

TECNOLOGIAS DISRUPTIVAS EM MOBILIDADE CONSTRUINDO NOVAS OPORTUNIDADES PARA PLANEJAMENTO E PROJETO URBANO

 <https://doi.org/10.56238/arev7n4-159>

Data de submissão: 15/03/2025

Data de publicação: 15/04/2025

Melissa Belato Fortes

Doutora em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo

E-mail: melbfortes@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4927-0656>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3430989023161562>

Marcelo Eduardo Giacaglia

Doutor em Engenharia de Transportes, Universidade de São Paulo

Professor, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo

E-mail: mgiacagl@usp.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9059-7805>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8516604648327493>

Denise Helena Silva Duarte

Doutora em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo

Professora Titular, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo

E-mail: dhduarte@usp.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4373-9297>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5139970233939681>

RESUMO

A chegada dos veículos sem motorista, juntamente com outras tendências, como o compartilhamento de viagens e maior conexão das pessoas com os meios de transporte, impactará a propriedade de veículos, a demanda por estacionamento e, consequentemente, o espaço urbano. A corrente dominante da pesquisa foca no desempenho dos sistemas de transportes. Os que abordam mudanças na infraestrutura viária o fazem de forma qualitativa ou empírica, principalmente por meio de simulação, com estimativas variando entre 15 e 25%. Este estudo objetiva 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. O método é indutivo, por meio de levantamentos de dados secundários na literatura e bases de dados, e dedutivo, pela elaboração de cenários projetuais e da quantificação das alterações na infraestrutura viária. Tem-se como contribuição original a proposição de método quantitativo, aplicável a outras aglomerações urbanas. As medidas quantitativas têm por base propostas concretas de redesenho urbano, inclusive da integração dos sistemas de transportes, da ordenação do tráfego e da conversão de espaços para outros usos. Os resultados, para uma área em foco e outra mais ampla, do centro expandido de São Paulo, foram de 21,8 e 22,8%.

Palavras-chave: Mobilidade urbana. Veículo sem motorista. Mobilidade compartilhada. Infraestrutura viária. Redesenho urbano.

1 INTRODUÇÃO

Há uma especulação significativa sobre como as tecnologias, especialmente os veículos autônomos e a mobilidade compartilhada, serão adotadas e introduzidas nas cidades (Fagnant; Kockelman, 2015; Schlossberg et al., 2018; Bala et al., 2023). Também tem havido desacordo quanto aos impactos de tais mudanças no ambiente urbano, daí a dificuldade em se fazer recomendações para o futuro (Schlossberg et al., 2018; Guerra, 2016). As abordagens às tecnologias têm-se centrado principalmente em aspectos técnicos, como algoritmos para o seu funcionamento, previsibilidade e eficiência. Até à data, há falta de estudos sobre os impactos no ambiente urbano e na conceção urbana. No entanto, Schlossberg et al. (2018) e Guerra (2016) mencionam que esta é uma oportunidade única para repensar a cidade.

Um século de política de transportes orientada para o automóvel deixou um legado no desenho urbano centrado na prioridade às infraestruturas rodoviárias, em que os pedestres foram frequentemente negligenciados.

Como resultado, os espaços públicos, incluindo os passeios, foram reduzidos, as larguras das ruas alargadas para acomodar os veículos e a circulação dos pedestres tornou-se difícil e perigosa (Gehl, 2013; Tsigdinos et al., 2023).

A chegada dos veículos autônomos, a par de outras iniciativas ou tendências, como o compartilhamento de viagens e uma maior conectividade das pessoas aos modos de transporte, terá impacto na propriedade dos veículos, na procura de estacionamento e, consequentemente, no espaço urbano. Isso deve culminar em menos congestionamento, menor impacto ambiental, uma vez que os novos veículos autônomos são movidos por motores elétricos e silenciosos (OECD, 2015; Staples, 2016; Ratti, 2017).

Outros mencionam que o efeito dos serviços de compartilhamento de viagens a preços acessíveis, especialmente os veículos autônomos, irá melhorar a mobilidade e, assim, aumentar, em vez de diminuir, o tráfego viário. Além disso, a extinção de tipos de emprego, como os condutores, ou a perda de postos de trabalho, por exemplo, nas indústrias de automóveis e de serviços, e o espraiamento urbano (Kockelman et al., 2016; Arbib; Seba, 2017; Litman, 2018).

No entanto, há indícios de que um planejamento inovador é capaz de transformar problemas em oportunidades, em que o custo ou a falta de acessibilidade aos transportes são considerados os maiores obstáculos para as pessoas que não guiam, bem como para as pessoas com limitações físicas, etárias ou motoras. Os veículos autônomos têm o potencial de proporcionar acesso ao emprego, à educação, à saúde e ao lazer, num ambiente urbano com menos acidentes de viação e menos poluição.

No século passado, o ambiente urbano centrou-se nos automóveis. Os pedestres foram expulsos das vias para dar lugar ao automóvel. Os cruzamentos de ruas davam prioridade aos carros em detrimento das pessoas (Boarnet et al., 2011; DiMento, Cliff, 2013). Quanto mais as infraestruturas viárias eram construídas para fazer face ao tráfego, mais o tráfego era atraído para elas. Houve várias tentativas para inverter esta situação (Downs, 2004; Ladd, 2012). Pensa-se que a introdução de veículos autônomos possa favorecer essa mudança (Zakharenko, 2016; Appleyard; Rings, 2017; Bloomberg Philanthropies, 2017; Konig; Neumayr, 2017; Meyer et al., 2017; Ratti, 2017; Schlossberg et al., 2018).

Os veículos autônomos vão tornar-se uma realidade e a forma como as cidades vão mudar tem de ser definida também em termos de arquitetura e urbanismo (IHS, 2014; Bloomberg Philanthropies, 2017; RPA, 2017; Litman, 2018). Tal definição será a base para mudanças profundas no desenho urbano, no estabelecimento de prioridades e práticas para as gerações futuras, desde as formas tradicionais de propriedade de veículos, até à mobilidade compartilhada, do produto ao serviço, integrada com os modos não motorizados e o transporte coletivo.

O objetivo deste trabalho é investigar potenciais mudanças no desenho urbano e estimar, quantitativamente, alterações na infraestrutura viária, visando a requalificação dos espaços públicos. Esta abordagem é a contribuição original para a discussão do impacto do veículo autônomo e da mobilidade partilhada na forma urbana e na sustentabilidade.

A mobilidade urbana foi severamente afetada durante a crise da COVID-19, mas globalmente aumentou os deslocamentos de curta distância e o transporte ativo, com muitas cidades a tornarem-no permanente (NACTO, 2020; Newman, 2020). Apesar das dificuldades na reconversão destas áreas, devido à pressão dos motoristas contra a eliminação do estacionamento na via pública e a redução das faixas de rodagem, a utilização destes espaços por pedestres e ciclistas foi tão popular durante a pandemia, que muitas cidades os reconverteram para estes novos usos (NACTO, 2020; Newman, 2020). Esta ação foi considerada de alta prioridade para o período de recuperação da pandemia em muitas cidades, como Londres, Paris, Milão e Oakland.

2 METODOLOGIA

O método de investigação proposto inclui várias facetas. A abordagem é simultaneamente qualitativa e quantitativa. Qualitativa em termos de dados de estudos semelhantes em algumas cidades, a nível mundial. Quantitativa porque as medições efetuadas na região selecionada abrangem todas as suas ruas, e não uma amostra. É de natureza aplicada, na medida em que visa produzir conhecimento

para fins práticos, direcionado para o desempenho da cidade redesenhada em comparação com a existente. Existem trabalhos anteriores sobre este assunto, mas não se baseiam em tais medições.

Quanto aos seus objetivos (e ao procedimento, descrito a seguir), é simultaneamente exploratória e descritiva. Exploratória porque se baseia na revisão da literatura, com a análise dos casos nela descritos. Descritiva na medida em que realiza um estudo de caso de uma grande porção de uma metrópole, incluindo dados de uma pesquisa origem-destino de transportes.

O procedimento proposto para testar cenários urbanos plausíveis, comparando o estado atual e as mudanças esperadas, consiste em: 1) a seleção do contexto urbano e da área de estudo de caso; 2) a análise de indicadores de diferentes contextos urbanos; 3) a estimativa das mudanças na infraestrutura viária para a cidade de São Paulo; 4) a avaliação da área de estudo de caso; 5) a verificação dos resultados frente a estimativas iniciais baseadas em estudos anteriores; e 6) a proposição de cenários de projeto resultantes da convergência das tecnologias disruptivas supracitadas.

2.1 CRITÉRIO PARA A SELEÇÃO DO CONTEXTO URBANO E DA ÁREA DE ESTUDO DE CASO

A cidade de São Paulo foi escolhida para testar cenários e propostas de intervenção devido ao seu problema crônico de transportes, apesar dos investimentos em infraestruturas viárias e transportes de massa, desde os anos 70, e outras características que a justificam como um estudo de caso adequado, a sua complexidade, distribuição desigual de infraestruturas e serviços, mas atitude positiva em relação às mudanças, e visibilidade.

É improvável que uma cidade tão grande e diversificada, com uma população de mais de 11 milhões de habitantes e uma área de mais de 1.500 km², o centro de uma área metropolitana, composta por 39 municípios, com uma população total de mais de 21,5 milhões de habitantes e uma área total de quase 8.000 km², mude o seu sistema de transportes de um dia para o outro, excluindo os veículos convencionais e substituindo-os por veículos autônomos.

O sistema de transportes da cidade de São Paulo é predominantemente axial. A área central é atravessada pelos principais eixos viários da cidade e abriga os principais polos dos sistemas de metrô e trens urbanos. Isso favorece iniciativas de ampliação e requalificação dos diferentes sistemas de transporte público, de forma a articular-se aos modos não motorizados e às novas tecnologias de mobilidade.

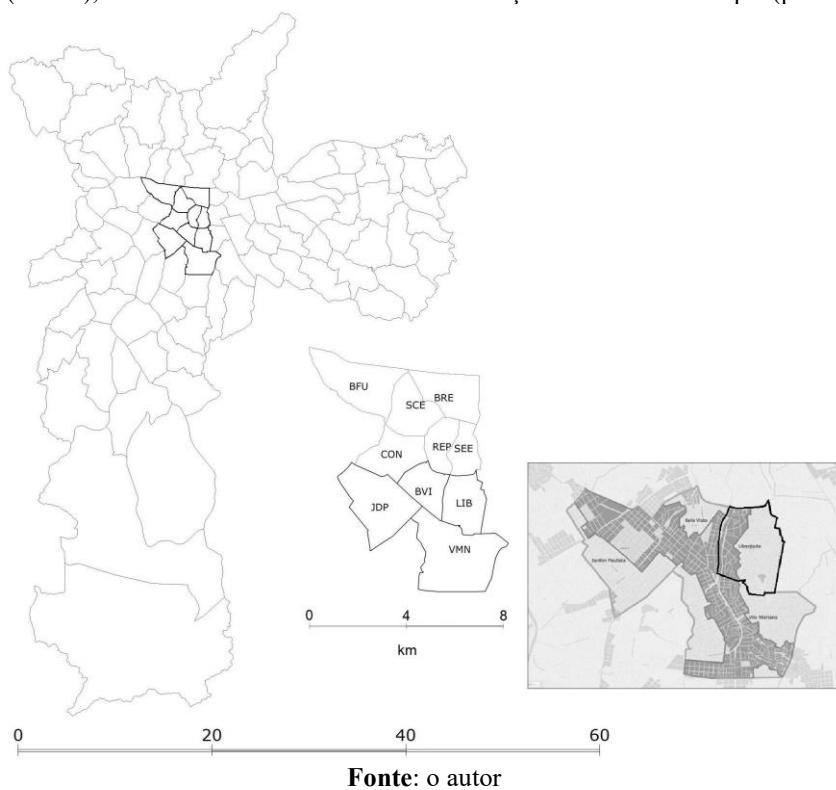
A fase experimental do método compreende uma medição pormenorizada do espaço atualmente ocupado por usos convencionais e das que resultam das oportunidades e necessidades

trazidas pela introdução de tecnologias disruptivas, neste trabalho, principalmente, veículos autônomos e mobilidade compartilhada. Mesmo considerando apenas a área central, os cálculos são desnecessariamente demorados, pelo que é suficiente uma amostra bem selecionada.

Foi feita uma primeira seleção multicritério, com base numa pontuação global, considerando: densidade populacional, locais de trabalho/residentes, oferta de transporte metroferroviário, equipamentos culturais disponíveis, percentagem de idosos, veículos/domicílio, distribuição dos deslocamentos em automóvel particular, transportes públicos e a pé.

O distrito da Liberdade apresentou a melhor combinação dos critérios selecionados e, por isso, foi eleito para ser a área em foco do estudo detalhado. Apresenta oportunidades de mudança, devido ao seu maior número de veículos/domicílio, viagens em automóvel particular e transportes públicos (facilitados pelo acesso à rede metroferroviária), ao mesmo tempo que tem viagens a pé mais baixas do que seria de esperar, tendo em conta iniciativas passadas para promover viagens a pé e interação social e turismo. Três distritos adjacentes adicionais (Figura 1), entre os primeiros classificados, foram selecionados para a avaliação global: Bela Vista (BVI), Jardim Paulista (JDP), Liberdade (LIB) e Vila Mariana (VMN). Juntos, eles compõem uma área de referência para o estudo e representam 3,1% da população, 12% dos postos de trabalho e 1,4% do território da cidade.

Figura 1 - Distritos da cidade de São Paulo (esquerda), área de referência dos distritos melhor classificados (centro), e o distrito da Liberdade (direita), com o eixo estruturante de transformação urbana em destaque (parte esquerda)



Os cenários de desenho foram testados para os chamados “eixos estruturantes de transformação urbana”, áreas delimitadas, ao longo das linhas de transporte coletivo, adequadas para o adensamento edilício e populacional e para o uso misto do solo na Liberdade e, também, nos demais distritos da área de referência, embora com menor detalhamento. Nessas áreas delimitadas, foram definidos parâmetros no Plano Diretor Estratégico do município (São Paulo, 2014), entre eles:

- a) Fachadas ativas - ocupação da extensão horizontal da fachada de uso não residencial, com acesso direto à rua, para promover a dinamização dos passeios públicos;
- b) Calçadas largas - mínimo de cinco metros nos lotes virados para a linha de transporte coletivo; mínimo de três metros nas restantes;
- c) Desincentivo aos lugares de estacionamento.

2.2 ANÁLISE DE INDICADORES DE MOBILIDADE EM DIFERENTES CONTEXTOS URBANOS

A fim de qualificar e quantificar as mudanças na infraestrutura viária e investigar possíveis cenários de projeto, foram utilizados os seguintes indicadores: distância percorrida: a maioria dos estudos anteriores (Bierstedt et al., 2014; Spieser et al., 2014; Chen, 2015; Fagnant; Kockelman, 2015; Fagnant; Kockelman; Bansal, 2015; OECD, 2015) estima o seu aumento, o que é esperado, uma vez que pode ser impulsionado pela conveniência e o custo-benefício associados ao uso de veículos sem motorista em viagens compartilhadas e individuais. No entanto, há uma diferença considerável entre as estimativas, possivelmente relacionada à particularidade de cada contexto urbano

Número de veículos particulares em uso: estudos anteriores (Spieser et al., 2014; OECD, 2015; Bischoff; Maciejewski, 2016; Boesch; Ciari; Axhausen, 2016; Liu et al., 2017; Fagnant; Kockelman, 2018) estimam uma redução que varia de 80% a 90%. Esse consenso entre os estudos pode estar relacionado ao desempenho esperado dos veículos sem motorista, bem como à aceitação do público.

Alterações na infraestrutura viária: estudos anteriores (OCDE, 2015; Zhang et al., 2015; Ambühl; Ciari; Menendez, 2016; WSP; Farrells, 2016) concluíram que entre 12% a 20% do espaço atualmente ocupado por faixas de rodagem e estacionamento na via pública pode ser disponibilizado para outros usos, principalmente devido à redução da procura de lugares de estacionamento na via pública, sugerindo que estes sejam eliminados ou parcialmente convertidos em áreas de coleta e entrega.

Para além da qualificação e quantificação das alterações à infraestrutura viária, no estudo de possíveis cenários de conceção, alguns autores (NACTO, 2017; Schlossberg et al., 2018) fornecem

orientações, ainda que incipientes, sobre as alterações no ambiente urbano resultantes das tecnologias de mobilidade, a redução do espaço viário.

Um dos efeitos esperados é a conversão das áreas liberadas em outros usos, como para o verde urbano, espaços para pedestres e ciclistas e a ampliação ou criação de outros espaços de convívio. Tais ações apresentam oportunidades de redesenho dos espaços públicos e de fomento à vitalidade urbana (WSP; Farrells, 2016; Perkin; Will, 2018).

O Quadro 1 exibe um sumário dos principais tópicos de discussão que embasaram as propostas de redesenho urbano.

Quadro 1 - Sumário dos principais tópicos de discussão que embasaram as propostas de redesenho urbano

Textos selecionados	Principais tópicos de discussão									
	faixas de rolagem	semáforos e sinalização	caminhos de pedestres	Ciclovias e ciclofaixas	verde urbano	espaços de interação social	flexibilidade de uso	estações intermodais	transporte coletivo	estacionamento de rua
Future NYC: 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 (PERKIN+WILL, 2018)			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Rethinking the street in a era of driverless cars (Schlossberg et al., 2018)	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓

Fonte: o autor

Sugere-se que as estimativas para os indicadores acima referidos possam ser inferidas a partir de outros indicadores calculados.

1) para a “variação percentual da distância percorrida”, os indicadores são: número de viagens por habitante, distância média percorrida, tempo médio de viagem e densidade populacional.

Esses indicadores demonstram o quanto a cidade está consolidada em relação à mobilidade urbana, apontam o nível de complexidade para a adoção de veículos compartilhados autônomos e expressam o potencial de introdução da mobilidade compartilhada. O Quadro 2 apresenta valores estimados para esses indicadores a partir de estudos anteriores para seis cidades, e calculados* para São Paulo, com base nos últimos dados da pesquisa origem-destino (METRÔ, 2019).

Quadro 2 – Estimativas das alterações nas distâncias das viagens

Indicador	Londres	Lisboa	Nova Iorque	Austin	Singapura	Berlim	São Paulo*
Viagens por habitante	2,5 ⁽¹⁾	2,6 ⁽³⁾	2,4 ⁽⁶⁾	-	2,4 ⁽¹³⁾	3 ⁽¹⁵⁾	2,0 ⁽¹⁶⁾
Distância media percorrida (km/viagem)	9,5 ⁽¹⁾	10,3 ⁽³⁾	12,4 ⁽⁷⁾	13,8 ⁽⁷⁾	9,5 ⁽¹⁴⁾	6,9 ⁽¹⁵⁾	-
Tempo médio da viagem (minutos)	46 ⁽¹⁾	24 ⁽³⁾	40 ⁽⁸⁾	23 ⁽⁸⁾	-	23 ⁽¹⁵⁾	48 ⁽¹⁶⁾
Densidade populacional (habitantes/km ²)	10.800 ⁽²⁾	6.446 ⁽⁴⁾	10.425 ⁽⁹⁾	1.455 ⁽¹¹⁾	7.804 ⁽¹³⁾	11.700 ⁽²⁾	7.598 ⁽¹⁶⁾
Variação da distância percorrida (%)	-	6 ⁽⁵⁾	-40 ⁽¹⁰⁾	8 ⁽¹²⁾	-	-	-

Fonte: ⁽¹⁾London (2012b), ⁽²⁾Berlin (2017), ⁽³⁾INE (2017b), ⁽⁴⁾Pordata (2011), ⁽⁵⁾OECD; ITF (2015), ⁽⁶⁾DOT NYC (2017), ⁽⁷⁾Goldstein (2015), ⁽⁸⁾DATAUSA (2016a), ⁽⁹⁾DH NY (2015), ⁽¹⁰⁾MIT (2017), ⁽¹¹⁾City Data (2016), ⁽¹²⁾Fagnant; Kockelman; Bansal (2015), ⁽¹³⁾LTA (s.d.), ⁽¹⁴⁾Data Singapore (2015), ⁽¹⁵⁾Berlin (2013a), ⁽¹⁶⁾METRÔ (2019).

2) para a “redução percentual do número de veículos particulares em uso”, os indicadores são: número de horas de uso do veículo particular por dia, percentagem de viagens em veículo particular, taxa de motorização, população e densidade populacional. Estes indicadores são indicativos do potencial de redução do número total de veículos, dos deslocamentos em veículos privados e da propriedade de veículos. Além disso, o potencial para a introdução da mobilidade partilhada está subjacente à distinção entre médias, grandes e megacidades. O Quadro 3 mostra valores calculados / estimados para esses indicadores a partir de estudos anteriores para seis cidades e para São Paulo.

Quadro 3 – Estimativas de reduções no número de veículos em uso

Indicador	Londres	Lisboa	Nova Iorque	Austin	Singapur a	Berlim	São Paulo
Use de automóvel particular (minutos/dia)	140 ⁽¹⁾	151 ⁽¹⁾	131 ⁽¹⁾	155 ⁽¹⁾	134 ⁽¹⁾	125 ⁽¹⁾	121 ⁽¹⁾
% Congestionamento	40 ⁽¹⁾	36 ⁽¹⁾	35 ⁽¹⁾	25 ⁽¹⁾	34 ⁽¹⁾	29 ⁽¹⁾	30 ⁽¹⁾
% Viagens por veículo particular	37 ⁽²⁾	56 ⁽⁶⁾	32 ⁽¹¹⁾	72 ⁽¹⁶⁾	22 ⁽²⁰⁾	32 ⁽²²⁾	29 ⁽²⁵⁾
Veículos por 1.000 habitantes	326 ⁽³⁾	388 ⁽⁷⁾	220 ⁽¹²⁾	649 ⁽¹⁶⁾	98 ⁽²⁰⁾	358 ⁽²²⁾	212 ⁽²⁵⁾
População (x 1.000)	8.800 ⁽⁴⁾	505 ⁽⁸⁾	8.623 ⁽¹³⁾	981 ⁽¹⁷⁾	5.600 ⁽²⁰⁾	3.375 ⁽²³⁾	11.730 ⁽²⁵⁾
Densidade populacional (habitantes/km ²)	10.800 ⁽⁵⁾	6.446 ⁽⁹⁾	10.425 ⁽¹⁴⁾	1.455 ⁽¹⁸⁾	7.804 ⁽²⁰⁾	11.700 ⁽⁵⁾	7.598 ⁽²⁵⁾
Redução estimada do número de veículos em uso (%)	-	65 ⁽¹⁰⁾	80 ⁽¹⁵⁾	89 ⁽¹⁹⁾	62 ⁽²¹⁾	90 ⁽²⁴⁾	-

Fonte: ⁽¹⁾TOMTOM (2016), ⁽²⁾London (2017), ⁽³⁾London (2012a), ⁽⁴⁾London (2016), ⁽⁵⁾Berlin (2017), ⁽⁶⁾INE (2017a), ⁽⁷⁾EC (2010), ⁽⁸⁾INE (2020), ⁽⁹⁾Pordata (2011), ⁽¹⁰⁾OECD; ITF (2015), ⁽¹¹⁾DATAUSA (2016a), ⁽¹²⁾DOT NYC (2016), ⁽¹³⁾DCP NYC (2017), ⁽¹⁴⁾DH NY (2015), ⁽¹⁵⁾MIT (2017), ⁽¹⁶⁾DATAUSA (2016b), ⁽¹⁷⁾Austin (2019), ⁽¹⁸⁾City Data (2016), ⁽¹⁹⁾Fagnant; Kockelman (2016), ⁽²⁰⁾LTA (s.d.), ⁽²¹⁾Spieser et al. (2014), ⁽²²⁾Berlin (2013a), ⁽²³⁾Berlin (2013b), ⁽²⁴⁾Bischoff; Maciejewski (2016), ⁽²⁵⁾METRÔ (2019).

3) para as “alterações percentuais na infraestrutura rodoviária”, os indicadores são: percentagem de redução de veículos privados em uso (Quadro 2), percentagem de área de estacionamento na via pública, percentagem de área de infraestrutura rodoviária e variação da distância percorrida (Quadro 3). Estes são indicadores do excedente de espaço rodoviário que pode ser convertido para outros usos. Quadro 4 mostra valores calculados / estimados para esses indicadores a partir de estudos anteriores para seis cidades e para São Paulo. O indicador 'variação percentual da infraestrutura viária', para São Paulo, foi efetivamente calculado, conforme descrito na seção Resultados, deste trabalho.

Quadro 4 – Estimativas / cálculo* das alterações na infraestrutura viária

Indicator	Londres	Lisboa	Nova Iorque	Austin	Singapura	Berlim	São Paulo
Área de estacionamento na rua (%)	15 ⁽¹⁾	5,6 ⁽³⁾	16 ⁽⁴⁾	15 - 30 ⁽⁶⁾			
Infraestrutura viária (%)	9,2 ⁽²⁾	29,9 ⁽⁴⁾	17,5 ⁽⁵⁾	-	26 ⁽²⁾	18 ⁽⁸⁾	22 ⁽⁸⁾
Alterações estimadas / calculadas* na infraestrutura viária	15 ⁽¹⁾	20 ⁽³⁾	-	15 ⁽⁷⁾	-	-	22,8*

Fonte: ⁽¹⁾WSP; Farrells (2016), ⁽²⁾LTA (s.d.); UN-HABITAT (2014), ⁽³⁾OECD; ITF (2015), ⁽⁴⁾LTA (s.d.); INE (2017a), ⁽⁵⁾MIT (2017), ⁽⁶⁾LTA (s.d.), ⁽⁷⁾Quantumrun (2016a, 2016b); WSP (2016); Perkins+Will (2018), ⁽⁸⁾Fagnant; Kockelman; Bansal (2015), ⁽⁸⁾UN-HABITAT (2014).

A redução percentual do número de veículos particulares em uso é diretamente proporcional à liberação de espaço viário. Quanto menor for o número de veículos nas cidades, maior será a fluidez do tráfego e menor será a necessidade de infraestruturas viárias para os veículos.

A percentagem de área para estacionamento na via pública é um indicador do potencial de conversão do espaço viário para outros usos. Isto torna-se possível devido ao impacto dos veículos autônomos no espaço urbano, que necessitarão de menos estacionamento, uma vez que estarão mais tempo em circulação do que estacionados, especialmente durante os períodos de maior procura.

A percentagem de área destinada a infraestruturas viárias é um indicador do potencial de conversão para outros usos.

2.3 ÁREA EM FOCO: MEDIDAS E PROPOSTAS DE REDESENHO URBANO

Conforme mencionado anteriormente, dentre os distritos da região central de São Paulo, foi selecionado o distrito da Liberdade como área em foco (para propostas de projeto detalhado), e os

distritos da Liberdade, Bela Vista, Jardim Paulista e Vila Mariana, como área de referência (apenas as medições).

Para a área em foco, foi escolhido o ‘eixo estruturante de transformação urbana’ contido no distrito da Liberdade, por ser fundamental para uma mobilidade urbana mais sustentável, além de preconizar a articulação da política de transportes com o planejamento urbano. Esse eixo possui elementos estruturantes de sistemas de transporte público de média e alta capacidade, que determinam as áreas de influência potencialmente adequadas à edificação e ao adensamento populacional, bem como ao uso misto do solo (São Paulo, 2014; São Paulo, 2015).

Cabe ressaltar que o bairro da Liberdade abriga diversas culturas orientais, que podem ser vivenciadas por seus jardins, restaurantes, feiras de artesanato e lojas locais que oferecem produtos do continente asiático oriental. A Liberdade é, portanto, um destino turístico muito procurado por paulistanos e estrangeiros.

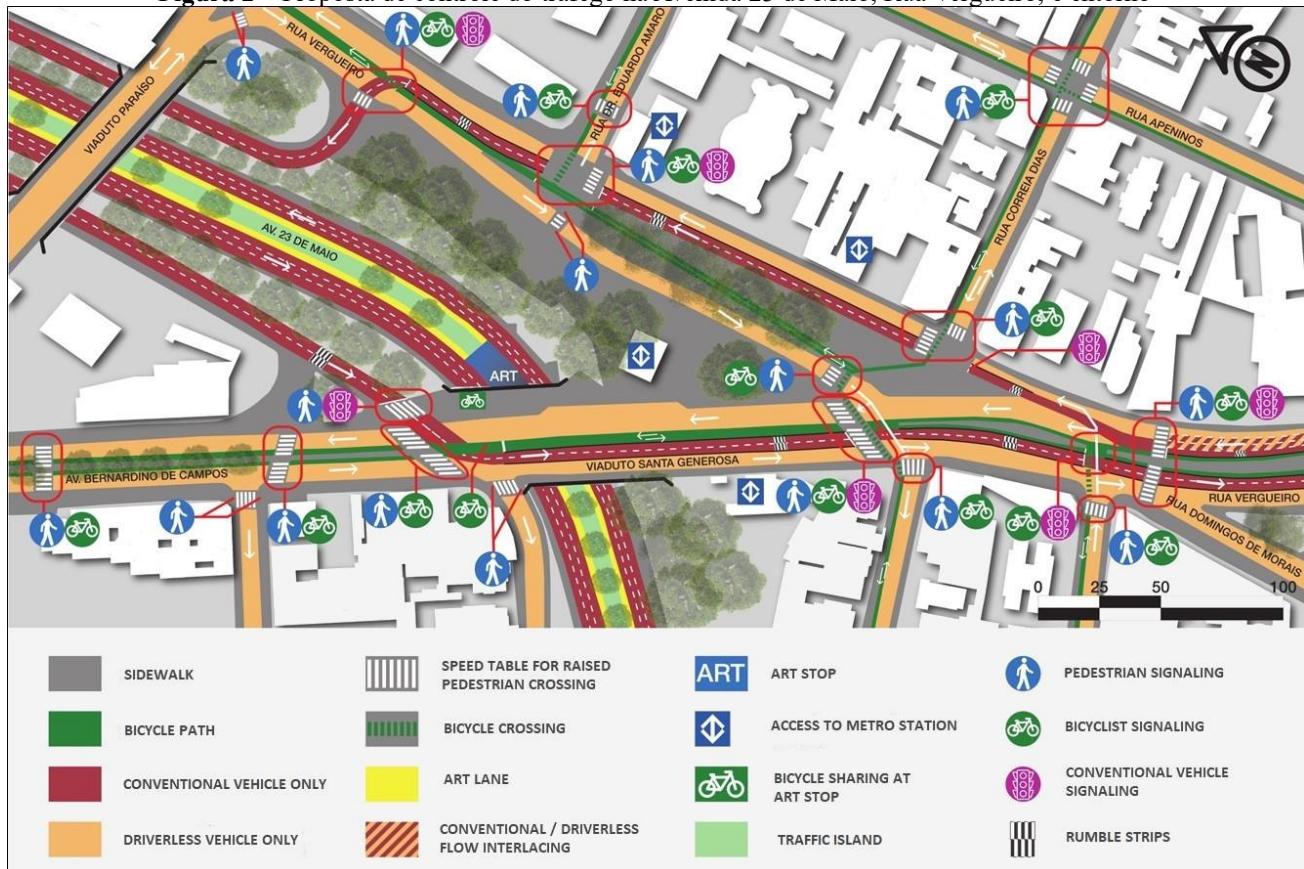
Para todas as 44 ruas da área em foco, foram feitas medições tanto localmente, por meio de observação direta, e/ou do uso de dados de sensoriamento remoto. Essas medições incluíram: comprimento da via; largura e uso das faixas de rolamento (incluindo estacionamento para ônibus e na rua), comprimento das faixas de pedestres e ciclovias, largura das calçadas, arborização e canteiros. Foram obtidos dados sobre as deficiências e qualidades da área para apoiar as propostas de projeto.

O potencial de alterações na infraestrutura viária proposto em cada caso teve em conta a classe da rua e as condições existentes. Foram também calculadas as percentagens de conversão de faixas de rodagem para veículos, de estacionamento na via pública, a favor da utilização pedonal ou ciclável, e de amenidades.

Dentre as 44 vias, oito consideradas boas representantes dentro de cada classe, foram selecionadas para a elaboração de propostas de projeto de detalhamento: via expressa - Avenida 23 de maio - figuras 2 e 6; via arterial - Rua Vergueiro - figuras 2, 4 e 7; vias coletoras (3) - Rua da Glória - figuras 8 e 9, também Rua Conselheiro Furtado, e Rua Apeninos; vias locais (3) - Rua Mituto Mizumoto - Figura 10, também Rua Pirapitingui e Rua Rodrigo Cláudio¹.

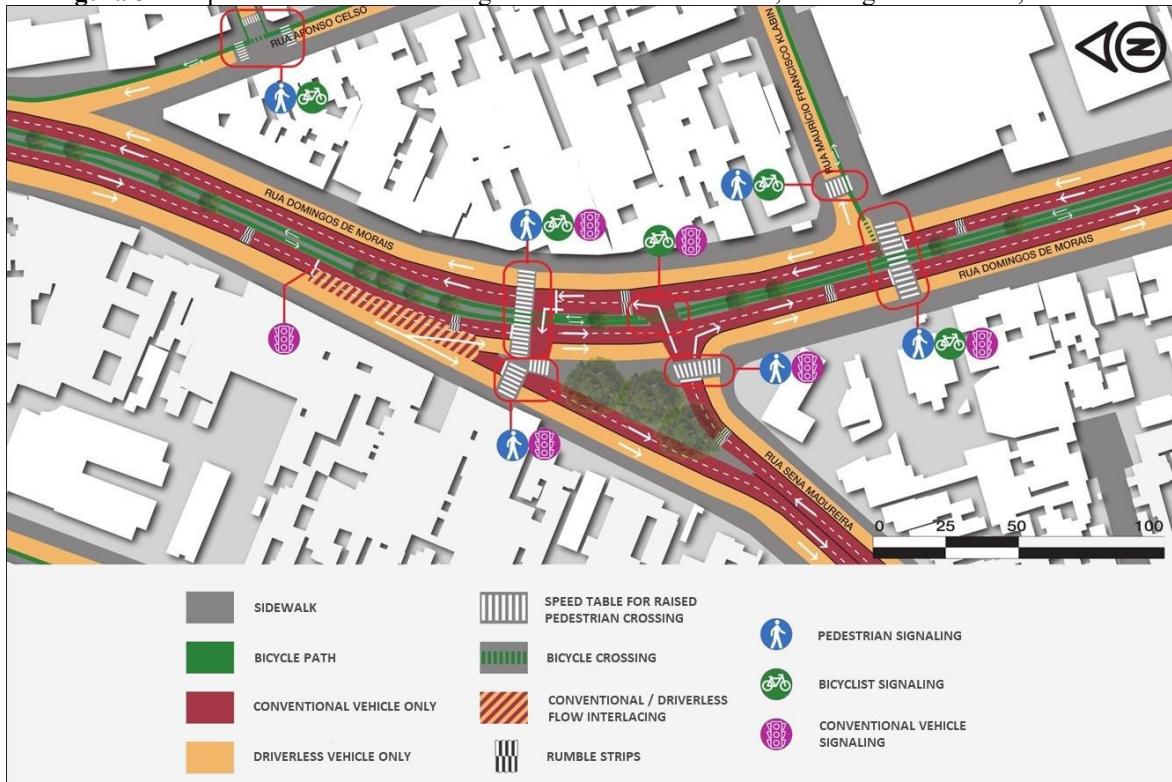
¹ não incluída neste texto

Figura 2 – Proposta de controle do tráfego na Avenida 23 de Maio, Rua Vergueiro, e entorno



Fonte: o autor

Figura 3 - Proposta de controle do tráfego nas ruas Sena Madureira, Domingos de Moraes, e entorno.



Fonte: o autor

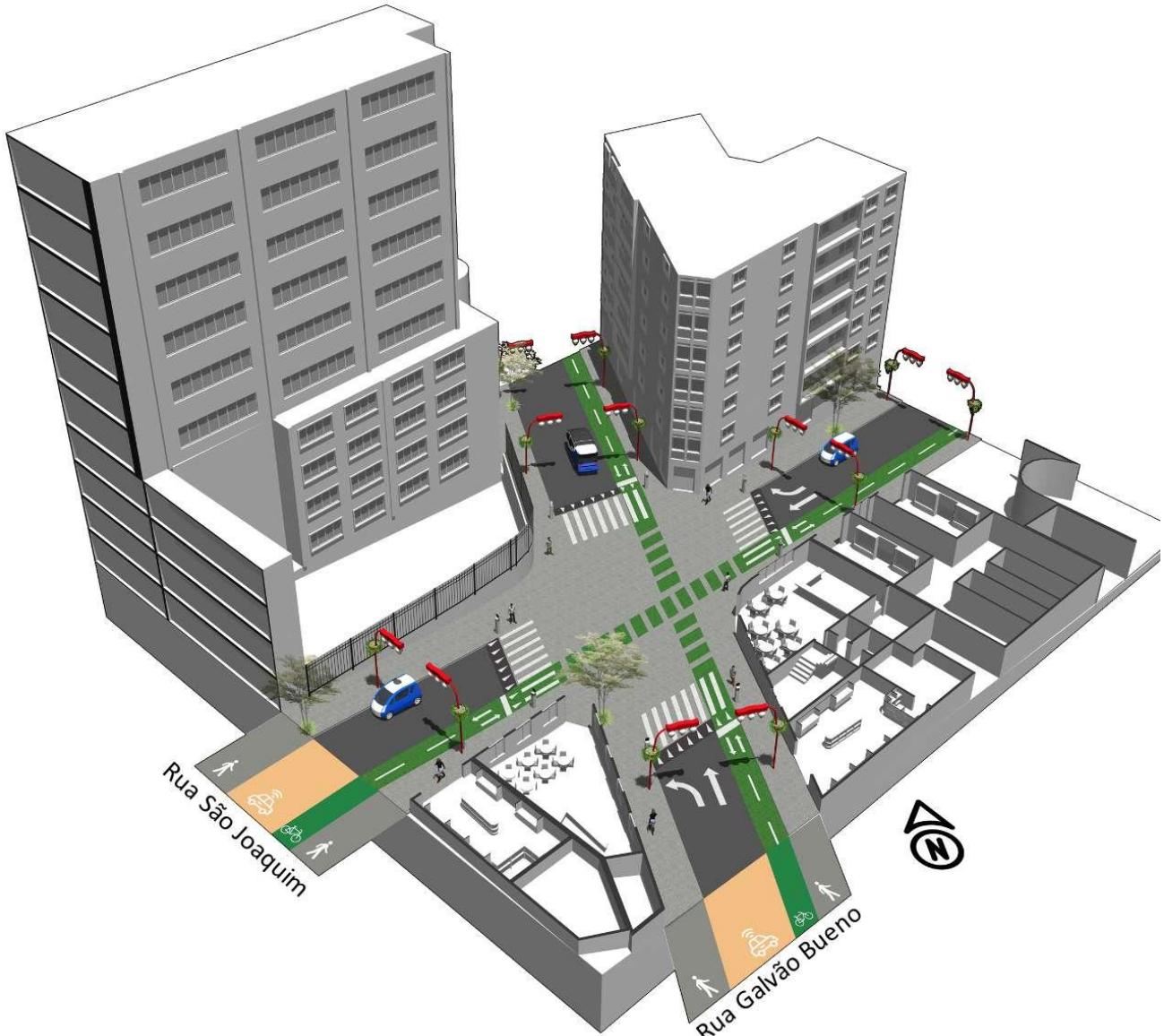
Figura 4 - Proposta de controle do trânsito nas ruas Vergueiro, Domingos de Moraes e entorno.



Fonte: o autor

O requisito de controle dos fluxos e intersecções de veículos convencionais e autônomos, ciclistas e pedestres, incluiu propostas de projeto para o sistema viário, apresentado nas figuras 2, 3 e 4, e para a intersecção das vias coletoras Rua Galvão Bueno e Rua São Joaquim, exclusiva para veículos autônomos. Propõe-se que a sinalização de trânsito, restrita a pedestres e ciclistas, possa transmitir informações aos veículos autônomos, de forma a sincronizar seu deslocamento para melhor fluidez e segurança das pessoas. A proposta inclui travessias de pedestres no nível da calçada para priorizar a circulação de pessoas (Figura 5).

Figura 5 – Ilustração de proposição para o cruzamento das ruas Galvão Bueno e São Joaquim.



Fonte: o autor

2.4 ÁREA DE REFERÊNCIA: ESTUDO APROFUNDADO DO SISTEMA VIÁRIO

Para complementar os estudos realizados na área em foco, o levantamento in loco foi ampliado para incluir o eixo estruturador da transformação urbana, também dos bairros Bela Vista, Jardim Paulista e Vila Mariana, totalizando 252 vias, viáveis para replicar o redesenho urbano proposto na área em foco.

Para aprofundar o estudo em relação ao sistema viário da área de referência, especialmente no que se refere à sinalização de trânsito, vias de transporte de pedestres e ciclistas, optou-se por selecionar as intersecções que: 1) abrangem apenas veículos autônomos, os pedestres e os ciclistas; 2) incluem veículos autônomos, veículos convencionais, os pedestres e os ciclistas.

Propõe-se que o tráfego de veículos convencionais seja permitido em algumas vias importantes que atravessam a área de referência. No entanto, onde a circulação de veículos autônomos e convencionais coexistir, devem ser utilizados semáforos e pilares móveis para que estes veículos não ocupem o mesmo espaço viário ao mesmo tempo (figuras 2, 3 e 4). Uma premissa para esta avaliação é o pressuposto de que o comportamento do veículo convencional é imprevisível, do ponto de vista do veículo autônomo, e o tráfego simultâneo pode causar acidentes e afetar negativamente a fluidez.

3 RESULTADOS

O estudo procurou estar em consonância com os principais planos da administração municipal para a cidade de São Paulo, como os relacionados às ciclovias (São Paulo, 2019) e ao sistema metroferroviário (São Paulo, 2013).

3.1 RESULTADOS PARA A ÁREA EM FOCO

Por medições diretas ou por sensoriamento remoto, verificou-se ser possível reduzir 16,4% da área de estacionamento na via pública e alterar a utilização de 5,4% da infraestrutura viária, reduzindo a largura das faixas de rodagem, num total de 21,8%.

Após a restrição do estacionamento na via pública e a redução da largura das faixas de rodagem, as 44 ruas dentro da área de incidência proporcionariam um aumento de 14,7% na área pedonal e de 6,8% na área ciclável.

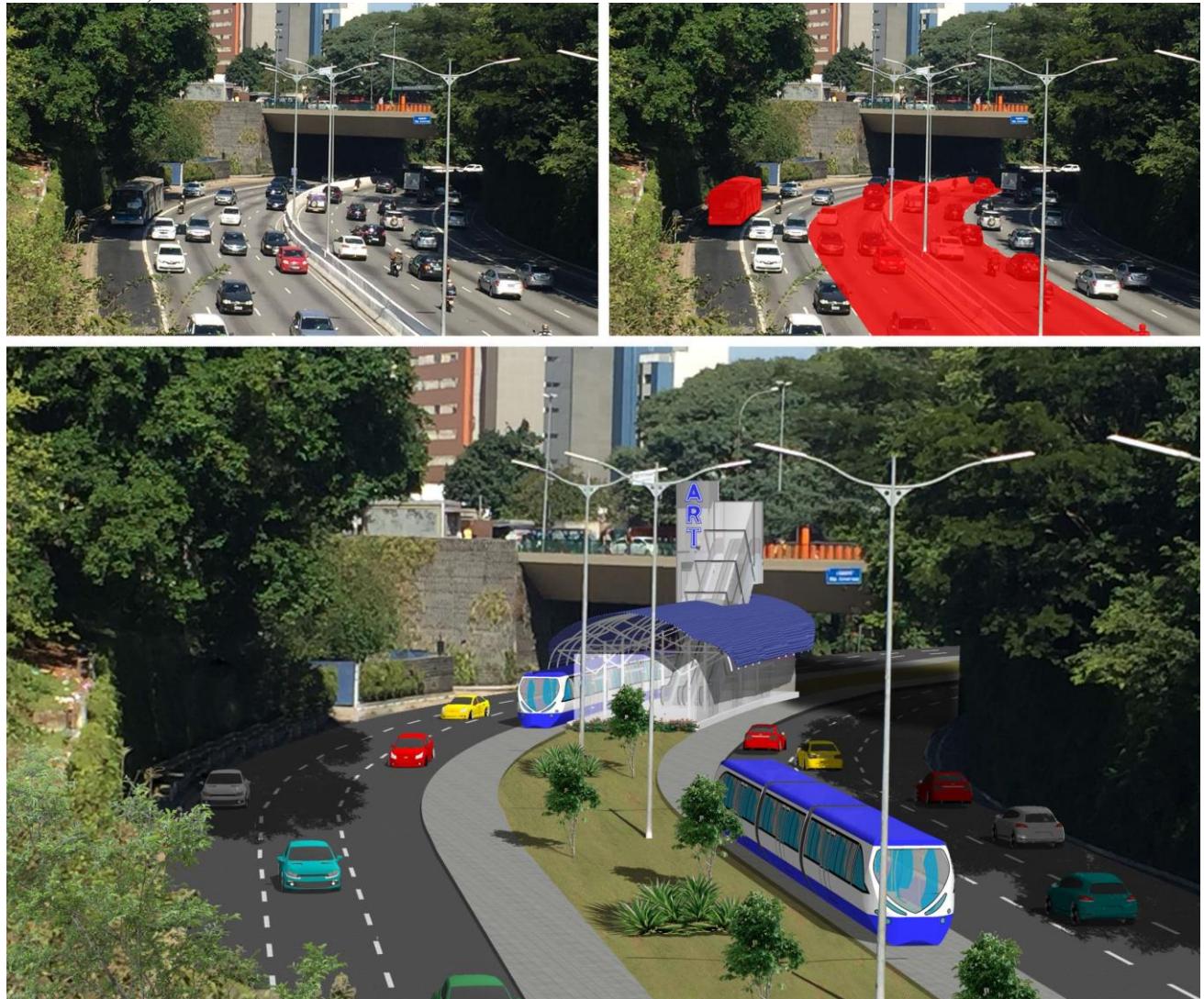
Quanto às propostas de projeto, segue-se um breve resumo. Os desenhos completos, que descrevem a forma atual, as intervenções propostas e a forma final proposta, estão disponíveis em Fortes (2020).

Avenida 23 de maio (via expressa) - A proposta inclui uma linha de trens autônomos sem o uso de trilhos (ART), substituindo as faixas de ônibus existentes. A linha ART integra-se com as estações atuais e previstas do sistema metroferroviário. A linha ART desenvolve-se ao longo do corredor Norte-Sul (via expressa), em vale, estando as suas estações previstas ao longo de alguns viadutos existentes (com acesso por escadas rolantes), priorizando às que conduzem a estações metroferroviário existentes ou previstas.

Além da inclusão do ART, a proposta para a Avenida 23 de maio, é de mantê-la para o tráfego exclusivo de veículos convencionais, por se tratar de uma via expressa, importante, que atravessa a região de intervenção. Para o acesso à área de intervenção, foi proposta a localização de polos de estacionamento estrategicamente posicionados para promover a integração modal, possibilitando a

migração dos veículos convencionais para outros modos, como o veículo autônomo compartilhado, o transporte público a pé e a bicicleta (Figura 6).

Figura 6 - Ilustração da proposta de projeto para a Avenida 23 de maio (em cima, à esquerda: estado atual; em cima, à direita: elementos a alterar; em baixo: alterações propostas, eliminação da faixa exclusiva para ônibus convencionais existente, inclusão de uma faixa exclusiva para ART do lado oposto, restantes faixas ainda para tráfego de veículos convencionais).



Fonte: o autor

Rua Vergueiro (via arterial) - possui um fluxo intenso de pessoas, devido a um centro cultural localizado nesta rua, além de estabelecimentos de ensino e hospitais. A proposta inclui a eliminação do estacionamento na rua, para ampliar o espaço do pedestre, mas com *parklets* (áreas contíguas às calçadas, onde são construídas estruturas a fim de criar espaços de lazer e convívio onde anteriormente havia vagas de estacionamento de carros) e pontos de embarque e desembarque de veículos autônomos. A ciclovia foi mantida, bem como a circulação de ônibus em ambos os sentidos (Figura 7).

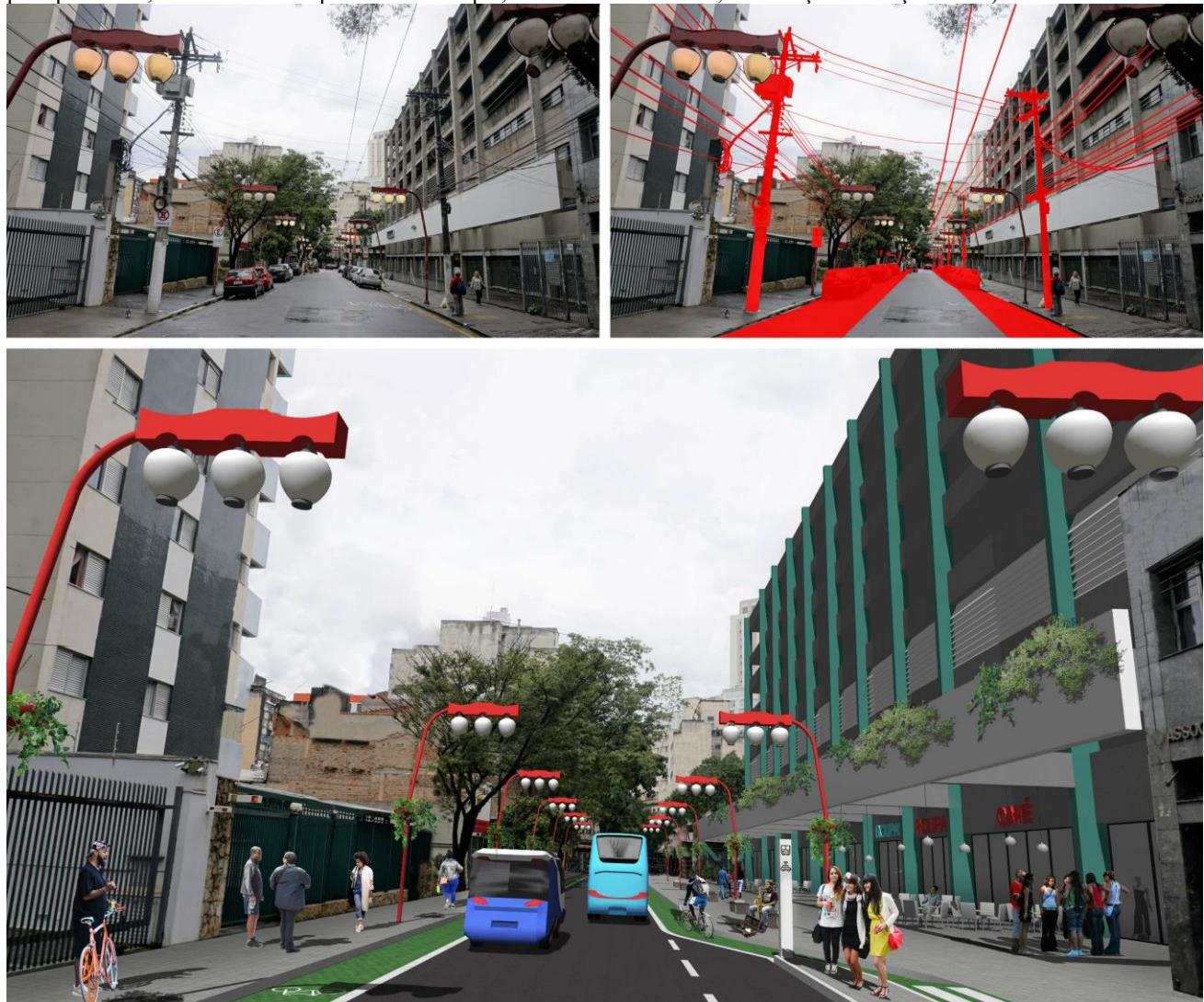
Figura 7 - Ilustração da proposta de desenho para a Rua Vergueiro (em cima à esquerda: estado atual; em cima à direita: elementos a alterar; em baixo: alterações propostas, eliminação do estacionamento na via pública, alargamento dos espaços para pedestres, lugares de embarque e desembarque).



Fonte: o autor

Rua da Glória (via coletora) - Propõe-se a eliminação do estacionamento na rua, liberando espaço para outros usos, como calçadas mais largas e extensão de ciclovia. Além disso, as galerias técnicas receberão a fiação, atualmente exposta, revelando a típica iluminação pública de estilo oriental, e para facilitar a sua manutenção (Figura 8). Foi decidida a conversão de um edifício garagem em um centro de estacionamento de veículos autônomos, com pontos de recarga para veículos e patinetes elétricos, serviços de manutenção e bicicletários (Figura 9). Cabe apontar que tal construção pode também ser utilizada como centro de logística de carga para o comércio existente na região.

Figura 8 - Ilustração da proposta de projeto para a Rua da Glória (em cima à esquerda: estado atual; em cima à direita: elementos a alterar; em baixo: alterações propostas, eliminação do estacionamento na via pública, alargamento dos espaços para pedestres, locais de embarque e desembarque, inclusão de ciclovias, eliminação da fiação aérea).



Fonte: o autor

Figura 9 - Ilustração de um centro de serviço para veículos autônomos na Rua da Glória (em cima à esquerda: estado atual; em cima à direita: elementos a alterar; em baixo: alterações propostas, a conversão de um edifício de estacionamento convencional numa estação de estacionamento e serviço de veículos autônomos, que também pode servir outros fins, como ponto de coleta e entrega de mercadorias).



Fonte: o autor

Rua Mituto Mizumoto (via local) - Propõe-se a eliminação do estacionamento na rua, liberando espaço para outros usos, como o alargamento do espaço de pedestres e a criação de uma ciclovia. O espaço anteriormente utilizado para estacionamento na via pública torna-se também flexível e, consoante a hora do dia, pode ser utilizado por quiosques / *food trucks*, bem como para embarque e desembarque de mercadorias e passageiros (Figura 10).

Figura 10 - Ilustração da proposta de desenho para a Rua Mituto Mizumoto (em cima à esquerda: estado atual; em cima à direita: elementos a alterar; em baixo: alterações propostas, a eliminação do estacionamento na rua, o alargamento dos espaços de pedestres e o compartilhamento de via de bicicletas/tráfego).



Fonte: o autor

Com base nos estudos realizados, as propostas apresentadas resultaram num aumento de 14,7% na área de circulação para pedestres, alargando os passeios de 2,6 m para 4,2 m, representando um aumento de 61% no espaço para pedestres. Relativamente à circulação de bicicletas, verificou-se um aumento de 6,8% na área, representando um aumento de quatro vezes, passando de 2 km para 10 km de extensão. Além da introdução de 3,4 km de rotas cicláveis.

Estes resultados são relevantes, uma vez que 2/3 das vias coletoras receberam ciclovias e, nas vias locais, foram incluídas rotas cicláveis. Além disso, o aumento de 14,7% da área de pedestres proporciona espaços mais seguros e convidativos. E as fachadas ativas propostas promovem a atratividade e a permanência nestas áreas, permitindo a interação social e a vitalidade dos espaços urbanos.

3.2 RESULTADOS PARA A ÁREA DE REFERÊNCIA

As medições para todas as 252 ruas da área de referência deram resultados semelhantes aos da área em foco: 17,5% da área de estacionamento na rua e 5,3% da área de circulação de veículos, totalizando 22,8%.

4 CONCLUSÃO

Com o objetivo de visualizar um contexto mais amplo, além da área de referência, foi realizada uma proposta de desenho das principais vias do centro expandido da cidade de São Paulo, contemplando espaços de park & ride próximos às principais vias de acesso a São Paulo e às estações do sistema metroferroviário, possibilitando que motoristas de veículos convencionais, vindos de outras localidades, estacionem os veículos e façam a transferência modal para o transporte público e, com isso, acessem a área de referência. A proposta também inclui 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 autônomo compartilhado. Dessa forma, pode-se utilizar a estrutura de um estacionamento já existente e reduzir os custos de instalação do novo.

As proposições demonstram o potencial de transformação do desenho urbano atual em prol de uma mobilidade urbana mais sustentável, com a conversão dos espaços liberados pela infraestrutura viária (antes faixas de rolamento e estacionamento na rua) para outros usos, priorizando pedestres e ciclistas e qualificando os espaços públicos. Com uma análise detalhada rua a rua, foi obtida uma transferência de espaço viário para outros usos de 21,8% e 22,8%, respectivamente, para a área em foco e a área de estudo de referência.

Além da infraestrutura viária, podem ser explorados e convertidos em equipamentos urbanos outros espaços ocultos para automóveis em parques de estacionamento e garagens de edifícios residenciais e não residenciais podem ser explorados e convertidos em amenidades urbanas.

Estas áreas foram idealizadas tendo em vista a formação de núcleos iniciais de adoção de veículos autônomos. Os investimentos para essa mudança são grandes e não podem ser feitos da noite para o dia. Propõe-se que a utilização de veículos autônomos se propague a partir destes núcleos. A infraestrutura para segregar o tráfego de carros convencionais e autônomos deve ser planeada para ser reutilizada à medida que a área de intervenção se expanda.

Pode-se inferir-se que os procedimentos aplicados para o cálculo da área dentro destas zonas possam ser aplicados a outras vias de cada categoria, em outras zonas da cidade e, dependendo do contexto local, em outras cidades.

Dessa forma, este trabalho contribui para os estudos urbanos, especialmente, mas não restrito às grandes metrópoles, que visam considerar a incorporação de tecnologias disruptivas na mobilidade, buscando oportunidades de redesenho urbano.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi parcialmente financiado com o auxílio # 2016/028255, da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

REFERÊNCIAS

- AMBÜHL, L.; CIARI, F.; MENENDEZ, M. What about space? A simulation based assessment of AVs impact on road space in urban areas. 2016. Presented at the 16th Swiss Transport Research Conference, 2016, Ascona. DOI: <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000117005>.
- 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 de março de 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 de março de 2018.
- AUSTIN. Planning and zoning. 2019. Disponível em: <https://www.austintexas.gov/department/austin-demographics>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2019.
- BALÁ, H.; ANOWAR, S.; CHNG, S.; CHEAH, L. Review of studies on public acceptability and acceptance of shared autonomous mobility services: past, present and future. *Transport Reviews*. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1080/01441647.2023.2188619>.
- BERLIN. Mobility in the city. 2013a. Disponível em: https://www.berlin.de/senuvk/verkehr/politik_planung/zahlen_fakten/download/Mobility_en_komplet.pdf. Acesso em: 18 de fevereiro de 2019.
- BERLIN. Population. 2013b. Disponível em: <http://population.city/germany/berlin/>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2019.
- BERLIN. Senate department for urban development and housing. 2017. Disponível em: https://www.stadtentwicklung.berlin.de/sen/stadtentwicklung/index_en.shtml. Acesso em: 24 de fevereiro de 2025.
- BIERSTEDT, J.; GOOZE, A.; GRAY, C.; PETERMAN, J.; RAYKIN, L.; WALTERS, J. Effects of next-generation vehicles on travel demand and highway capacity. Research Report. FP Think Working Group, 1-31. 2014.
- Disponível em: <https://paperzz.com/doc/7097447/effects-of-next-generation-vehicles-on-travel-demand-and-...> Acesso em: 19 de julho de 2023.
- 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. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.04.121>.
- BLANKSPACENYC. Driverless future challenge. 2017. Disponível em: <https://competitions.archi/competition/driverless-future-challenge/>. Acesso em: 10 de fevereiro de 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 de fevereiro de 2018.

BOARNET, M. G.; JOH, K.; SIEMBAB, W.; FULTON, W.; and NGUYEN, M. T. Retrofitting the suburbs to increase walking: evidence from a land-use–travel study. *Urban Studies*, v. 48, n. 1, pp. 129-159, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1177/0042098010364859>.

BOESCH, P. M.; CIARI, F.; AXHAUSEN, K. W. Autonomous vehicle fleet sizes required to serve different levels of demand. *Transportation Research Record*, v. 2542, n. 1, p. 111-119. 2016. DOI: <https://doi.org/10.3141/2542-13>.

CHAPIN, T; STEVENS, L.; CRUTE, J.; CRANDALL, J.; ROKYTA, A.; WASHINGTON, A. Envisioning Florida's future: transportation and land use in an automated vehicle world. 2016. Disponível em: https://fdotwww.blob.core.windows.net/sitfinity/docs/default-source/traffic/its/floridaconnects/eff_av_world_fsufpdlab_finalreport.pdf?sfvrsn=14bacd2_2. Acesso em: 12 de julho de 2017.

CHEN, T. D. Management of a shared, autonomous, electric vehicle fleet: vehicle choice, charging infrastructure & pricing strategies. Doctoral Thesis. University of Texas at Austin, Austin. 2015. DOI: <https://doi.org/10.15781/T2DD0X>.

CITY DATA. Austin, Texas. Population in 2016. 2016. Disponível em: <http://www.city-data.com/city/Austin-Texas.html>. Acesso em: 13 de fevereiro de 2019.

DATAUSA. New York City, 2016a. Disponível em: <https://datausa.io/profile/geo/new-york-ny/#housing>. Acesso em: 13 de fevereiro de 2019.

DATAUSA. New York City, 2016b. Disponível em: <https://datausa.io/profile/geo/austin-tx/#housing>. Acesso em: 13 de fevereiro de 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 de fevereiro de 2019.

DH NY – NEW YORK STATE DEPARTMENT OF HEALTH. Estimated Population, Land Area and Population Density by County, New York State. 2015. Disponível em: https://www.health.ny.gov/statistics/vital_statistics/2015/. Acesso em: 24 de fevereiro de 2025.

DIMENTO, J., F.; ELLIS, C. Changing lanes: visions and histories of urban freeways. Cambridge, MA: MIT Press, 2013. Disponível em: <https://direct.mit.edu/books/monograph/2978/Changing-LanesVisions-and-Histories-of-Urban>. Acesso em: 11 de fevereiro de 2025.

DOT NYC - DEPARTMENT OF TRANSPORTATION - NEW YORK CITY. 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 de fevereiro de 2019.

DOT NYC - DEPARTMENT OF TRANSPORTATION - NEW YORK CITY. Citywide mobility survey. 2017. Disponível em: <https://www.nyc.gov/html/dot/downloads/pdf/nycdot-citywide-mobility-survey-report-2017.pdf>. Acesso em: 11 de fevereiro de 2019.

DOWNS, A. Still stuck in traffic: coping with peak hour traffic congestion. Washington D.C.: The Brookings Institution, 2004.

EC - EUROPEAN COMMISSION. Application form for the European green capital award 2020. 2010. Disponível em: http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wpcontent/uploads/2018/07/Indicator_3_Lisbon_EN.pdf. Acesso em: 15 de fevereiro de 2019.

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. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.04.003>.

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. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11116-016-9729-z>.

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, n. 1, p. 98-106. 2015. DOI: <https://doi.org/10.3141/2536-12>.

FORTES, M. B. Tecnologias disruptivas e mobilidade urbana: inovações para o desenho das cidades. Doctoral Thesis. Universidade de São Paulo, Brasil. 2020. DOI: <https://doi.org/10.11606/T.16.2020.tde-04022020-175103>.

FUTURENYC. A city for humans. 2015. Disponível em: <http://futurenyc.xyz>. Acesso em: 15 de março de 2017.

GEHL, J. Cidades para pessoas. Translation: Anita Regina Di Marco. 2. Ed. São Paulo: Perspectiva, 2013.

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 de fevereiro de 2019.

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. DOI: <https://doi.org/10.1177/0739456X15613591>.

IHS - AUTOMOTIVE TECHNOLOGY RESEARCH. Autonomous cars - not if, but when. 2014. Disponível em: https://autotechinsight.ihsmarkit.com/_assets/sampleddownloads/auto-tech-report-emerging-tech-autonomous-car-2013-sample_1404310053.pdf. Acesso em: 03 de janeiro de 2018.

INE - INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA. Área metropolitana de Lisboa em números (in figures) - 2018. 2020. Disponível em: https://www.ine.pt/ine_novidades/RN2018/lisboa/. Acesso em: 24 de fevereiro de 2025.

INE - INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA. 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 de fevereiro de 2019.

INE - INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA. Inquérito à mobilidade nas áreas metropolitanas do Porto e de Lisboa. 2017b. Disponível em: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_destaque&DESTAQUESdest_boui=334619442&DESTAQUESmodo=2. Acesso em: 15 de fevereiro de 2019.

KOCKELMAN, K. M.; AVERY, P.; BANSAL, P.; BOYLES, S. D.; BUJANOVIC, P.; CHOUDHARY, T.; CLEMENTS, L.; DOMNENKO, G.; FAGNANT, D. J.; HELSEL, J.; HUTCHINSON, R.; LEVIN, M.; LI, J.; LI, T.; LOFTUS-OTWAY, L.; NICHLOS, A.; SIMONI, M.; STEWART, D. Implications of connected and automated vehicles on the safety and operations of roadway networks: a final report (Technical Report 0-6849-1). Austin: The University of Texas at Austin. 2016. Disponível em: <https://sboyles.github.io/research/2016cavimplications.pdf>. Acesso em: 20 de julho de 2023.

KÖNIG, M.; NEUMAYR, L. Users' resistance towards radical innovations: the case of the selfdriving car. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, v. 44, p. 42-52, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trf.2016.10.013>.

LADD, B. "You can't build your way out of congestion" – or can you: a century of highway plans and induced congestion. *disP – The Planning Review*, v. 48, n. 3, pp. 16-23, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1080/02513625.2012.759342>.

LITMAN, T. Autonomous vehicle implementation predictions: implications for transport planning. 2018. Disponível em: <https://www.vtpi.org/avip.pdf>. Acesso em: 19 de julho de 2023.

LIU, J.; KOCKELMAN, K.M.; BOESCH, P. M.; CIARI, F. Tracking a system of shared autonomous vehicles across the Austin, Texas network using agent-based simulation. *Transportation*, v.44, p. 1261-1278. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11116-017-9811-1>.

LONDON. Transport for London. Driving. 2012a. Disponível em: <https://tfl.gov.uk/modes/driving/>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2019.

LONDON. Travel in London. Report 10. 2017. Disponível em: <https://content.tfl.gov.uk/travel-in-london-report-10.pdf>. Acesso em: 24 de fevereiro de 2019.

LONDON. Transport for London. Drivers of demand for travel in London: a review of travel trends and their causes. 2012b. Disponível em: <https://content.tfl.gov.uk/drivers-of-demand-for-travel-in-london.pdf>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2019.

LONDON. Trust for London. Tackling poverty and inequality. 2016. Disponível em: <https://trustforlondon.org.uk/data/population-over-time/>. Acesso em: 19 de fevereiro de 2019.

LTA - LAND TRANSPORT AUTHORITY – SINGAPORE. s.d. [Dados]. Data.gov.sg. Disponível em: <https://data.gov.sg/datasets?topics=transport>. Acesso em: 24 de fevereiro de 2025.

METRÔ – COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO. Data sets - Pesquisa origem e destino 2017. 2019. Disponível em: <https://transparencia.metrosp.com.br/sites/default/files/OD-2017.zip>. Acesso em: 19 de julho de 2023.

MEYER, J.; BECKER, H.; BÖSCH, P. M.; AXHAUSEN, K. W. Autonomous vehicles: the next jump in accessibilities? *Research in Transportation Economics*, v. 62, p. 80-91, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2017.03.005>.

MIT - MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY – MIT. SENSEable City Lab is rethinking urban planning from the underground up. 2017. Disponível em: <https://cmsw.mit.edu/senseable-city-lab-rethinking-urban-planning-underground/>. Acesso em: 24 de fevereiro de 2025.

MIT - MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY. MCity Test Facility. 2015. Disponível em: <https://mcity.umich.edu/our-work/mcity-test-facility/>. Acesso em: 10 de abril de 2016.

NACTO - NATIONAL ASSOCIATION OF CITY TRANSPORTATION OFFICIALS. Blueprint for autonomous urbanism. Report. 2nd ed., 2017. Disponível em: <https://www.blurb.com/b/9645870-blueprint-for-autonomous-urbanism-second-edition>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2025.

NACTO - NATIONAL ASSOCIATION OF CITY TRANSPORTATION OFFICIALS. Streets for Pandemic – Response & Recovery. Disponível em: https://nacto.org/wp-content/uploads/2020/06/NACTO_Streets-for-Pandemic-Response-and-Recovery_2020-06-25.pdf. 2020. Acesso em: 19 de julho de 2023.

NEWMAN, P. COVID, CITIES and CLIMATE: Historical Precedents and Potential Transitions for the New Economy. *Urban Science*, v. 4, n. 3, p. 32. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/urbansci4030032>.

NORTON, P. D. Street Rivals: Jaywalking and the invention of the motor age street. *Technology and Culture*, v. 48, n. 2, pp. 331-359, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1353/tech.2007.0085>.

OECD - The Organisation for Economic Co-Operation and Development; ITF - International Transport Forum. Urban mobility system upgrade: How shared self-driving cars could change city traffic. 2015. Disponível em: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2015/03/urban-mobility-system-upgrade_g17a2802/5jlwvzdk29g5-en.pdf. Acesso em: 12 de fevereiro de 2025.

PERKINS; WILL. Designing for future mobility developing a framework for the livable future city. Report, 1-46. 2018. Disponível em: https://webcontent.perkinswill.com/research/journal/issue_20_vol1002/pwrj_vol1002_3_designing_for_future_mobility.pdf. Acesso em: 12 de fevereiro de 2025.

PORDATA. Densidade populacional segundo os censos. 2011. Disponível em: <https://www.pordata.pt/pt/estatisticas/>. Acesso em: 24 de fevereiro de 2025.

QUANTUMRUN. How driverless cars will reshape tomorrow's megacities: future of cities. 2016a. Disponível em: <https://www.quantumrun.com/prediction/how-driverless-carsreshape-megacity-future-cities-p4>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2019.

QUANTUMRUN. Planning the megacities of tomorrow: future of cities P2. 2016b. Disponível em: <https://www.quantumrun.com/prediction/planning-megacities-tomorrow-future-citiesp2>. Acesso em: 05 de maio de 2018.

RATTI, C. Herramientas digitales para la ciudad del futuro. *ARQ* (Santiago), v. 96, p. 48-51. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-69962017000200048>.

RPA - REGIONAL PLAN ASSOCIATION – RPA. New mobility: autonomous vehicle and the region. 2017. Disponível em: <http://library.rpa.org/pdf/RPA-New-Mobility-Autonomous-Vehiclesand-the-Region.pdf>. Acesso em: 07 de outubro de 2018.

SÃO PAULO. Secretaria dos Transportes Metropolitanos. Atualização da rede metropolitana de alta e média capacidade de transporte da RMSP. São Paulo: Secretaria dos Transportes Metropolitanos. 2013. Disponível em: http://www.stm.sp.gov.br/wp-content/uploads/2021/09/atualizacao_rede-1.pdf. Acesso em: 19 de julho de 2023.

SÃO PAULO. Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo. São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo – PMSP. 2014. Disponível em: http://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/arquivos/PDE-Suplemento-DOC/PDE_SUPLEMENTO-DOC.pdf. Acesso em: 19 de julho de 2023.

SÃO PAULO. Plano municipal de mobilidade urbana de São Paulo – PlanMob/SP. Technical Reference and Proposal. 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: 19 de julho de 2023.

SÃO PAULO. Plano cicloviário do município de São Paulo. Preliminary Version. São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo – PMSP. 2019. Disponível em: <https://participemais.prefeitura.sp.gov.br/system/documents/attachments/000/000/088/original/a9ca726c953a141517093055d165296cb8251521.pdf>. Acesso em: 19 de julho de 2023.

SCHLOSSBERG, M.; RIGGS, W.; MILLARD-BALL, A.; SHAY, E. Rethinking the street in an era of driverless cars. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.29462.04162>.

SPIESER, K.; TRELEAVEN, K.; ZHANG, R.; FRAZZOLI, E.; MORTON, D.; PAVONE, M. 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. (eds) *Road Vehicle Automation*, p. 229-245. *Lecture Notes in Mobility*. Springer, Cham. 2014. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-05990-7_20.

STAPLES, R. Driver(less) is more. 2016. Disponível em: <https://www.iaacblog.com/programs/drive-less-is-more/>. Acesso em: 19 de julho de 2023.

TSIGDINOS, S.; PARASKEVOPOULOS, Y.; TZOURAS, P.; BAKOGIANNIS, E.; VLASTOS, T. Rethinking Road network hierarchy towards new accessibility perspectives. *Transportation Research Procedia*, v. 69, p. 195-202, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.02.162>.

TOMTOM. Traffic index. 2016. Disponível em: <https://www.tomtom.com/traffic-index/>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2019.

UN-HABITAT - UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME. *Atlas of urban expansion*. 2014. Disponível em: <http://www.atlasofurbanexpansion.org/cities>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2019.

WSP; FARRELS. *Making better places: autonomous vehicles and future opportunities*. Report, 1-31. 2016. Disponível em: <https://farrells.com/wp-content/uploads/2017/08/Making-Better-Places-Autonomous-Vehicles.pdf>. Acesso em: 19 de julho de 2023.

ZAKHARENKO, R. *Self-driving cars will change cities*. *Regional Science and Urban Economics*, v. 61, p. 26-37, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2016.09.003>.

ZHANG, W.; GUHATHAKURTA, S.; FANG, J.; ZHANG, G. *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. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2015.07.006>.