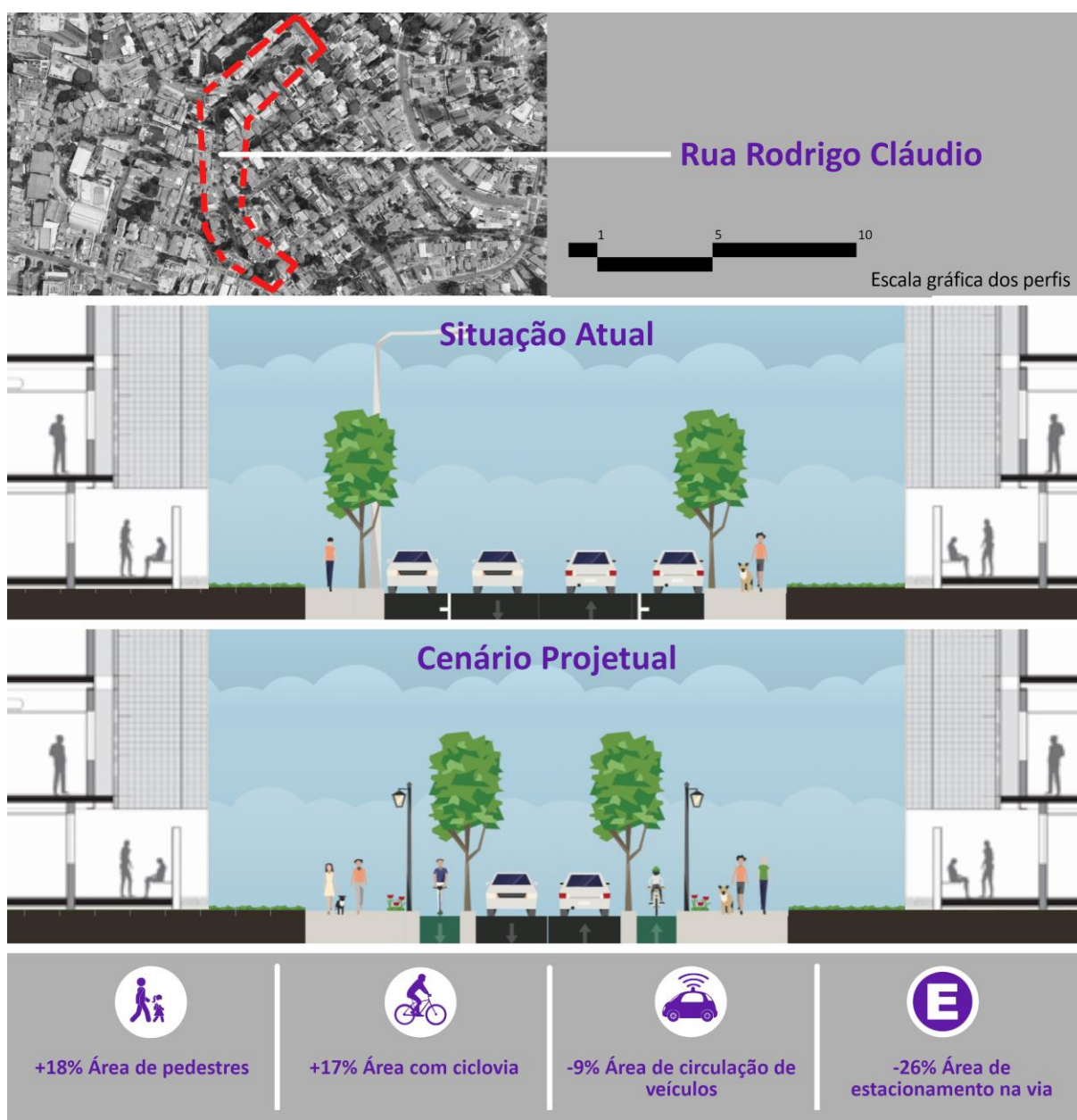


Fonte: Elaborado pela autora.

Via local – Rua Rodrigo Cláudio

Diferentemente da Rua Mituto Mizumoto e da Rua Pirapitingui, as quais foram propostas ciclorrotas, a Rua Rodrigo Cláudio apresenta uma extensão maior que à das ruas citadas, o que permite a introdução de ciclovia, a qual pode se conectar com as demais ciclovias propostas na Rua Safira e na Rua Castro Alves. A Figura 95 ilustra a proposta para a Rua Rodrigo Cláudio.

Figura 95 – Situação atual e cenário projetual da Rua Rodrigo Cláudio



Fonte: Elaborado pela autora.

Na Rua Rodrigo Cláudio, por esta ser mais residencial, optou-se por priorizar a segurança, em espaços que fomentem o convívio social e o lazer, com a melhoria da vegetação urbana e a introdução de jardins, conforme ilustrado na Figura 96.

Figura 96 - Proposta de desenho urbano da Rua Rodrigo Cláudio



Fonte: Elaborado pela autora.

Além da análise realizada para as oito vias selecionadas⁶⁵, a Tabela 7 contém os dados atuais das 44 vias contidas na área foco que podem ser comparados com os dados das propostas testadas nas oito vias, sendo que estas propostas de desenho urbano foram aplicadas nas vias que possuem perfil semelhante, dentro da mesma classificação viária.

⁶⁵ Vale ressaltar que as oito vias selecionadas estão em destaque na Tabela 7.

Tabela 7 – Detalhamento viário no cenário projetual da área foco

Via	Classificação viária	Comprimento da via (m)	Largura da via (m)	Situação atual				Cenário projetual									
				Largura da calçada (m)	Largura da faixa de circulação (m)	% da área de circulação de veículos	% da área de estacionamento na via	% da área de calçada	% da área de ciclovia	Largura da calçada (m)	Largura proposta da faixa de circulação (m)	% da área de circulação de veículos	% da área flexível	% da área de calçada	% da área de ciclovia		
Avenida 23 de Maio	VTR	1950	30,0	7,0	3,0	81	-	19	-	11,0	2,6	70	1	29	-		
Complexo Viário Evaristo Comolatti	VTR	600	38,5	4,0	3,9	91	-	9	-	7,5	3,5	82	0	17	-		
Avenida da Liberdade	Arterial	650	15,0	8,0	3,8	58	-	31	11	9,0	3,5	54	1	34	11		
Rua Vergueiro	Arterial	1200	21,0	8,0	3,0	38	30	24	9	17,0	3,0	38	1	53	9		
Praça Almeida Junior	Coletora	110	8,0	6,0	2,8	39	18	43	-	8,5	2,8	39	2	59	-		
Rua Américo de Campos	Coletora	240	5,5	3,0	2,8	65	-	35	-	3,5	2,5	59	2	39	-		
Rua Apeninos	Coletora	340	10,0	5,0	2,8	37	30	33	-	10,0	2,5	33	1	65	-		
Rua Apeninos 2	Coletora	275	10,0	5,0	2,8	37	30	33	-	7,2	2,5	33	1	47	19		
Rua Barão de Iguape	Coletora	300	7,5	6,0	2,5	56	-	44	-	6,0	2,5	56	2	43	-		
Rua Barão de Iguape 2	Coletora	220	10,0	5,0	3,8	50	17	33	-	5,2	3,5	47	1	33	19		
Rua Castro Alves	Coletora	720	10,0	4,0	2,8	39	32	29	-	6,2	2,5	36	2	43	20		
Rua Conselheiro Furtado	Coletora	510	17,0	7,0	3,6	60	10	29	-	6,8	3,5	58	1	27	13		
Rua da Glória	Coletora	590	11,0	5,0	3,3	41	28	31	-	8,2	2,5	31	1	50	18		
Rua do Paraíso	Coletora	520	9,0	7,0	3,3	41	16	44	-	8,2	2,5	31	1	50	18		
Rua Dr. João Moraes	Coletora	65	9,0	5,5	3,0	62	-	38	-	7,0	2,5	52	1	47	-		
Rua Fagundes	Coletora	280	7,5	5,0	2,5	40	20	40	-	7,5	2,5	40	2	58	-		
Rua Galvão Bueno	Coletora	760	8,0	4,0	2,8	46	21	33	-	4,2	2,5	42	2	33	23		
Rua Nilo	Coletora	500	9,0	6,0	2,3	30	30	40	-	7,7	2,3	30	1	50	19		
Rua Pires da Mota	Coletora	525	9,0	5,5	3,3	45	17	38	-	6,7	2,5	34	1	45	19		
Rua Professor Antônio Prudente	Coletora	290	12,5	6,0	2,8	30	38	32	-	10,7	2,5	27	1	57	15		
Rua São Joaquim	Coletora	420	8,0	4,5	2,8	44	20	36	-	4,7	2,5	40	2	36	22		
Rua São Joaquim 2	Coletora	260	8,0	4,0	2,8	46	21	33	-	4,2	2,5	42	2	33	23		
Rua São Paulo	Coletora	105	7,0	4,0	2,3	41	23	36	-	6,5	2,3	41	2	57	-		
Rua Siqueira Campos	Coletora	390	8,5	5,0	3,0	44	19	37	-	5,7	2,5	37	2	41	21		
Rua Taguá	Coletora	225	7,5	5,5	3,0	23	35	42	-	7,7	2,5	19	2	58	22		
Rua Taguá 2	Coletora	240	7,5	5,5	2,5	38	19	42	-	8,0	2,5	38	2	60	-		
Rua Tamandaré	Coletora	1230	11,0	4,0	3,3	43	30	27	-	7,2	2,5	33	1	47	19		
Rua Urano	Coletora	230	11,0	5,0	3,3	41	28	31	-	8,2	2,5	31	1	50	18		
Avenida Armando Ferretini	Local	50	9,0	5,0	2,3	32	32	36	-	9,5	2,3	32	2	66	-		
Praça Santo Agostinho	Local	165	18,0	6,0	4,5	38	38	25	-	19,0	2,5	21	1	78	-		
Rua André Gouveia	Local	280	5,0	1,5	5,0	77	-	23	-	4,0	2,5	38	3	58	-		
Rua Barão de Ijuí	Local	465	9,0	4,0	2,3	35	35	31	-	8,5	2,3	35	2	64	-		
Rua Condessa de São Joaquim	Local	150	11,0	5,0	2,8	69	-	31	-	6,0	2,5	63	1	36	-		
Rua Dr. Félix	Local	215	7,0	4,0	2,3	41	23	36	-	6,5	2,3	41	2	57	-		
Rua Dr. Jambeiro Costa	Local	100	5,0	3,0	2,5	31	31	38	-	5,5	2,5	31	3	66	-		
Rua Gualachos	Local	260	5,5	3,0	3,0	35	29	35	-	6,0	2,5	29	2	68	-		
Rua Itatins	Local	120	5,5	3,0	3,0	35	29	35	-	6,0	2,5	29	2	68	-		
Rua José Ferreira Rocha	Local	235	5,0	5,0	2,5	25	25	50	-	7,5	2,5	25	2	73	-		
Rua Largo da Pólvora	Local	70	4,5	2,0	4,5	69	-	31	-	4,0	2,5	38	3	58	-		
Rua Mituto Mizumoto	Local	375	9,0	4,0	2,3	35	35	31	-	8,5	2,3	35	2	64	-		
Rua Pedroso	Local	130	20,0	5,0	4,0	80	-	20	-	12,5	2,5	50	1	49	-		
Rua Pirapitingui	Local	235	10,0	4,5	2,8	38	31	31	-	9,5	2,5	34	1	64	-		
Rua Rodrigo Cláudio	Local	440	11,0	5,5	3,3	39	27	33	-	8,7	2,5	30	1	51	17		
Rua Santana do Paraíso	Local	60	8,0	3,0	3,5	32	41	27	-	8,5	2,5	23	2	75	-		
Rua Thomaz gonzaga	Local	165	7,5	5,0	3,0	24	36	40	-	10,0	2,5	20	2	78	-		
Travessa Calado	Local	100	5,0	3,0	2,5	31	31	38	-	5,5	2,5	31	3	66	-		
Travessa Carneiro	Local	75	5,5	3,5	3,0	33	28	39	-	6,5	2,5	28	2	70	-		
Travessa Padre Mariano de La Mata	Local	135	5,0	2,0	5,0	71	-	29	-	4,5	2,5	36	3	61	-		
								54,8	16,4	27,5	1,5	Percentuais Projetuais		48,3	1,1	42,3	8,3
										Variáveis Finais		↓ -5,4	-	↑ 14,7	↑ 6,8		

Fonte: Elaborado pela autora.

Com base na Tabela 7, as propostas apresentadas resultam em um aumento de 14,7% na área de circulação de pedestres, ampliando a largura média das calçadas de 2,6m para 4,2m, representando um acréscimo de 61% na largura das calçadas.

Em relação às ciclovia, houve um aumento de 6,8% na área de ciclovia, representando um acréscimo de 2km para 10km na extensão de ciclovia, o que corresponde

a um acréscimo de 4 vezes na sua dimensão original. Além da introdução de 3,4km de ciclorrotas.

Estes resultados mostram-se relevantes, pois $\frac{2}{3}$ das vias coletoras receberam ciclovias e, nas vias locais, foram inseridas as ciclorrotas, de modo a possibilitar a circulação de forma segura para os ciclistas e para as pessoas que fazem uso de patinetes elétricos, uma vez que nas vias locais a velocidade é reduzida. Além disto, o aumento de 14,7% da área de pedestres proporciona percursos mais seguros e convidativos. Aliado aos percursos, as fachadas ativas fomentam a atratividade e a permanência nestas áreas, possibilitando o convívio social e a vitalidade dos espaços urbanos.

5.4 Área de referência: proposições para o sistema viário nos cenários projetuais

De forma a complementar os estudos elaborados na área foco, foi realizado o levantamento⁶⁶ do eixo de estruturação da transformação urbana dos distritos da Bela Vista, do Jardim Paulista e da Vila Mariana, totalizando 252 vias nas quais se verificou a possibilidade de replicar o redesenho urbano proposto na área foco para a área de referência. Com isto, foram selecionadas nove vias da área de referência para a execução das propostas, além da execução do levantamento das 252 vias. O detalhamento das propostas e do levantamento está contido nos Apêndices A e B, respectivamente.

Com o objetivo de aprofundar o estudo em relação ao sistema viário⁶⁷ da área de referência, em especial quanto aos sinais de trânsito, aos percursos de pedestres e de transporte cicloviário, optou-se por selecionar as intersecções que:

- a) abrangem somente os veículos sem motorista, os pedestres e os ciclistas;
- b) abrangem os veículos sem motorista, os veículos convencionais, os pedestres e os ciclistas.

⁶⁶ Foram mensuradas todas as vias contidas na área de referência em relação às faixas viárias, aos estacionamentos nas ruas, aos percursos de pedestres, aos percursos do transporte cicloviário, à vegetação urbana e ao sistema de transporte coletivo. Este levantamento visou a obtenção de dados referentes às deficiências e às qualidades da área para embasar as propostas nos cenários projetuais.

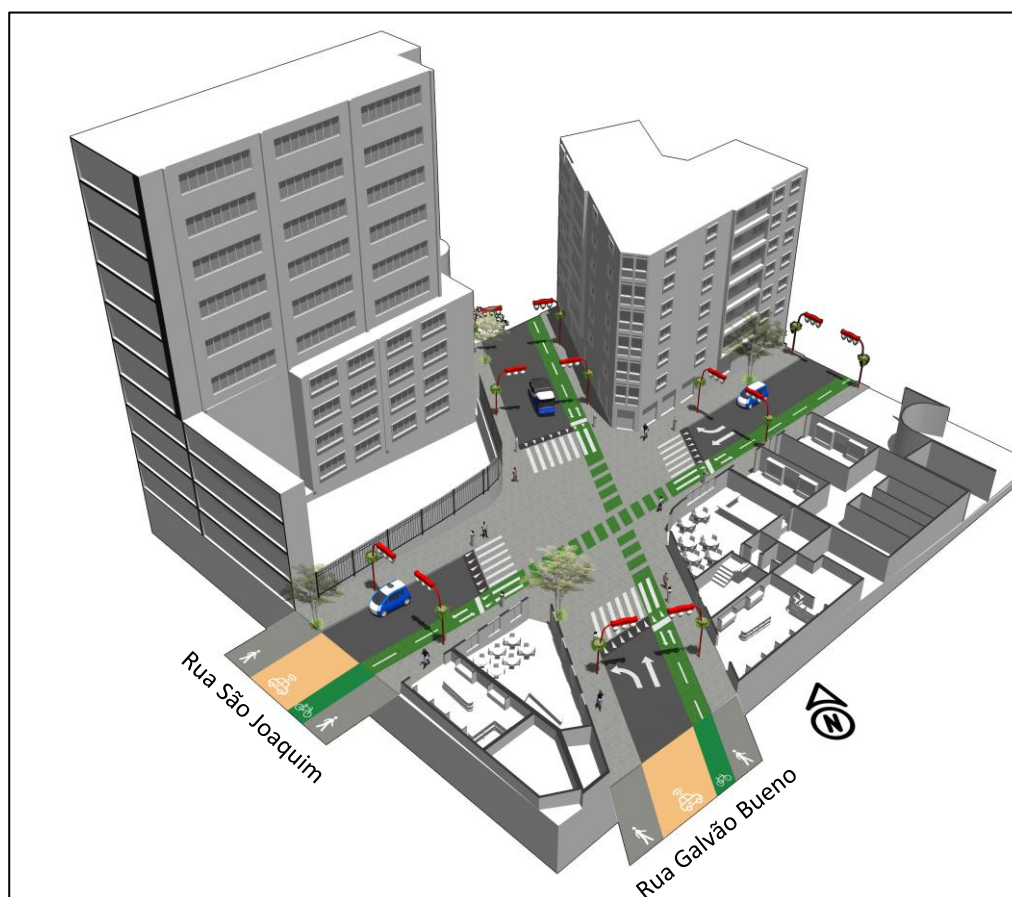
⁶⁷ As propostas realizadas e ilustradas nas Figuras 97, 98, 99 e 100, foram apresentadas pela autora para a Gerência de Planejamento da CET, sendo discutidas e aperfeiçoadas pela equipe durante reunião ocorrida no dia 05 de agosto de 2019, em São Paulo.

Propõe-se que o tráfego de veículos convencionais seja permitido em algumas vias importantes que atravessam a área de referência, porém, nos casos em que ocorre o tráfego permitido para veículos sem motorista e para veículos convencionais, a via deve ser segregada de modo a não possibilitar que estes veículos ocupem o mesmo espaço viário. Conforme abordado anteriormente, o veículo convencional tem atuações distintas em relação aos veículos sem motorista, sendo que o tráfego conjunto pode ocasionar acidentes e impactar negativamente na fluidez do trânsito.

As proposições contemplam quatro desenhos do sistema viário, sendo que os detalhamentos são apresentados a seguir.

A Figura 97 ilustra a intersecção das vias coletoras da Rua Galvão Bueno e da Rua São Joaquim, com tráfego exclusivo para os veículos sem motorista. Propõe-se que os sinais de trânsito - restritos aos pedestres e aos ciclistas – possam transmitir as informações para aos veículos sem motorista, de forma a manter a sua velocidade sincronizada para uma melhor fluidez, além de preservar a segurança das pessoas. A proposta inclui faixas de pedestre em nível para priorizar o deslocamento das pessoas.

Figura 97 – Detalhe do cruzamento entre Rua Galvão Bueno e Rua São Joaquim



Fonte: Elaborado pela autora.

A Figura 98 ilustra a intersecção das vias arteriais da Rua Vergueiro e da Rua Domingos de Moraes com as demais vias contidas na figura em questão. Propõe-se que o tráfego na Rua Vergueiro seja permitido para os veículos convencionais e para os veículos sem motorista, de modo segregado, com faixas separadas.

Vale ressaltar que a Rua Vergueiro, no distrito da Vila Mariana, possui estacionamento subterrâneo com acesso à estação Ana Rosa do metrô, o qual foi selecionado para ser o *hub*, de forma a se utilizar a estrutura existente e reduzir o custo com a introdução de um novo estacionamento. Neste *hub*, a proposta é fomentar a transferência modal, na qual as pessoas possam estacionar os veículos convencionais e migrar para o transporte coletivo; bicicletas, patinetes e veículos sem motorista compartilhados. Além disto, este *hub* terá espaços destinados ao carregamento de veículos, bicicletas e patinetes elétricos, bem como área de manutenção e vagas para os veículos sem motorista durante os períodos de menor demanda.

Para possibilitar a entrada e a saída dos veículos convencionais e dos veículos sem motorista de forma segura, foi previsto um sistema semaforico para os veículos convencionais, sendo que a preferência na passagem deve ser do veículo sem motorista compartilhado, de modo a não ocorrer o uso conjunto das faixas viárias.

A Figura 99 ilustra a intersecção de duas vias arteriais: a da Rua Domingos de Moraes e a da Rua Sena Madureira. A proposta é que nestas duas vias seja permitido o tráfego para os veículos convencionais e para os veículos sem motorista, de modo segregado, com faixas separadas. Os sinais de trânsito são destinados aos pedestres e aos ciclistas, sendo que também haverá sinalização para os veículos convencionais, visando garantir que as conversões destes veículos ocorram em momentos distintos das conversões dos veículos sem motorista.

A Figura 100 ilustra o trajeto proposto para os veículos convencionais entre a Rua Vergueiro e a Avenida 23 de Maio, além da proposição das vias destinadas à circulação dos veículos sem motorista, dos percursos de pedestres e do transporte ciclovário. Conforme mencionado anteriormente, na Avenida 23 de Maio propõe-se o ART que, de acordo com a Figura 100, fará conexão com o Viaduto Santa Generosa que está localizado próximo à estação Paraíso do metrô, possibilitando a transferência modal entre o metrô e o ART, bem como com bicicletas, patinetes e com veículos sem motorista compartilhados.

Como pontos comuns das proposições das Figuras 98, 99 e 100, têm-se:

- a) a indicação dos sinais de trânsito para cada modo, considerando o pedestre, o ciclista e o veículo convencional;
- b) calçadas amplas e o acréscimo da extensão de ciclovias, provenientes da redução da largura das faixas viárias e da eliminação do estacionamento na rua;
- c) faixas de pedestre em nível para priorizar o deslocamento das pessoas;
- d) áreas de entrelaçamento que se referem aos espaços comuns das vias, podendo ser utilizadas pelos veículos convencionais e pelos veículos sem motorista, em tempos distintos, coordenados por um sistema semafórico para os veículos convencionais, de modo a não ocorrer o uso conjunto das áreas de entrelaçamento;
- e) adoção de sonorizadores na via para alertar os condutores dos veículos convencionais sobre possíveis interferências com os veículos sem motorista, como nas intersecções e nas áreas de entrelaçamento.

A Figura 101 apresenta um ensaio projetual das principais vias do centro expandido da cidade de São Paulo, contemplando estacionamentos de transbordo próximos às principais vias de acesso rodoviário a São Paulo e às estações do sistema metroferroviário, fazendo com que os motoristas dos veículos convencionais, procedentes de outras localidades, possam estacionar os veículos e efetuar a transferência modal para o transporte coletivo e, com isso, acessar a área de referência. A proposta também engloba a utilização de estacionamentos centrais para que os motoristas possam estacionar os veículos convencionais e ter, como uma das opções, a transferência modal para o veículo sem motorista compartilhado.

Para este último caso, propõe-se a utilização de estacionamentos existentes, como o estacionamento do metrô Ana Rosa, ilustrado na Figura 98, o estacionamento sob o parque Trianon, localizado junto à Avenida 9 de Julho, e o estacionamento desativado ao lado da Avenida 23 de Maio. Com isso, pode-se utilizar a estrutura de um estacionamento existente e reduzir o custo da introdução de um novo estacionamento.

Página em branco

Figura 98 - Proposta para o sistema viário da Rua Vergueiro, Rua Domingos de Moraes e arredores



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 99 - Proposta para o sistema viário da Rua Domingos de Moraes, Rua Sena Madureira e arredores



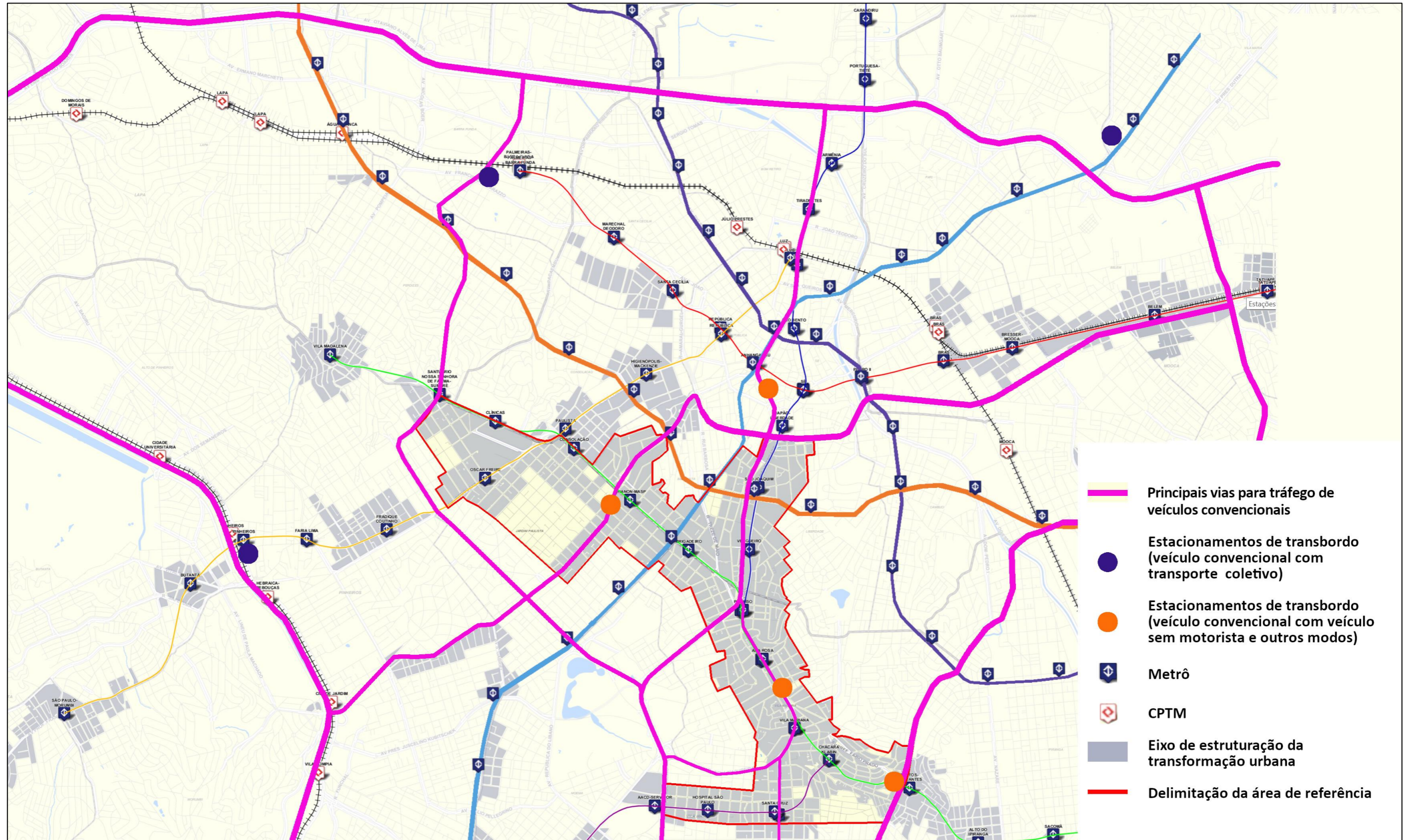
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 100 - Proposta para o sistema viário da Rua Vergueiro, Avenida 23 de Maio e arredores



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 101 – Ensaio projetual das principais vias do centro expandido da cidade de São Paulo



Fonte: Elaborado pela autora.

6. Considerações finais e conclusões

Este capítulo apresenta as considerações finais e as conclusões, bem como faz uma retomada dos objetivos inicialmente propostos e da questão levantada na hipótese. Ao final, indica recomendações para a continuidade da pesquisa.

6.1 Considerações finais e conclusões

Esta tese abordou a incorporação de tecnologias disruptivas na mobilidade urbana, em especial o veículo sem motorista e a mobilidade compartilhada, e os seus impactos no espaço urbano, devidos principalmente às alterações na demanda pelos estacionamentos localizados na rua, bem como às alterações das dimensões das faixas viárias.

Após um século de políticas de transporte orientadas ao automóvel, estas modificações se refletem na alteração da infraestrutura viária, representando uma oportunidade única para a mudança das cidades, com o redesenho urbano voltado a uma mobilidade urbana mais sustentável, priorizando-se as pessoas e qualificando os espaços públicos, de modo a proporcionar outras opções de deslocamento.

Porém, esta oportunidade única de redesenho urbano somente começou a ser abordada recentemente e de forma muito incipiente por arquitetos e urbanistas, diferentemente da abordagem tecnológica, que se mostra muito mais avançada em termos de desenvolvimento de algoritmos, sensores, sistemas de comunicação, softwares e simulações envolvendo o comportamento dos veículos sem motorista em relação a uma variedade de obstáculos e situações.

Sendo assim, esta pesquisa buscou avançar no tema contribuindo com um estudo aprofundado sobre a incorporação de tecnologias disruptivas na mobilidade e seu impacto no ambiente urbano, de início, pela ampla revisão de literatura, seguida pelos critérios para a seleção do contexto urbano para a elaboração das proposições, pela abordagem sobre os parâmetros e indicadores, pelo detalhamento do contexto urbano e pela análise das alterações da infraestrutura viária, visando o redesenho urbano nos cenários projetuais.

A revisão da literatura foi realizada em relação aos aspectos tecnológicos - visando contextualizar as tecnologias disruptivas e levantar o referencial teórico para a quantificação da alteração da infraestrutura viária – e aos primeiros trabalhos sobre as propostas de alterações no desenho urbano, as quais contemplaram algumas diretrizes de conversão das áreas liberadas em outros usos, de forma esquemática, sem embasar a quantificação destas áreas visando uma aproximação mais realista.

Para possibilitar esta aproximação mais realista, foi selecionado o contexto urbano para aplicação dos cenários, com a premissa de estar localizado em uma área urbana em transformação, com alta densidade populacional, com fluxo viário intenso e com potencialidade para a adoção de uma mobilidade urbana mais sustentável.

Além disto, optou-se por eleger uma área de intervenção contida na cidade de São Paulo, pois esta cidade tem atributos importantes que justificam a sua escolha. Dentre estes atributos, destacam-se: grande variação na densidade populacional; distribuição desigual de renda; iniciativas, ainda que incipientes, sobre as novas tecnologias; possui uma das maiores frotas de ônibus do mundo, ainda que com variação em sua oferta; sistema metroferroviário; maior frota de automóveis do Brasil, porém com variações entre as regiões; legislações vigentes sobre ciclovias, compartilhamento de bicicletas, padronização de calçadas, parklet e patinetes.

Para se eleger a área de intervenção e elaborar as proposições, foi realizado um levantamento de dados para a cidade de São Paulo e para os 96 distritos da cidade, sendo pesquisados, para cada distrito, os aspectos relacionados aos quesitos: densidade populacional, número de empregos/habitante, abrangência do sistema metroferroviário, quantidade de equipamentos culturais, porcentagem de idosos, número de carros/família, porcentagem de viagens realizadas a pé, porcentagem de viagens individuais (realizadas em automóvel) e porcentagem de viagens realizadas em transporte coletivo.

Após a análise dos quesitos, foi possível verificar os distritos que possuem atributos com maior potencial para a elaboração dos cenários projetuais, sendo eleitos quatro distritos: o da Liberdade, para as proposições na área foco, e os distritos da Bela Vista, Jardim Paulista e Vila Mariana, além do distrito da Liberdade, para as proposições na área de referência. Esta pesquisa abordou mais especificamente o eixo de estruturação da transformação urbana destes distritos, por ele conter elementos estruturais dos sistemas de transporte coletivo de

média e alta capacidade, que determinam as áreas de influência potencialmente adequadas ao adensamento construtivo e populacional, bem como ao uso misto do solo.

As duas áreas – foco e de referência – foram idealizadas objetivando a formação de núcleos, sendo que a área de referência receberia a propagação dos impactos influenciados pela área foco, visando a criação de uma rede que, a princípio, seria restrita às duas áreas, mas com possibilidade de ser adotada por grandes aglomerações urbanas. Estas proposições foram realizadas nos cenários projetuais, que se referem à utilização de veículos sem motorista movidos à energia limpa, não englobando os veículos convencionais utilizando o mesmo espaço viário do veículo sem motorista.

Após a seleção da área de intervenção, foi necessário o estudo pormenorizado dos dados existentes na literatura para embasar a estimativa de alteração de infraestrutura viária, o que incluiu a análise de parâmetros e indicadores de diferentes contextos urbanos. Esta abordagem foi essencial para o estudo das alterações da infraestrutura viária e objetivou a definição da estimativa para a cidade de São Paulo.

Neste sentido, tendo em vista os parâmetros e indicadores selecionados, com base na estimativa de alteração de infraestrutura viária para aglomerações urbanas com características semelhantes às da cidade de São Paulo, bem como nos valores obtidos na literatura pesquisada e nos planos existentes para São Paulo, chegou-se a um intervalo de alteração entre 15% e 25%.

A definição deste intervalo possibilitou a sua verificação e a sua validação em relação às porcentagens de alteração de uso obtidas na área foco e na área de referência. O estudo para verificar a validação foi realizado de acordo com os levantamentos *in loco*, nos quais foram mensuradas todas as vias contidas na área foco e na área de referência, como em relação às faixas viárias, aos estacionamentos nas ruas, aos percursos de pedestres e aos percursos do transporte cicloviário. Além dos levantamentos *in loco*, foram utilizadas ferramentas de georreferenciamento para auxiliar no dimensionamento destes espaços.

Com base no dimensionamento e nos levantamentos *in loco* foram verificadas as potencialidades de alterações da infraestrutura viária para serem convertidas em outros usos, sendo escolhidas oito vias na área foco e nove vias na área de referência para serem testadas quanto ao redesenho urbano. Este buscou contemplar as principais diretrizes de conversão das áreas liberadas em outros usos encontrados na literatura, quanto às faixas viárias, aos sinais de trânsito, aos percursos de pedestres e de transporte cicloviário, à vegetação urbana,

aos espaços de convívio social, à flexibilidade de uso, às conexões intermodais, ao transporte coletivo, ao estacionamento viário e às áreas de embarque e desembarque.

Estas vias foram selecionadas devido às suas características, que possuem representatividade para o redesenho urbano, como quanto à vegetação urbana, aos percursos de pedestres, à presença de estacionamento na rua, à quantidade de vias, à proximidade com o sistema de transporte coletivo, bem como com o transporte cicloviário. A seleção das vias também foi importante, não somente para efetuar o teste quanto ao redesenho urbano, mas para constatar que as propostas apresentadas para as vias selecionadas da área foco puderam ser aplicadas nas demais vias com perfil semelhante, dentro da mesma classificação viária, das vias selecionadas da área de referência.

Com isto, dentro de uma abordagem mais ampla, tem-se que é alta a possibilidade de replicar as propostas em outras grandes aglomerações urbanas, desde que respeitadas as suas particularidades e a ordem de priorização proposta nesta tese: pedestre, ciclista, transporte coletivo, veículo sem motorista compartilhado e veículo convencional, respectivamente.

Com a proposição de redesenho urbano na área foco e na área de referência, foi possível obter as seguintes porcentagens de alteração da infraestrutura viária:

- a) área foco: 16,4% da área de estacionamento na via e 5,4% da área de circulação de veículos, totalizando 21,8%;
- b) área de referência: 17,5% da área de estacionamento na via e 5,3% da área de circulação de veículos, totalizando 22,8%.

A porcentagem de alteração da infraestrutura viária da área de referência, a qual contém a área foco, é de 22,8%; valor este que valida o intervalo anteriormente estimado para a cidade de São Paulo, entre 15% e 25%, o qual, conforme demonstrado nas proposições realizadas, a área liberada pôde ser convertida em outros usos, contemplando as principais diretrizes contidas na literatura.

Considerando-se a abordagem aprofundada desta pesquisa e os resultados obtidos, entende-se que os objetivos foram atingidos, bem como a hipótese comprovada, uma vez que as proposições realizadas na área de intervenção, com base na alteração da infraestrutura viária resultante das tecnologias disruptivas, demonstram a potencialidade de transformação dos desenhos urbanos existentes em prol da mobilidade urbana mais sustentável, com a qualificação dos espaços públicos, de forma a oferecer outras opções de deslocamento.

Vale ressaltar que esta tese também apresentou o detalhamento viário das principais intersecções, como entre veículos sem motorista, pedestres e ciclistas, bem como das intersecções entre os veículos sem motorista com os veículos convencionais, pedestres e ciclistas, visando minimizar conflitos e priorizar travessias seguras.

Dentro de um contexto geral, a tese apresentou uma proposta de ensaio viário para o centro expandido da cidade de São Paulo, extrapolando os limites da área de intervenção. Este ensaio viário contempla as rotas permitidas para que o veículo convencional possa atravessar a cidade e a localização dos *hubs* de estacionamento, estrategicamente posicionados, que visam possibilitar a integração modal. Esta proposta também contempla as previsões contidas nos planos de mobilidade urbana para a cidade de São Paulo, como os percursos de transporte cicloviário, bem como as futuras linhas e estações metroferroviárias, além de contemplar a introdução do veículo sem motorista.

Por fim, este trabalho pode contribuir para outros estudos e planos urbanísticos, não somente da cidade de São Paulo, mas também de grandes aglomerações urbanas, que visem equacionar a incorporação das tecnologias disruptivas na mobilidade urbana e seus impactos no desenho urbano.

6.2 Recomendações para a continuidade da pesquisa

No desenvolvimento deste trabalho, buscou-se o aprofundamento da pesquisa em relação às condicionantes envolvidas no impacto das tecnologias disruptivas, em especial os veículos sem motorista e a mobilidade compartilhada, no ambiente urbano e as oportunidades de redesenho das áreas liberadas em outros usos.

Com isto, o trabalho abrangeu o transporte de pessoas e a alteração da infraestrutura proveniente das faixas viárias e do estacionamento localizado na rua; há, porém, outros aprimoramentos que possuem potencial para serem desenvolvidos em trabalhos futuros, a saber:

- a) consideração do transporte de carga no âmbito das novas tecnologias e os seus impactos no ambiente urbano;
- b) estudo da porcentagem de redução dos estacionamentos localizados nos edifícios existentes, como os residenciais e os comerciais, e as possibilidades de conversão destas áreas em outros usos. Com mais ênfase ainda, cabe esta mesma

- consideração para os novos lançamentos imobiliários, visando pautar os requisitos relacionados à quantidade de vagas nos empreendimentos;
- c) consideração do transporte aéreo sem motorista no ambiente urbano;
 - d) ampliação do estudo da área de intervenção, visando a formação de redes com uma abordagem mais ampla, como entre as cidades;
 - e) estudo sobre a transição entre os veículos convencionais e os veículos sem motorista e os impactos no espaço urbano;
 - f) estudo sobre as políticas públicas de incentivo e regulamentação da mobilidade compartilhada e dos veículos sem motorista;
 - g) estudo sobre os custos e a viabilidade econômica de alteração do desenho urbano;
 - h) detalhamento das propostas de intermodalidade e de nível de serviço necessário para a aceitação e uso da mobilidade compartilhada;
 - i) estudo do impacto ambiental dos cenários projetuais;
 - j) consideração da análise comportamental sobre as tendências e restrições à mobilidade compartilhada;
 - k) estudo sobre o impacto das tecnologias disruptivas na demanda reprimida de viagens em países em desenvolvimento.

Referências bibliográficas

ABU DHABI URBAN PLANNING COUNCIL. **Urban Street Design Manual**. 2009. Disponível em: <http://www.upc.gov.ae/template/upc/pdf/USDM-Manual-English-v1.1.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2015.

ACKERMAN, E. **Ford and Baidu invest \$150 million in velodyne for affordable Lidar for self-driving cars**. 2016. Disponível em: <https://spectrum.ieee.org/cars-that-think/transportation/sensors/ford-and-baidu-invest-150-million-in-velodyne-for-affordable-automotive-lidar>. Acesso em: 07 mar. 2017.

ALESSANDRINI, A. et al. Automated vehicles and the rethinking of mobility and cities, **Transportation Research Procedia**, v. 5, p. 145-160, 2015.

AMBÜHL, L.; CIARI, F.; MENENDEZ, M. What about space? A simulation based assessment of AVs impact on road space in urban áreas. *In: 16TH SWISS TRANSPORT RESEARCH CONFERENCE, 2016, Ascona.*

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS - AASHTO. **National connected vehicle field infrastructure footprint analysis: preparing to implement a connected vehicle future**. 2014. Disponível em: https://www.its.dot.gov/itspac/Dec2014/AASHTO_FootprintAnalysis.pdf. Acesso em: 13 jan. 2016.

AMERICAN PUBLIC TRANSIT ASSOCIATION - APTA. **Shared mobility and the transformation of public transit**. 2016. Disponível em: <https://www.apta.com/resources/reportsandpublications/Documents/APTA-Shared-Mobility.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2017.

ANDERSON, J. M. et al. **Autonomous vehicle technology: a guide for policymakers**. Santa Monica, CA: RAND Corporation, 2016.

ANDERSON, J. M., et al. **Autonomous vehicle technology: a guide for policymakers**. Santa Monica, CA: Rand Corporation, 2014.

APPLEYARD, B.; RIGGS, W. **Measuring and doing the right things: a livability, sustainability and equity framework for autonomous vehicles**. 2017. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3040783. Acesso em: 07 mar. 2018.

ARBIB, J.; SEBA, T. **Rethinking transportation 2020-2030: the disruption of transportation and the collapse of the internal-combustion vehicle and oil industries**. 2017. Disponível em: <http://bit.ly/2pL0cZV>. Acesso em: 05 mar. 2018.

ARCHDAILY. **How driverless cars could, should - and shouldn't - reshape our cities**. 2016. Disponível em: <https://www.archdaily.com/780512/how-driverless-cars-could-should-and-shouldnt-reshape-our-cities>. Acesso em: 03 mai. 2018.

ARIEFF, A. Driving sideways. **The New York Times**, New York, July 2013. Disponível em: http://opinionator.blogs.nytimes.com/2013/07/23/driving-sideways/?_r=0. Acesso em: 08 jun. 2017.

AUSTIN. **Population in 2016**. 2016. Disponível em: <http://www.city-data.com/city/Austin-Texas.html>. Acesso em: 13 fev. 2019.

AUTOMOTIVE TECHNOLOGY RESEARCH - IHS. **Autonomous cars - not if, but when**. 2014. Disponível em: http://www.ihssupplierinsight.com/_assets/sampleddownloads/auto-tech-report-emerging-tech-autonomous-car-2013-sample_1404310053.pdf. Acesso em: 03 jan. 2018.

AWAD, E. et al. The moral machine experiment. **Nature**, v. 563, p. 59-64, 2018.

BAHRAMI, F.; LANZA, E. C. **From fast cars to fast cities: tracing a transition in mobilities**. 2015. Disponível em: http://www.teknik-og-kultur.dk/wp-content/uploads/papers/bahrami_farzaneh_fromfastcarstofastcities.pdf. Acesso em: 04 abr. 2017.

BANSAL, P.; KOCKELMAN, K. M. Forecasting Americans' Long-Term Adoption of Connected and Autonomous Vehicle Technologies. **Transportation Research Part A**, v. 95, p. 49-63, 2016.

BARTH, S. **Video: Nissan driverless car in cyclist close pass**. 2017. Disponível em: <https://road.cc/content/news/218523-video-nissan-driverless-car-cyclist-close-pass>. Acesso em: 18 nov. 2017.

BAUM-SNOW, N. Did Highways Cause Suburbanization? **The Quarterly Journal of Economics**, v. 122, n. 2, p. 775–805, 2007.

BAZILINKSYY, P.; KYRIAKIDIS, M.; WINTER, J. An international crowdsourcing study into people's statements on fully automated driving. **Procedia Manufacturing**, v. 3, p. 2534-2542, 2015.

BEIKER, S. et al. **How the convergence of automotive and tech will create a new ecosystem**. 2016. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/how-the-convergence-of-automotive-and-tech-will-create-a-new-ecosystem>. Acesso em: 17 mai. 2017.

BELATO, J. **Mordida do leão na Rua Augusta**. 2019. Disponível em: http://www.escrita.com.br/escrita/leitura.asp?Texto_ID=51278. Acesso em: 20 jun. 2019.

BERLIN. **Mobility in the city**. 2013a. Disponível em: https://www.berlin.de/senuvk/verkehr/politik_planung/zahlen_fakten/download/Mobility_en_komplett.pdf. Acesso em: 18 fev. 2019.

BERLIN. **Population**. 2013b. Disponível em: <http://population.city/germany/berlin/>. Acesso em: 27 fev. 2019.

BERLIN. **Senate department for urban development and housing**. 2017. Disponível em: https://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/edm606_01.htm. Acesso em: 20 fev. 2019.

BERLIN. **Senate department for urban development and housing. Population density**. 2016. Disponível em: https://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/edm606_01.htm. Acesso em: 15 fev. 2019.

BERNHART, W. et al. **Automated Vehicles Index**. 2016. Disponível em: <https://www.fka.de/images/publikationen/2016/index-automated-vehicle-2016-q1-e.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2017.

BERTONCELLO, M.; WEE, D. **Ten ways autonomous driving could redefine the automotive world**. 2015. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/ten-ways-autonomous-driving-could-redefine-the-automotive-world>. Acesso em: 23 jun. 2017.

BIERSTEDT, J. et al. **Effects of next-generation vehicles on travel demand and highway capacity**. 2014. Disponível em: http://www.fehrandpeers.com/wp-content/uploads/2015/07/FP_Think_Next_Gen_Vehicle_White_Paper_FINAL.pdf. Acesso em: 06 ago. 2017.

BILLINGS, C. E. **Human-centered aviation automation: principles and guidelines**. NASA, 1996.

BISCHOFF, J.; MACIEJEWSKI, M. Simulation of city-wide replacement of private cars with autonomous taxis in Berlin. **Procedia Computer Science**, v. 83, p. 237-244, 2016.

BLANKSPACENYC. **Driverless future challenge**. 2017. Disponível em: <http://driverlessfuture.blankspaceproject.com>. Acesso em: 10 fev. 2018.

BLOOMBERG PHILANTHROPIES. **Global atlas of autonomous vehicles in cities**. 2018. Disponível em: <https://avsincities.bloomberg.org>. Acesso em: 10 nov. 2018.

BLOOMBERG PHILANTHROPIES. **Taming the autonomous vehicle: a primer for cities**. 2017. Disponível em: <https://www.bbhub.io/dotorg/sites/2/2017/05/TamingtheAutonomousVehicleSpreadsPDF.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2018.

BOESCH, P. M.; CIARI, F.; AXHAUSEN, K. W. Autonomous vehicle fleet sizes required to serve different levels of demand. **Transportation Research Record**, v. 2542, p.111-119, 2015.

BOSTON REGION METROPOLITAN PLANNING ORGANIZATION – MPO. **Connected and Autonomous Vehicles and the Boston MPO – A First Look**. 2017. Disponível em: http://www.ctps.org/data/pdf/studies/other/Connected_and_Autonomous_Vehicles.pdf. Acesso em: 04 mai. 2018.

BOTMA, H.; PAPENDRECHT, H. Traffic operation of bicycle traffic. **Transportation Research Record**, v. 1320, p. 65-72, 1991.

BOUTON, S. et al. **Urban mobility at a tipping point**. 2015. Disponível em: <http://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability-and-resource-productivity/our-insights/urban-mobility-at-a-tipping-point>. Acesso em: 26 abr. 2017.

BOUTON, S.; KNUPFER, S. M.; SWARTZ, S. **How to keep cities moving: ideas for America's urban leaders**. 2016. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/how-to-keep-cities-moving>. Acesso em: 05 fev. 2018.

BRASIL. Ministério da Casa Civil. **Lei nº 12.587, de 03 de janeiro de 2012**. Política Nacional de Mobilidade Urbana. Brasília, DF, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm. Acesso em: 15 jul. 2019.

BROWN, J. R.; MORRIS, E. A.; TAYLOR, B. D. Planning for cars in cities: planners, engineers, and freeways in the 20th century. **Journal of the American Planning Association**, v. 75, n. 2, p. 161-177, 2009.

BROWN, M. et al. **The driverless city**. 2018. Disponível em: <https://www.id.iit.edu/driverlesscity/>. Acesso em: 04 jan. 2019.

BUROHAPPOLD ENGINEERING. **Connected and autonomous vehicles: six ideas from Burohappold's global design sprints**. 2017. Disponível em: <https://www.burohappold.com/wp-content/uploads/2017/08/BuroHappold-CAV-final-report-0817.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2018.

CAIRNS, S.; RICHTHOFEN, A.; STOKOLS, A. **Disruptive Technologies for Development**. 2018. Disponível em: <https://www.research-collection.ethz.ch/bitstream/handle/20.500.11850/271473/World%20Bank%20Learning%20Event%20-%20Disruptive%20Technologies%20for%20Development%2020180627.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Acesso em: 28 nov. 2018.

CAMPBELL, J. L. et al. **Human factors design guidance for level 2 and level 3 automated driving concepts**. Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration, 2018.

CAVOLI, C. et al. **Social and behavioural questions associated with automated vehicles. A literature review**. 2017. Disponível em: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/585732/social-and-behavioural-questions-associated-with-automated-vehicles-literature-review.pdf. Acesso em: 10 mai. 2018.

CERVERO, R.; GUERRA, E.; AL, S. **Beyond mobility: planning cities for people and places**. Washington, DC: Island Press, 2017.

CHAPIN, T. et al. **Envisioning Florida's future: transportation and land use in an automated vehicle world**. 2016. Disponível em: <https://fpdl.coss.fsu.edu/sites/g/files/imported/storage/original/application/abfcc477779d0bc0ea825c8011011939.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2017.

CHEAH, L. et al. **Methodoly foresight study on urban mobility in Singapore 2040**. 2016. Disponível em: <http://mobility.sutd.edu.sg/wp-content/uploads/2016/10/Metholodogy-Divers-of-Change-1.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2017.

CHEN, T. D. **Management of a shared, autonomous, electric vehicle fleet: vehicle choice, charging infrastructure & pricing strategies**. 2015. Dissertation - University of Texas at Austin, Austin, 2015.

CHEON, S. **An overview of automated highway systems (AHS) and the social and institutional challenges they face**. 2003. Disponível em: https://orfe.princeton.edu/~alaink/SmartDrivingCars/PDFs/Cheon_AnOvervoewOfAHS_624.pdf. Acesso em: 15 mai. 2016.

CHOW, T. What is the future of walkability in an autonomous world. **Gen Pop by Ipsos**, mar. 2018. Disponível em: <https://gen-pop.com/wtf/spring2018/what-is-the-future-of-walkability-in-an-autonomous-world/>. Acesso em: 09 dez. 2018.

CHRISTENSEN, C. M. **The innovator's dilemma: when new technologies cause great firms to fail**. Boston: Harvard Business Reviem Press, 1997.

CIRERA, X.; MALONEY, W. F. **The innovation paradox: developing-country capabilities and the unrealized promise of technological catch-up**. Washington, DC: World Bank, 2017.

CLAUDEL, M.; RATTI, C. **Full speed ahead: how the driverless car could transform cities**. 2015. Disponível em: <http://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability-and-resource-productivity/our-insights/full-speed-ahead-how-the-driverless-car-could-transform-cities>. Acesso em: 08 ago. 2017.

CLAYPOOL, H.; BIN-NUN, A.; GERLACH, J. **Self-driving cars: the impact on people with disabilities**. 2017. Disponível em: https://rudermanfoundation.org/white_papers/self-driving-cars-the-impact-on-people-with-disabilities/. Acesso em: 15 mar. 2018.

COLE, S. Dare to dream: bringing futures into planning. **Journal of the American Planning Association**, v. 67, p. 372-383, 2001.

COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO – Metrô. **Pesquisa Origem Destino**. 2007. Disponível em: http://www.metro.sp.gov.br/pesquisa-od/arquivos/OD_2007_Sumario_de_Dados.pdf. Acesso em: 02 fev. 2019.

COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO – Metrô. **Pesquisa Origem Destino 2017 – 50 anos**. 2018. Disponível em: http://www.metro.sp.gov.br/pesquisa-od/arquivos/2018_12_12_Balanco_OD2017_Instituto_de_Engenharia_site_metro.pdf. Acesso em: 20 fev. 2019.

COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO – Metrô. **Pesquisa Origem Destino 2017**. 2019. Disponível em: <http://www.metro.sp.gov.br/pesquisa-od/>. Acesso em: 21 jul. 2019.

COUCLELIS, H. Where has the future gone? Rethinking the role of integrated land-use models in spatial planning. **Environment and Planning A: Economy and Space**, v. 37, p. 1353-1371, 2005.

CUNNINGHAM, M. L.; REGAN, M. A. Driver inattention, distraction and autonomous vehicles. *In: International Conference on Driver Distraction and Inattention*, 4th, 2015, Sydney. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/310327008_Driver_inattention_distraction_and_autonomous_vehicles. Acesso em: 11 mai. 2017.

CYGANSKI, R.; FRAEDRICH, E.; LENZ, B. Travel-time valuation for automated driving: a use-case-driven study. **Transportation Research Board**, p. 11-15, 2015.

DATA AUSTIN. **Planning and zoning**. 2019. Disponível em: <http://www.austintexas.gov/demographics>. Acesso em: 23 fev. 2019.

DATA SINGAPORE. **Public transport journeys – Average distance per trip**. 2015. Disponível em: <https://data.gov.sg/dataset/public-transport-journeys-average-distance-per-trip>. Acesso em: 27 fev. 2019.

DATAUSA. New York City, 2016a. Disponível em: <https://datausa.io/profile/geo/new-york-ny/#housing>. Acesso em: 13 fev. 2019.

DATAUSA. New York City, 2016b. Disponível em: <https://datausa.io/profile/geo/austin-tx/#housing>. Acesso em: 13 fev. 2019.

DAVIDSON, P.; SPINOULAS, A. Autonomous vehicles - What could this mean for the future of transport? *In: Australian Institute of Traffic Planning and Management (AITPM) National Conference*, 2015.

DAVIS, B.; DUTZIK, T.; BAXANDALL, P. **Transportation and the new generation: why young people are driving less and what it means for transportation policy**. 2012. Disponível em: http://www.uspirg.org/sites/pirg/files/reports/Transportation%20%26%20the%20New%20Generation%20vUS_0.pdf. Acesso em: 28 jan. 2017.

DELUCCHI, M. A. Environmental externalities of motor-vehicle use in the U.S. **Journal of Transport Economics and Policy**, v. 34, n. 2, p. 135-168, 2000.

DEPARTMENT FOR TRANSPORT. **Future of mobility call for evidence: moving Britain ahead**. 2018. Disponível em: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/729698/future-of-mobility-call-for-evidence.pdf. Acesso em: 19 nov. 2018.

DEPARTMENT OF CITY PLANNING – NEW YORK CITY – DCP. **New York City population**. 2015. Disponível em: <https://www1.nyc.gov/site/planning/data-maps/nyc-population/population-facts.page>. Acesso em: 12 fev. 2019.

DEPARTMENT OF TRANSPORTATION - NEW YORK CITY – DOT. **Citywide mobility survey**. 2017. Disponível em: <http://www.nyc.gov/html/dot/downloads/pdf/nycdot-citywide-mobility-survey-report-2017.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2019.

DEPARTMENT OF TRANSPORTATION - NEW YORK CITY – DOT. **New York City mobility report**. 2016. Disponível em: <http://www.nyc.gov/html/dot/downloads/pdf/mobility-report-2016-screen-optimized.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2019.

DEPARTMENT OF TRANSPORTATION - NEW YORK CITY – DOT. **New York City mobility report**. 2018. Disponível em: <http://www.nyc.gov/html/dot/downloads/pdf/mobility-report-2018-screen-optimized.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2019.

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE ZUSAMMENARBEIT - GTZ. **Sustainable transport: a sourcebook for policy-makers in developing cities. Module 3e. Car-free development**. 2005. Disponível em: http://www.worldcarfree.net/resources/freesources/carfree_dev.pdf. Acesso em: 04 abr. 2018.

DUARTE, F.; RATTI, C. The impact of autonomous vehicles on cities: a review. **Journal of Urban Technology**, v. 25, p. 3-18, 2018.

DURANTON, G.; TURNER, M. A. Urban growth and transportation. **The Review of Economic Studies**, v. 79, p. 1407-1440, 2012.

DUTZIK, T.; BAXANDALL, P. **A new direction: our changing relationship with driving and the implications for America's future**. 2013. Disponível em: <https://uspig.org/sites/pirg/files/reports/A%20New%20Direction%20vUS.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2017.

ECENBARGER, W. Buckle up your seatbelt and behave. **Smithsonian Magazine**, Apr. 2009. Disponível em: <https://www.smithsonianmag.com/science-nature/buckle-up-your-seatbelt-and-behave-117182619/>. Acesso em: 10 dez. 2015.

ECONOMIC RESEARCH INSTITUTE FOR ASEAN AND EAST ASIA – ERIA. **Study on energy efficiency improvement in the transport sector through transport improvement and smart community development in the urban area**. 2012. Disponível em: <http://www.eria.org/RPR-FY2012-29.pdf>. Acesso em: 09 jan. 2017.

EDWARDS, J. Uber's leaked finances show the company might be able to turn a profit. **Business Insider**, Feb. 2017. Disponível em: <http://www.businessinsider.com/uber-leaked-finances-accounts-revenues-profits-2017-2>. Acesso em: 17 out. 2017.

ERTRAC. **Automated driving roadmap**. 2017. Disponível em: http://www.ertrac.org/uploads/documentsearch/id48/ERTRAC_Automated_Driving_2017.pdf. Acesso em: 06 jan. 2018.

EUROPEAN COMMISSION – EC. **Application form for the European green capital award 2020**. 2010. Disponível em: http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2018/07/Indicator_3_Lisbon_EN.pdf. Acesso em: 15 fev. 2019.

EWING, R.; CERVERO, R. Travel and the built environment: A meta-analysis. **Journal of the American Planning Association**, v. 76, p. 1-30, 2010.

FAGNANT, D. J. KOCKELMAN, K. M. Dynamic ride-sharing and fleet sizing for a system of shared autonomous vehicles in Austin, Texas. **Transportation**, v. 45, p. 1-16, 2016.

FAGNANT, D. J., KOCKELMAN, K. M.; BANSAL, P. Operations of Shared Autonomous Vehicle Fleet for Austin. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, v. 2536, p. 98-106, 2015.

FAGNANT, D. J.; KOCKELMAN, K. M. Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 77, p. 167-181, jul. 2015.

FAGNANT, D. J.; KOCKELMAN, K. M. The travel and environmental implications of shared autonomous vehicles, using agent-based model scenarios. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, v. 40, p. 1-13, 2014.

FAIRLEY, P. **The self-driving car's bicycle problem**. 2017. Disponível em: <https://spectrum.ieee.org/cars-that-think/transportation/self-driving/the-selfdriving-cars-bicycle-problem>. Acesso em: 10 ago. 2017.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION - FHWA. **Reducing non-recurring congestion**. 2015. Disponível em: http://ops.fhwa.dot.gov/program_areas/reduce-non-cong.htm. Acesso em: 14 jun. 2017.

FLÄMIG, H. Autonome fahrzeuge und autonomes fahren im bereich des gütertransportes. *In*: MAURER, M.; GERDES, C., LENZ, B., WINNER, H. (ed.). **Autonomes fahren**. Berlin: Springer Vieweg, 2015. p. 377-398.

FOLSOM, T. C. Social ramifications of autonomous urban land vehicles. *In*: IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TECHNOLOGY AND SOCIETY, 2011, p. 1-6. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7160596>. Acesso em: 15 mar. 2017.

FOSTER, M. City planners and urban transportation: the American response, 1900–1940. **Journal of Urban History**, v. 5, p. 365–396, 1979.

FRAEDRICH, E.; LENZ, B. Automated driving: individual and societal aspects. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, n. 2416, p. 64-72, 2014.

FULTON, L. M. **Overview of the potential for modal shift, insights on costs/benefits, details on modal shift policies and possible sources of funding**. 2015. Disponível em: https://www.iea.org/media/training/presentations/etw2015/transportpresentations/transport1/D.5.3_Overview_modal_shift_potential.pdf. Acesso em: 09 jan. 2017.

FULTON, L.; MASON, J.; MEROUX, D. **Three revolutions in urban transportation**. 2017. Disponível em: https://steps.ucdavis.edu/wp-content/uploads/2017/05/STEPS_ITDP-3R-Report-5-10-2017-2.pdf. Acesso em: 04 fev. 2018.

FUTURENYC. **A city for humans**. 2015. Disponível em: <http://futurenyc.xyz>. Acesso em: 15 mar. 2017.

GAO, P. et al. **Disruptive trends that will transform the auto industry**. 2016. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/disruptive-trends-that-will-transform-the-auto-industry>. Acesso em: 05 fev. 2018.

GARRICK, D. **Car2Go switching electric cars to gas**. 2016. Disponível em: <https://www.iea.org/topics/transport/subtopics/mobilitymodelpartnership/>. Acesso em: 24 mar. 2017.

GATTIS, T. **How to fix Houston traffic? Let's talk MaX Lanes**. 2016. Disponível em: <http://www.houstonchronicle.com/local/gray-matters/article/How-to-fix-Houston-traffic-Let-s-talk-MaX-Lanes-6832229.php>. Acesso em: 01 mar. 2017.

GEHL, J. **Cidades para pessoas**. Tradução: Anita Regina Di Marco. 2. ed. São Paulo: Perspectiva, 2013.

GENSLER. The state of parking: our progression towards automation. 2018. Disponível em: https://www.gensler.com/uploads/document/572/file/GenslerResearch_PARK%20REDUX_lores_2018.pdf. Acesso em: 26 mar. 2019.

GOLDSTEIN, S. **Here are the typical commutes for every big metro area**. 2015. Disponível em: <https://www.marketwatch.com/story/here-are-the-typical-commutes-for-every-big-metro-area-2015-03-25>. Acesso em: 11 fev. 2019.

GREENBLATT, J. B.; SHAHEEN, S. Automated vehicles, on-demand mobility, and environmental impacts. **Current Sustainable/Renewable Energy Reports**, v. 2, n. 3, p. 74-81, 2015.

GRUSH, B.; NILES, J.; BAUM, E. **Ontario must prepare for vehicle automation: automated vehicle can influence urban form, congestion and infrastructure delivery**. Ontario: Residential and civil construction alliance of Ontario, 2016. Disponível em: http://rccao.com/research/files/RCCAO_Vehicle-Automation_OCT2016_WEB.pdf. Acesso em: 17 dez. 2017.

GUERRA, E. Planning for cars that drive themselves: metropolitan planning organizations, regional transportation plans, and autonomous vehicles. **Journal of Planning Education and Research**, v. 36, p. 210-224, 2016.

HADID, Z. ARCHITECTS. **Walkable London**. 2018. Disponível em: https://issuu.com/walkablelondon/docs/zhawalkablelondon_issue. Acesso em: 01 nov. 2018.

HALL, P. G. **Cities of tomorrow: an intellectual history of urban planning and design in the twentieth century**. Oxford: Blackwell, 1996.

HAND, A. Z.; AIA; LEED AP BD+C. **Urban mobility in a digital age**. 2016. Disponível em: https://static1.squarespace.com/static/57c864609f74567457be9b71/t/57c9059b9de4bb1598eeee49/1472793280502/Transportation+Technology+Strategy_2016.pdf. Acesso em: 09 mai. 2017.

HANDY, S. **Active Transportation in an era of sharing, electrification and automation**. 2017. Disponível em: https://3rev.ucdavis.edu/wp-content/uploads/2017/03/3R.Active.InDesign.Final_.pdf. Acesso em: 05 jan. 2018.

HANNON, E. et al. **An integrated perspective on the future of mobility**. 2016. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability-and-resource-productivity/our-insights/an-integrated-perspective-on-the-future-of-mobility>. Acesso em: 04 jun. 2017.

HAWKINS, J.; HABIB, K. N. Integrated models of land use and transportation for the autonomous vehicle revolution. **Transport Reviews**, v. 39, p. 66-83, 2018.

HAWKINS, T. R.; GAUSEN, O. M.; STRØMMAN, A. H. Environmental impacts of hybrid and electric vehicles - a review. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 17, p. 997-1014, 2012.

HEINEKE, K. et al. **Self-driving car technology: when will the robots hit the road?** 2017. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/self-driving-car-technology-when-will-the-robots-hit-the-road>. Acesso em: 10 out.2017.

HENDRICKSON, C.; BIEHLER, A.; MASHAYEKH, Y. **Connected and autonomous vehicles 2040 vision**. 2014. Disponível em: http://www.dot7.state.pa.us/BPR_PDF_FILES/Documents/Research/Complete%20Projects/Planning/CMU%20WO%20001%20-%20Connected%20and%20Autonomous%20Vehicles%202040%20Vision%20-%20Final%20Report.pdf. Acesso em: 14 mar. 2016.

HENSHER, D. A. Why is Light Rail Starting to Dominate Bus Rapid Transit Yet Again? **Transport Reviews**, v. 36, p. 289-292, 2016.

HEVELKE, A.; NIDA-RÜMELIN, J. Responsibility for crashes of autonomous vehicles: an ethical analysis. **Science and Engineering Ethics**, v. 21, p. 619-630, 2015.

HÖRL, S.; CIARI, F.; AXHAUSEN, K. W. **Recent perspectives on the impact of autonomous vehicles**. 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/317286130_Recent_perspectives_on_the_impact_of_autonomous_vehicles. Acesso em: 10 fev. 2018.

HOWARD, D.; DAI, D. Public perceptions of self-driving cars: the case of Berkeley, California. **Transportation Research Board**, n. 14, 2014.

INSTITUTE FOR TRANSPORTATION & DEVELOPMENT POLICY - ITDP; ENVIRONMENTAL PLANNING COLLABORATIVE - EPC. **Better streets, better cities: a guide to street design in urban India**. 2011. Disponível em: <https://www.itdp.org/wp-content/uploads/2011/12/Better-Streets-Better-Cities-ITDP-2011.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA – INE. **Densidade da rede rodoviária nacional (km/km²) por localização geográfica e tipo de rede rodoviária**. 2017a. Disponível em:

/https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0002128&contexto=bd&selTab=tab2. Acesso em: 13 fev. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA – INE. **Inquérito à mobilidade nas áreas metropolitanas do Porto e de Lisboa.** 2017b. Disponível em: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_destaques&DESTAQUESdest_boui=334619442&DESTAQUESmodo=2. Acesso em: 15 fev. 2019.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF PUBLIC TRANSPORT – UITP. **Light rail in figures statistics brief.** 2015. Disponível em: https://www.uitp.org/sites/default/files/cck-focus-papers-files/UITP_Statistic_Brief_4p-Light%20rail-Web.pdf. Acesso em: 18 ago. 2019.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY - IRENA. **Electric vehicles: technology brief.** 2017. Disponível em: <https://www.irena.org/publications/2017/Feb/Electric-vehicles-Technology-brief>. Acesso em: 25 mar. 2018.

IRELAND DEPARTMENT OF TRANSPORT, TOURISM AND SPORT AND THE DEPARTMENT OF ENVIRONMENT. **Design manual for urban roads and streets.** 2013. Disponível em: <http://www.environ.ie/sites/default/files/migrated-files/en/Publications/DevelopmentandHousing/Planning/FileDownload%2C32669%2Cen.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2015.

ISSERMAN, A. Dare to plan: an essay on the role of the future in planning practice and education. **Town Planning Review**, v. 85, p. 9-18, 1985.

JACOBI, A.; TORNG, G. W.; CRAIG, J. L. **Transit vehicle-to-infrastructure (V2I) assessment study: project report.** 2015. Disponível em: <https://rosap.ntl.bts.gov/view/dot/3567>. Acesso em: 30 abr. 2016.

JONES, P. The evolution of urban mobility: The interplay of academic and policy perspectives. **International Association of Traffic and Safety Sciences**, v. 38, p. 7-13, 2014.

KAAS, H-W et al. **Automotive revolution – perspective towards 2030. How the convergence of disruptive technology-driven trends could transform the auto industry.** 2016. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/high%20tech/our%20insights/disruptive%20trends%20that%20will%20transform%20the%20auto%20industry/auto%202030%20report%20jan%202016.ashx>. Acesso em: 09 jan. 2017.

KALRA, N.; ANDERSON, J.; WACHS, M. **Liability and regulation of autonomous vehicle technologies.** 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228931139_Liability_and_Regulation_of_Autonomous_Vehicle_Technologies. Acesso em: 06 jun. 2017.

KARSTEN, J.; WEST, D. M. **Semi-autonomous vehicles must watch the road and the driver.** 2017. Disponível em: <https://www.brookings.edu/blog/techtank/2017/01/30/semi-autonomous-vehicles-must-watch-the-road-and-the-driver/>. Acesso em: 30 nov. 2018.

KENWORTHY, J. R. Is automobile dependence in emerging cities an irresistible force? Perspectives from São Paulo, Taipei, Prague, Mumbai, Shanghai, Beijing, and Guangzhou. **Sustainability**, v. 9, n. 11, 2017.

KOCKELMAN, K. et al. **Implications of connected and automated vehicles on the safety and operations of roadway networks: a final report**. Texas: The University of Texas at Austin, 2016. Disponível em: <https://library.ctr.utexas.edu/ctr-publications/0-6849-1.pdf>. Acesso em: 07 nov. 2017.

KÖNIG, M.; NEUMAYR, L. **Users' resistance towards radical innovations: the case of the self-driving car**. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, v. 44, p. 42-52, 2017.

KOOPMAN, P.; WAGNER, M. Autonomous vehicle safety: an interdisciplinary challenge. **IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine**, v. 9, n. 1; p. 90-96, 2017.

KOVACIC, M. **If you want to see the future of your city, take a look at these 3 places**. World Economic Forum. 2018. Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2018/04/robot-cities-three-urban-prototypes-for-future-living>. Acesso em: 10 out. 2018.

KPMG; CARGROUP. **Self-driving cars: the next revolution**. 2016. Disponível em: [https://faculty.washington.edu/jbs/itrans/self_driving_cars\[1\].pdf](https://faculty.washington.edu/jbs/itrans/self_driving_cars[1].pdf). Acesso em: 20 nov. 2018.

KÜHN, F. Bus rapid or light rail transit for intermediate cities? **Transportation Research Board**, p. 357-365, 2002.

KYRIAKIDIS, M.; HAPPEE, R.; WINTER, J. Public opinion on automated driving: results of an international questionnaire among 5000 respondents. **Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behavior**, v. 32, p. 127-140, 2015.

LAKVELD, W. et al. **An empirical exploration of the impact of transition of control on situation awareness for potential hazards**. Netherlands: SWOV, The Hague. 2015. Disponível em: <https://www.swov.nl/sites/default/files/publicaties/rapport/r-2015-23.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2017.

LAMOTTE, R.; PALMA, A. D.; GEROLIMINIS, N. **Sharing the road: the economics of autonomous vehicles**. 2016. Disponível em: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01281425/document>. Acesso em: 29 set. 2017.

LAND TRANSPORT AUTHORITY – SINGAPORE – LTA. **Land transport statistics in brief**. 2012. Disponível em: https://www.lta.gov.sg/content/dam/ltaweb/corp/PublicationsResearch/files/FactsandFigures/Stats_in_Brief_2012.pdf. Acesso em: 27 fev. 2019.

LAND TRANSPORT AUTHORITY – SINGAPORE – LTA. **Land transport statistics in brief**. 2015. Disponível em: <https://www.lta.gov.sg/content/dam/ltaweb/corp/PublicationsResearch/files/FactsandFigures/Statistics%20in%20Brief%202015%20FINAL.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2019.

LAVASANI, M.; JIN, X.; DU, Y. Market penetration model for autonomous vehicles based on previous technology adoption experiences. **Transportation Research Record**, n. 2597, p. 67-74, 2016.

LE VINE, S.; POLAK, J. **Automated cars: a smooth ride ahead?** 2014. Disponível em: <https://orfe.princeton.edu/~alaink/SmartDrivingCars/PDFs/LeVine&Polak--Automated%20CarsFeb2014.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2016.

LEVIN, S. Uber admits to self-driving car 'problem' in bike lanes as safety concerns mount. **The Guardian US.**, Dec. 2016. Disponível em: <https://www.theguardian.com/technology/2016/dec/19/uber-self-driving-cars-bike-lanes-safety-san-francisco>. Acesso em: 05 jun. 2017.

LIPSON, H.; KURMAN, M. **Driverless: intelligent cars and the road ahead**. Cambridge: The MIT Press, 2016.

LISBOA. **Câmara Municipal de Lisboa. Lisboa em números**. 2018. Disponível em: <http://www.cm-lisboa.pt/investir/investimento/lisboa-em-numeros>. Acesso em: 20 fev. 2019.

LITMAN, T. **Autonomous vehicle implementation predictions: implications for transport planning**. 2018. Disponível em: <https://www.vtpi.org/avip.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2018.

LITMAN, T. **Autonomous vehicle implementation predictions: implications for transport planning**. Victoria: Victoria Transport Policy Institute, 2014.

LITMAN, T. **Autonomous vehicle implementation predictions: implications for transport planning**. Victoria: Victoria Transport Policy Institute, 2016.

LITMAN, T. **Autonomous vehicle implementation predictions: implications for transport planning**. Victoria: Victoria Transport Policy Institute, 2017.

LIU, J. et al. Tracking a system of shared autonomous vehicles across the Austin, Texas network using agent-based simulation. **Transportation**, v. 44, p. 1261-1278, 2017.

LLANERAS, R. E; SALINGER, J.; GREEN, C. A. Human factors issues associated with limited ability autonomous driving systems: Drivers' allocation of visual attention to the forward roadway. *In*: PROCEEDINGS OF THE SEVENTH INTERNATIONAL DRIVING SYMPOSIUM ON HUMAN FACTORS IN DRIVER ASSESSMENT, TRAINING AND VEHICLE DESIGN, 2013, Bolton Landing, New York. Iowa City, IA: Public Policy Center, University of Iowa, 2013, p. 92-98. Disponível em: <https://ir.uiowa.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1472&context=drivingassessment>. Acesso em: 30 nov. 2018.

LOMAS, N. **Uber self-driving test car involved in crash in Arizona**. 2017. Disponível em: <https://techcrunch.com/2017/03/25/uber-self-driving-test-car-involved-in-crash-in-arizona/>. Acesso em: 21 abr. 2017.

LONDON. **Driving in London**. 2012a. Disponível em: <http://www.uncsbrp.org/driving.htm>. Acesso em: 20 fev. 2019.

LONDON. **Transport for London. Drivers of demand for travel in London: a review of travel trends and their causes.** 2012b. Disponível em: <http://content.tfl.gov.uk/drivers-of-demand-for-travel-in-london.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2019.

LONDON. **Travel in London. Report 10.** 2017. Disponível em: <http://content.tfl.gov.uk/travel-in-london-report-10.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2019.

LONDON. **Trust for London. Tackling poverty and inequality.** 2016. Disponível em: <https://www.trustforlondon.org.uk/data/londons-population-over-time/>. Acesso em: 19 fev. 2019.

LUTIN, J. M.; KORNHAUSER, A. L.; LERNER-LAM, E. The revolutionary development of self-driving vehicles and implications for the transportation engineering profession. **ITE Journal**, v. 83, p. 28-32, 2013.

MADIGAN, R. et al. Acceptance of automated road transport systems (ARTS): an adaptation of the UTAUT model. **Transport Research Procedia**, v. 14, p. 2217-2226, 2016.

MARTIN, E.; SHAHEEN, S. A.; LIDICKER, J. The impact of carsharing on household vehicle holdings: results from a North American shared-use vehicle survey. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, Washington, D.C., n. 2143, p. 150-158, 2010.

MASON, J.; FULTON, L.; MCDONALD, Z. **A global high shift cycling scenario:** the potential for dramatically increasing bicycle and e-bike use in cities around the world, with estimated energy, CO₂, and cost impacts. 2015. Disponível em: https://www.itdp.org/wp-content/uploads/2015/11/A-Global-High-Shift-Cycling-Scenario_-Nov-2015.pdf. Acesso em: 11 nov. 2016.

MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY – MIT. **HubCab.** 2014. Disponível em: <http://hubcab.org/#13.00/40.7219/-73.9484>. Acesso em: 03 jan. 2019.

MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY – MIT. **MCity Test Facility.** 2015. Disponível em: <https://mcity.umich.edu/our-work/mcity-test-facility/>. Acesso em: 10 abr. 2016.

MAUNSELL, D.; TANGUTURI, P.; HOGARTH, J. **Realising the benefits of autonomous vehicles in Australia.** 2014. Disponível em: https://www.accenture.com/t00010101T000000__w__/au-en/_acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/DotCom/Documents/Local/en-gb/PDF_3/Accenture-Realising-Benefits-Autonomous-Vehicles-Australia.pdf. Acesso em: 08 ago. 2016.

MEYER, J. et al. **Autonomous vehicles: the next jump in accessibilities?** Research in Transportation Economics, v. 62, p. 80-91, 2017.

MICHALEK, J. J. et al. Valuation of plug-in vehicle life-cycle air emissions and oil displacement benefits. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 108, n. 40, p. 16554-16558, 2011.

MILAKIS, D., et al. **Development of automated vehicles in the Netherlands: scenarios for 2030 and 2050.** 2015. Disponível em: <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:c22db456-b61a-4908-b2f6-51d16d5708f8?collection=research>. Acesso em: 09 abr. 2016.

MILAKIS, D.; AREM, B.; WEE, B. Policy and society related implications of automated driving: a review of literature and directions for future research. **Journal of Intelligent Transportation Systems**, v. 21, n. 4, p. 324-348, 2017.

MITCHELL, W.; BORRONI-BIRD, C.; BURNS, L. **Reinventing the automobile: personal urban mobility for the 21st Century.** Cambridge: MIT Press, 2010.

MLADENOVIC, M. N.; ABBAS, M. M. Anthropocentric development of intersection control principles for self-driving vehicles under considerations of social justice. *In*: MOBIL. TUM 2015 – INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE ON MOBILITY AND TRANSPORT TECHNOLOGIES, SOLUTIONS AND PERSPECTIVES FOR INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS, 2015, Munich. Disponível em: https://pdfs.semanticscholar.org/8155/5d9db05ca9ac689082341ac27f86c287badc.pdf?_ga=2.77394838.2078706890.1554849759-960525317.1554654830. Acesso em: 27 ago. 2017.

MLADENOVIC, M. N.; MCPHERSON, T. Engineering social justice into traffic control for self-driving vehicles? **Science and Engineering Ethics**, v. 22, p. 1131–1149, 2016.

MOHL, R. A. Stop the road freeway revolts in American cities. **Journal of Urban History**, v. 30, p. 674-706, 2004.

MOSQUET, X. et al. **Revolution in the driver's seat: the road to autonomous vehicles.** 2015. Disponível em: <https://www.bcg.com/publications/2015/automotive-consumer-insight-revolution-drivers-seat-road-autonomous-vehicles.aspx>. Acesso em: 10 jun. 2017.

MYERS, D.; KITSUSE, A. Constructing the future in planning: a survey of theories and tools. **Journal of Planning Education and Research**, v. 19, p. 221-31, 2000.

NATIONAL ASSOCIATION OF CITY TRANSPORTATION OFFICIALS – NACTO. **Blueprint for autonomous urbanism.** 2017. Disponível em: https://nacto.org/wp-content/uploads/2017/11/BAU_Mod1_raster-sm.pdf. Acesso em 15 jun. 2018.

NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION - NHTSA. **National motor vehicle crash causation survey.** 2008. Disponível em: <https://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/ViewPublication/811059>. Acesso em: 03 mar. 2016.

NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION - NHTSA. **Preliminary statement of policy concerning automated vehicles.** 2013. Disponível em: www.nhtsa.gov/About+NHTSA/Press+Releases/U.S.+Department+of+Transportation+Releases+Policy+on+Automated+Vehicle+Development. Acesso em: 18 mai. 2016.

NATIONAL LEAGUE OF CITIES – NLC. **Autonomous vehicle pilots across America**. 2018. Disponível em: <https://www.nlc.org/sites/default/files/2018-10/AV%20MAG%20Web.pdf>. Acesso em: 19 out. 2018.

NATIONAL LEAGUE OF CITIES – NLC. **Autonomous vehicles: a policy preparation guide**. 2017. Disponível em: <https://www.nlc.org/sites/default/files/2017-04/NLC%20AV%20Policy%20Prep%20Guide%20web.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2017.

NATIONAL LEAGUE OF CITIES - NLC. **City of the future. Technology and Mobility**. 2015. Disponível em: <https://www.nlc.org/resource/city-of-the-future-technology-mobility>. Acesso em: 14 dez. 2016.

NEW YORK CITY DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. **Street design manual**. 2015. Disponível em: <http://www.nyc.gov/html/dot/downloads/pdf/nycdot-streetsdesignmanual-interior-lores.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2016.

NEWMAN, P. **Why trackless trams are ready to replace light rail**. 2018. Disponível em: <https://theconversation.com/why-trackless-trams-are-ready-to-replace-light-rail-103690>. Acesso em: 18 ago. 2019.

NICOLA, S.; BEHRMANN, E. 'Peak Car' and the End of an Industry. 2018. Disponível em: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-08-17/-peak-car-and-the-end-of-an-industry>. Acesso em: 24 mar. 2019.

OHNSMAN, A. Automated cars may boost fuel use, Toyota scientist says. **Bloomberg**, July 2014. Disponível em: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2014-07-16/automated-cars-may-boost-fuel-use-toyota-scientist-says>. Acesso em: 12 mar. 2016.

OTTO, P. The future of mobility on the road to driverless cars. **Ipsos Views**, Oct. 2017. Disponível em: https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/publication/documents/2017-10/The_Future_of_Mobility.pdf. Acesso em: 02 nov. 2018.

OWCZARZAK, L.; ZAK, J. Design of passenger public transportation solutions based on autonomous vehicles and their multiple criteria comparison with traditional forms of passenger transportation. **Transportation Research Procedia**, v. 10, p. 472-482, 2015.

PAPA, E.; FERREIRA, A. Sustainable accessibility and the implementation of automated vehicles: identifying critical decisions. **Urban Science**, v. 2, n. 1, p. 2-14, 2018.

PARASURAMAN, R.; SHERIDAN, T. B.; WICKENS, C. D. A model of types and level of human interaction with automation. **IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics, Part A: systems, and humans**, v. 30, n. 3, p. 286-297, 2000.

PARKIN, J. et al. Autonomous vehicle interactions in the urban street environment: a research agenda. **Institution of Civil Engineers**, v. 171, p. 15-25, out. 2017. Disponível em: <https://www.icevirtuallibrary.com/doi/pdf/10.1680/jmuen.16.00062>. Acesso em: 30 jul. 2018.

PARKIN, J. et al. **Understanding interactions between autonomous vehicles and other road users: a literature review**. 2016. Disponível em:

<http://eprints.uwe.ac.uk/29153/1/UWE%20autonomous%20vehicle%20interactions%20literature%20review%20June%202016.pdf>. Acesso: 15 jul. 2017.

PARRY, I. W. H.; WALLS, M.; HARRINGTON, W. Automobile externalities and policies. **Journal of Economic Literature**, v. 35, n. 2, p. 373-399, 2007.

PEARL, T. **Hands on the wheel: a call for greater regulation of semi-autonomous cars**. 2017. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2930125. Acesso em: 30 nov. 2018.

PERKINS+WILL. **Designing for future mobility developing a framework for the livable future city**. 2018. Disponível em: https://ca.perkinswill.com/sites/default/files/Designing_for_Future_Mobility_Report.pdf. Acesso em: 15 jul. 2018.

PETERS, A. **These 8 cities are taking bold steps to get rid of cars**. Fast Company, Mar. 2019. Disponível em: <https://www.fastcompany.com/90321627/these-8-cities-are-taking-bold-steps-to-get-rid-of-cars>. Acesso em: 14 abr. 2019.

PORDATA. **Densidade populacional segundo os censos**. 2011. Disponível em: <https://www.pordata.pt/Municipios/Densidade+populacional+segundo+os+Censos-591>. Acesso em: 11 fev. 2019.

PREUK, K. et al. Does assisted driving behaviour lead to safety-critical encounters with unequipped vehicles' drivers? **Accident Analysis and Prevention**, v. 95, Part A, p. 149-156, 2016.

PUBLIC SECTOR CONSULTANTS; CENTER FOR AUTOMOTIVE RESEARCH. **Planning for connected and automated vehicles**. 2017. Disponível em: <https://www.cargroup.org/wp-content/uploads/2017/03/Planning-for-Connected-and-Automated-Vehicles-Report.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2018.

QUANTUMRUN. **How driverless cars will reshape tomorrow's megacities: future of cities**. 2016a. Disponível em: <https://www.quantumrun.com/prediction/how-driverless-cars-reshape-megacity-future-cities-p4>. Acesso em: 10 fev. 2019.

QUANTUMRUN. **Planning the megacities of tomorrow: future of cities P2**. 2016b. Disponível em: <https://www.quantumrun.com/prediction/planning-megacities-tomorrow-future-cities-p2>. Acesso em: 05 mai. 2018.

RATTI, C. Herramientas digitales para la ciudad del futuro. **ARQ (Santiago)**, Santiago, n. 96, p. 48-51, 2017. Disponível em: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-69962017000200048&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 05 fev. 2018.

REGIONAL PLAN ASSOCIATION – RPA. **New mobility: autonomous vehicle and the region**. 2017. Disponível em: <http://library.rpa.org/pdf/RPA-New-Mobility-Autonomous-Vehicles-and-the-Region.pdf>. Acesso em: 07 out. 2018.

ROSENBLOOM, S. The Travel and Mobility Needs of Older People Now and in the Future. *In*: COUGHLIN, J. F.; D'AMBROSIO, L. A. (ed.). **Aging America and transportation: personal choices and public policy**. New York: Springer, 2012. p. 39-56.

RØSTVIK, H. N. The mobility revolution as seen through. **Architectural Science Review**, v. 61, n. 5, p. 362-366, 2018.

SAKARIA, N.; STEHFEST, N. **Millennials and mobility: understanding the millennial mindset and new opportunities for transit providers**. Washington, DC: The National Academies Press, 2013.

SALDIVA, P. H. N. Por uma cidade mais saudável. **Revista Pesquisa FAPESP**, São Paulo, ed. 241, p. 22-27, mar. 2016.

SAMARAS, C.; MEISTERLING, K. Life cycle assessment of greenhouse gas emissions from plug-in hybrid vehicles: implications for policy. **Environmental Science and Technology**, v. 42, p. 3170-3176, 2008.

SANDT, L.; OWENS, J. M. **Discussion guide for automated and connected vehicles, pedestrians and bicyclists**. 2017. Disponível em: http://www.pedbikeinfo.org/pdf/PBIC_AV.pdf. Acesso em: 13 abr. 2018.

SANTI, P. et al. Quantifying the benefits of vehicle pooling with shareability networks. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 111, n. 37, p. 13290-13294, 2014.

SÃO PAULO (Cidade). **Decreto nº 58.611, de 24 de janeiro de 2019**. Consolidação de critérios para a padronização de calçadas. São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo – PMSP, 2019a. Disponível em: <https://diariodotransporte.com.br/wp-content/uploads/2019/01/calçadas.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2019.

SÃO PAULO (Cidade). **Decreto nº 55.045, de 16 de abril de 2014**. Regulamentação da instalação e do uso de extensão temporária de passeio público, denominada “parklet”. São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo – PMSP, 2014a. Disponível em: <https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/wp-content/uploads/2014/04/Decreto-55.045.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2019.

SÃO PAULO (Cidade). **Decreto nº 57.889, de 21 de setembro de 2017**. Compartilhamento de bicicletas em vias e logradouros públicos do Município de São Paulo. São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo – PMSP, 2017. Disponível em: <http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/decreto-57889-de-21-de-setembro-de-2017>. Acesso em: 29 jan. 2019.

SÃO PAULO (Cidade). **Decreto nº 58.907, de 09 de agosto de 2019**. Compartilhamento de patinetes elétricos. São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo – PMSP, 2019c. Disponível em: <http://www.docidadesp.imprensaoficial.com.br/NavegaEdicao.aspx?ClipID=14667be47158deb9e5848160e5ddd91b&PalavraChave=patinete>. Acesso em: 11 ago. 2019.

SÃO PAULO (Cidade). **Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014.** Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo. São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo – PMSP, 2014b. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/urbanismo/legislacao/plano_diretor/index.php?p=201105. Acesso em: 29 jan. 2018.

SÃO PAULO (Cidade). **Lei nº 16.885, de 16 de abril de 2018.** Criação do Sistema Cicloviário do Município de São Paulo – SICLO. São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo – PMSP, 2018. Disponível em: <http://documentacao.camara.sp.gov.br/iah/fulltext/leis/L16885.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2019.

SÃO PAULO (Cidade). **Lei nº 16402, de 22 de março de 2016.** Lei de parcelamento, uso e ocupação do solo. São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo – PMSP, 2016a. Disponível em: <http://www.docidadesp.imprensaoficial.com.br/NavegaEdicao.aspx?ClipID=2QUAFFO7S38BLeER7VNEFPVLQBE&PalavraChave=16.402>. Acesso em: 29 jan. 2018.

SÃO PAULO (Cidade). **Operação urbana centro. São Paulo:** Prefeitura do Município de São Paulo – PMSP, 2016b. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/desenvolvimento_urbano/sp_urbanismo/arquivos/OUCEN_caderno_GESTAOURBANA.pdf. Acesso em: 07 fev. 2019.

SÃO PAULO (Cidade). **Plano cicloviário do município de São Paulo.** Versão preliminar. São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo – PMSP, 2019b. Disponível em: https://participe.gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/arquivos/plano-cicloviario/PlanoCicloviariodeSaoPaulo_2019.pdf. Acesso em: 16 jun. 2019.

SÃO PAULO (Cidade). **Plano municipal de mobilidade urbana de São Paulo – PlanMob/SP.** São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo – PMSP, 2015. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/chamadas/planmobsp_v072__1455546429.pdf. Acesso em: 29 jan. 2018.

SÃO PAULO (Cidade). **SP 2040: A cidade que queremos.** São Paulo: Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano – SMDU, 2012.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria dos Transportes Metropolitanos. **Atualização da rede metropolitana de alta e média capacidade de transporte da RMSP.** São Paulo: Secretaria dos Transportes Metropolitanos, 2013. 126 p.

SCHLOSSBERG, M. et al. **Rethinking the street in an era of driverless cars.** 2018. Disponível em: https://cpb-us-east-1-juc1ugur1qwqqo4.stackpathdns.com/blogs.uoregon.edu/dist/f/13615/files/2018/01/Rethinking_Streets_AVs_012618-27hcyr6.pdf. Acesso em: 10 mar. 2018.

SCHOETTLE, B.; SIVAK, M. **A survey of public opinion about autonomous and self-driving vehicles in the US, the UK, and Australia.** 2014. Disponível em: <https://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/108384/103024.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 13 out. 2017.

SECOVI SP. **Anuário do Mercado Imobiliário 2017**. 2018. Disponível em: <http://www.secovi.com.br/downloads/anuario-mercado-imobiliario-2017-compressed.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2019.

SEPPELT, B. D.; LEE, J. D. Modeling driver response to imperfect vehicle control automation. **Procedia Manufacturing**, v. 3, p. 2621-2628, 2015.

SHAHEEN, S. A.; CAMEL, M.; ULLOM, W. M. **Survey of U.S. transportation officials on the future of integrated and active transportation systems**. 2014. Disponível em: <https://trid.trb.org/view.aspx?id=1288817>. Acesso em: 13 out. 2017.

SHAHEEN, S. A.; COHEN, A. P.; ROBERTS, J. D. Carsharing in North America: market growth, current developments, and future potential. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, Washington, D.C., n. 1986, p. 116-124, 2006.

SHAHEEN, S. et al. **Definitions, industry developments, and early understanding**. 2015. Disponível em: http://innovativemobility.org/wp-content/uploads/2015/11/SharedMobility_WhitePaper_FINAL.pdf. Acesso em: 03 mai. 2017.

SHANKER, R. et al. **Autonomous cars: self-driving the new auto industry paradigma**. 2013. Disponível em: <https://orfe.princeton.edu/%7Ealaink/SmartDrivingCars/PDFs/Nov2013MORGAN-STANLEY-BLUE-PAPER-AUTONOMOUS-CARS-SELF-DRIVING-THE-NEW-AUTO-INDUSTRY-PARADIGM.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2016.

SHI, L.; PREVEDOUROS, P. Autonomous and connected cars: HCM estimates for freeways with various market penetration rates. **Transportation Research Procedia**, v. 15, p. 389-402, 2016.

SHLADOVER, S. E. What if cars could drive themselves? **ACCESS**, California, n. 16, p. 2-7, 2000.

SHOUP, D. C. The high cost of free parking. **Journal of Planning Education and Research**, v. 17, p. 3-20, 1997.

SHOUP, D. C. The trouble with minimum parking requirements. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 33, p. 549-574, 1999.

SILBERG, G. et al. **Self-driving cars: the next revolution**. White paper, KPMG LLP & Center for Automotive Research, 2012.

SINGAPORE. **Department of statistics**. 2016. Disponível em: https://www.singstat.gov.sg/-/media/files/visualising_data/infographics/ghs/highlights-of-ghs2015.pdf. Acesso em: 27 fev. 2019.

SINGAPORE. **Department of statistics. Population and population structure**. 2019. Disponível em: <https://www.singstat.gov.sg/find-data/search-by-theme/population/population-and-population-structure/latest-data>. Acesso em: 20 fev. 2019.

SIVAK, M.; SCHOETTLE, B. **Recent changes in the age composition of drivers in 15 countries**. 2011. Disponível em:

<https://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/86680/102764.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2017.

SIVAK, M.; SCHOETTLE, B. **Road safety with self-driving vehicles: general limitations and road sharing with conventional vehicles.** 2015. Disponível em: <https://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/111735/103187.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 22 out. 2017.

SKINNER, R. et al. **New mobility now.** 2017. Disponível em: <https://www.wsp.com/en-GL/news/2017/new-mobility-now-is-the-time-to-take-action>. Acesso em: 03 out. 2018.

SMALL, K. A.; KAZIMI, C. On the costs of air pollution from motor vehicles. **Journal of Transport Economics and Policy**, v. 29, n. 1, p. 7-32, 1995.

SMITH, A.; ANDERSON, J. **AI, robotics, and the future of jobs.** 2014. Disponível em: <http://www.pewinternet.org/2014/08/06/future-of-jobs/>. Acesso em: 19 mai. 2016.

SMITH, E. **Future of transportation: planning for connected automated vehicles in smart cities.** 2016. Disponível em: https://www.its.dot.gov/presentations/egan_smith/FutureTransportationCV-AV.pdf. Acesso em: 08 abr. 2017.

SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS - SAE. Taxonomy and definitions for terms related to on-road motor vehicle automated driving systems. 2014. Disponível em: https://www.sae.org/standards/content/j3016_201401/. Acesso em: 20 dez. 2018.

SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS - SAE. **Taxonomy and definitions for terms related to driving automation systems for on-road motor vehicles.** 2018. Disponível em: https://www.sae.org/standards/content/j3016_201806/. Acesso em: 20 dez. 2018.

SOMERS, A.; WEERATUNGA, K. **Automated vehicles: are we ready? Internal report on potential implications for main roads WA.** Western Australia: ARRB Group Ltd., 2015.

SPERLING, D. Beyond ITS and the transportation monoculture. **Access**, special issue, p. 35-37, 2006-2007.

SPICKERMANN, A.; GRIENITZ, V.; GRACHT, H. A. Heading towards a multimodal city of the future? Multi-stakeholder scenarios for urban mobility. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 89, p. 201-221, 2014.

SPIESER, K. et al. Toward a systematic approach to the design and evaluation of automated mobility-on-demand systems: a case study in Singapore. *In*: MEYER, G.; BEIKER, S. (ed.). **Road vehicle automation. Lecture notes in mobility.** Springer International Publishing, 2014. p. 229-245.

STAPLES, R. Driver(less) is more. 2016. Disponível em: <http://www.iaacblog.com/programs/driverless-is-more/>. Acesso em: 06 jan. 2018.

STEER. **LRT versus BRT: which is the better option?** 2015. Disponível em: <https://www.steergroup.com/insights/lrt-versus-brt-which-better-option>. Acesso em: 18 ago. 2019.

STEWART, J. **After probing Tesla's deadly crash, feds say yay to self-driving.** 2017. Disponível em: <https://www.wired.com/2017/01/probing-teslas-deadly-crash-feds-say-yay-self-driving/>. Acesso em: 30 jul. 2017.

TACHET, R. et al. Scaling law of urban ride sharing. **Scientific Reports**, v. 7, 2017.

THE BOSTON CONSULTING GROUP - BCG. **Impactanalyse zelfrijdende voertuigen.** Amsterdam: BCG, 2016.

THE CITY OF SAN DIEGO. **Street design manual.** 2017. Disponível em: https://www.sandiego.gov/sites/default/files/street_design_manual_march_2017-final.pdf. Acesso em: 10 jan. 2018.

THE EUROPEAN TRANSPORT SAFETY COUNCIL - ETSC. **Prioritising the safety potential of automated driving in Europe.** Brussels: The European Transport Safety Council ETSC, 2016.

THE ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OECD; INTERNATIONAL TRANSPORT FORUM - ITF. **Urban mobility system upgrade. How shared self-driving cars could change city traffic.** 2015. Disponível em: https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/15cpb_self-drivingcars.pdf. Acesso em 17 fev. 2018.

THE ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OECD; INTERNATIONAL TRANSPORT FORUM - ITF. **Urban Mobility System Upgrade. How shared self-driving cars could change city traffic.** 2015. Disponível em: https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/15cpb_self-drivingcars.pdf. Acesso em 17 fev. 2018.

THOMPSON, C. et al. Full tilt: when 100% of cars are autonomous. **The New York Times Magazine**, New York, Nov. 2017. Disponível em: https://www.nytimes.com/interactive/2017/11/08/magazine/tech-design-autonomous-future-cars-100-percent-augmented-reality-policing.html?em_pos=medium&emc=edit_ma_20171110&nl=magazine&nl_art=1&nlid=17651313&ref=headline&te=1&r=0. Acesso em: 05 mar. 2018.

THRUN, S. Toward Robotic Cars. **Communications of the ACM**, v. 53, n. 4, p. 99-106, 2010.

TIENTRAKOOL, P.; HO, Y. C.; MAXEMCHUK, N. F. Highway capacity benefits from using vehicle-to-vehicle communication and sensors for collision avoidance. *In*: IEEE VEHICULAR TECHNOLOGY CONFERENCE, 2011, San Francisco. New York: Columbia University, 2011. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6093130>. Acesso em: 04 jan. 2017.

TILLEMA, T. et al. **Driver at the wheel? Self-driving vehicles and the traffic and transport system of the future.** Netherlands: Institute for Transport Policy Analysis, 2015.

TOFFETTI, A. et al. CityMobil: human factor issues regarding highly-automated vehicles on an eLane. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, v. 2110, p. 1-8, 2009.

TOMTOM. **Traffic index.** 2016. Disponível em: https://www.tomtom.com/en_gb/trafficindex/city/london. Acesso em: 20 fev. 2019.

TROMMER, S. et al. **Autonomous driving: The impact of vehicle automation on mobility behaviour.** Munich: Institute for Mobility Research, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/312374304_Autonomous_Driving_-_The_Impact_of_Vehicle_Automation_on_Mobility_Behaviour. Acesso em: 15 mai. 2018.

U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION – USDOT; INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS JOINT PROGRAM OFFICE – ITS. **History of intelligent transportation systems.** 2016. Disponível em: <https://www.its.dot.gov/history/offline/download.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2017.

U.S. GOVERNMENT ACCOUNTABILITY OFFICE - GAO. **Intelligent transportation systems: vehicle-to-infrastructure technologies expected to offer benefits, but deployment challenges exist.** 2015. Disponível em: <https://www.gao.gov/assets/680/672548.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2016.

UNITED NATIONS DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS - UN/DESA. **World urbanization prospects: the 2014 revision, highlights.** 2014. Disponível em: <http://esa.un.org/unpd/wup/Highlights/WUP2014-Highlights.pdf>. Acesso em: 08 jul. 2016.

UNITED NATIONS DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS - UN/DESA. **World population prospects.** 2017. Disponível em: <https://population.un.org/wpp/>. Acesso em: 15 jul. 2018.

UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME - UN-HABITAT. **Atlas of urban expansion.** 2014. Disponível em: <http://www.atlasofurbanexpansion.org/cities>. Acesso em: 28 fev. 2019.

UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME – UN-HABITAT. **Planning and design for sustainable urban mobility – global report on human settlements 2013.** 2013. Disponível em: https://issuu.com/unric/docs/planning_and_design_for_sustainable. Acesso em: 16 fev. 2017.

UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME – UN-HABITAT. **Urbanization and development - emerging futures.** 2016. Disponível em: <http://cdn.plataformaurbana.cl/wp-content/uploads/2016/06/wcr-full-report-2016.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2016.

VISSERS, L. et al. **Safe interaction between cyclists, pedestrians and automated vehicles.** 2016. Disponível em: <https://www.swov.nl/en/publication/safe-interaction-between-cyclists-pedestrians-and-automated-vehicles>. Acesso em: 20 dez. 2017.

VOCK, D. C. Pedestrian deaths are rising. One big reason? SUVs. 2018. Disponível em: <https://www.governing.com/topics/transportation-infrastructure/gov-SUV-rise-pedestrian-deaths.html>. Acesso em: 02 jul. 2018.

WAGNER, J. et al. **Automated vehicles: policy implications scoping study.** 2014. Disponível em: <https://policy.tti.tamu.edu/technology/prc-report-automated-vehicles-policy-implications-scoping-study/>. Acesso em: 26 ago. 2016.

WEYER, J.; FINK, R. D.; ADEL, F. Human-machine cooperation in smart cars. An empirical investigation of the loss-of-control thesis. **Safety Science**, v. 72, p. 199-208, 2015.

WILBRINK, M. et al. **Designing cooperative interaction of automated vehicles with other road users in mixed traffic environment**. 2017. Disponível em: https://www.interact-roadautomation.eu/wp-content/uploads/interACT-Deliverable-1.1-Content_1.0_Website.pdf. Acesso em: 06 jan. 2018.

WINSTON, C.; MANNERING, F. Implementing technology to improve public highway performance: a leapfrog technology from the private sector is going to be necessary. **Economics of Transportation**, v. 3, p. 158-165, 2014.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Global status report on road safety**. 2015. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/189242>. Acesso em: 11 mar. 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Global status report on road safety 2013: supporting a decade of action**. 2013. Disponível em: https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2013/en/. Acesso em: 05 fev. 2016.

WSP; FARRELLS. **Making better places: autonomous vehicles and future opportunities**. 2016. Disponível em: <http://www.wsp-pb.com/GlobalIn/UK/WSPPB-Farrells-AV-whitepaper.pdf>. Acesso em: 09 ago. 2017.

YU, H.; STUART, A. L. Impacts of compact growth and electric vehicles on future air quality and urban exposures may be mixed. **Science of the Total Environment**, v. 576, p. 148-158, 2017.

ZAKHARENKO, R. **Self-driving cars will change cities**. *Regional Science and Urban Economics*, v. 61, p. 26-37, 2016.

ZEEB, K.; BUCHNER, A.; SCHRAUF, M. Is take-over time all that matters? The impact of visual-cognitive load on driver take-over quality after conditionally automated driving. **Accident Analysis and Prevention**, v. 92, p. 230-239, 2016.

ZHANG, W. et al. Exploring the impact of shared autonomous vehicles on urban parking demand: an agent-based simulation approach. **Sustainable Cities and Society**, v. 19, p. 34-45, 2015.

ZHU, Y.; DIAO, M. **The impacts of urban mass rapid transit lines on the density and mobility of high-income households: a case study of Singapore**. *Transport Policy*, v. 51, p. 70-80, 2016.

ZMUD, J. et al. **The future of mobility: scenarios for the United States in 2030**. 2013. Disponível em: https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_reports/RR200/RR246/RAND_RR246.pdf. Acesso em: 09 ago. 2017.

Apêndices

APÊNDICE A - Redesenho urbano: área de referência

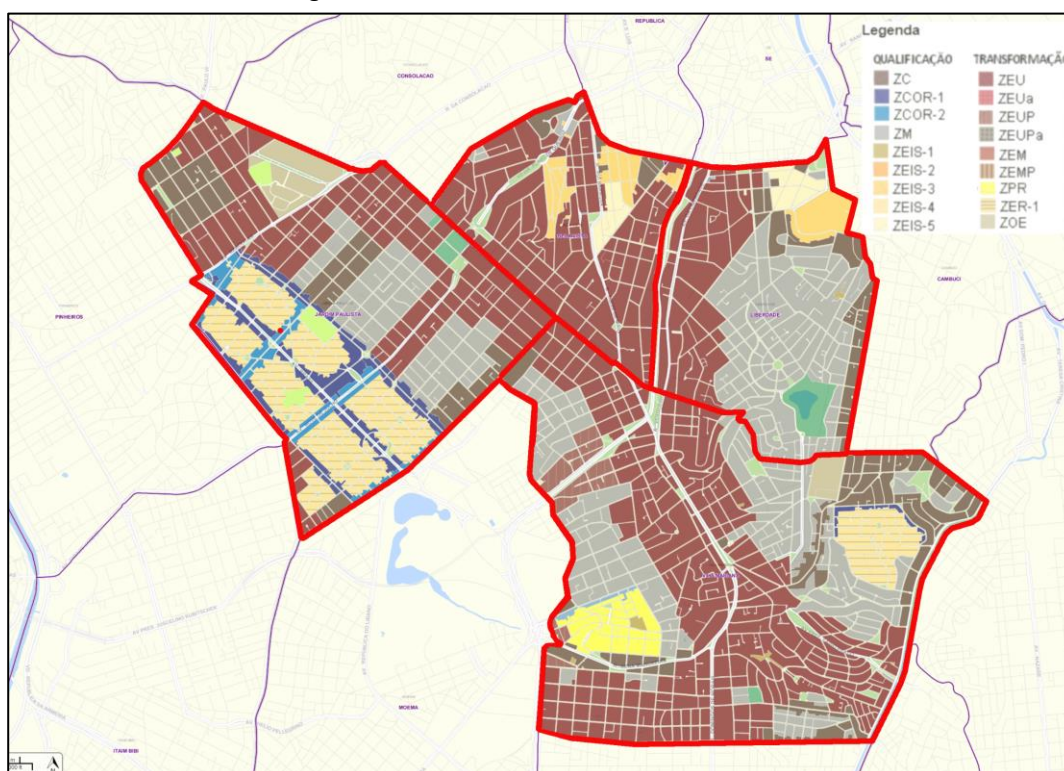
A área de referência contempla o eixo de estruturação da transformação urbana contido nos distritos da Bela Vista, do Jardim Paulista e da Vila Mariana, além do distrito da Liberdade. Propõe-se que estas áreas formem uma rede, em virtude da propagação dos impactos influenciados pelo redesenho urbano da área foco.

Os cenários projetuais foram desenvolvidos de acordo com a conversão das áreas liberadas em outros usos, segundo os levantamentos realizados na área de referência.

1 Área de referência: situação atual

O uso do solo é predominantemente misto nos distritos da área de referência, conforme ilustrado na Figura 102⁶⁸.

Figura 102 – Uso do solo na área de referência

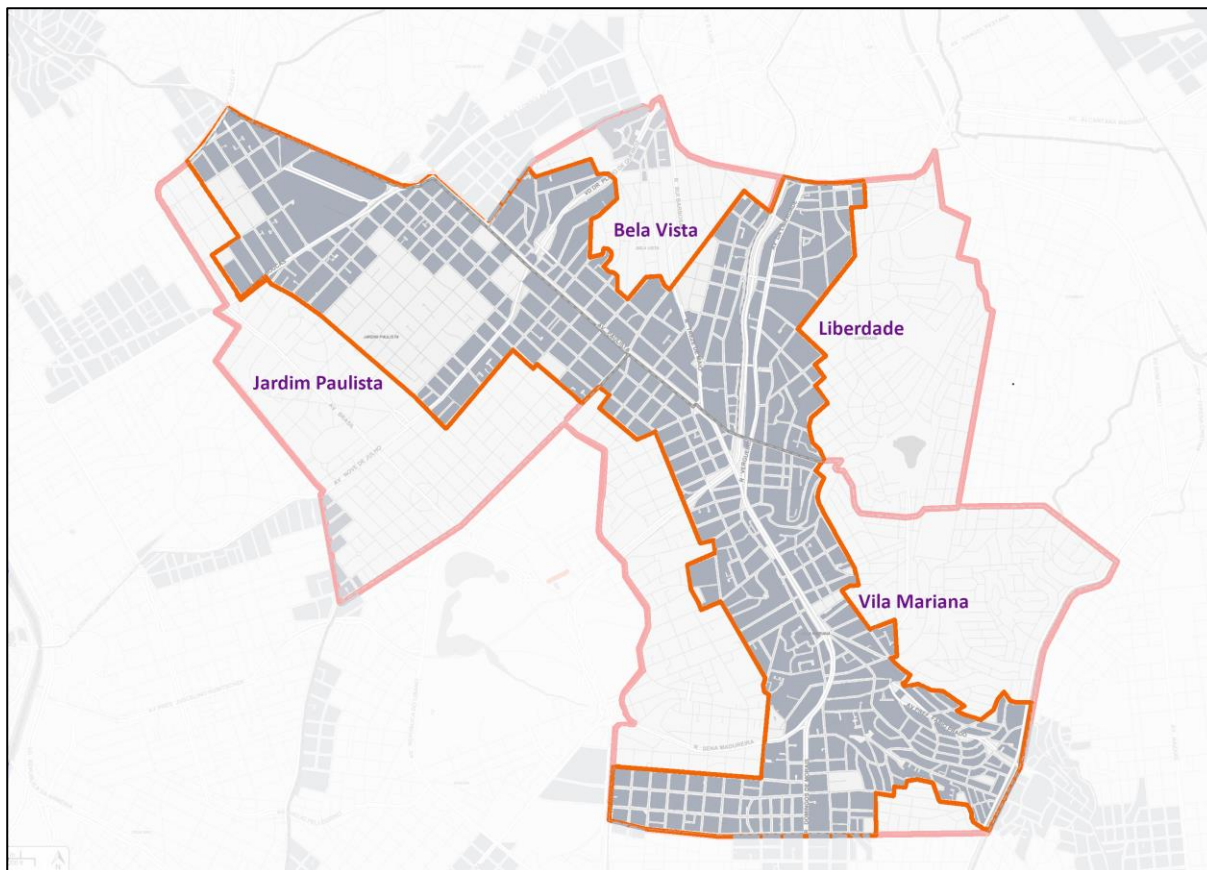


Fonte: Modificado pela autora com base em mapa digital da cidade de São Paulo. Disponível em: <http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br>. Acesso em: 12 mai. 2019.

⁶⁸ As siglas contidas na legenda desta figura estão grafadas por extenso, conforme São Paulo (2016a), na lista de siglas desta tese.

A Figura 103 ilustra o recorte proposto referente à área de referência, que é coincidente com o eixo de estruturação da transformação urbana (em cinza) contido nos distritos selecionados.

Figura 103 – Delimitação dos distritos e da área de referência



Fonte: Modificado pela autora com base em mapa digital da cidade de São Paulo. Disponível em: <http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br>. Acesso em: 12 mai. 2019.

Conforme os levantamentos realizados, foram mapeadas todas as vias contidas na área de referência em relação às faixas viárias, aos estacionamentos nas ruas, aos percursos de pedestres e aos percursos do transporte cicloviário, para a obtenção dos dados referentes às deficiências e às qualidades da área, visando embasar as propostas dos cenários projetuais.

Além dos levantamentos *in loco*, foram utilizadas ferramentas de georreferenciamento⁶⁹ para dimensionar os espaços destinados às faixas viárias, aos estacionamentos nas vias, aos percursos de pedestres e ao transporte cicloviário.

⁶⁹ As ferramentas de georreferenciamento incluem as do GoogleMaps e as do mapa digital da cidade de São Paulo, disponíveis em: <https://www.google.com/maps/>; <http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br>, respectivamente. Acessos em: 29 mai. 2019.

Com base no dimensionamento e nos levantamentos *in loco* foram verificadas as potencialidades de alterações da infraestrutura viária para outros usos, de modo a criar oportunidades para o redesenho urbano.

As informações foram agrupadas no Apêndice B, de acordo com o eixo de estruturação da transformação urbana contido nos distritos da Bela Vista, do Jardim Paulista e da Vila Mariana, respectivamente, sendo as vias classificadas segundo a especificação da Secretaria Municipal de Mobilidade e Transportes⁷⁰.

Conforme o Apêndice B, foram levantadas as informações de comprimento e largura das vias, das calçadas e das ciclovias, bem como os aspectos que caracterizam as 252 vias contidas nos distritos da Bela Vista, do Jardim Paulista e da Vila Mariana.

Com base nas dimensões apresentadas no Apêndice B e na Tabela 7, referentes à situação atual, foram contabilizados os percentuais das 294 vias, quanto à: área de circulação de veículos, área de estacionamento na via, área de calçada e área de ciclovia. Estas informações embasaram as proposições, possibilitando a análise das porcentagens de alteração da infraestrutura viária, revelando o quanto de área é possível obter para a conversão em outros usos. Dentre as 252 vias, foram selecionadas nove vias. A seguir, tem-se a seleção das vias, de acordo com o distrito e conforme a classificação viária.

Vias selecionadas:

- a) distrito da Bela Vista: uma via arterial (Rua Treze de Maio), uma via coletora (Rua Itapeva) e uma via local (Rua Santa Branca);
- b) distrito do Jardim Paulista: uma via arterial (Avenida Brasil⁷¹), uma via coletora (Alameda Jaú) e uma via local (Alameda Fernão Cardim);
- c) distrito da Vila Mariana: uma via arterial (Rua Domingos de Morais⁷²), uma via coletora (Rua Doutor Diogo de Faria) e uma via local (Rua Gregório Serrão).

Estas vias foram selecionadas devido às suas características, que possuem representatividade para o redesenho urbano, como quanto à vegetação urbana, aos

⁷⁰ Disponível em: <http://www.cetsp.com.br/media/839311/portaria-DSV-18-19.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2019.

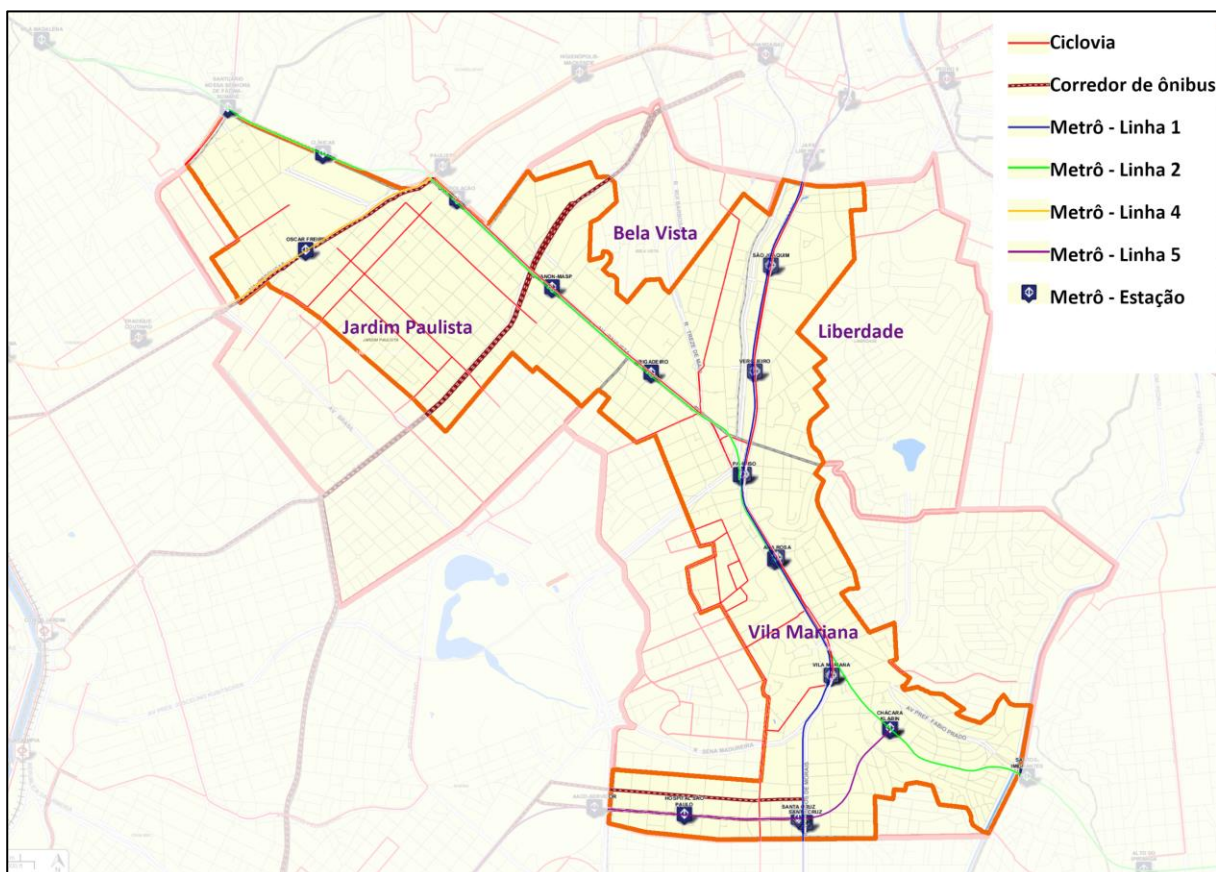
⁷¹ Apesar da Avenida Brasil não estar contida no eixo de estruturação da transformação urbana do distrito do Jardim Paulista, esta via foi selecionada por ser uma importante opção para os veículos convencionais atravessarem a área restrita aos veículos sem motorista.

⁷² A Rua Domingos de Morais foi dividida em dois trechos por apresentar diferença na configuração viária, tornando possível computar, de forma mais precisa, os aspectos desta rua.

percursos de pedestres, à presença de estacionamento na rua, à quantidade de vias, à proximidade com o sistema de transporte coletivo, bem como com o transporte cicloviário.

A Figura 104 ilustra a demarcação de ciclovia, dos corredores de ônibus e das estações de metrô contidos na área de referência.

Figura 104 – Localização dos percursos para transporte cicloviário, dos corredores de ônibus e do sistema metroviário contidos na área de referência



Fonte: Modificado pela autora com base em mapa digital da cidade de São Paulo. Disponível em: <http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br>. Acesso em: 12 mai. 2019.

A seguir, têm-se as propostas⁷³ de desenho urbano nos cenários projetuais.

2 Área de referência: proposições visando o redesenho urbano nos cenários projetuais

Conforme mencionado anteriormente, esta pesquisa está em consonância com os principais planos da administração municipal para a cidade de São Paulo, como os relacionados às ciclovias (SÃO PAULO, 2019b) e ao sistema metroferroviário (SÃO PAULO, 2013). Neste último caso, foi considerado, na área de referência, o funcionamento da linha 6

⁷³ Para a elaboração das propostas dos perfis, foi utilizado o software *Streetmix*. Disponível em: <https://streetmix.net/>. Acesso em: 23 jun. 2019.

– Laranja e a sua integração com a linha 1 – Azul, mais especificamente na estação São Joaquim, bem como o funcionamento da linha 19 – Celeste e sua interligação com a linha 2 – Verde, na estação Brigadeiro, e com a linha 6 - Laranja na estação Bela Vista.

Utilizando os mesmos critérios adotados na área foco para a área de referência, é possível reduzir 17,5% da área de estacionamento na via e, além disso, também é possível reduzir 5,3% da infraestrutura viária proveniente da largura das faixas de circulação de veículos. O Apêndice B contém os dados levantados e calculados para as 252 vias dos distritos da Bela Vista, do Jardim Paulista e da Vila Mariana, conforme as Tabelas 8, 9 e 10, respectivamente, além da Tabela 7 que contém os dados das 44 vias da área foco.

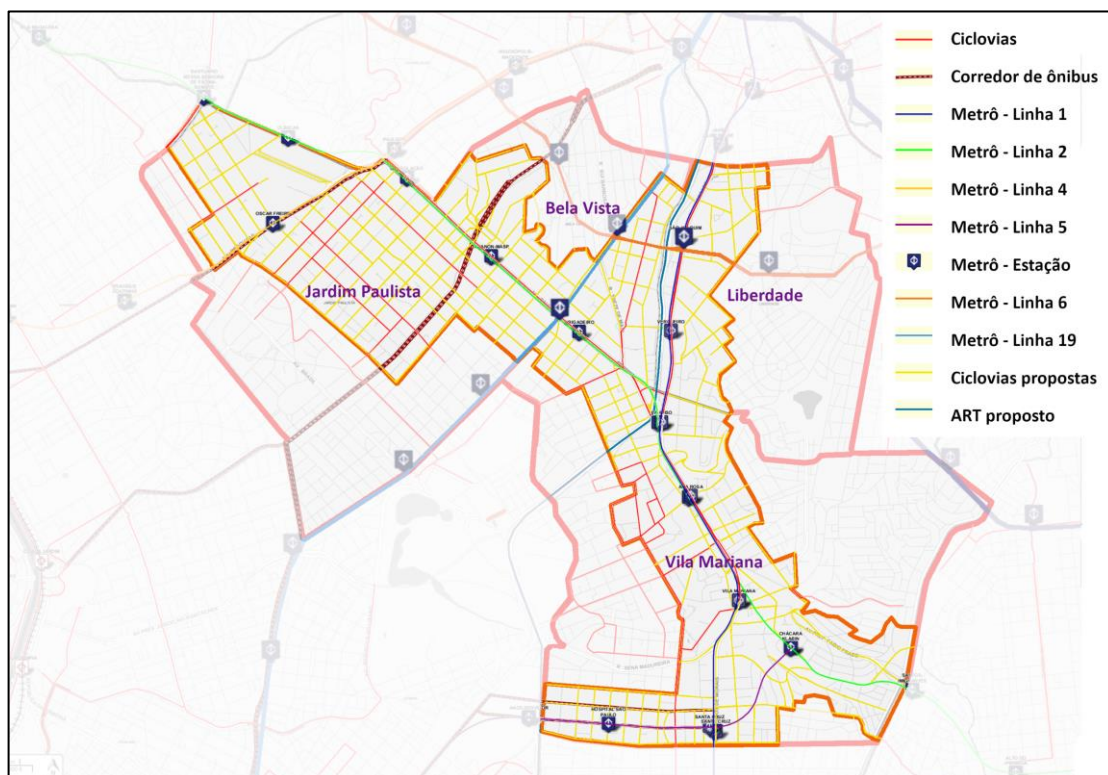
Considerando a somatória da porcentagem de redução da área de estacionamento na via com a porcentagem de redução da largura das faixas de circulação de veículos, tem-se que o potencial de liberação da área destinada à infraestrutura viária para outros usos é de 22,8%. Este número está em conformidade com o intervalo de alteração estimado nos cenários projetuais, que é entre 15% e 25%, de acordo com a Tabela 5, que se refere à estimativa da alteração da infraestrutura viária.

Com a redução da área de estacionamento na via e da largura das faixas de circulação de veículos, as 294 vias contidas na área de referência seriam beneficiadas, tendo como resultado o aumento de 14,3% da área total viária para os pedestres, com acréscimo da largura média da calçada de 2,9m para 4,2m, correspondendo a uma ampliação de 45% na largura das calçadas.

Para o transporte cicloviário, foi liberado 8,6% da área total viária para as ciclovias, proveniente do aumento da sua extensão de 12km para 72km, representando um acréscimo de 5 vezes na sua dimensão original. Além disso, houve a introdução de 5km de ciclorrotas em vias locais.

A Figura 105 ilustra a proposta para a área de referência, de acordo com o plano de expansão da rede metroviária (SÃO PAULO, 2013).

Figura 105 – Propostas para a área de referência



Fonte: Modificado pela autora com base em mapa digital da cidade de São Paulo. Disponível em: <http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br>. Acesso em: 12 mai. 2019.

Para as nove vias selecionadas propõe-se a conversão da área liberada de infraestrutura viária para outros usos, sendo que as propostas de desenho urbano, assim como na área foco, priorizam os pedestres, os ciclistas, o transporte coletivo, o veículo sem motorista compartilhado e, por último, o veículo convencional que, na área de referência, somente tem o seu tráfego liberado na Avenida 23 de Maio, na Rua Vergueiro, na Rua Domingos de Moraes, na Rua Sena Madureira e na Avenida Nove de Julho, conforme mencionado anteriormente no Capítulo 5.

Vale ressaltar que as propostas de desenho urbano realizadas nas nove vias selecionadas da área de referência possuem semelhança com as proposições da área foco, podendo ser aplicadas nas demais vias da área de referência que possuem perfil semelhante, dentro da mesma classificação viária.

A seguir, tem-se o detalhamento das propostas das nove vias selecionadas.

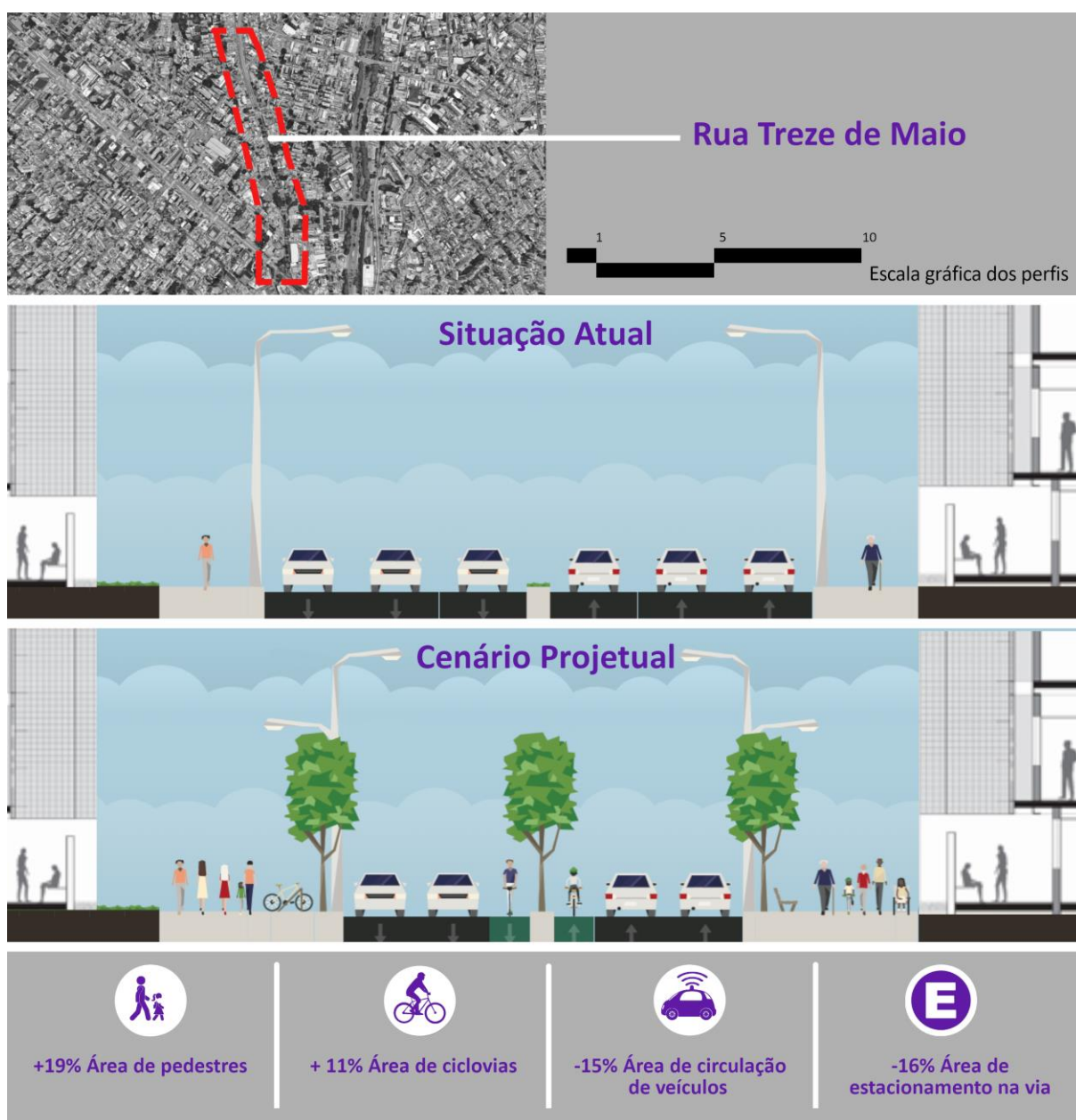
Distrito da Bela Vista

Via arterial – Rua Treze de Maio

Na Rua Treze de Maio propõe-se a supressão dos estacionamentos na via, bem como a diminuição da largura das faixas viárias, possibilitando o acréscimo de área para o percurso de pedestre e a introdução de ciclovias; sendo estas as alterações mais significativas. A proposta também contempla a melhoria da infraestrutura verde, com o plantio de árvores; além de mobiliário urbano como bancos e paraciclos.

A Figura 106 ilustra a proposta para a Rua Treze de Maio.

Figura 106 – Situação atual e cenário projetual da Rua Treze de Maio



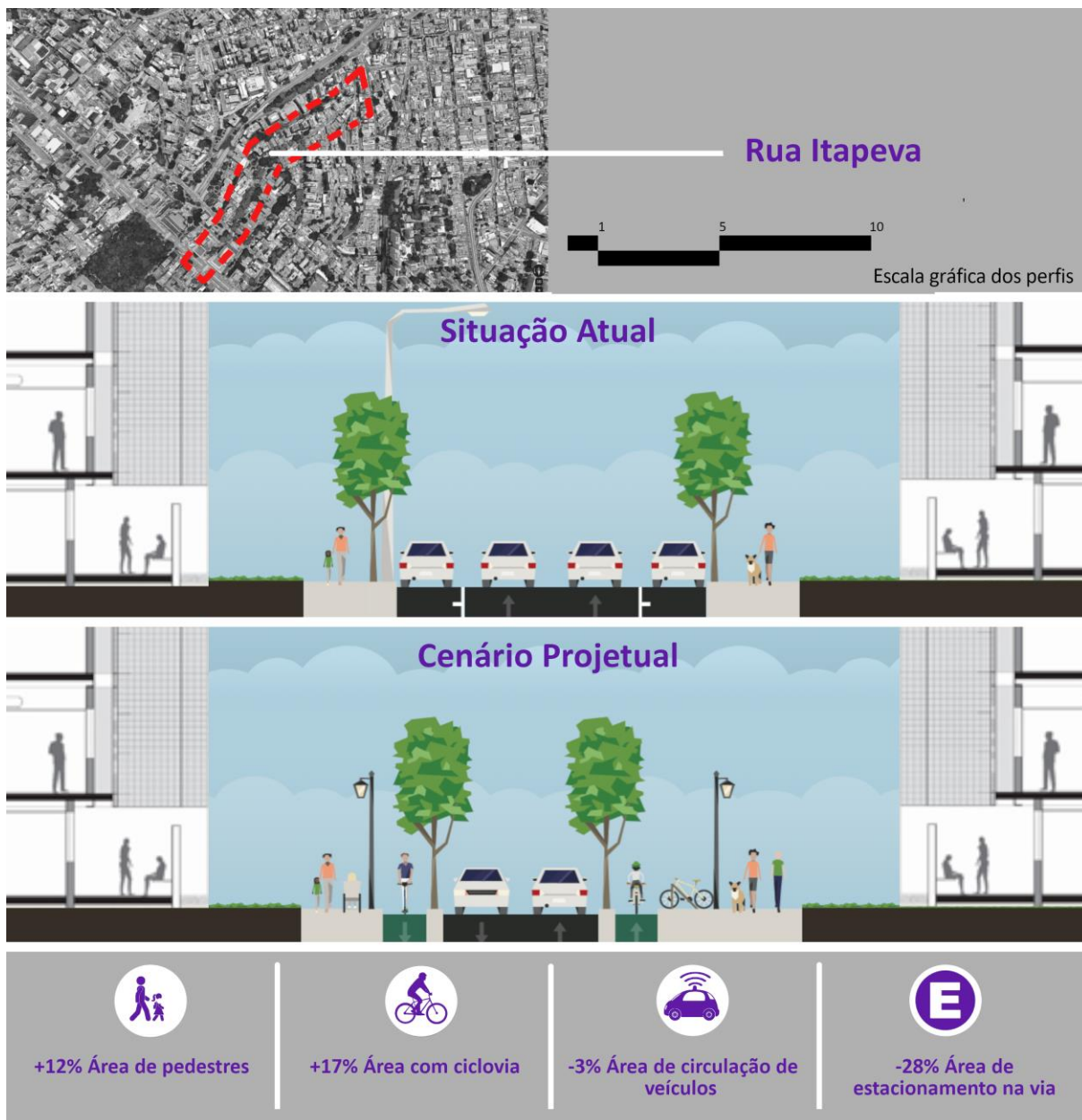
Fonte: Elaborado pela autora.

Via coletora – Rua Itapeva

A Rua Itapeva possui clínicas e hospitais, sendo que o acréscimo de área para o percurso de pedestre é uma importante proposição nesta via, visando melhorar o deslocamento das pessoas, principalmente das que possuem limitações físicas ou motoras. Propõe-se também a introdução de ciclovia e de pontos de embarque e desembarque, de forma a não conflitar com os percursos de pedestres.

A Figura 107 ilustra a proposta para a Rua Itapeva.

Figura 107 – Situação atual e cenário projetual da Rua Itapeva



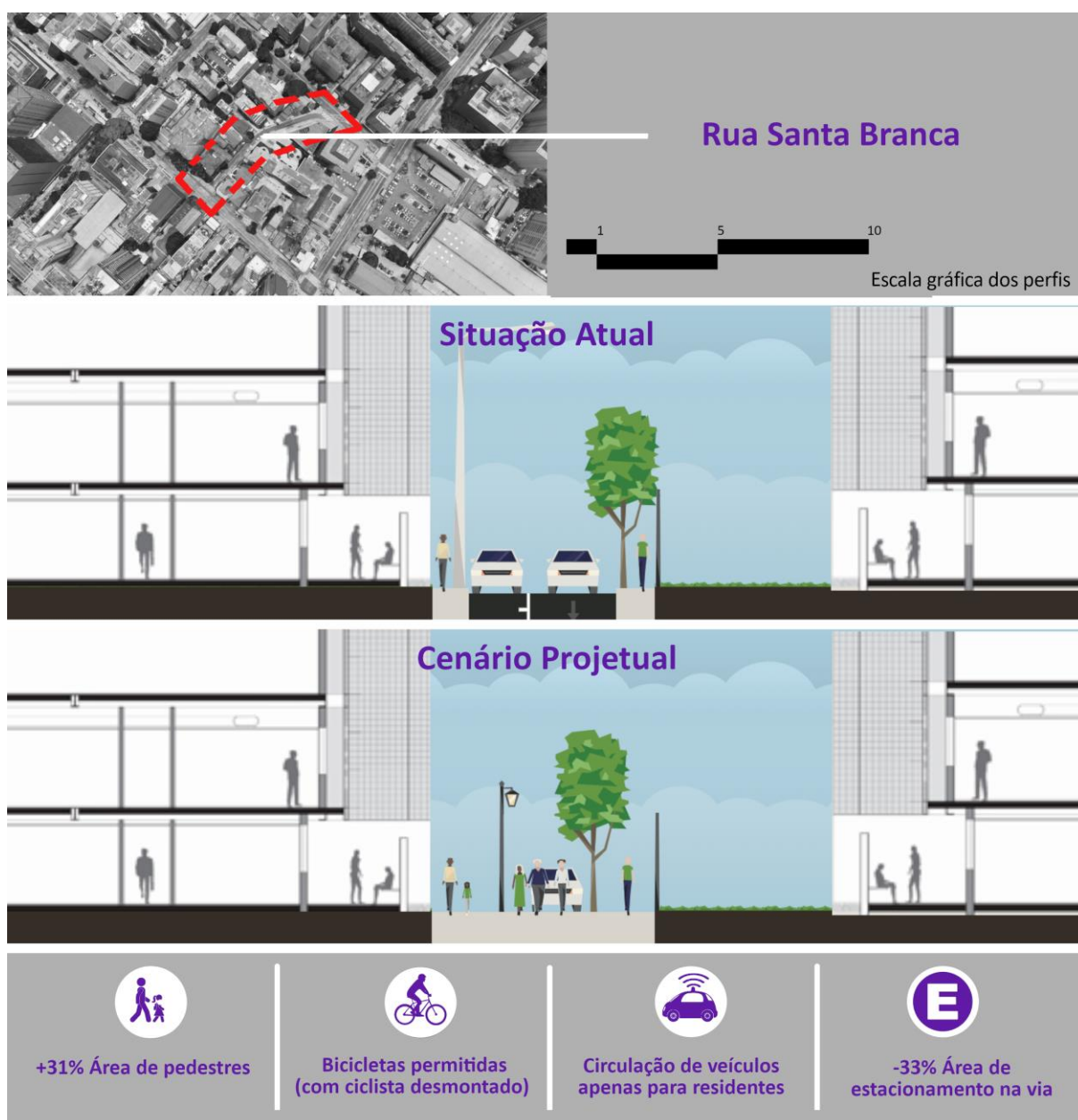
Fonte: Elaborado pela autora.

Via local – Rua Santa Branca

Na Rua Santa Branca a proposta contempla a eliminação do tráfego de veículos, sendo o seu acesso permitido apenas aos residentes, aos veículos de carga e descarga e aos veículos de emergência. Propõe-se, desta forma, a priorização da circulação dos pedestres, os quais fazem uso de calçadas estreitas e com obstáculos, como postes.

A Figura 108 ilustra a proposta para a Rua Santa Branca.

Figura 108– Situação atual e cenário projetual da Rua Santa Branca



Fonte: Elaborado pela autora.

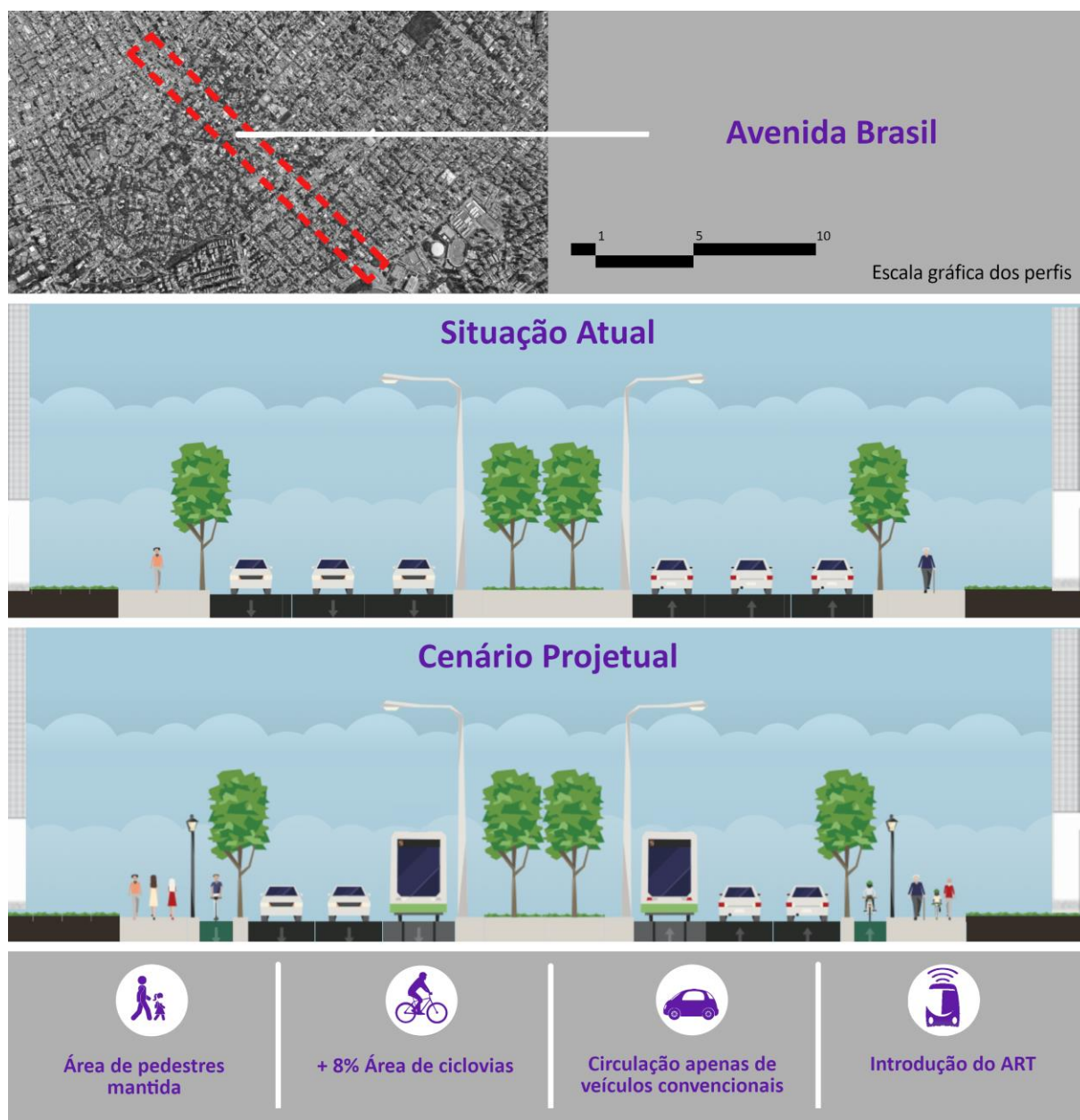
Distrito do Jardim Paulista

Via arterial – Avenida Brasil

A Avenida Brasil, apesar de não estar contida na área de referência, foi analisada por ser uma importante via, na qual os veículos convencionais podem fazer uso para circundar a área. Desta forma, propõe-se que o tráfego na Avenida Brasil seja permitido apenas para os veículos convencionais.

A proposta também inclui o ART no canteiro central e a introdução de ciclovia, conforme ilustrado na Figura 109.

Figura 109 – Situação atual e cenário projetual da Avenida Brasil



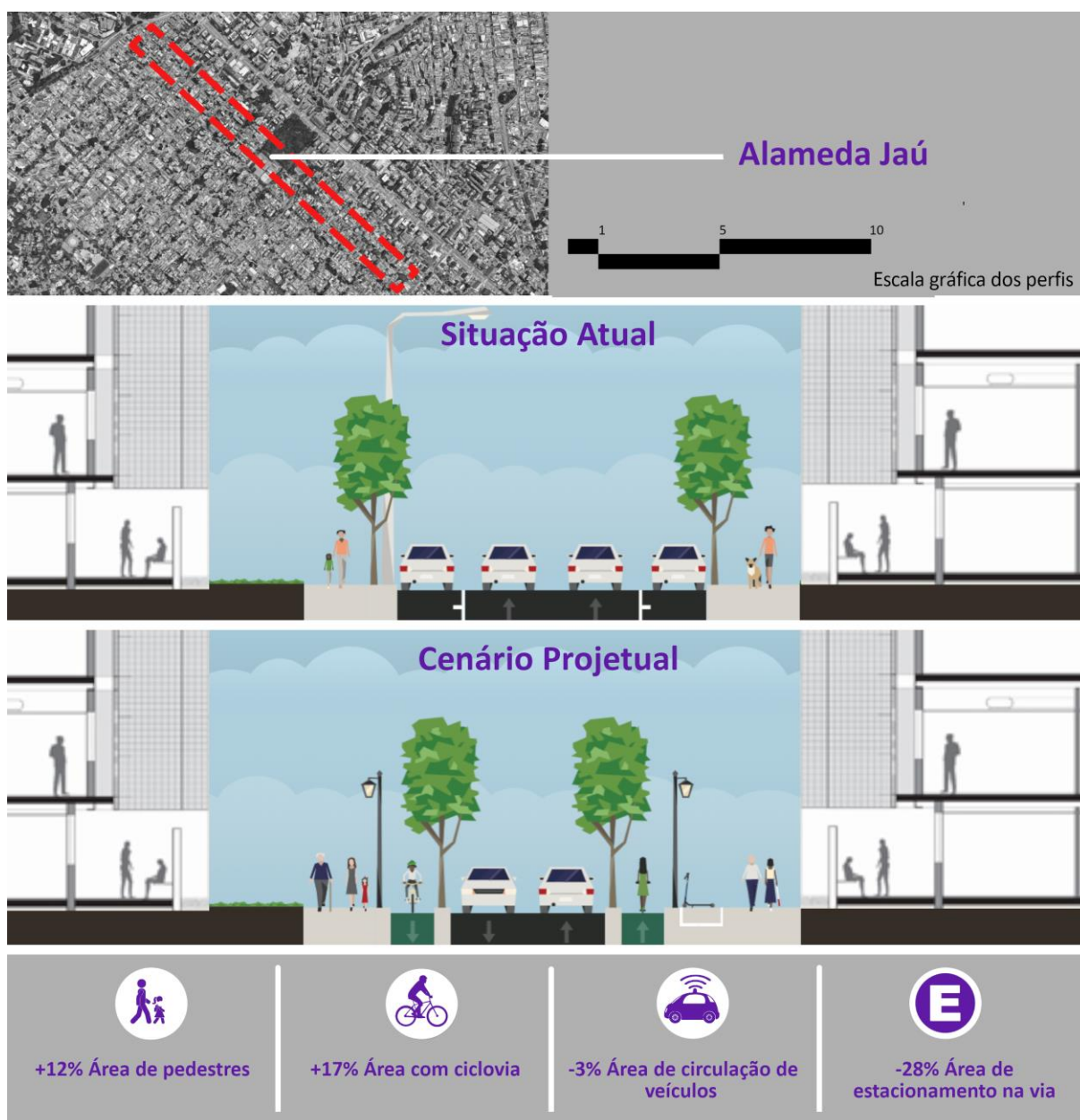
Fonte: Elaborado pela autora.

Via coletora – Alameda Jaú

Atualmente, esta via possui trechos de mão única e trechos com duas mãos. Com a introdução dos veículos sem motorista, as vias podem se tornar flexíveis quanto ao sentido, possibilitando convertê-lo de acordo com a necessidade e com a demanda. Isto pode ocorrer em outras vias coletoras da área de referência, como na Alameda Franca, Rua Artur Prado e Rua Bartolomeu de Gusmão.

A Figura 110 ilustra a proposta para a Alameda Jaú.

Figura 110 – Situação atual e cenário projetual da Alameda Jaú



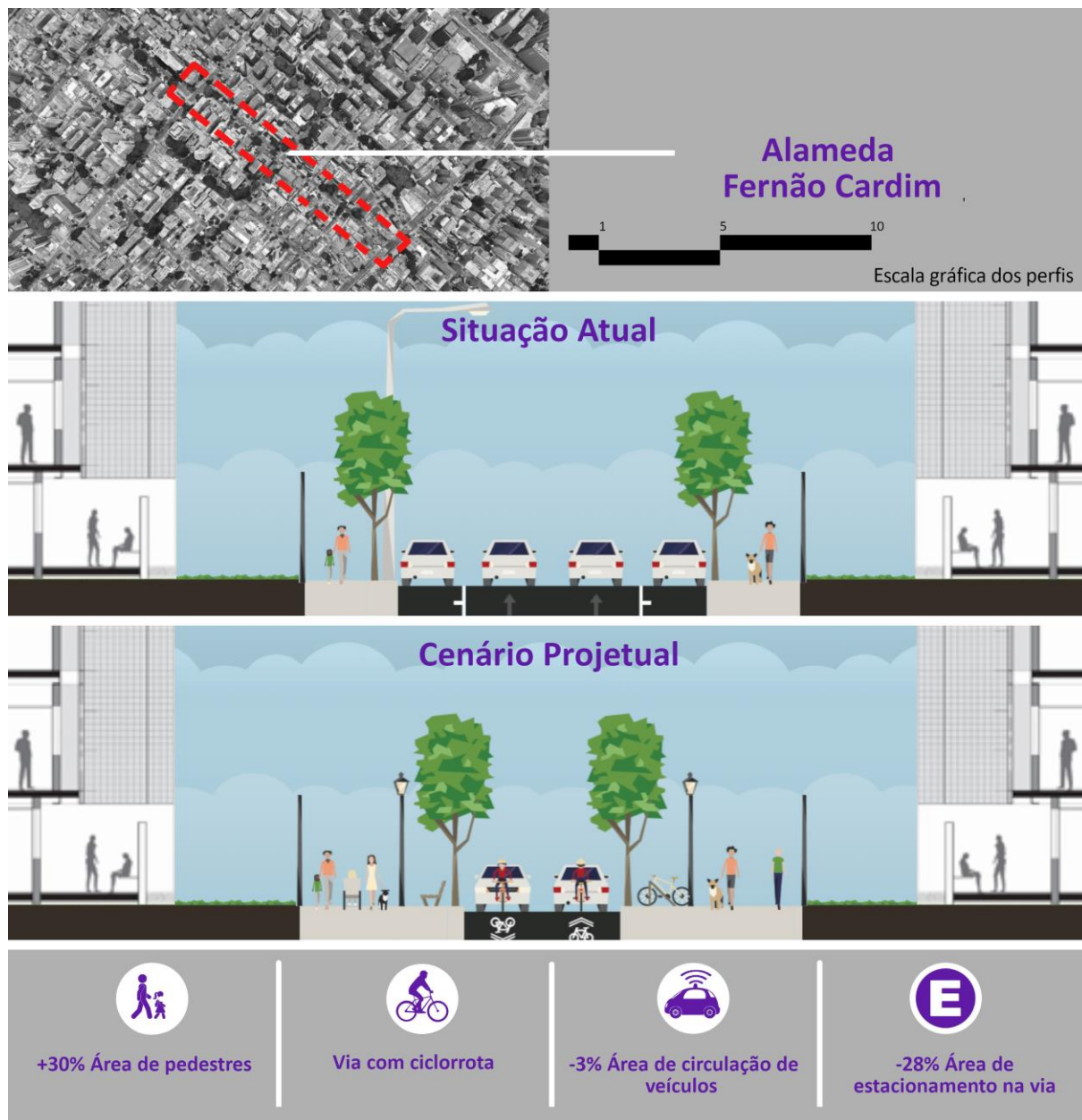
Fonte: Elaborado pela autora.

Via local – Alameda Fernão Cardim

Na Alameda Fernão Cardim propõe-se a priorização das calçadas, de forma a incentivar o convívio social e o lazer, com iluminação voltada aos pedestres. A proposta contempla a introdução de ciclorrota, uma vez que em vias locais a velocidade dos veículos sem motorista é reduzida.

A Figura 111 ilustra a proposta para a Alameda Fernão Cardim.

Figura 111 – Situação atual e cenário projetual da Alameda Fernão Cardim



Fonte: Elaborado pela autora.

Distrito da Vila Mariana

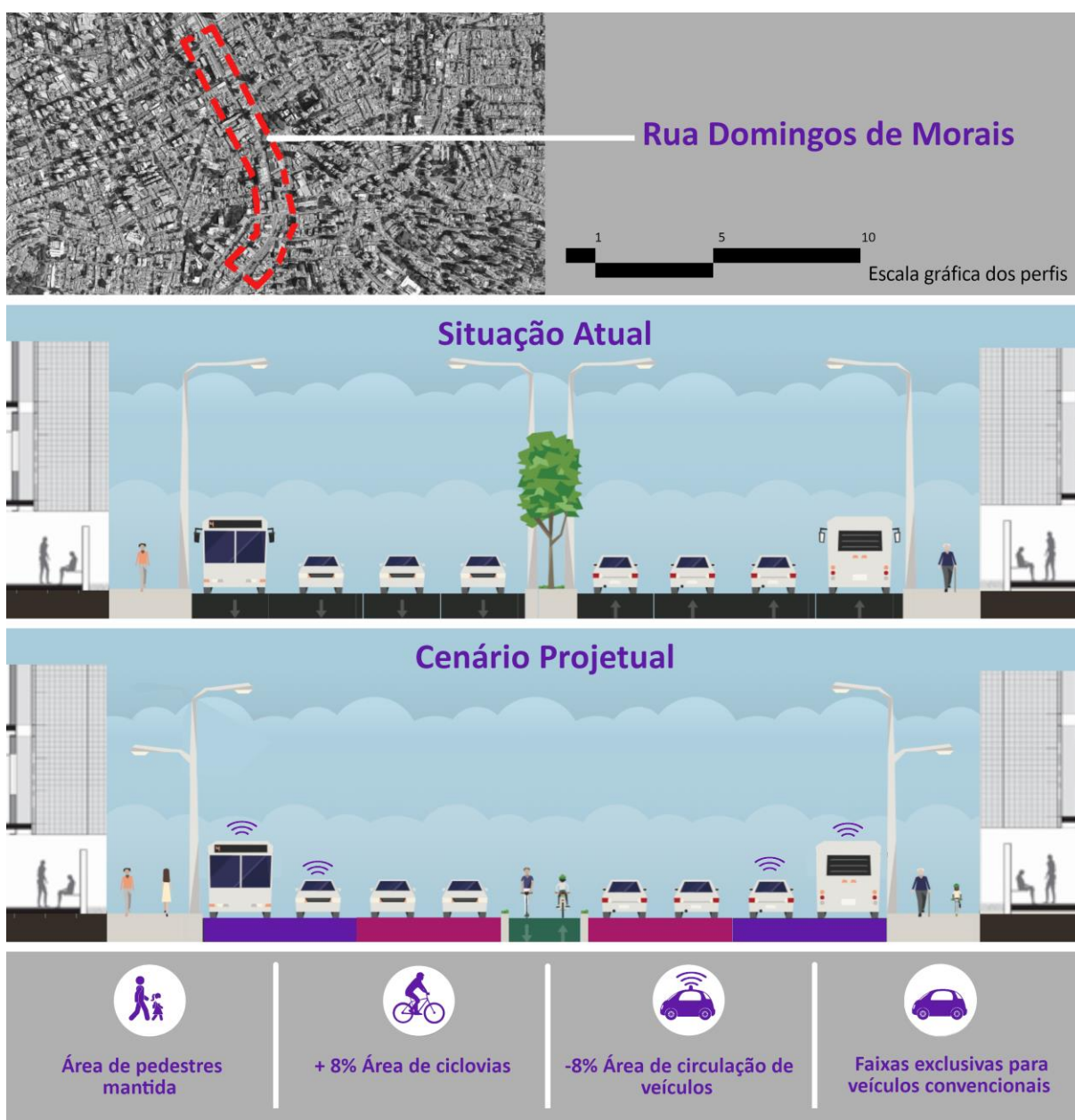
Via arterial – Rua Domingos de Moraes

Nesta via, por ser uma importante via arterial que atravessa a área de intervenção, propõe-se faixas viárias para veículos sem motorista e faixas viárias para veículos convencionais, de forma totalmente segregada.

Esta via contém acesso a um dos *hubs* intermodais, localizado no estacionamento subterrâneo da estação Ana Rosa do metrô.

A Figura 112 ilustra a proposta para a Rua Domingos de Moraes.

Figura 112 – Situação atual e cenário projetual da Rua Domingos de Moraes



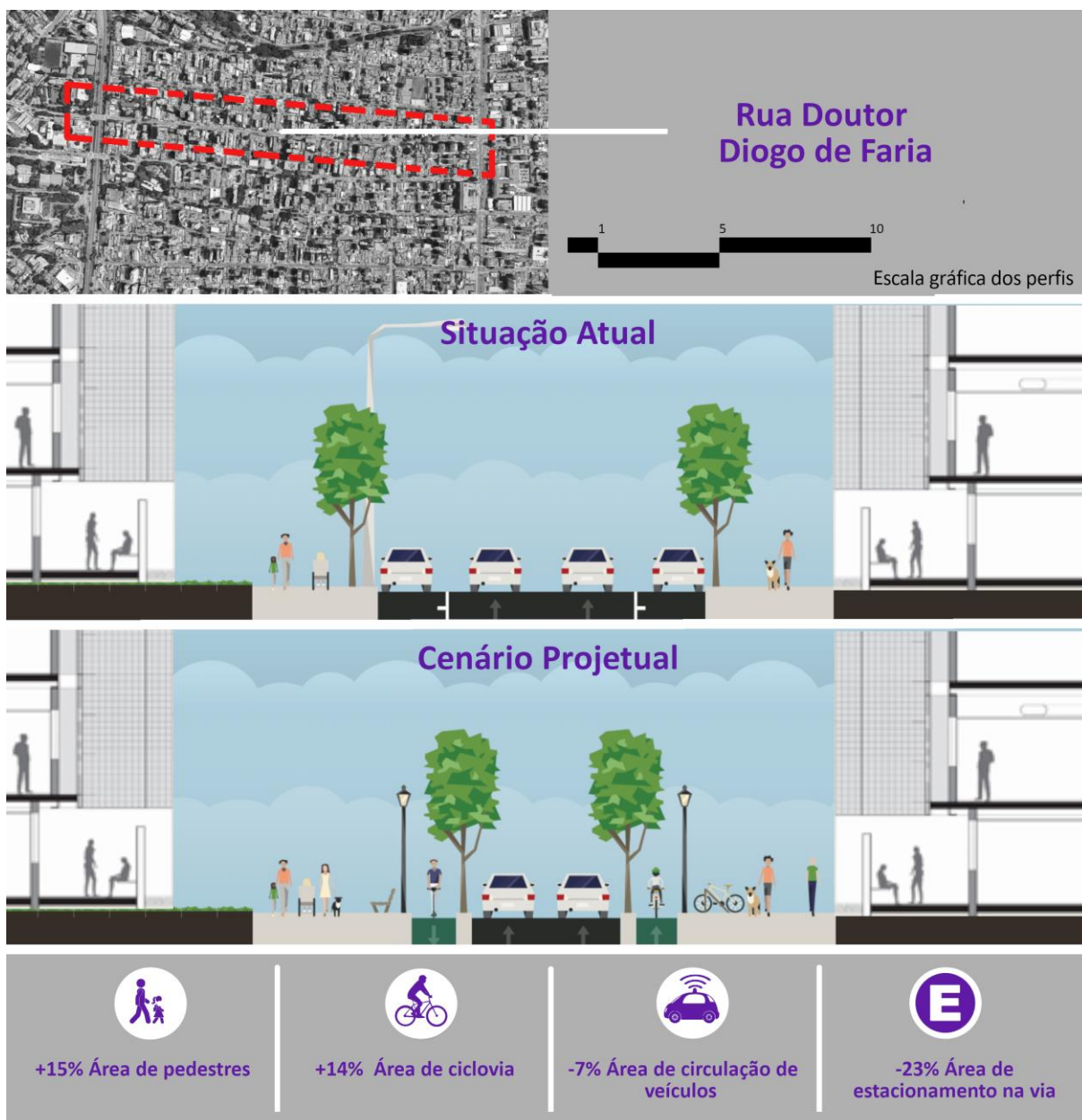
Fonte: Elaborado pela autora.

Via coletora – Rua Doutor Diogo de Faria

A Rua Doutor Diogo de Faria abriga a Fundação Dorina Nowill para Cegos, bem como clínicas e hospitais, sendo que o acréscimo de área para o percurso de pedestre visa melhorar o deslocamento das pessoas, principalmente das que possuem limitações visuais, físicas ou motoras. Além disso, propõe-se sinalização sonora nos sinais de trânsito voltados aos pedestres.

A Figura 113 ilustra a proposta para a Rua Doutor Diogo de Faria.

Figura 113 – Situação atual e cenário projetual da Rua Doutor Diogo de Faria

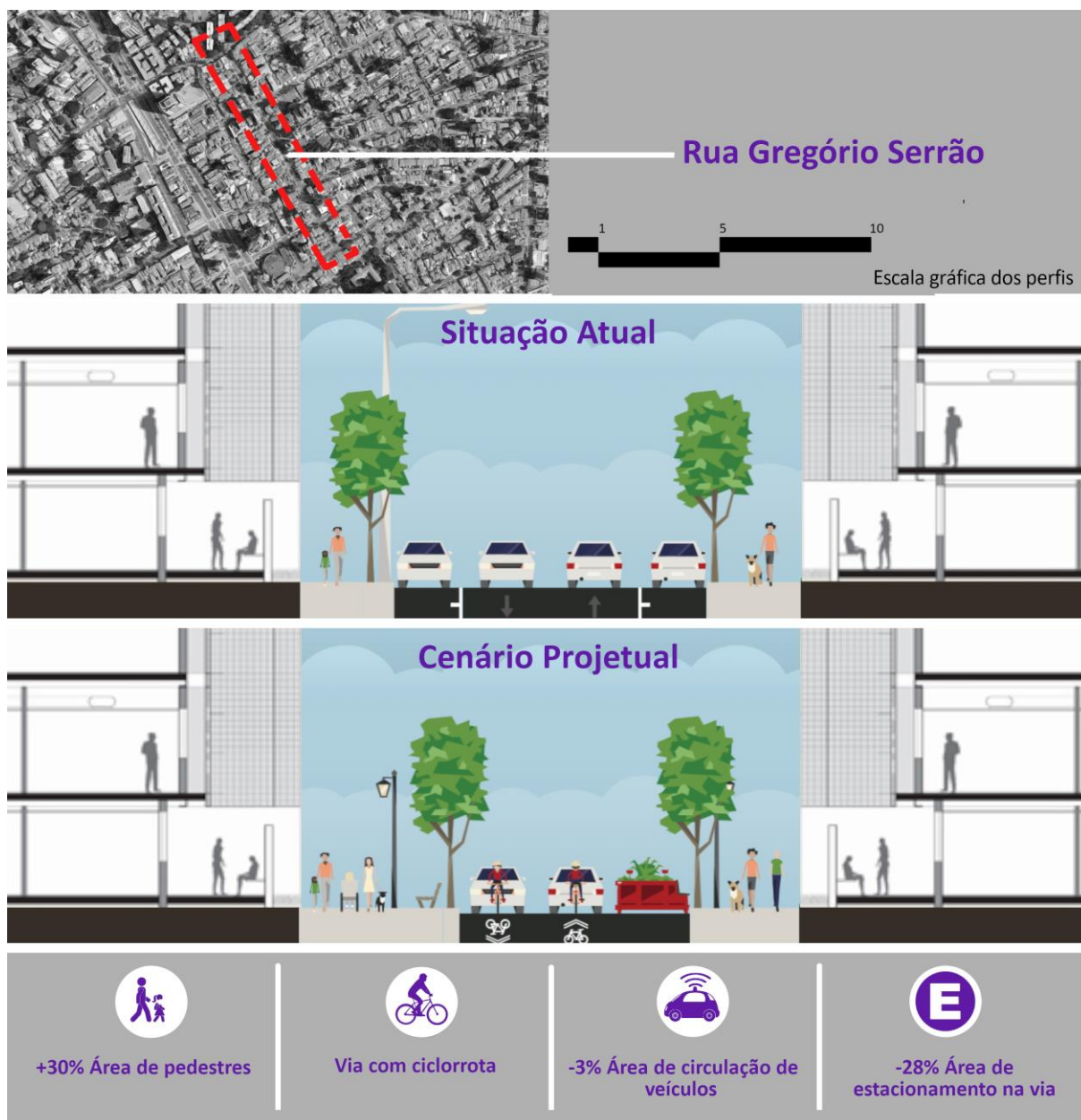


Fonte: Elaborado pela autora.

Via local – Rua Gregório Serrão

A proposta para a Rua Gregório Serrão segue a mesma abordagem de outras vias locais já ilustradas, as quais o espaço de convívio social foi priorizado, com o aumento da largura das calçadas, a instalação de mobiliário urbano, parklets e a introdução de ciclorrotas, conforme ilustrado na Figura 114.

Figura 114 – Situação atual e cenário projetual da Rua Gregório Serrão



Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com o exposto, as propostas realizadas para as nove vias selecionadas da área de referência permitem concluir que é potencialmente replicável o redesenho urbano dos cenários projetuais da área foco, sendo necessário apenas ajustá-los às particularidades de cada local, considerando a introdução do veículo sem motorista e da mobilidade compartilhada.

APÊNDICE B – Detalhamento viário da área de referência

Tabela 8 – Detalhamento viário nos cenários projetuais da área de referência do distrito da Bela Vista

Via	Classificação viária	Comprimento da via (m)	Situação atual						Cenário projetual						
			Largura da via (m)	Largura da calçada (m)	% da área de circulação de veículos	% da área de estacionamento na via	% da área de calçada	% da área de ciclovia	Largura da calçada (m)	Largura proposta da faixa de circulação (m)	% aumento da área de pedestre	% da área de circulação de veículos	% da área flexível	% da área de calçada	% da área de ciclovia
Av Nove de Julho	Arterial	1550	22,0	8,0	73	-	27	-	12,0	3,0	13	60	0,7	39	-
AV. Brigadeiro Luís Antônio	Arterial	1600	15,0	6,0	71	-	29	-	9,0	3,0	13	57	1,0	42	-
Rua Dr. Plínio Barreto	Arterial	410	18,0	8,0	52	17	31	-	11,2	3,0	12	46	0,8	42	11
Rua Treze de Maio	Arterial	930	18,0	8,0	46	17	27	11	14,4	3,0	21	41	0,7	49	10
Alameda Campinas	Coletora	675	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1,5	44	20
Alameda Joaquim Eugênio de Lima	Coletora	490	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1,5	44	20
Alameda Ribeirão Preto	Coletora	630	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1,5	44	20
Rua Adma Jafet	Coletora	280	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1,5	44	20
Rua Artur Prado	Coletora	700	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1,5	44	20
Rua Avanhandava	Coletora	460	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1,5	44	20
Rua Barata Ribeiro	Coletora	540	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1,5	44	20
Rua Carlos Comenale	Coletora	290	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1,5	44	20
Rua Carlos Sampaio	Coletora	400	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1,5	44	20
Rua Cincinato Braga	Coletora	600	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1,5	44	20
Rua Conde de São Joaquim	Coletora	150	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1,5	44	20
Rua condessa de São Joaquim	Coletora	235	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1,5	44	20
Rua dos Bororos	Coletora	150	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1,5	44	20
Rua dos Ingleses	Coletora	120	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1,5	44	20
Rua Dr. Penaforte Mendes	Coletora	310	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1,5	44	20
Rua Herculano de Freitas	Coletora	425	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1,5	44	20
Rua Humaita	Coletora	235	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1,5	44	20
Rua Itapeva	Coletora	800	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1,5	44	20
Rua João Julião	Coletora	270	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1,5	44	20
Rua Maestro Cardin	Coletora	1600	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1,5	44	20
Rua Martiniano de Carvalho	Coletora	1450	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1,5	44	20
Rua Ministro Rocha Azevedo	Coletora	250	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1,5	44	20
Rua Monsenhor Passalacqua	Coletora	300	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1,5	44	20
Rua Pamplona	Coletora	450	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1,5	44	20
Rua Pedroso	Coletora	230	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1,5	44	20
Rua Peixoto Gomide	Coletora	600	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1,5	44	20
Rua Pio XII	Coletora	300	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1,5	44	20
Rua Plínio Figueiredo	Coletora	110	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1,5	44	20
Rua Ramon Penharubia	Coletora	270	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1,5	44	20
Rua Rocha	Coletora	150	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1,5	44	20
Rua Santa Branca	Coletora	135	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1,5	44	20
Rua Santa Madalena	Coletora	230	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1,5	44	20
Rua São Carlos do Pinhal	Coletora	1000	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1,5	44	20
Rua São Miguel	Coletora	130	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1,5	44	20
Rua Silvia	Coletora	160	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1,5	44	20
Rua Teixeira da Silva	Coletora	140	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1,5	44	20
Alameda Rio Claro	Local	420	8,3	3,9	48	20	32	-	6,4	2,9	19	48	1,7	51	-
Rua Alberto de Oliveira	Local	95	8,3	3,9	48	20	32	-	6,4	2,9	19	48	1,7	51	-
Rua Alvaro Guimarães	Local	90	8,3	3,9	48	20	32	-	6,4	2,9	19	48	1,7	51	-
Rua Barbosa Rodrigues	Local	75	8,3	3,9	48	20	32	-	6,4	2,9	19	48	1,7	51	-
Rua Cap Roque Barreto	Local	100	8,3	3,9	48	20	32	-	6,4	2,9	19	48	1,7	51	-
Rua Coronel Nicolau dos Santos	Local	110	8,3	3,9	48	20	32	-	6,4	2,9	19	48	1,7	51	-
Rua dos Belgas	Local	90	8,3	3,9	48	20	32	-	6,4	2,9	19	48	1,7	51	-
Rua Dr. Seng	Local	450	8,3	3,9	48	20	32	-	6,4	2,9	19	48	1,7	51	-
Rua Eduardo Guimaraens	Local	75	8,3	3,9	48	20	32	-	6,4	2,9	19	48	1,7	51	-
Rua Eng. Monlevade	Local	250	8,3	3,9	48	20	32	-	6,4	2,9	19	48	1,7	51	-
Rua Francisco de Andrade Machado	Local	200	8,3	3,9	48	20	32	-	6,4	2,9	19	48	1,7	51	-
Rua Pedro Ivo	Local	80	8,3	3,9	48	20	32	-	6,4	2,9	19	48	1,7	51	-
Rua Raul Carmilo	Local	80	8,3	3,9	48	20	32	-	6,4	2,9	19	48	1,7	51	-
Rua Visconde de Nova Granada	Local	80	8,3	3,9	48	20	32	-	6,4	2,9	19	48	1,7	51	-
Resultado geral		21950		51	16	33	1		Percentuais Projetuais		42	0	45	13	
									Varições Finais		↓ -8,6	-	↑ 9,1	↑ 12,0	

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 9 – Detalhamento viário nos cenários projetuais da área de referência do distrito do Jardim Paulista

Via	Classificação viária	Comprimento da via (m)	Largura da via (m)	Situação atual					Cenário projetual						
				Largura da calçada (m)	% da área de circulação de veículos	% da área de estacionamento na via	% da área de calçada	% da área de ciclovia	Largura da calçada (m)	Largura proposta da faixa de circulação (m)	% aumento da área de pedestre	% da área de circulação de veículos	% da área flexível	% da área de calçada	% da área de ciclovia
Av Brigadeiro Luis Antônio	Arterial	495	15	6,0	71	-	29	-	11	3	23	48	1	51	-
Av Paulista	Arterial	1950	25	17,0	55	-	38	7	22	3	11	44	0	48	7
Av. Nove de Julho	Arterial	1300	22	8,0	73	-	27	-	12	3	13	60	1	39	-
Rua Augusta	Arterial	540	10	6,5	61	-	39	-	7	3	1	61	1	38	-
Rua Bela Cintra	Arterial	1300	10	5,0	31	30	28	16	13	3	43	28	1	71	-
Rua Cardeal Arcoverde	Arterial	665	9	5,0	46	18	36	-	6	3	7	36	2	43	20
Rua Dr. Arnaldo	Arterial	1400	28	8,0	71	7	22	-	13	3	13	56	1	35	9
Rua Teodoro Sampaio	Arterial	580	10	5,5	48	16	35	-	11	3	31	32	1	66	-
Alameda Campinas	Coletora	530	10	10,0	38	13	50	-	12	3	10	25	1	60	14
Alameda Casa Branca	Coletora	1270	10	6,0	47	16	38	-	8	3	12	31	1	50	18
Alameda Franca	Coletora	1660	10	5,5	35	29	35	-	8	3	13	32	1	48	18
Alameda Itú	Coletora	1620	10	6,0	34	28	38	-	8	3	12	31	1	50	18
Alameda Jaú	Coletora	2050	10	6,0	40	16	32	15	11	3	25	27	1	57	15
Alameda Joaquim Eugênio de Lima	Coletora	500	10	10,0	35	15	50	-	12	3	10	25	1	60	14
Alameda Lorena	Coletora	1570	9	7,0	35	16	37	15	11	3	20	27	1	57	15
Alameda Santos	Coletora	1990	9	7,0	41	16	44	-	8	3	6	31	1	50	18
Alameda Tietê	Coletora	730	10	5,5	35	29	35	-	8	3	13	32	1	48	18
Av Dr Eneas Carvalho de Aguiar	Coletora	690	10	10,0	35	15	50	-	12	3	10	25	1	60	14
Rua Alves Guimarães	Coletora	1000	10	10,0	28	23	50	-	12	3	10	25	1	60	14
Rua Artur Azevedo	Coletora	590	10	10,0	38	13	50	-	12	3	10	25	1	60	14
Rua Capote Valente	Coletora	1000	10	10,0	28	23	50	-	12	3	10	25	1	60	14
Rua Cristiano Viana	Coletora	990	10	10,0	28	23	50	-	12	3	10	25	1	60	14
Rua da Consolação	Coletora	1190	10	5,0	31	30	28	16	10	3	27	28	1	55	16
Rua Galeno de Almeida	Coletora	390	10	10,0	35	15	50	-	12	3	10	25	1	60	14
Rua João Moura	Coletora	355	10	10,0	35	15	50	-	12	3	10	25	1	60	14
Rua Lisboa	Coletora	255	10	10,0	38	13	50	-	12	3	10	25	1	60	14
Rua Melo Alves	Coletora	835	10	5,5	48	16	35	-	8	3	13	32	1	48	18
Rua Ministro Rocha Azevedo	Coletora	400	10	5,5	35	29	35	-	8	3	13	32	1	48	18
Rua Oscar Freire	Coletora	1120	10	10,0	28	23	50	-	12	3	10	25	1	60	14
Rua Padre João Manuel	Coletora	540	10	5,5	45	19	35	-	8	3	13	32	1	48	18
Rua Pamplona	Coletora	1295	10	5,0	37	30	33	-	7	3	10	37	1	43	19
Rua Peixoto Gomide	Coletora	400	10	5,5	48	16	35	-	8	3	13	32	1	48	18
Alameda Fernão Cardim	Local	445	9	5,0	36	29	36	-	9	3	27	36	2	63	-
Alameda Sarutaia	Local	245	9	5,0	36	29	36	-	9	3	27	36	2	63	-
Rua Alcides Pertiga	Local	120	9	5,0	36	29	36	-	9	3	27	36	2	63	-
Rua Arruda Alvim	Local	465	9	5,0	36	29	36	-	9	3	27	36	2	63	-
Rua Caçapava	Local	155	9	5,0	36	29	36	-	9	3	27	36	2	63	-
Rua Cravinhos	Local	155	9	5,0	36	29	36	-	9	3	27	36	2	63	-
Rua Ouro Branco	Local	180	9	5,0	36	29	36	-	9	3	27	36	2	63	-
Rua Paraguai	Local	120	9	5,0	36	29	36	-	9	3	27	36	2	63	-
Rua Presidente Prudente	Local	155	9	5,0	36	29	36	-	9	3	27	36	2	63	-
Rua Sílvio Sacramento	Local	270	9	5,0	36	29	36	-	9	3	27	36	2	63	-
Resultado geral		33510			44	16	37	3	Percentuais Projetuais			36	0	53	11
Variações Finais											↓ -8,6	↑ 15,8	↑ 7,9		

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 10 – Detalhamento viário nos cenários projetuais da área de referência do distrito da Vila Mariana

Via	Classificação viária	Comprimento da via (m)	Largura da via (m)	Situação atual					Cenário projetual						
				Largura da calçada (m)	% da área de circulação de veículos	% da área de estacionamento na via	% da área de calçada	% da área de ciclovia	Largura da calçada (m)	Largura proposta da faixa de circulação (m)	% aumento da área de pedestre	% da área de circulação de veículos	% da área flexível	% da área de calçada	% da área de ciclovia
Av Lins de Vasconcelos	Arterial	540	18,0	8,0	52	17	31	-	9,6	3,4	5	52	1	36	11
Av Sena Madureira	Arterial	350	18,0	8,0	52	17	31	-	9,6	3,4	5	52	1	36	11
Rua Bernardino de Campos	Arterial	585	18,0	8,0	46	17	27	11	12,8	3,4	16	47	1	43	10
Rua Borges Lagoa	Arterial	1420	18,0	8,0	52	17	31	-	9,6	3,4	5	52	1	36	11
Rua Domingos de Morais	Arterial	1000	10,0	8,0	31	25	44	-	1,6	3,4	37	76	1	8	16
Rua Domingos de Morais 2	Arterial	1600	18,0	8,0	52	17	31	-	9,6	3,4	5	52	1	36	11
Rua Dr. Neto de Araujo	Arterial	445	18,0	8,0	52	17	31	-	9,6	3,4	5	52	1	36	11
Rua Limoeiro de Anadia	Arterial	140	18,0	8,0	52	17	31	-	9,6	3,4	5	52	1	36	11
Rua Vergueiro 3	Arterial	2770	18,0	8,0	52	17	31	-	9,6	3,4	5	52	1	36	11
Alameda Santos	Coletora	600	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Av Armando Ferrentini	Coletora	530	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Av Prefeito Fábio Prado	Coletora	1100	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Abilio Soares	Coletora	490	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Afonso Celso	Coletora	950	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Afonso de Freitas	Coletora	425	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Apeninos	Coletora	440	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Barao de Anhumas	Coletora	90	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Botucatu	Coletora	430	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Calixto da Mota	Coletora	810	9,2	5,1	36	21	30	16	9,3	2,5	23	29	1	53	16
Rua Carlos Petit	Coletora	470	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Chris Tronbjerg	Coletora	530	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Chui	Coletora	267	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Conselheiro Rodrigues Alves	Coletora	515	9,2	5,1	36	21	30	16	9,3	2,5	23	29	1	53	16
Rua Coronel Lisboa	Coletora	670	9,2	5,1	36	21	30	16	9,3	2,5	23	29	1	53	16
Rua Correia Dias	Coletora	435	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Cubatão	Coletora	1300	9,2	5,1	36	21	30	16	9,3	2,5	23	29	1	53	16
Rua Desembargador Eliseu Guilherme	Coletora	465	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua dos Otonis	Coletora	430	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Doutor Lopes de Almeida	Coletora	230	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Dr Bacelar	Coletora	425	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Dr Barros Cruz	Coletora	200	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Dr José de Queiros Aranha	Coletora	460	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Dr Rafael de Barros	Coletora	440	9,2	5,1	36	21	30	16	9,3	2,5	23	29	1	53	16
Rua Dr. Diogo de Faria	Coletora	1400	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Dr. Lopes de Almeida	Coletora	230	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Dr. Nicolau de Sousa Queiros	Coletora	910	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Dr. Pinto Ferraz	Coletora	325	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Eca de Queiroz	Coletora	410	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Embuaçu	Coletora	425	9,2	5,0	44	21	35	-	6,4	2,5	9	35	1	44	20
Rua França Pinto	Coletora	510	9,2	5,1	36	21	30	16	9,3	2,5	23	29	1	53	16
Rua Francisco Cruz	Coletora	660	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Humberto I	Coletora	445	9,2	5,1	36	21	30	16	9,3	2,5	23	29	1	53	16
Rua João José Pacheco	Coletora	120	9,2	5,0	44	21	35	-	6,4	2,5	9	35	1	44	20
Rua Joaquim Libanio	Coletora	245	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Joaquim Tavora	Coletora	515	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua José Antonio Coelho	Coletora	350	9,2	5,1	36	21	30	16	9,3	2,5	23	29	1	53	16
Rua José Taufik Soubhia	Coletora	125	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Leandro Dupre	Coletora	430	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Leoncio de Carvalho	Coletora	320	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Loeffgreen	Coletora	1450	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Machado de Assis	Coletora	490	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Major Maragliano	Coletora	535	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Manuel da Nobrega	Coletora	445	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Manuel de Paiva	Coletora	360	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Maria Figueiredo	Coletora	435	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20




Continua

Continuação

Via	Classificação viária	Comprimento da via (m)	Situação atual						Cenário projetual						
			Largura da via (m)		% da área de circulação de veículos		% da área de estacionamento na via		Largura da calçada (m)		% aumento da área de pedestre		% da área de circulação de veículos		% da área de ciclovia
			Largura da via (m)	Largura da calçada (m)	% da área de circulação de veículos	% da área de estacionamento na via	% da área de calçada	% da área de ciclovia	Largura da calçada (m)	Largura proposta da faixa de circulação (m)	% aumento da área de pedestre	% da área de circulação de veículos	% da área flexível	% da área de calçada	% da área de ciclovia
Rua Marselhesa	Coletora	290	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Mauricio F Klabin	Coletora	590	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Mons Manuel Vicente	Coletora	140	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Napoleão de Barros	Coletora	430	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Oscar Porto	Coletora	570	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Pelotas	Coletora	215	9,2	5,1	36	21	30	16	9,3	2,5	23	29	1	53	16
Rua Professor Tranquilli	Coletora	200	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Sampaio Viana	Coletora	300	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Santa Cruz	Coletora	1400	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Sousa Ramos	Coletora	410	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Teixeira da Silva	Coletora	435	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Tenente Gomes Ribeiro	Coletora	270	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Rua Tomas Carvalho	Coletora	415	9,2	5,1	43	21	36	-	6,5	2,5	9	35	1	44	20
Av Prof Ascendio Reis	Local	395	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Agostinho Asquini	Local	130	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Aguinaldo Manuel dos Santos	Local	185	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rua Alberto Day	Local	165	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rua Alceu Wamosy	Local	300	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Alcindo Parreira	Local	100	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rua Altino Rosa de Moraes	Local	155	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rua Ambrosina de Macedo	Local	280	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Arsenio da Silva	Local	130	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Artur Saboia	Local	480	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Arujá	Local	200	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Azevedo Macedo	Local	185	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Batovi	Local	80	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Benedito Caim	Local	140	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Benito Garcia	Local	130	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rua Bento Juarez	Local	300	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Berta	Local	290	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Bonitos	Local	150	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Borebi	Local	220	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rua Campo Valero	Local	240	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Cap Cavalcanti	Local	395	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rua Capitão Rosendo	Local	310	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Carlos Vitor Cocozza	Local	170	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rua Charles Astor	Local	320	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Conceição Veloso	Local	250	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Conde de Irajá	Local	380	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Coronel Artur Godoi	Local	265	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Coronel Luis Alves	Local	200	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Correia Vasques	Local	105	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rua Cunha	Local	125	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rua Davi Hume	Local	200	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rua Desembargador Aragão	Local	330	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Diderot	Local	140	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Domingos Augusto Setti	Local	345	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Domingos de Soto	Local	165	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Dona Ana	Local	130	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Dona Avelina	Local	245	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Dona Brígida	Local	250	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Dona Inácia Uchoa	Local	235	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Dona Julia	Local	120	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Dr Ulisses	Local	100	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Dr. Assis de Moura	Local	245	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rua Dr. Eduardo Amaro	Local	490	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Dr. Eduardo Martinelli	Local	145	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-

Continua

Continuação

Via	Classificação viária	Comprimento da via (m)	Situação atual						Cenário projetual						
			Largura da via (m)	Largura da calçada (m)	% da área de circulação de veículos	% da área de estacionamento na via	% da área de calçada	% da área de ciclovia	Largura da calçada (m)	Largura proposta da faixa de circulação (m)	% aumento da área de pedestre	% da área de circulação de veículos	% da área flexível	% da área de calçada	% da área de ciclovia
Rua Dr. Saboia de Medeiros	Local	230	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rua Dr. Tirso Martins	Local	380	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Embau	Local	280	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Francisco Aquarene	Local	130	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Francisco de Vitória	Local	290	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Francisco T de Oliveira Filho	Local	120	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Galofre	Local	230	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rua Garapeba	Local	380	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rua Gaspar Lourenço	Local	420	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Gregorio Serrao	Local	500	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Guilherme Sonsini	Local	110	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rua Ibirigui Nissui	Local	220	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rua Ignacio Stefano	Local	105	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rua Itamiami	Local	130	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rua Itaprias	Local	120	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Jaime Viana	Local	100	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Jan Breughel	Local	150	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rua Jaques Callot	Local	170	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rua Jardim Ivone	Local	120	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua João Alves Correia	Local	240	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rua João Batistussi	Local	80	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rua João Luis Vives	Local	335	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Joel Jorge de Melo	Local	310	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Jorge Tibiriga	Local	330	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua José Bras de Queiroz	Local	135	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rua José de Magalhães	Local	405	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Leonardo Nunes	Local	265	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Lino Peralini	Local	200	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rua Luftalla Salim Achoa	Local	195	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rua Machado Bitencourt	Local	270	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Madre Cabrini	Local	420	9,0	6,0	37	17	34	16	11,3	3,3	29	37	1	62	-
Rua Mairingue	Local	320	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rua Major Newton de Feliciano	Local	170	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Malebranche	Local	190	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rua Maracaju	Local	110	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Mario Amaral	Local	355	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Mary Baida Salem	Local	170	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rua Morcote	Local	130	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Nuporanga	Local	125	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rua Paula Ney	Local	450	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Paulo Figueiredo	Local	220	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rua Pico Della Mirandola	Local	175	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rua Prof Aristides de Macedo	Local	140	8,3	3,9	48	21	32	-	2,9	-	33	48	2	2	-
Rua Prof Francisco de Castro	Local	140	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rua Professor José Abolafo	Local	105	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rua Professor Pedro Pomponazzi	Local	980	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rua Professora Carolina Ribeiro	Local	540	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Ramona	Local	190	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rua Remanso	Local	145	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Rua Miguel Henriques	Local	105	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Samuel	Local	230	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Tamoió	Local	60	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Tomas Alves	Local	190	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Rua Voltaire	Local	130	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Rus Sud Mennucci	Local	405	8,3	5,0	44	19	38	-	7,5	2,9	17	44	2	55	-
Travessa Humberto I	Local	205	8,3	3,9	48	21	32	-	6,4	2,9	19	48	2	51	-
Resultado geral		61617			45	20	34	2	Percentuais Projetuais		41	1	47	11	
Variações Finais											-2,8		12,9		9,4

Conclusão

Fonte: Elaborado pela autora.