



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**O FUTURO DA MOBILIDADE URBANA: NOVAS TENDÊNCIAS MUNDIAIS DE  
TRANSPORTES**

**FERNANDA DINIZ MELLO**

João Pessoa – PB  
Julho de 2019

FERNANDA DINIZ MELLO

**O FUTURO DA MOBILIDADE URBANA: NOVAS TENDÊNCIAS MUNDIAIS DE  
TRANSPORTES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil e Ambiental referente ao Curso de Engenharia Civil do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba como requisito necessário para obtenção do título de Engenheira Civil.

Orientador: Prof. Dr. Nilton Pereira de Andrade

JOÃO PESSOA

2019

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

M527f Mello, Fernanda Diniz.

O FUTURO DA MOBILIDADE URBANA: NOVAS TENDÊNCIAS  
MUNDIAIS DE TRANSPORTES / Fernanda Diniz Mello. - João  
Pessoa, 2019.

62 f. : il.

Orientação: Nilton Pereira de Andrade.  
Monografia (Graduação) - UFPB/CT.

1. Tendências de transporte. 2. Mobilidade  
compartilhada. 3. Veículos elétricos. 4. Veículos  
autônomos. I. Pereira de Andrade, Nilton. II. Título.

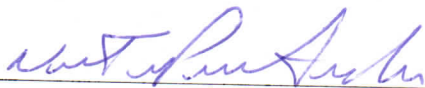
UFPB/BC

## FOLHA DE APROVAÇÃO

FERNANDA DINIZ MELLO

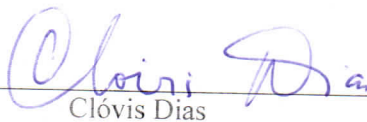
### O FUTURO DA MOBILIDADE URBANA: NOVAS TENDÊNCIAS DE TRANSPORTES

Trabalho de Conclusão de Curso em 29/07/2019 perante a seguinte Comissão Julgadora:



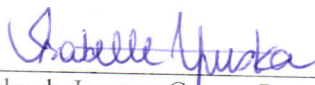
\_\_\_\_\_  
Nilton Pereira de Andrade  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO



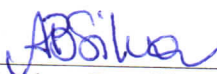
\_\_\_\_\_  
Clóvis Dias  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADA



\_\_\_\_\_  
Isabelle Yruska de Lucena Gomes Praga  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADA



\_\_\_\_\_  
Prof.ª. Andrea Brasiliano Silva  
Matrícula Siape: 1549557  
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

*A Deus, pela força e coragem  
durante esta caminhada, a meus pais, irmãs  
e marido, indispensáveis em minha vida.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por ter me permitido chegar onde estou, me guiando e dando força em todos os momentos.

A meus pais, José Peixoto e Jane Leila, por não medirem esforços para investir em minha educação, por estarem sempre presentes na minha caminhada e por todo o amor que me dão.

A meu marido, Diego Galdino, melhor parceiro de vida que eu poderia escolher. Agradeço por ter feito parte de toda essa graduação comigo e por me inspirar a estar sempre buscando ser minha melhor versão. Sou muito feliz contigo.

A meus avós, Peixoto e Fernanda, Expedito e Josemira, por todo incentivo, carinho e orações. A minhas irmãs, Amanda e Mariana, a meus tios e primos por todas as palavras de incentivo e acolhimento. Em especial a meu tio Josedilton que muito me orientou e inspirou com palavras e com exemplo de vida.

A meus amigos que a engenharia civil trouxe, que foram essenciais para me fazer ser uma melhor pessoa e profissional. Em especial a Beatriz Araújo e Camila Neves, por sempre se fazerem presentes em tantos momentos, a Elias Alves, pela parceria em muitos trabalhos e por fazer dos meus dias mais leves e a Chiara Teodoro, por todo apoio, conselhos e orações.

A meu orientador, Nilton Pereira de Andrade, por ter aceitado me orientar nesse trabalho e por todo conhecimento e vivências compartilhados durante o curso.

E, por fim, agradeço a equipe da Delta Engenharia, onde pude aprender muito da prática de minha profissão. Agradeço a engenheira Janaynna Andrade por me ensinar tanto e por ir junto comigo nas ideias mais ousadas.

## RESUMO

A mobilidade urbana tem vivenciado mudanças significativas nos últimos anos de modo a refletir uma mudança no padrão de consumo. A sociedade está cada vez mais interessada em combater os problemas trazidos pelos anos de enfoque dado aos veículos privados, sendo estes congestionamentos, poluição do ar, estresse etc. Com a evolução e maior acessibilidade de tecnologias de informação e comunicação, os meios de se ofertar e consumir serviços de transporte foram diversificadas e os smartphones tornaram-se ferramentas essenciais para a consolidação e propagação das principais tendências de transportes atuais. O surgimento de novas tendências traz incerteza quanto ao papel do transporte público tradicional e em como ele poderá se adaptar às mudanças que vem acontecendo. O presente trabalho tem como objetivo identificar e apresentar as principais tendências de transporte assim como estudar o novo padrão de consumo dos usuários de transporte. A metodologia utilizada foi de revisão bibliográfica através da base de dados Scopus e Google Acadêmico para busca e seleção de materiais para embasamento. Os principais aspectos norteadores desse estudo são referentes àqueles que norteiam as tendências de mobilidade. Estes são mobilidade integrada, mobilidade compartilhada, veículos elétricos e autônomos. Verificou-se que, apesar das inúmeras novidades em transportes, essas não extinguem, mas complementam o sistema atual. Carros particulares tendem a continuar circulando pelas cidades, assim como transporte público, entretanto de maneira cada vez mais eficiente e menos prejudicial ao meio ambiente e à saúde humana. As novas ferramentas de transporte atuarão como facilitadoras da mudança comportamental da sociedade. A partir dessa constatação, percebe-se a importância de se estudar os impactos dessas tendências para que se busque atitudes que conduzam da melhor maneira as mudanças referentes à mobilidade urbana.

**Palavras-chaves:** Tendências de transporte. Mobilidade compartilhada. Veículos elétricos. Veículos autônomos.

## ABSTRACT

Urban mobility has undergone significant changes in recent years and those are being reflected on consumption pattern. Society is increasingly interested in tackling the problems brought by the years of focus given to private vehicles, such as congestion, air pollution, stress, etc. With the evolution and greater accessibility of information and communication technologies the ways of offering and consuming transportation services were diversified and smartphones have become essential tools for consolidation and propagation of main current transportation trends. Emergence of new trends are bringing uncertainty about the role of traditional public transportation and how it can adapt to the changes that have been taking place. This paper aims to identify and present the main transportation trends, as well as to study the new consumption patterns of transport users. The methodology used was bibliographic review using the Scopus and Google Scholar database to search and select materials for background. The main aspects that lead this paper are those that guide mobility trends. These are integrated mobility, shared mobility, electric and autonomous vehicles. It was verified that, despite the numerous innovations in transportation, these do not extinguish, but complement the current system. Private cars and public transportation tend to continue to circulate in cities, however in an increasingly efficient and less harmful way to environment and human health. New transportation tools will act as facilitators of the behavioral change of society. From this observation, one can see the importance of studying the impacts of these trends in order to seek attitudes that best lead the changes related to urban mobility.

**Keywords:** Transportation trends. Shared Mobility. Electrical vehicles. Autonomous vehicles.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Aquisição de carro: Pais x sem filhos .....	18
Figura 2 - Quilômetros por passageiros em carros particulares e caminhões leves 1990-2009.....	19
Figura 3 - Composição das viagens na região metropolitana de São Paulo .....	20
Figura 4 - Distribuição modal das viagens na região metropolitana de São Paulo .....	20
Figura 5 - Modos de transporte mais utilizados (2017) * .....	21
Figura 6 - Mobilidade integrada.....	24
Figura 7 - Preço e alcance do veículo elétrico por ano de lançamento .....	26
Figura 8 - Taxa de ocupação de veículos privados .....	32
Figura 9 – Modalidades da mobilidade compartilhada .....	33
Figura 10 - Esquema <i>station-based round-trip</i> .....	34
Figura 11 - Esquema <i>station-based one-way</i> .....	35
Figura 12 - Esquema <i>free-floating one-way</i> .....	35
Figura 13 - Tendência do mercado global para <i>carsharing</i> .....	36
Figura 14 - Tendência no mercado brasileiro para <i>carsharing</i> .....	36
Figura 15 - Aplicativo Audi United .....	39
Figura 16- Bicicletas, patinetes e scooters compartilhados pelo Brasil .....	42
Figura 17 - Consciência e uso de transporte sob demanda por grupos de idade .....	47
Figura 18 – Diferença do sistema atual para o MaaS.....	49

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Níveis de tecnologia de condução autônoma .....	28
Tabela 2 – Níveis de integração MaaS .....	50

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANTP	Associação Nacional de Transportes Públicos
APTA	<i>American Public Transportation Association</i>
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i>
ITS	<i>Intelligent Transportation System</i>
MaaS	<i>Mobility-as-a-service</i>
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
NHTSA	<i>National Highway Traffic Safety Administration</i>
NTU	Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos
ONU	Organização das Nações Unidas
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
1.1	Apresentação do problema .....	13
1.2	Justificativa .....	14
1.3	Objetivos da pesquisa.....	14
1.4	Metodologia .....	14
1.5	Estruturação do trabalho.....	15
<b>2</b>	<b>TRANSPORTE, SOCIEDADE E CONSUMO</b> .....	<b>16</b>
2.1	Transporte e sociedade .....	16
2.2	Mudanças no padrão de consumo.....	17
<b>3</b>	<b>ASPECTOS DA MOBILIDADE DO FUTURO</b> .....	<b>22</b>
3.1	Sistemas Inteligentes de Transportes e Internet das coisas.....	22
3.2	Mobilidade integrada.....	23
3.3	Veículos elétricos.....	26
3.4	Veículos autônomos.....	28
3.5	Mobilidade compartilhada .....	31
<b>4</b>	<b>TENDÊNCIAS DE SERVIÇOS DE TRANSPORTES</b> .....	<b>32</b>
4.1	Mobilidade compartilhada e suas modalidades .....	32
4.1.1	<i>Carro compartilhado (Carsharing)</i> .....	33
4.1.2	<i>Compartilhamento de veículo pessoal</i> .....	37
4.1.3	<i>Compartilhamento de bicicleta (Bikesharing)</i> .....	40
4.1.4	<i>Compartilhamento de viagem (Ridesharing)</i> .....	42
4.1.4.1	Carpooling.....	43
4.1.4.2	Vanpooling .....	44
4.1.5	<i>Transporte sob demanda</i> .....	45
4.2	Mobilidade como um serviço (MaaS).....	48
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>51</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>54</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>56</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Apresentação do problema

A redução do número de usuários do transporte público é uma realidade global que vem se intensificando ao longo dos anos. No Brasil, a redução média de demanda em 2017 atingiu 9,5% segundo dados do Anuário 2017-2018 da Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos (NTU, 2018). Tal valor representa a terceira maior redução de demanda desde o início da série histórica que tem início em 1993. Nos cinco seguintes anos a partir de 2014, a redução média acumulada chegou a 25,9%.

O impacto dessa redução de passageiros implica diretamente no arrecadamento do sistema reduzindo sua verba de manutenção e melhoria, o que implica no declínio da qualidade do transporte e o torna menos atrativo e intensifica a tendência de migração de usuários.

A problemática vai além do efeito financeiro, ou seja, da perda de usuários pagantes, mas engloba questões relacionadas a produtividade e sustentabilidade dos deslocamentos. O efeito da troca de transporte coletivo para o individual gera mais congestionamentos e maior emissão de poluentes. Essa situação foi sendo agravada pela ideologia que norteou o planejamento de infraestrutura das cidades. A gestão da mobilidade urbana, focada na melhoria da fluidez de veículos, foi a responsável pelo estímulo da crescente demanda por mais espaço viário (Ministérios das Cidades, 2006).

Diante desse cenário é possível enxergar a necessidade de mudanças radicais, sendo a reação aos problemas um gatilho para inovação. É notória a evolução na indústria automobilística não sendo ela acompanhada pela da infraestrutura, a qual tem alto custo e problemas de logística em suas mudanças. Sendo assim, o melhor caminho para se pensar em soluções inovadoras aborda principalmente o modo como os sistemas de transporte são acessados pelos usuários e o perfil de consumo dessas pessoas.

O futuro da mobilidade urbana precisa ser planejado para atender de maneira satisfatória e eficiente seus usuários para que se consiga atrair cada vez mais adeptos a ideia de mobilidade urbana sustentável. O transporte motorizado individual deixa de

ser o centro das decisões e cede espaço para sistemas multimodais em que prevalecem o compartilhamento e integração de veículos.

Nesse intuito, inovações na área de mobilidade tem surgido em escala global e vem sendo capazes de mudar a maneira como as pessoas decidem fazer suas viagens. Com a finalidade de apresentar essas inovações, esse trabalho tem como tema “o futuro da mobilidade urbana: novas tendências de transportes”, sendo a relevância desse estudo justificada pela necessidade de conhecimento das novas tendências para se pensar em planejamento de mobilidade urbana.

## **1.2 Justificativa**

O tema discutido neste trabalho tem relevância tanto para o meio acadêmico, quanto para as empresas concessionárias de transportes e entidades públicas voltadas para este setor. Isto porque o cenário atual da mobilidade urbana vem passando por mudanças significativas e rápidas, sendo estas bem absorvidas pelos usuários, em uma visão geral, mas lentamente absorvidas pelos órgãos regulamentadores.

## **1.3 Objetivos da pesquisa**

A presente pesquisa tem como objetivo geral identificar e entender as novas tendências de transporte assim como os aspectos norteadores do modelo de mobilidade urbana do futuro.

Como objetivos específicos, a pesquisa busca:

- Desenvolver uma revisão bibliográfica sobre as novas tendências de transporte discutidas mundialmente;
- Entender o novo papel do transporte público na sociedade; e
- Identificar o perfil de consumo do novo usuário do transporte público.

## **1.4 Metodologia**

O presente trabalho é caracterizado quanto a seus objetivos como pesquisa exploratória, definida pela finalidade de proporcionar mais informações sobre o assunto que será investigado orientando a formulação das hipóteses e permitindo o estudo do tema sob diversos ângulos (Prodanov e Freitas, 2013).

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, pesquisa bibliográfica foi a ferramenta utilizada para estudar, embasar e formular a apresentação da problemática e, a partir daí, analisar pontos referentes a inovações em transportes. Enquadra-se como bibliográfica por ter partido de um estudo desenvolvido com base em materiais publicados em livros, artigos e redes eletrônicas sobre o assunto.

A pesquisa foi realizada entre os meses de junho e julho de 2019 através do uso das bases de dados Scopus e Google Acadêmico como ferramentas de busca e seleção de materiais para embasamento. As buscas por artigos foram feitas lançando nas bases de dados palavras-chaves referentes ao tema e, pela base Scopus, pode-se filtrar os artigos por relevância, ano de publicação e número de citações feitas do artigo em outros materiais.

### **1.5 Estruturação do trabalho**

O trabalho está segmentado em 7 capítulos, iniciando por introdução e finalizando com referências. Do capítulo 2 ao 4 é feita a revisão bibliográfica, no 5 apresenta-se resultados e discussões e no 6 tem-se as considerações finais acerca do tema.

A revisão bibliográfica parte de uma análise do referencial teórico escolhido, abordando no capítulo 2 a relação entre transporte, sociedade e consumo ao longo dos anos. O capítulo desenvolve-se mostrando como as cidades foram afetadas pela evolução dos meios de transporte e abordando a recente mudança no padrão de consumo desses serviços. Em seguida, no capítulo 3, são analisados os aspectos da mobilidade do futuro apontando os principais norteadores das tendências de transporte. No capítulo 4, são apresentadas as tendências de serviços de transporte tendo enfoque dado à mobilidade compartilhada e suas modalidades chegando, por fim, no tema de mobilidade como serviço (MaaS).

## **2 TRANSPORTE, SOCIEDADE E CONSUMO**

### **2.1 Transporte e sociedade**

A história do desenvolvimento das cidades está intimamente ligada à evolução dos meios de transporte. Estes exerceram grande influência no tamanho, localização e nas características das cidades, assim como nos hábitos da população (Ferraz e Torres, 2004).

Essa relação pode ser percebida ao analisar o surgimento das primeiras cidades, que em sua maioria tinham origem as margens de rios, lagos e à beira mar. Sendo as embarcações o meio de transporte principal da época e sabendo da importância da troca de informações e produtos entre diferentes localidades, fica evidente a ligação entre transportes e desenvolvimento. Quanto maior a eficiência do sistema de transportes maiores as chances da localidade apresentar maior desenvolvimento econômico e social.

Segundo os autores, outro fator condicionado ao meio de locomoção urbana predominante é o tamanho das cidades. Inicialmente as cidades expandiam-se até um ponto em que ainda era possível se deslocar a pé em um tempo aceitável para atividades de rotina como fazer compras e trabalhar. Com o advento do transporte por tração animal, o raio das cidades teve um aumento. Em seguida houve o surgimento de bondes elétricos o que permitiu um grande aumento de tamanho da mancha urbana.

O problema desse crescimento era a densidade urbana localizada apenas nas proximidades das estações. Ferraz e Torres (2004) afirmam que a chegada de ônibus e automóveis provocou mudanças na forma de ocupação e uso do solo urbano. Ela possibilitou o preenchimento dos vazios da mancha urbana deixados pelo bonde, mas em contrapartida permitiu um crescimento ainda maior dessa mancha e criou ainda mais vazios.

O automóvel trouxe maior autonomia as pessoas e descentralização de atividades. Entretanto, ele também trouxe novos problemas como acidentes, poluição, congestionamento e maiores gastos referentes a execução de vias, estacionamentos e outras obras de infraestrutura que acabaram desumanizando as áreas urbanas.

Dessa forma, pode-se perceber a grande conexão que transportes tem com desenvolvimento humano. Ao fornecer à sociedade melhores condições de



transportes se está proporcionando às pessoas maior liberdade e promovendo a realização de seus potenciais. O desafio reside no fato de que o planejamento urbano esteve por muito tempo centralizado em veículos particulares e expansão de rodovias, um modelo de desenvolvimento aceito a anos atrás e que hoje em dia é insustentável.

Atualmente, a sociedade passa por mais um momento de mudanças em seu modo de transportar. Há uma crescente valorização do transporte coletivo e sustentável. A ideia de execução de mais estradas não é mais tão valorizada, no lugar dela busca-se a humanização de espaços e integração do sistema de transportes. Esse momento de mudança abre espaço para inovações na área e as soluções vem sendo trazidas de diversos locais do globo a uma frequência e rapidez que o poder público ainda não se adaptou para receber e normatizar na velocidade que as mudanças acontecem.

## **2.2 Mudanças no padrão de consumo**

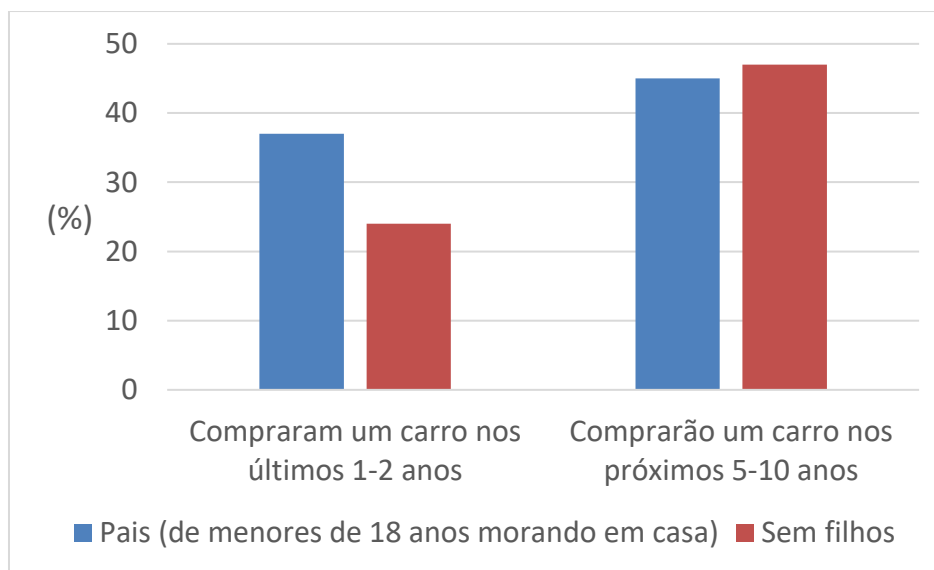
O modo como as pessoas se locomovem vem mudando junto com seu relacionamento com os meios de transporte. Por exemplo, a geração Y (i.e., *millenials*), que são os nascidos nas últimas duas décadas do século XX, possui menos carros, dirige menos e são menos suscetíveis a possuírem carteira de habilitação quando comparado a geração que a precedeu (Klein e Smart, 2017).

Entretanto, Klein e Smart (2017), em suas pesquisas, ao analisarem dados de posse de carro por adulto por família nos Estados Unidos concluíram que apenas *millennials* que permanecem financeiramente dependentes de suas famílias tem menor acesso a carro, em torno de 12% menos carros por adulto. Já *millennials* que saíram de casa tem ligeiramente mais carros (1%) do que o esperado dado os salários baixos e outros fatores econômicos, entretanto dirigem menos.

O aumento do predomínio de estilos de vida que não requerem uso de carro por essa geração também pode ser apontada como responsável pela diminuição do uso deste veículo. Os *millennials* estão mais propensos a estarem no meio acadêmico do que no mercado de trabalho, casados ou pais (Furstenberg, 2010). De fato, é ainda muito cedo para concluir que os jovens adultos realmente estão em um caminho de deixar de possuir um carro. Para Jorritsma e Berveling (2014), a geração Y apenas tem postergado essa aquisição.

O gráfico da Figura 1, adaptado de um relatório da *American Public Transportation Association* (2013), também defendem essa ideia. Analisando os dados referentes a compra de carro, percebe-se que estes apontam para a ideia de que o atraso na compra de veículo tem ligação com a postergação do tempo de estabelecimento de uma família com filhos.

Figura 1 – Aquisição de carro: Pais x sem filhos

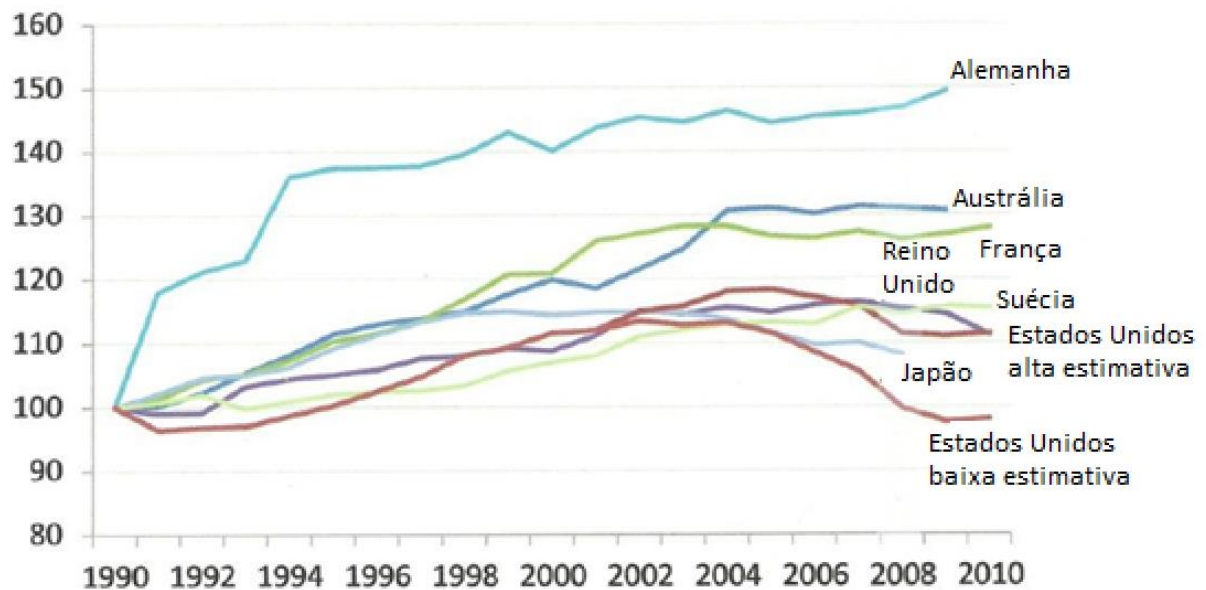


Fonte: adaptado de American Public Transportation Association (2013)

As implicações desse novo cenário afetam diretamente o futuro do planejamento de transportes, sendo necessário se pensar acerca de como as gerações futuras irão se comportar quanto ao modo de se transportar. A redução do número de viagens de automóveis, que vem acontecendo em países industrializados, é um fato. Em 2011, segundo Goodwin (2012), o *International Transport Forum* apresentou essa realidade em um artigo de discussão intitulado 'Peak Car Travel in Advanced Economies?', cuja tradução é 'Estagnação da demanda de viagens por carros em economias avançadas?' (tradução própria). A Figura 2 apresenta o fenômeno de "Peak car" ocorrendo em oito países industrializados.

No caso dos Estados Unidos os dados foram revisados resultando em duas curvas expostas. A taxa de ocupação de veículos do ano de 2001 foi utilizada para os anos seguintes o que resultou na curva de 'alta estimativa'. Já com a correção da taxa de ocupação o resultado trazido foi representado na curva de 'baixa estimativa'.

Figura 2 - Quilômetros por passageiros em carros particulares e caminhões leves 1990-2009  
(index 1990=100)



Fonte: Adaptado de Goodwin (2012)

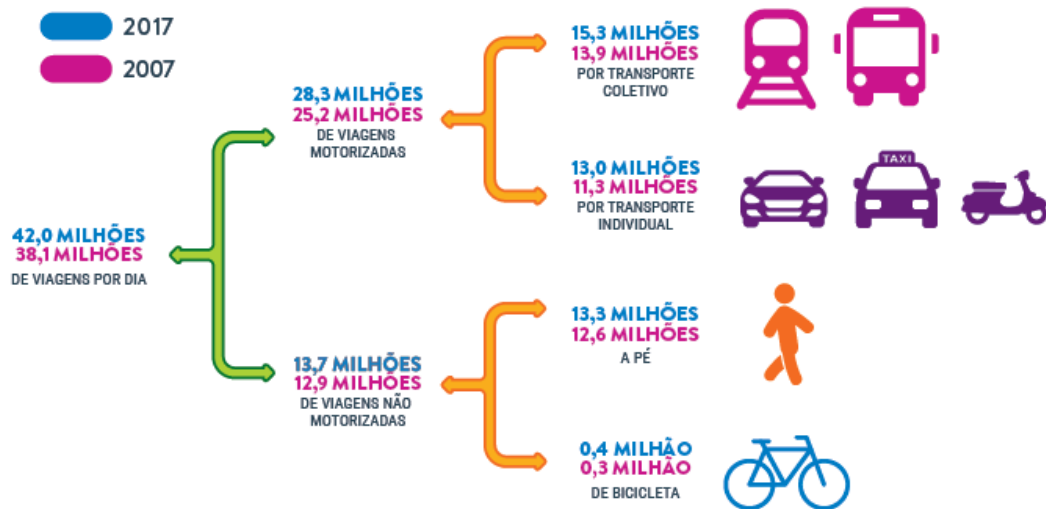
O fenômeno de *'peak car'* tem sido usado para sintetizar a ideia de que o crescimento no uso de carros especificamente tem chegado a um fim. Entretanto, ainda é incerto o futuro desse comportamento, podendo este (a) se manter a longo termo, (b) estagnar nos níveis atuais ou (c) reverter a situação frente a condições econômicas mais favoráveis (Goodwin, 2012).

Segundo McDonald (2015), a média de viagens por dia teve um aumento modesto entre 1995 e 2009 para americanos de todas as idades. Essa quase estagnação no número de viagens feitas em carros não significa diretamente um aumento do uso de outros meios. Uma explicação dada pelo autor à mudança nas viagens dos *millennials*, quando comparado às gerações anteriores, é que esses jovens adultos preferem áreas urbanas com muitas opções de transporte para que a dependência ao carro seja reduzida.

Muitas das tendências em mobilidade urbana referem-se a transporte sob demanda, uma opção que vem fazendo com que muitos optem por esse novo meio de se transportar (Alemi *et al.*, 2018). Segundo resultados finais da pesquisa origem e destino 2017 do Metrô de São Paulo (2019), o aumento devido à entrada de táxis demandados por aplicativo foi de 414%.

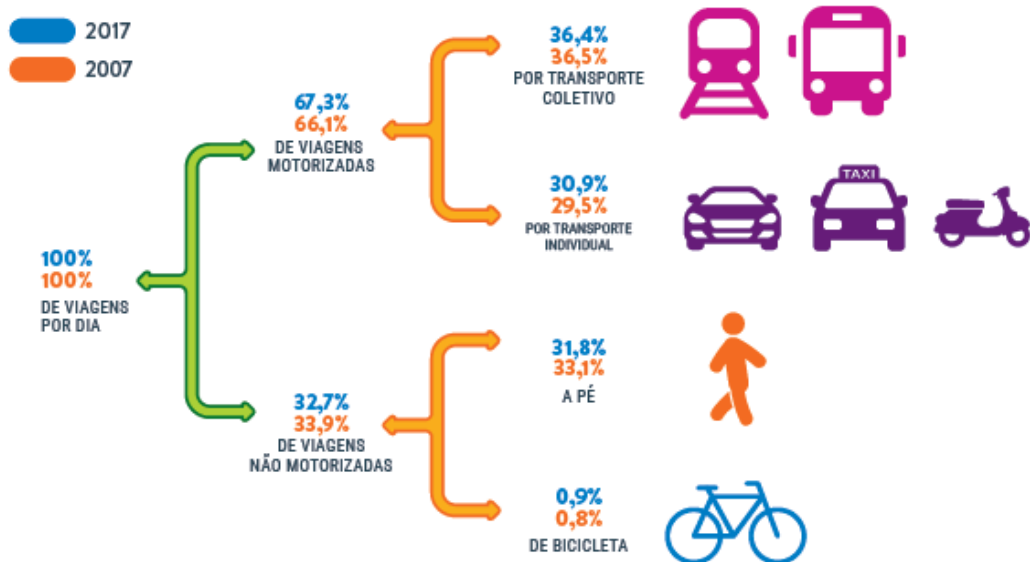
A pesquisa também aponta uma predominância do uso do transporte coletivo sobre o individual (Figura 3 e Figura 4), além de um aumento no número de usuários não só de transporte coletivo, mas de todos os outros modais conforme Figura 3.

Figura 3 - Composição das viagens na região metropolitana de São Paulo



Fonte: Metrô de São Paulo (2019)

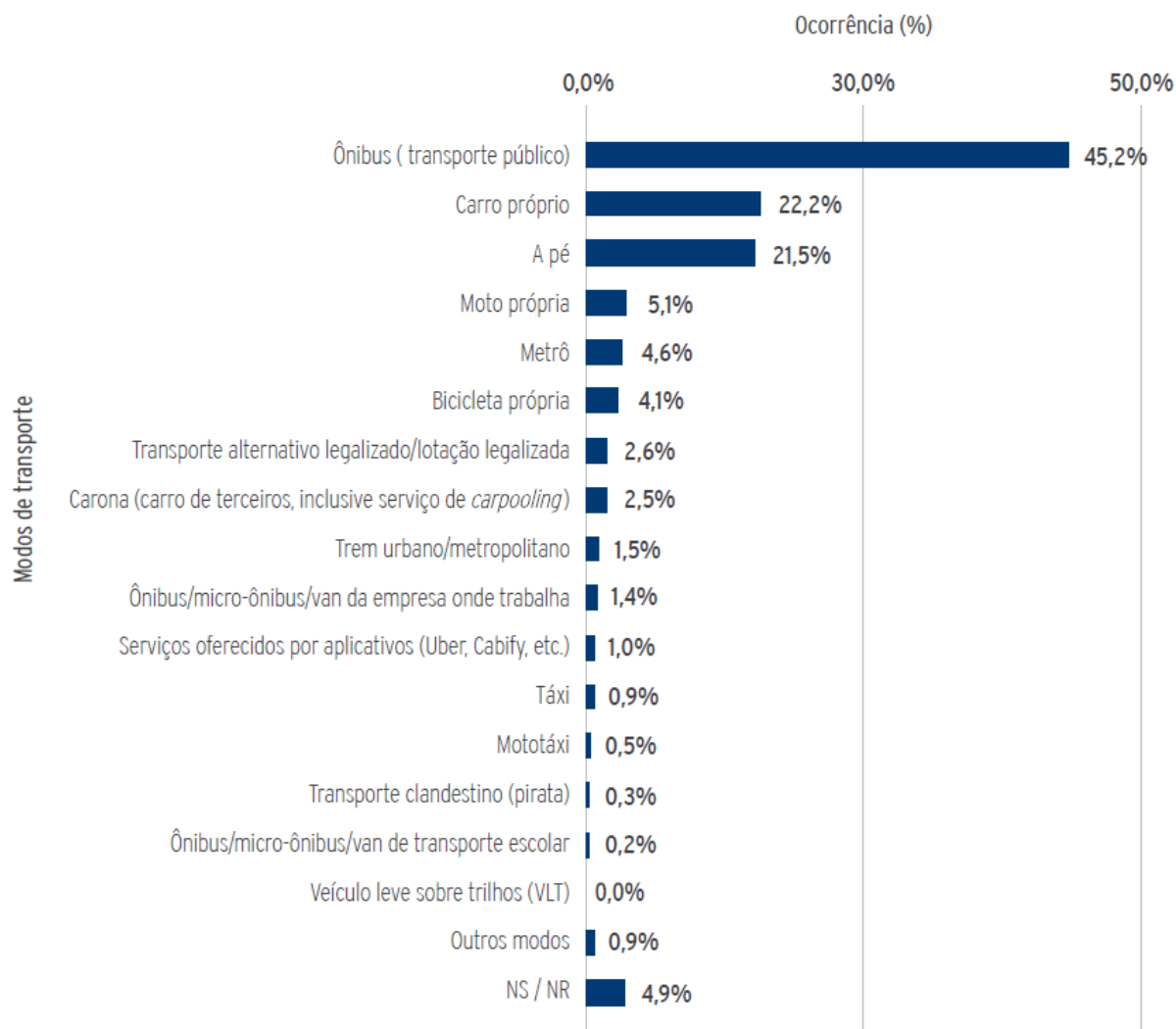
Figura 4 - Distribuição modal das viagens na região metropolitana de São Paulo



Fonte: Metrô de São Paulo (2019)

Mesmo com o surgimento de novas tendências de transporte e o declínio no número de passageiros de transporte público, ainda é o transporte público o modal mais utilizado como mostra a Figura 5 (NTU, 2017).

Figura 5 - Modos de transporte mais utilizados (2017) \*



\* Pergunta feita para os indivíduos com 15 anos ou mais que realizam deslocamentos (todos os dias, 3 a 4 dias ou 1 a 2 dias). Base de dados: 7.854 deslocamentos para os 6.571 respondentes. Esta variável aceita respostas múltiplas e os percentuais estão calculados com base no total de respostas, somando-se assim 100%.

Fonte: NTU (2017)

Através da Figura 5 pode-se perceber a predominância do ônibus para transporte da população brasileira que representa 45,2% dos deslocamentos realizados, sendo seguido pelo carro (22,2%) e deslocamento a pé (21,5%). Dessa forma, fica notória o desequilíbrio da matriz de transporte nos municípios brasileiros a qual tem 88,9% dos deslocamentos realizados nesses três modais de transporte.

### **3 ASPECTOS DA MOBILIDADE DO FUTURO**

#### **3.1 Sistemas Inteligentes de Transportes e Internet das coisas**

O novo paradigma em infraestrutura de transportes consiste em não investir apenas na construção de mais estradas, mas investir em meios de tornar a infraestrutura existente mais eficiente, inteligente, instrumentalizada e interligada (ANTP, 2012). A busca por um sistema de transporte mais eficiente tem caminhado para investimentos cada vez mais voltados à Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) de modo a obter dados para melhor previsão de demanda de modo a alocá-la melhor na infraestrutura existente.

Trabalhar com essa otimização de ferramentas requer investimentos tanto do setor público quanto do privado para que haja mais alternativas de transporte de qualidade e para que a informação sobre como utilizar essas alternativas estejam cada vez mais acessíveis pela sociedade. Os usuários de transporte devem estar munidos de informações acerca das mais diversas questões que envolvam suas opções de transporte, tanto questões de eficiência, segurança e comodidade quanto questões relacionadas a consumo energético e sustentabilidade. Uma sociedade munida de informação significa cidadãos conscientes de suas escolhas e mais preparados para ter ações em prol de tornar suas cidades melhores.

A aplicação de tecnologias em contínua evolução a problemas comuns do transporte coletivo, como a falta de informação e de planejamento, os congestionamentos, as contingências etc, é denominada Sistema de Transportes Inteligentes (ITS, *Intelligent Transportation Systems*) (ANTP, 2012). Esse é um caminho para que a otimização do sistema de transporte seja alcançada. Faz-se necessário que o fluxo de dados seja contínuo para que informações sejam captadas, processadas e repassadas quase que simultaneamente, o que se faz possível através da expansão do cenário denominado Internet das Coisas (IoT, *Internet-of-things*).

Com o aumento no número de aparelhos conectados à internet, tem-se aumentado o número de troca de informações de pessoas com aparelhos e até mesmo de aparelho com aparelho. Essa realidade tem cada vez mais apontado para um futuro em que a comunicação entre “coisas” será mais frequente que entre pessoas (Guerrero-Ibañez *et al.*, 2015).

O termo “Internet das Coisas” aparece para descrever essa realidade em que as “coisas” conseguem trocar informações através de conexão com a internet. O termo é descrito por Guerrero-Ibañez *et al.* (2015) como uma era em que a comunicação entre humanos e “coisas”, e até mesmo entre “coisas”, alcançará novas formas.

Exemplos da aplicação da Internet das Coisas no Sistema Inteligente de Transportes, são as aplicações de tecnologias de sensores para cobrança automática de pedágio, sistemas de georreferenciamento e coleta de informações de condições de tráfego. Essas informações poderiam incluir ocorrência de acidentes de trânsito, reparos e condições da avenida, dentre outras, de modo que os usuários de transporte ou até mesmo o próprio sistema pudesse tomar ações para melhor se adequar às situações existentes.

Dentre os países que conseguiram um Sistema de Transportes Inteligentes mais desenvolvidos (Japão, Cingapura e Coréia do Sul), o investimento em uma agência nacional de ITS foi fundamental para melhor integração do sistema como um todo (ANTP, 2012). Situação oposta ocorreu com os Estados Unidos, que apesar de ser pioneiro na adoção de ITS, optou pela descentralização da liderança da administração em agências estaduais e acabou criando barreiras para integração, homogeneidade e desenvolvimento do sistema (Ezell, 2010 *apud* ANTP, 2012).

Todas essas informações coletadas e compartilhadas entre pessoas e objetos são uma grande riqueza em termos de conhecimento, de possibilidade de soluções e oportunidades de negócios. O montante de dados gerados é denominado *big data*, os quais pela sua quantidade e heterogeneidade tem sido assunto de pesquisa em diversas áreas, sendo a de transporte urbano uma delas. Através do uso desses dados é possível chegar em soluções como melhorar a experiência de viagem através da determinação de rotas mais eficientes, facilitar o serviço de transporte sob demanda conectando motoristas a passageiros e melhorando o fornecimento de informações de transporte público aos seus usuários.

### **3.2 Mobilidade integrada**

Ao longo das últimas décadas, tem sido possível perceber muitos dos aspectos negativos relacionados à preferência dada ao veículo privado. O aumento do número de veículos e tempo de viagem é um desses aspectos, o qual se agrava ainda mais

devido ao crescimento da população urbana, que em 2018 era de 55% e que em 2060 está prevista para atingir 68% (ONU, 2018).

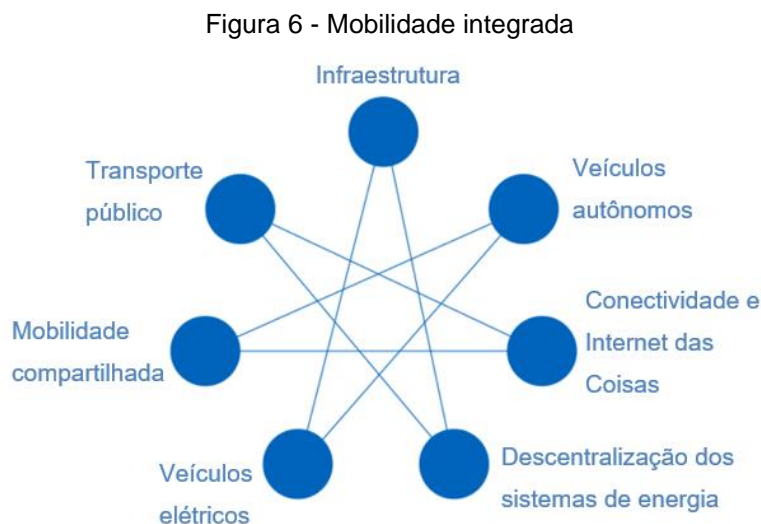
Segundo Gakenheimer (1999), três tópicos são comuns à problemática que tem gerado mais congestionamento e menos mobilidade.

1. Decréscimo da mobilidade dos usuários de automóvel;
2. Decréscimo da mobilidade de usuários de transporte público; e
3. Aumento da mobilidade para pessoas que adquirem carro e deixam de usar transporte público.

Pode-se concluir através do conflito entre os tópicos 2 e 3 que, não importando o quanto o congestionamento esteja se intensificando nas cidades, ainda é mais vantajoso usar carro.

É essa realidade que precisa ser mudada através da aplicação de soluções que envolvam mobilidade integrada. As novas tendências devem se interrelacionar para trazer a sociedade um transporte eficiente que proporcione melhorias na mobilidade urbana.

A Figura 6 apresentada por McKinsey & Company (2019) aponta os componentes que devem ser considerados concomitantemente ao se pensar em tendências de mobilidade.



Fonte: McKinsey & Company (2019)

Ao invés de fazer discussões acerca das diferentes tendências em transportes, mais poderoso ainda é uma discussão sobre como essas tendências podem trabalhar



juntas para entregar à sociedade uma solução completa e verdadeiramente eficiente para suas necessidades.

Um exemplo de como funcionam as soluções considerando mobilidade integrada é o crescimento no uso de veículos elétricos devido ao aumento da distância percorrida por veículos compartilhados. Nos Estados Unidos, o serviço de transporte sob demanda, que consiste na contratação de um carro com motorista para fazer uma viagem porta-a-porta, percorrem distâncias aproximadamente 5 vezes maiores que carros particulares. Quanto mais alta a distância percorrida, menor o custo total da aquisição de um veículo elétrico, o que resulta em um aumento de demanda por esse tipo de veículo (Bloomberg New Energy Finance and McKinsey & Company, 2016).

Prever o futuro é algo difícil, principalmente porque as mudanças variam de acordo com os locais em que acontecem e com as condições específicas de cada local. Porém dois pontos trazidos por Bloomberg New Energy Finance and McKinsey & Company (2016) podem ser tidos como essenciais para as tendências de transportes futuramente.

O primeiro se refere aos itens chaves de mobilidade – mobilidade compartilhada, veículos elétricos e veículos autônomos - que estão ganhando visibilidade e sendo absorvidos pelo mercado. Exemplos atuais disso são a queda do custo de baterias de íons de lítio, que atingiu 65% de 2010 a 2015 (Bloomberg New Energy Finance and McKinsey & Company, 2016), e o aumento do uso de serviços de compartilhamento de carro e transporte sob demanda em escala global (Machado *et al.*, 2018).

O segundo refere-se a tendências em outras áreas que acabam reforçando também a de transportes. Dentre essas estão o crescimento populacional, a crescente migração para centros urbanos e a valorização da sustentabilidade. Essas realidades exigem cada vez mais dos sistemas urbanos de transporte, que precisam atender maior número de passageiros tendo o menor impacto possível no fluxo de veículos e na infraestrutura viária. Para isso, o planejamento voltado para mobilidade torna-se essencial tanto para encontro de soluções de problemas atuais quanto para futuros.

Gakenheimer (1999), aponta a importância de alinhamento dos setores público e privado para a implantação de soluções eficazes usando como exemplo a prefeitura de Curitiba, cidade que teve governantes que souberam liderar para conduzir a melhorias em mobilidade a ponto de tornar a capital referência mundial.

Faz-se necessário que os *stakeholders* do setor de transportes trabalhem para sair da inércia de suas ações, principalmente quando se trata de países em desenvolvimento. O trabalho em prol da integração dos transportes deve ser pensado para que os benefícios apareçam como bem-estar social passando por questões que envolvam de qualidade de serviço à sustentabilidade.

### 3.3 Veículos elétricos

Alguns fatores vêm mudando o cenário da eletrificação sendo estes a melhoria dos veículos elétricos, a criação de subsídios para compra desse meio de transporte, a queda no custo de baterias e a regulamentação desse tipo de exploração energética (McKinsey & Company, 2017).

Segundo McKinsey & Company (2017), as vendas de veículos elétricos têm aumentado globalmente passando de 50.000 em 2011 para 450.000 em 2015. Apesar do custo de um veículo elétrico ainda não ter permitido competitividade com veículos convencionais, os avanços tecnológicos na fabricação de baterias têm evoluído e o custo de fabricação destas tem decrescido.

A Figura 7 apresenta a evolução da performance e diminuição do preço de veículos elétricos, sendo o ano de 2017 um marco para o início da popularização destes veículos.

Figura 7 - Preço e alcance do veículo elétrico por ano de lançamento



Fonte: Adaptado de McKinsey & Company (2018)

Carros elétricos estão longe de ser novidade no mercado, porém novos são os incentivos dados a esse produto. Nos Estados Unidos, o principal motivo do retorno da atenção a carros elétricos está na segurança energética do país (Baran e Legey, 2010), pois permite que o petróleo, em grande parte proveniente de lugares politicamente instáveis, fosse substituído por fontes de energia do próprio país.

Nos EUA, segundo os autores, as medidas governamentais tomadas irão tanto incentivar a troca de veículos a combustão por elétrico quanto estimular a compra de veículos de uso individual o que aponta um interesse na renovação da frota de veículos.

No caso do Brasil, por ser um país em desenvolvimento, este possui taxa de crescimento de frota superior à de países desenvolvidos (Baran e Legey, 2010) os quais passam pelo fenômeno de *peakcar*. Sendo assim, o estímulo à venda de carros elétricos para uso particular em países em desenvolvimento é uma alternativa interessante para estas frotas que ainda estão crescendo.

Na Europa, os países estão tomando decisões de incentivo ao carro elétrico com intuito de cumprir metas europeias de combate à poluição do ar. Os países estão começando a se posicionar proibindo a venda de veículos a combustão dando prazos inclusos nas próximas duas décadas (G1, 2018).

A migração de usuários de veículos à combustão para elétricos é um acontecimento que vem apresentando resultados consideráveis recentemente. A aceitação que vem ocorrendo com veículos compartilhados e autônomos contribui no acentuamento desse crescimento (Bloomberg New Energy Finance and McKinsey & Company, 2016). Além desse fator, outro tópico que vem favorecendo essa migração é a atenção dada a questões ambientais relacionadas a emissões de gases poluentes na atmosfera. Nas próximas décadas, o setor de transporte vai ganhar ainda mais enfoque por ser considerado o caminho mais rentável para reduzir essas emissões (Sioshansi e Webb, 2019).

Segundo os autores, as questões ambientais terão ainda mais peso na Índia e China, por serem os países com maior taxa de crescimento de população, veículos e poluição. A migração para carros elétricos poderá ser um agente transformador da qualidade de vida da sociedade urbana que tem sentido os efeitos da poluição atmosférica em sua saúde.

### 3.4 Veículos autônomos

A tecnologia referente a veículos autônomos vem crescendo rapidamente e até meados de 2020 está prevista a disponibilidade no nível mais alto dessa tecnologia (Bloomberg New Energy Finance e McKinsey & Company, 2016), o qual se refere a veículos inteiramente autônomos. Várias definições quanto a esses níveis surgiram ao longo dos anos, sendo a da *Society of Automotive Engineers* (SAE), adotada pela *National Highway Transportation Safety Administration* (NHTSA) a apresentada nesse trabalho na Tabela 1.

Tabela 1 - Níveis de tecnologia de condução autônoma

<b>Nível 00</b>	<b>Sem automação</b>	O motorista faz tudo.	<b>Exemplo:</b> Maioria dos carros ao longo da história.
<b>Nível 01</b>	<b>Assistência ao condutor</b>	O sistema consegue ajudar o condutor em algumas tarefas simples.	<b>Exemplo:</b> ABS e controle de velocidade.
<b>Nível 02</b>	<b>Automação parcial</b>	Algumas funções do veículo são feitas por conta própria, mas o motorista ainda precisa monitorar o ambiente e assumir o controle em outras tarefas	<b>Exemplo:</b> centralização de faixa, controle de cruzeiro adaptativo, acionamento automático de freio. (Autopilot do Tesla S, Traffic Jam Assist da Audi)
<b>Nível 03</b>	<b>Automação condicional</b>	O sistema pode assumir algumas tarefas e monitorar o ambiente em alguns momentos, mas o motorista precisa estar pronto para assumir quando solicitado.	<b>Exemplo:</b> Modelos de comercialização muito limitada da Audi, Tesla, Google e Uber.
<b>Nível 04</b>	<b>Automação alta</b>	O veículo é capaz de estar por conta própria inclusive para tomar decisões em situações de risco, mas o sistema opera apenas em certas condições e ambientes.	<b>Exemplo:</b> Carros em fase de testes em ambientes fechados como o da Google.
<b>Nível 05</b>	<b>Automação completa</b>	Não há necessidade de condutor humano.	<b>Exemplo:</b> Ainda não há. Empresas como Google estão trabalhando no desenvolvimento deste nível de automação.

Fonte: Adaptado de NHTSA (2016) *apud* Taylor e Bouazzaoui (2019)

Um dos fatores que contribui para a aceitação dos veículos autônomos é a oferta de tempo “livre” aos usuários que, ao invés de estarem como motoristas, se tornam passageiros. O tempo das viagens diárias pode ser usado com outras tarefas como ler, relaxar, se socializar, trabalhar, entre outros.

Além do tempo devolvido às pessoas, uma outra vantagem trazida pelos veículos autônomos é a eficiência e segurança que eles promovem à medida que avanços tecnológicos acontecem e são aplicados (Hussain e Zeadally, 2018).

Acidentes de trânsito fazem parte de uma problemática global, atingindo resultados alarmantes em números de vítimas e despesas com saúde e demais danos. Por ano são 1,3 milhões de vidas perdidas e 50 milhões de pessoas gravemente lesionadas mundialmente, sendo 94% dos acidentes causados por falhas humanas (*National Highway Traffic Safety Administration, 2015, apud Hussain e Zeadally, 2018*). Tirar seres humanos do controle direto dos automóveis e trazer máquinas realmente preparadas para assumir essa posição de condutoras é provavelmente um caminho mais coerente a se seguir.

Hussain e Zeadally (2018) apontam os seguintes benefícios que serão trazidos com a chegada de carros autônomos:

- Aumento da segurança;
- Mais oportunidades de negócios e aumento da renda para profissionais do setor;
- Facilidade de uso e maior conveniência;
- Melhores condições de tráfego;
- Estacionamento autônomo de veículos; e
- Experiência de consumo centrada no consumidor.

Segundo os autores, a segurança trazida pelos veículos autônomos vai além de questões relativas à condução dos mesmos. Carros autônomos terão sistemas de reconhecimento dos seus usuários de maneira a desestimular roubos. A tecnologia usada envolve leitura de digitais, retinas e reconhecimento de voz.

A tecnologia trazida pelos carros autônomos será uma oportunidade para empresas que trabalham com serviços que envolvam mobilidade compartilhada lucrarem ainda mais. Isso é possível porque o número de funcionários poderá ser reduzido pois não se fará necessário motoristas e a contratação dos serviços, assim como o pagamento, poderão ser realizados através de equipamentos portáteis.

No entanto, é importante ressaltar que essa visão desconsidera a perda de muitos postos de trabalhos. As oportunidades de negócios mencionadas serão para investidores e pessoas altamente especializadas, enquanto motoristas e cobradores terão seus empregos perdidos para a automação.

Há de se considerar ainda a melhoria da mobilidade de pessoas com problemas de saúde ou com algum tipo de deficiência que as impossibilite ou crie dificuldades consideráveis de locomoção. Hussain e Zeadally (2018), os carros autônomos seriam uma solução interessante não apenas para essas pessoas, mas também para aquelas que não possuem carteira de motorista e/ou que não tem condições financeiras de adquirir e manter um veículo próprio.

Quanto a questões voltadas para a eficiência do tráfego, os autores apontam o aumento do número de veículos na estrada com a simultânea melhoria do fluxo dos mesmos como uma das vantagens trazidas. Isso é possível porque carros autônomos conseguem perceber outros veículos à sua volta e manter uma menor distância de segurança que a normalmente mantida por seres humanos. Essa percepção de espaço possibilita a tomada de decisões inteligentes para evitar congestionamentos e manter a segurança de seus passageiros.

A interferência positiva voltada para questões de estacionamento, segundo Hussain e Zeadally (2018), reside na diminuição do espaço destinado para tal uso. Carros autônomos funcionariam deixando seus passageiros na destinação final e se encaminhando para um espaço de estacionamento menor do que os usados atualmente, isso devido a não existência de passageiros saindo após estacionado o carro. O espaço previamente destinado para abertura de portas e saída de pessoas não se fará necessário.

No que diz respeito a experiência de consumo, os carros autônomos prestarão um serviço cada vez mais centrado nos usuários e em sua satisfação. As pessoas não estarão mais como motoristas, mas como passageiros que podem usufruir de seu tempo de viagem da maneira que mais for agradável. A viagem poderá ser configurada para atender a vontade dos passageiros quanto a velocidade, trajeto, uso de equipamentos de entretenimento no veículo e outras preferências como, por exemplo, paradas entre origem e destino final (Hussain e Zeadally, 2018).

Os benefícios trazidos pelos carros autônomos são bem discutidos, assim como o seu propósito de reduzir acidentes de trânsito. Porém, segundo Taylor e Bouazzaoui (2019), pouco se fala sobre as questões envolvendo responsabilidade e ética relacionadas ao modo como um carro controlado por um computador toma decisões. Tais decisões podem implicar em um prejuízo inevitável para um ou mais seres humanos dentro ou próximo a um veículo autônomo.

Um dos grandes dilemas referentes aos veículos autônomos é a regulamentação quanto a casos que envolvam acidentes provocados por eles. Ainda segundo Hussain e Zeadally (2018), enquanto seres humanos tem inúmeras possibilidades de respostas para situações enfrentadas, as decisões dos veículos autônomos são programadas antes do acidente acontecer. Um dos dilemas mais conhecidos desses casos é de quando um carro não consegue frear ao encontrar em seu caminho um único pedestre ou um grupo deles na rua e um pedestre ao lado da rua. Ele pode continuar em seu trajeto e atingir o grupo de pessoas, desviar sua rota e atingir apenas um pedestre ou bater contra um muro e prejudicar seu passageiro. Esses tipos de decisões éticas são complexas e envolvem questões filosóficas que devem ser feitas pelos programadores de modo a causar o menor prejuízo possível.

Ainda há muitas discussões a serem feitas para guiar os desafios éticos e impactos sociais trazidos por essa tecnologia. São questões que envolvem múltiplas áreas de conhecimento passando por filosofia, direito, programação, matemática, entre outros.

Por fim, percebe-se a ineficiência dos carros autônomos em, sozinhos, resolverem os problemas trazidos pelos veículos particulares. Tais veículos, caso não combinados com a ferramenta de mobilidade integrada, mobilidade compartilhada e eletrificação, acabarão sendo mais um elemento poluidor, causador de congestionamento e ocupante das inúmeras áreas destinadas a garagens.

### **3.5 Mobilidade compartilhada**

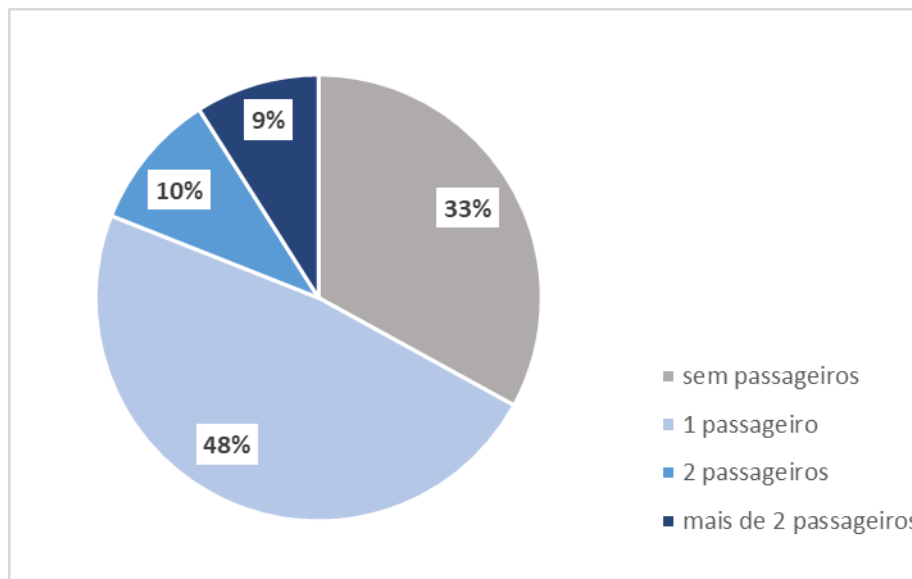
Mobilidade compartilhada refere-se a alternativas de viagem que buscam maximizar a utilização de veículos através de acessos de curto prazo pelos usuários de acordo com suas necessidades (Machado *et al.*, 2018).

Litman (2011) afirma que um sistema de transportes eficiente requer uma redução significativa na utilização e circulação de carros sendo a migração para outros meios de transportes o caminho a ser seguido. A ferramenta de compartilhamento aparece para atuar no alcance desse cenário com maior fluidez de trânsito o que implica diretamente na melhoria da humanização do espaço urbano.

O Brasil apresenta uma situação muito favorável para consolidação da mobilidade compartilhada. Segundo Cruz *et al.* (2016), a taxa de ocupação nos carros

no país é baixa sendo mostrada nos dados de uma pesquisa realizada por eles tendo os resultados dispostos na Figura 8.

Figura 8 - Taxa de ocupação de veículos privados



Fonte: Adaptado de Cruz *et al.* (2016) *apud* Machado *et al.* (2018)

A mobilidade compartilhada se adequa bem a áreas urbanas onde há elevada e crescente taxas de motorização. Nesses locais geralmente o compartilhamento de veículos aparece para complementar o transporte público.

## 4 TENDÊNCIAS DE SERVIÇOS DE TRANSPORTES

### 4.1 Mobilidade compartilhada e suas modalidades

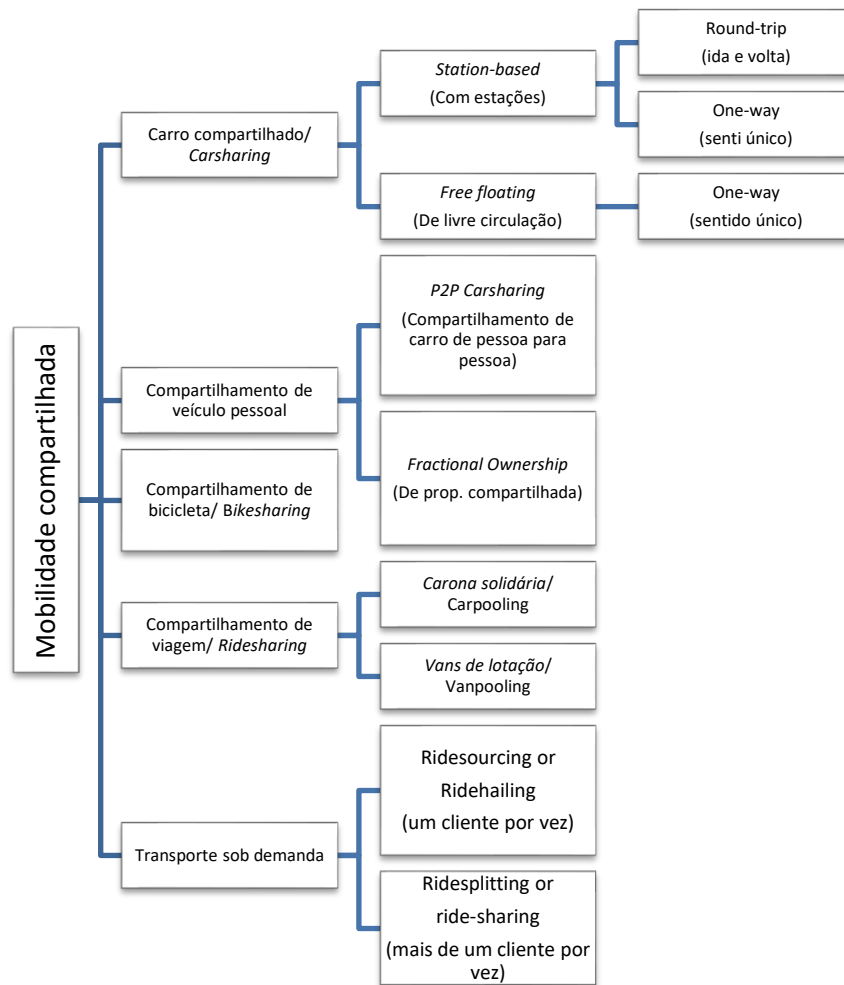
O compartilhamento de transportes acaba sendo um incentivo à multimodalidade, redução de posse de veículos e promoção de novos meios de se acessar bens e serviços (Circella *et al.*, 2018).

A popularidade da mobilidade compartilhada pode ser atribuída ao avanço das ferramentas de tecnologia tais como *smartphones*, sistemas de georreferenciamento e de pagamento móvel. Por meio dessas ferramentas, mudou-se a forma como são acessados e usados os mesmos meios de transportes que já estavam presentes no cotidiano das pessoas.

A Figura 9 mostra um esquema com algumas modalidades da mobilidade compartilhada.



Figura 9 – Modalidades da mobilidade compartilhada



Fonte: Adaptado de Machado *et al.* (2018)

Através da Figura 9 percebe-se o quão abrangente é o termo “mobilidade compartilhada”, podendo ele relacionar-se com várias tendências de serviços de transportes. A seguir é feita uma apresentação dessas principais modalidades de mobilidade compartilhada.

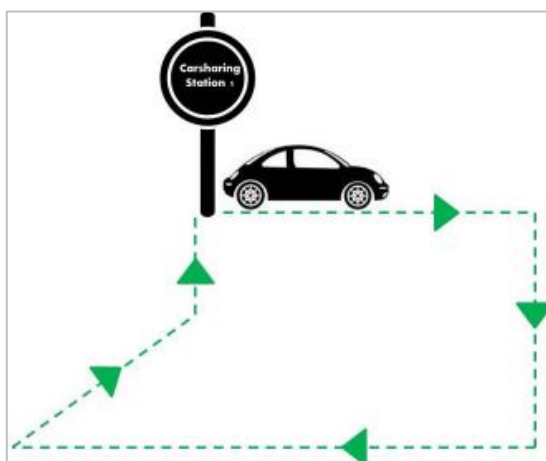
#### 4.1.1 Carro compartilhado (*Carsharing*)

O *carsharing* é a modalidade de mobilidade compartilhada que várias pessoas usam o mesmo veículo (Shaheen *et al.*, 2015) sem a necessidade de serem donas. O pagamento de uma taxa é realizado pelo usuário, geralmente proporcional a viagem feita, e as despesas com gasolina, manutenções e impostos ficam a cargo da empresa proprietária do veículo.

O *carsharing* pode se apresentar em diferentes dinâmicas de acordo com o modo com que funcionam os pontos de parada de carros. Tais pontos são áreas de estacionamento pertencentes ao prestador do serviço ou, em alguns casos, fornecidos pelas autoridades locais. Quando há estações, os carros são retirados delas e devolvidos a elas, havendo diferença apenas quanto ao local de devolução. Dentro os esquemas existentes, Machado *et al.* (2018) cita *station-based one-way*, *station-based round-trip* e *free-floating one-way*.

Quando o carro deve ser devolvido no mesmo local em que estava, o sistema é chamado de *station-based round-trip*. Esse caso é atrativo para viagens curtas em que o usuário deixará o veículo estacionado apenas um pequeno período de tempo, pois geralmente o pagamento é feito por tempo de uso (Machado *et al.*, 2018). A Figura 10 apresenta um esquema desse modelo.

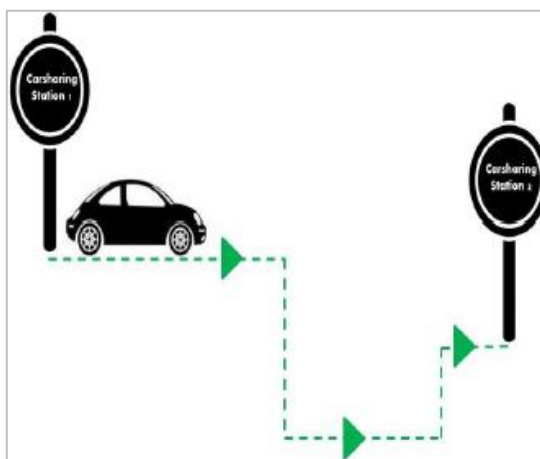
Figura 10 - Esquema *station-based round-trip*



Fonte: Lage *et al.* (2018) *apud* Machado *et al.* (2018)

Quando o carro pode ser deixado em outra estação, fala-se em *station-based one-way*. Este modo de compartilhamento é mais flexível, podendo os usuários devolverem o carro em locais próximos ao seu destino final, o que acaba deixando o custo da viagem mais barata já que não se paga pelo tempo que o carro ficaria estacionado como no caso do *round-trip* (Machado *et al.*, 2018). Um esquema desse modelo é apresentado na Figura 11.

Figura 11 - Esquema *station-based one-way*

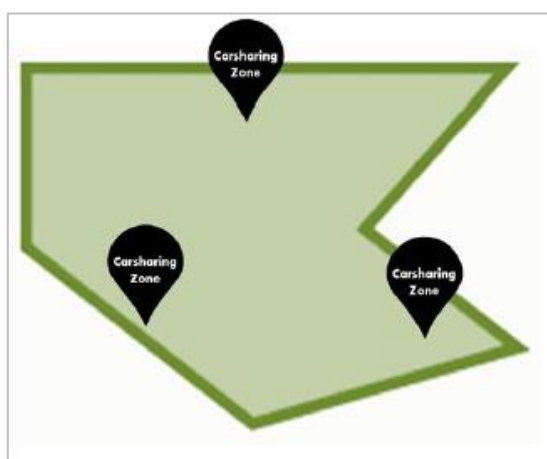


Fonte: Lage *et al.* (2018) *apud* Machado *et al.* (2018)

Machado *et al.* (2018) também apresenta um terceiro esquema de compartilhamento de carro sendo este o *free-floating one-way* que é o mais flexível dos três esquemas apresentados. Segundo os autores, nesse modelo os carros são retirados em qualquer lugar dentro de uma zona especificada na cidade e devolvidos também dentro dessa zona. Os veículos podem circular fora dessa zona desde que sejam entregues dentro dela.

No *free-floating* os usuários podem verificar pelo *smartphone* a disponibilidade e localização dos veículos e fazer uma reserva. Através de *smartphone* pode-se travar e destravar o veículo para marcar o início e término da viagem. As informações são repassadas para a empresa que opera o sistema e o valor da viagem é apresentado para pagamento remoto.

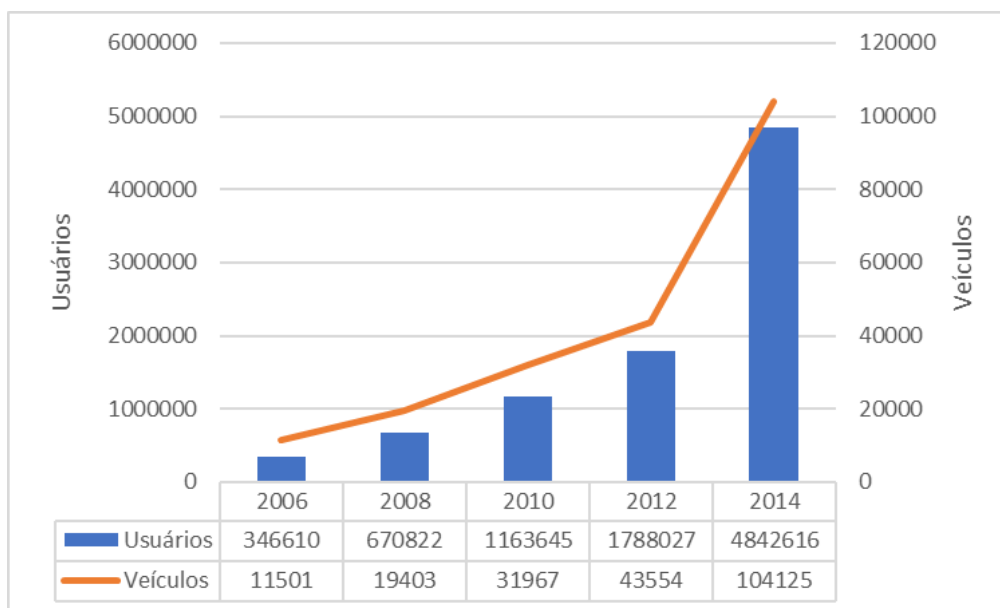
Figura 12 - Esquema *free-floating one-way*



Fonte: Lage *et al.* (2018) *apud* Machado *et al.* (2018)

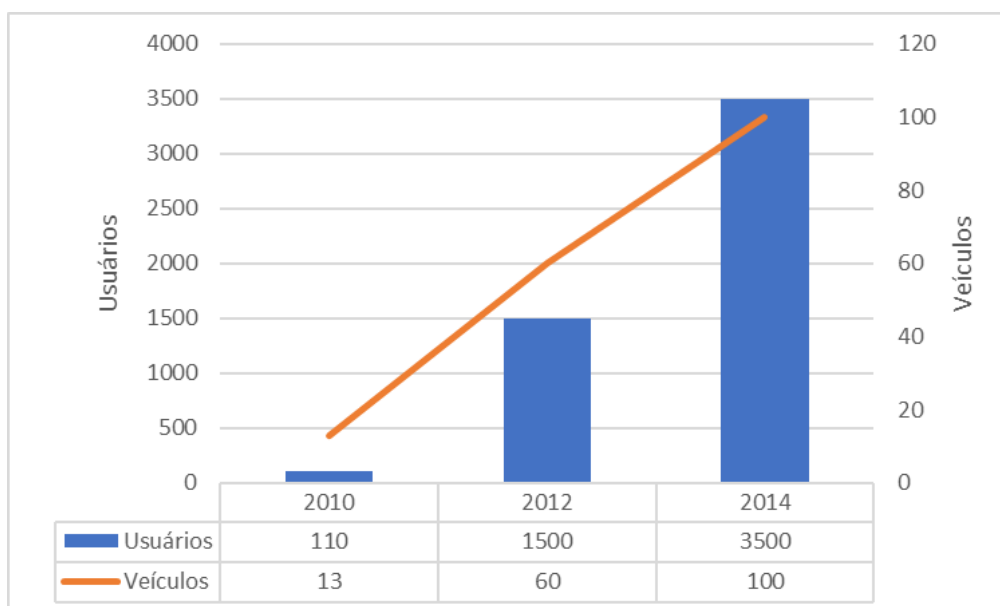
Segundo Shaheen e Cohen (2016), a taxa de crescimento global do número de usuários de *carsharing* teve um aumento de 65% em 2014, sendo o aumento da frota de 55%. Ainda segundo os autores, o Brasil também apresentou aumento no número de usuários e veículos sendo as taxas de crescimento de 53% e 29%, respectivamente, em 2014. A Figura 13 e a Figura 14 mostram os resultados mencionados em maiores detalhes.

Figura 13 - Tendência do mercado global para *carsharing*



Fonte: Adaptado de Shaheen e Cohen (2016)

Figura 14 - Tendência no mercado brasileiro para *carsharing*



Fonte: Adaptado de Shaheen e Cohen (2016)

Machado *et al.* (2018) ainda aponta a preferência dos usuários pelo *free-floating* mostrando que em 2016 houve um aumento de 18,8% no número clientes de *station-based carsharing* enquanto *free-floating carsharing* apresentou um aumento de 51%.

O compartilhamento de carros tem trazido inúmeros benefícios sendo a redução da frota talvez um dos maiores para as cidades. Segundo um estudo de *Shared Mobility* de Circella *et al.* (2018), a adição de um veículo na frota de carros compartilhados implica uma redução de 9 a 13 veículos privados nas ruas. A pesquisa também constatou que 25% dos pesquisados, usuários de *carsharing*, desejavam se livrar de seus carros pessoais e que membros de *free-floating carsharing* tem maior tendência a fazerem mais viagens multimodais.

Os benefícios trazidos pelo compartilhamento de veículos juntamente com o seu crescimento de uso em escala global (Shaheen e Cohen, 2016; Machado *et al.*, 2018) apontam que essa é uma tendência desse modo de fazer viagens que vem se consolidando no mercado e tem muitos motivos para ser uma das principais opções de viagens.

#### **4.1.2 Compartilhamento de veículo pessoal**

- **Compartilhamento de carro de pessoa para pessoa (*P2P carsharing*)**

Segundo Machado *et al.* (2018), nesse sistema de compartilhamento de carros, pessoas cadastram seus veículos pessoais na plataforma de compartilhamento e podem deixá-los temporariamente disponíveis para aluguel. Essa modalidade reduz os custos de aluguel de veículos quando comparado ao modelo tradicional em que a locadora precisa ter uma frota de veículos próprios. Dessa forma, a empresa de compartilhamento tem suas atividades voltadas para área de administração, já que os preços e contratos são feitos pelos usuários, assim como a manutenção dos veículos.

A grande vantagem desse sistema é a de aumentar a circulação dos veículos particulares, os quais geralmente passam a maior parte do tempo estacionados, o que acaba reduzindo a necessidade de posse de veículo. Além de fazer com que o veículo que estaria parado gere renda para seu proprietário, o sistema acaba oferecendo uma alternativa de menor preço para aqueles que buscam o serviço de aluguel de carros.

Geralmente o compartilhamento de carro de pessoa para pessoa opera no sistema *station-based round-trip* explicado anteriormente. O sistema P2P acaba não tendo

muita vantagem para aqueles que pretendam alugar carro para tarefas do dia a dia as quais necessitem que o carro fique estacionado por um período considerável. Isso porque a cobrança é feita por tempo de uso. Por outro lado, as opções de preços, modelos de carro e pontos de locação são bem maiores do que as do *carsharing* tradicional (Machado *et al.*, 2018).

Uma das empresas de maior crescimento em compartilhamento P2P é a Turo, sendo na América do Norte a maior das 6 outras do ramo (Movmi, 2018). A empresa vem atuando também no Reino Unido, Holanda, Alemanha e outras regiões da Europa.

Segundo Movmi (2018), na Europa um dos mercados mais bem-sucedidos em P2P é o da França, o qual tem mais de 1 milhão de usuários. O país tem normas bem específicas aplicadas ao compartilhamento de veículos, o que acaba fazendo com que empresas locais tenham mais sucesso que as estrangeiras. Um exemplo das exigências é que os carros sejam elétricos ou híbridos.

No Brasil, algumas *startups* surgiram oferecendo o serviço de compartilhamento de carro P2P. A Fleety, que começou a funcionar em Curitiba em 2014 como pioneira no ramo, atingiu em 2017 mais de 500 mil horas de locação nas cidades de Curitiba, Florianópolis, São Paulo e Rio de Janeiro (Gazeta do Povo, 2017). Entretanto, teve que encerrar suas atividades no mesmo ano, pois ficou sem caixa. O mesmo caminho seguiu a Pegcar, que declarou falência um ano depois da Fleety, com cerca de 30 mil usuários e atuação nos estados do Paraná, São Paulo e Minas Gerais (Gazeta do Povo, 2018).

Os resultados mostram que o modelo P2P ainda não tem grande aceitação pelos brasileiros, entretanto novas empresas do setor vêm aparecendo e apostando na ideia. Exemplo é a paulista MoObie, a qual continua atuando no setor sem definir limites territoriais podendo expandir para todo território nacional (MoObie, 2019).

- **Veículos de propriedade compartilhada**

O modelo de compartilhamento de propriedade de veículos consiste em tornar comum a várias pessoas a posse e as despesas relacionadas a um veículo, sendo o compartilhamento acompanhado de termos ou direitos dependentes das necessidades dos usuários e da empresa operadora (Machado *et al.*, 2018).

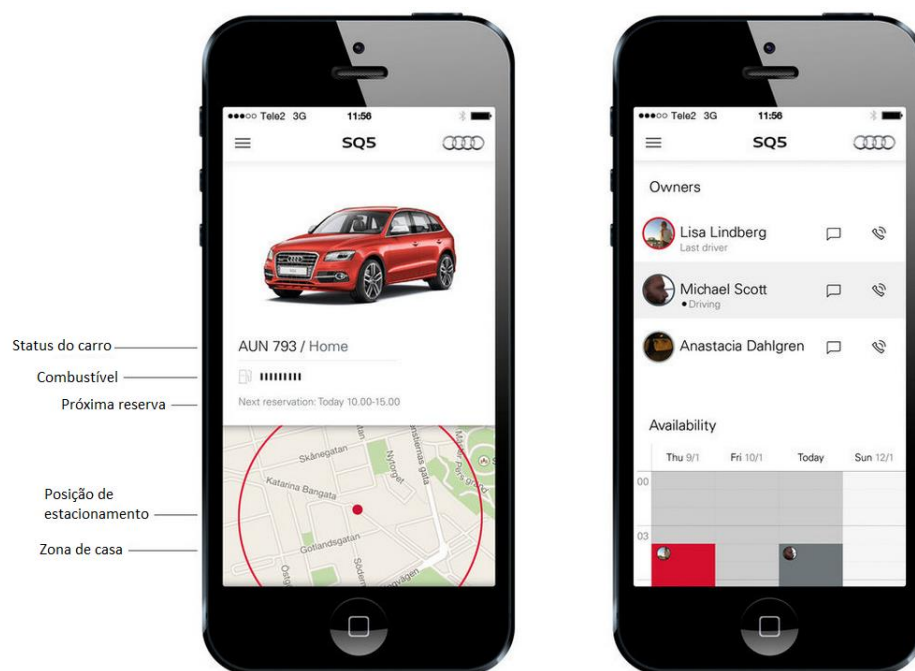
A propriedade compartilhada pode permitir às pessoas usufruírem carros de preços mais elevados aos quais elas não poderiam pagar sozinhas, o que pode trazer o benefício de facilitar a entrada de carros elétricos e autônomos no mercado. Facilitar o acesso das pessoas a essas novas tecnologias implica em possibilitar que elas escolham opções mais sustentáveis e seguras.

Em contrapartida, há a desvantagem desse sistema ser menos flexível que os demais que envolvem compartilhamento, pois caso ocorra a saída de um dos proprietários os demais terão que arcar com as despesas que antes seriam pagas pela pessoa que sai. Há ainda a dificuldade de encontrar outro possível proprietário para o veículo, pois o interessado deve morar, de preferência, próximo aos demais para que todos possam usufruir do veículo com maior comodidade.

A primeira iniciativa desse modelo de compartilhamento foi o Audi United, em 2013, testado em Estocolmo, Suécia, o qual permitia até 5 pessoas possuírem um carro. Junto a proposta de compartilhamento, há um sistema que detecta localização e disponibilidade dos carros de maneira a ajudar no processo de partilha de despesas e uso do carro (Kram/Weisshaar, 2019). O Audi United não teve o desempenho esperado em Estocolmo, um mercado dominado pelo serviço da Volvo, *Sunfleet*, de *carsharing*, e o projeto foi encerrado (Nordic9, 2017).

A Figura 15 apresenta o modelo do aplicativo da Audi United.

Figura 15 - Aplicativo Audi United



Fonte: Adaptado de Kram/Weisshaar (2019)

Outro exemplo de modelo implantado foi o da Ford, que em 2016, lançou em Austin no Texas (EUA) um programa piloto de veículos de propriedade compartilhada, o *Ford Credit Link*, em que grupos de 3 a 6 pessoas dividiriam um carro (Ford, 2016). A iniciativa, que visava encontrar novos meios de obter renda para a empresa, teve como objetivo atender aqueles que não precisavam de um carro em tempo integral, mas de certa forma gostariam de ter o veículo. Através de um aplicativo os proprietários poderiam checar o status do veículo, se atualizar sobre manutenções, comunicar-se com os outros proprietários, reservar o carro para uma data e horário específico e fazer pagamentos.

O programa da Ford não teve resultados positivos, mas apontou um dos principais problemas do modelo de propriedade compartilhada, sendo esse a dificuldade de encontrar pessoas para compartilhar um contrato desse tipo e o medo relacionada a responsabilidade solidária (Automotive News, 2016).

#### **4.1.3 Compartilhamento de bicicleta (*Bikesharing*)**

A busca por meios de transporte que tragam maior flexibilidade e menores impactos ao meio ambiente vem fazendo com que o mundo volte a atenção para alternativas mais sustentáveis. A bicicleta, uma das opções mais antigas disponíveis para se realizar viagens, aparece nesse cenário atual combinada com a ideia de mobilidade compartilhada.

O compartilhamento de bicicletas possibilita às pessoas usufruírem de bicicletas quando precisarem sem ter os gastos e responsabilidades de ter uma (Shaheen *et al.*, 2010). Dentre as melhorias trazidas por essa ferramenta, os autores citam:

- Aumento das opções de transporte;
- Redução dos custos devido a troca de modais;
- Custos mais baixos de implantação e operação (comparados com outros serviços de transporte);
- Redução de congestionamentos;
- Redução do uso de combustíveis;
- Aumento do uso de transporte público e outras alternativas de transporte compartilhado;
- Benefícios a saúde; e



- Maior consciência ambiental.

*Bikesharing* é apresentada como uma das soluções para o “*last mile*”, que consiste na distância entre a origem da viagem até o acesso ao transporte público, assim como na distância do acesso ao transporte público até o ponto de destino (Shaheen *et al.*, 2010). Essa distância por vezes é muito grande para ser percorrida a pé e, caso sejam oferecidos incentivos tais como disponibilidade de bicicletas em diversos pontos das cidades e integração entre os modais, a bicicleta se encaixaria muito bem preenchendo as lacunas deixadas pelo transporte público.

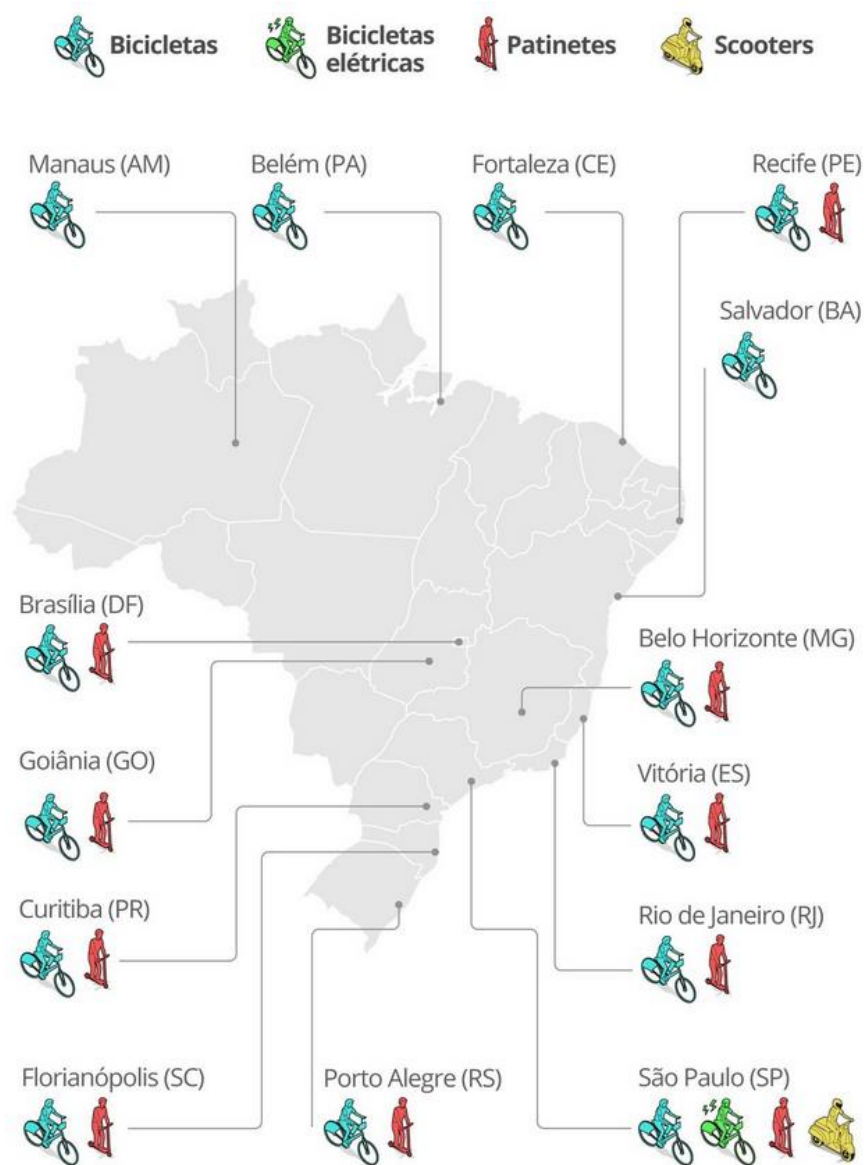
Apesar de todas as vantagens trazidas pelas bicicletas compartilhadas, o sucesso de sua implantação depende de algumas especificidades locais tais como clima e topografia da região. Regiões em que o clima torne desconfortável ou até mesmo impossibilite o uso de bicicleta acabam sendo um dos entraves para uso desse sistema de transporte. Quanto à topografia, deve-se levar em consideração que as cidades ideais para implementação dessa ferramenta devem ser as mais planas possíveis.

Outro fator importante a ser considerado é a necessidade de espaço público para circulação das bicicletas. Ciclofaixas e ciclovias se fazem necessárias para que o trânsito de bicicletas não esteja cercado de maiores riscos relacionados a intensidade e velocidade do fluxo de outros veículos, nem esteja oferecendo risco a pedestres que estão usufruindo de espaços públicos. As cidades que estão recebendo essa iniciativa de transporte devem atentar para a adequação da infraestrutura e a legislação quanto a essa novidade.

Segundo dados do Metrô de São Paulo (2019), o número de viagens de bicicletas na região metropolitana da cidade cresceu em 24%, apesar de ainda representar somente 1% em relação ao total de viagens. Esse aumento provavelmente tende a continuar, principalmente se considerar o sucesso que empresas de *bikesharing* estão tendo na região. A chegada e expansão da Yellow, empresa brasileira do setor, em 2018, tem mostrado o potencial da ideia do compartilhamento de bicicletas por aplicativo. Atualmente, a Yellow se uniu a empresa mexicana Grin de compartilhamento de patinetes elétricos criando a Grow. Atuando no mercado da América Latina mediu 2,7 milhões de viagens no primeiro semestre de 2019 com uma frota de 135 mil bicicletas e patinetes elétricos (Exame, 2019).

A ideia de *bikesharing* tem levado as empresas fornecedoras desse serviço a expandirem também para outros veículos como patinetes e *scooters*. No Brasil, esses serviços já se encontram disponíveis em diversos estados conforme Figura 16.

Figura 16- Bicicletas, patinetes e scooters compartilhados pelo Brasil



Fonte: G1 (2019)

#### 4.1.4 Compartilhamento de viagem (*Ridesharing*)

*Ridesharing* é uma nova maneira de se locomover em que motoristas oferecem seus próprios veículos a passageiros que pretendem se dirigir a um destino semelhante ao dele (Machado *et al.*, 2018). Nesse sistema o objetivo é obter renda vendendo espaços que estariam vazios no veículo para outros passageiros.

Esse novo modo de usar veículos próprios traz a seus usuários benefícios como divisão dos custos de viagem, desocupação das ruas geralmente cheias de veículos pouco ocupados e redução de estresse (Machado *et al.*, 2018). Como sistemas de *ridesharing* tem-se o *carpooling* e o *vanpooling* os quais serão discutidos a seguir.

#### **4.1.4.1 Carpooling**

O *Carpooling* é uma modalidade do *ridesharing* em que o dois ou mais indivíduos, que não do mesmo grupo familiar, dividem uma viagem de carro contribuindo para as despesas do motorista referente a tal viagem (Machado *et al.*, 2018). Este modelo de compartilhamento de viagem é chamado no Brasil de carona solidária, sendo utilizado principalmente em viagens de rotina como ida ao trabalho, escola e universidade.

O modelo pode ser tanto utilizado visando lucratividade ou apenas redução de despesas. Um exemplo é um grupo de três pessoas que estudam no mesmo local e optam por alternar o carro que as levará juntas para a universidade. É uma alternativa que reduz os gastos com combustível e contribui para redução de congestionamento, de espaços para estacionamento e emissão de poluentes. Quanto a opções trazidas por empresas há a Waze Carpool, Uber Juntos (UberPool) e BlaBlaCar.

A Uber, empresa de transporte sob-demanda, oferece agora a opção de *carpooling* através do Uber Juntos. É uma opção mais barata para pessoas que estão viajando para destinos semelhantes e aceitam compartilhar a viagem, integralmente ou em parte, dividindo assim as despesas do carro e motorista (Uber, 2018). Segundo a empresa, a viagem no Uber Juntos pode ser até 50% mais barata do que o mesmo trajeto no UberX, que é a opção mais barata da Uber para viagens sem compartilhamento.

Uma outra empresa que vem crescendo com essa ideia é a BlaBlaCar, que se tornou líder mundial do ramo de *carpooling* atingindo 75 milhões de motoristas em 22 países (BlaBlaCar, 2019). Nessa alternativa o motorista está com intuito de se dirigir a determinado destino e busca passageiros interessados em compartilhar a viagem. Através do site ou aplicativo o motorista informa seu itinerário, data e a hora de sua carona e também o valor da participação de cada passageiro. Quando um passageiro pesquisar uma viagem de rota e horário parecidos irá encontrar motoristas que melhor

se encaixam com sua viagem. O assento poderá então ser reservado e maiores detalhes o motorista e seus passageiros poderão trocar através das plataformas digitais (BlaBlaCar, 2019).

#### **4.1.4.2 Vanpooling**

Os serviços de *ridesharing* tiveram origem em momento de crises econômica. Os Estados Unidos, em 1973, sofreram a crise do petróleo que resultou em um aumento significativo dos preços de combustível (Mangan, 2018). Nesse momento, o governo americano lançou programas de *ridesharing* para ajudar trabalhadores que estavam enfrentando maiores dificuldades para ir de casa pro trabalho. O *vanpooling* aparece então como uma das melhores soluções naquela época, se populariza e, mesmo após a crise, continua sendo usado.

Atualmente, a mobilidade compartilhada tem se reformulado devido às novas tecnologias de informação e comunicação, mas o conceito continua sendo o mesmo. Os usuários do serviço de *vanpooling* geralmente são um grupo de pessoas que moram e trabalham nas mesmas regiões e concordam em compartilhar a viagem em van (Ditmore e Deming, 2018). O serviço pode ser operado pelo proprietário, contratado ou fornecido pela empresa em que os usuários trabalham. O mais comum, segundo os autores, é o contrato com agendamento e pagamento feitos através de aplicativo.

Exemplo de empresa que atua nesse sistema é a *Enterprise* nos Estados Unidos. O programa de *vanpooling* é operado pela *Enterprise Rideshare*, que consegue reduzir em 100.000 o número de carros circulando nas ruas por dia no país eliminando mais de 2,4 bilhões de quilômetros dirigidos por ano (*Rideshare By Enterprise, 2018 apud Mangan, 2018*).

A Uber também lançou um novo serviço nessa modalidade, o *Uber Bus*, que foi lançado em Cairo, Egito. O serviço consiste em uma expansão do modelo feito inicialmente com *carsharing*, entretanto a empresa oferta micro-ônibus próprios, dirigidos por motoristas parceiros que atendem usuários que solicitam a viagem por meio do aplicativo (Exame, 2018).

No Brasil, tem-se o exemplo da Citybus 2.0, que atua em Goiânia e tem se expandido cada vez mais na cidade (CityBus 2.0, 2019). Por meio de aplicativo de

celular as pessoas podem solicitar suas viagens, que terão rotas dinâmicas e pontos de embarque e desembarque virtuais sendo os mais próximos possíveis dos usuários.

Pouco se tem disponível sobre os impactos trazidos pela expansão do *vanpooling*. Entretanto, pode-se perceber a significância desses impactos ao se analisar os resultados trazidos por outros serviços de mobilidade compartilhada. Uma simulação realizada pelo MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) mostrou os impactos da mobilidade compartilhada através do aumento da taxa de ocupação dos táxis. Os pesquisadores concluíram que 3.000 carros com capacidade de quatro passageiros ou 2.000 veículos (15% da frota) com capacidade de 10 pessoas poderiam substituir 98% e 95%, respectivamente, da demanda de táxi em Nova Iorque sem impacto significativo no tempo de viagem (Rus *et al*, 2017).

Ao invés de transportar uma pessoa por vez, os motoristas poderiam trabalhar com maiores taxas de ocupação de seus veículos, cobrar menores taxas aos passageiros e ainda assim continuar arrecadando o mesmo montante que cobriam a viagens para apenas um passageiro. Um sistema como esse torna vantajoso receber também passageiros com viagens curtas e contribui para redução de congestionamentos, poluição do ar e estresse (Rus *et al*, 2017).

#### **4.1.5 Transporte sob demanda**

Uma das modalidades de mobilidade compartilhada que mais vem crescendo ultimamente é transporte sob demanda. Exemplos são as empresas Uber, fundada em São Francisco, Estados Unidos, em 2009, Cabify fundada na Espanha em 2011, Lyft fundada também em São Francisco em 2012 e 99Pop fundada em São Paulo, Brasil, em 2012 (Machado *et al.*, 2018). Um estudo feito em São Francisco nos Estados Unidos mostrou que 20% dos quilômetros percorridos pelos veículos dentro da cidade foram referentes a viagens feitas pela Uber e Lyft (Alemi *et al.*, 2018). Depois dos Estados Unidos, o maior mercado da Uber vem sendo o Brasil, onde detém mais de 600 mil motoristas parceiros, mais de 22 milhões de usuários e está presente em mais de 100 cidades (Exame, 2019).

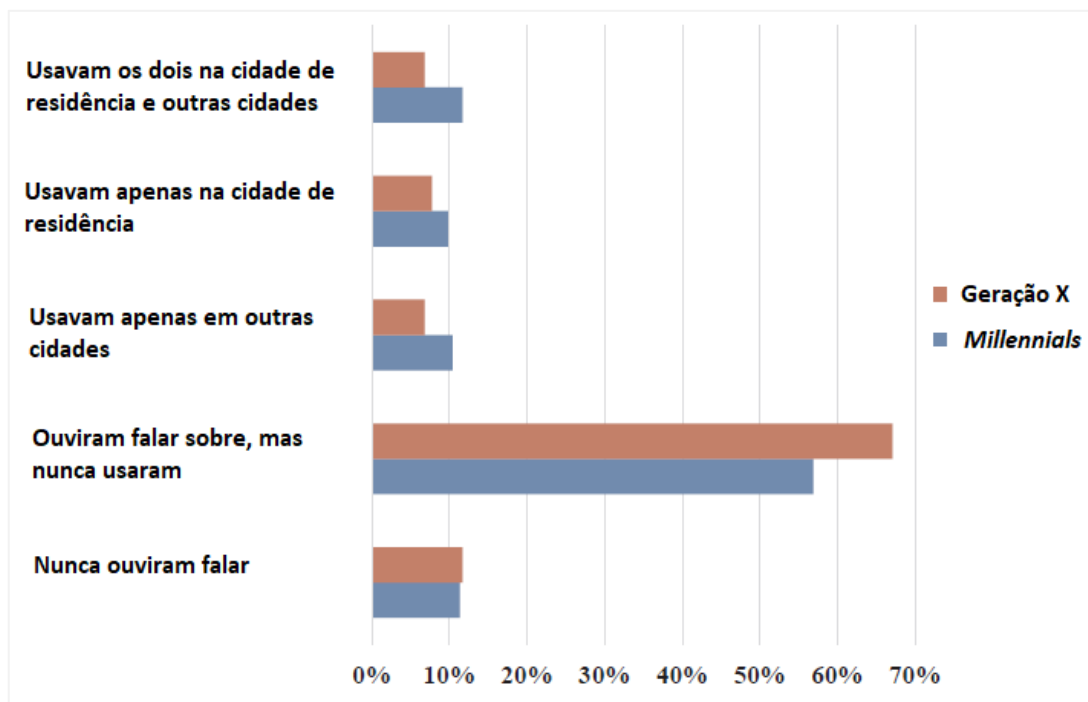
O transporte sob demanda é definido como um meio de pessoas acessarem determinado meio de transporte através de seus *smartphones* assim que fizer a solicitação (Machado *et al.*, 2018). A grande vantagem desse serviço é sua conveniência, pois permite viagens porta-a-porta, de fácil solicitação e pagamento

Segundo os autores, as viagens sob demanda podem ser divididas em *ridesourcing* e *ridesplitting*, sendo o segundo tipo uma variação do primeiro em que o conceito de *carpooling* é aplicado. O *ridesourcing* refere-se a viagens porta-a-porta, enquanto o *ridesplitting* combina viagens de mais passageiros de modo a alterar as rotas individuais dos passageiros que optam por essa modalidade. O usuário de ambos os serviços informa seu destino na plataforma digital e ela irá fornecer a opção de deixar o usuário diretamente no local em que deseja ou, se for uma empresa que promova o *ridesplitting*, dará a opção de partilhar a viagem com outro usuário que tenha trajeto semelhante.

Os impactos do crescimento do uso de transporte sob demanda não são muito conhecidos pelos pesquisadores da área de transporte e os motivos que levam a isso são diversos. Alguns desses motivos são a escassez de dados sobre os usuários do sistema, a incerteza quanto à evolução desse modelo de transporte e a heterogeneidade dos impactos os quais acabam variando de acordo com as condições locais (Alemi *et al.*, 2018).

Alemi *et al.* (2018) apontam que a maior taxa de usuários de Uber e Lyft são jovens adultos com alto nível de educação. Estes jovens buscam cada vez mais estar em áreas urbanas, tem familiaridade com novas tecnologias e vivem um período econômico pouco favorável, o que acaba justificando o resultado apresentado. A Figura 17 apresenta a distribuição dos usuários de transporte sob demanda sendo os dados coletados em 2015 na Califórnia, Estados Unidos entre pessoas de 18 a 34 anos (*millenials*) e 35 a 50 anos (geração X).

Figura 17 - Consciência e uso de transporte sob demanda por grupos de idade



Fonte: Adaptado de Alemi *et al.* (2018)

O resultado da pesquisa de Alemi *et al.* (2018) apontou que 31,8% dos *millennials* e 21,3% da *geração X* usaram o serviço. Em contrapartida, ainda é elevado o percentual de pessoas que nunca usaram o serviço de transporte sob demanda.

Outro grupo principal de usuários desses serviços são pessoas em viagens a trabalho, pois são pessoas que geralmente acabam ficando sem seus carros próprios na viagem e veem no transporte sob demanda uma alternativa de menor custo e de maior disponibilidade que táxis (Alemi *et al.*, 2018).

A importância de conhecer o perfil desses usuários é conseguir prever como estes irão se comportar futuramente. Como maior parte destes usuários são jovens adultos, o questionamento que fica é se estes irão continuar usando esse serviço nos anos futuros. A resposta dada por Alemi *et al.* (2018) é que as pessoas continuarão usando os serviços de transporte sob demanda se estes estiverem atendendo suas necessidades de melhor maneira que outros serviços. Os aspectos principais avaliados pelos usuários são tempo de viagem, custo, conforto, segurança e conveniência, os quais vem sendo cada vez melhor disponibilizados pelas empresas de *ridesharing*.

## 4.2 Mobilidade como um serviço (MaaS)

As soluções e tendências apresentadas nesse trabalho envolvem principalmente mobilidade compartilhada e vem aparecendo em diversas formas (*carsharing, bikesharing* etc). Tais soluções, além de envolverem compartilhamento, devem envolver integração, para que a necessidade de veículos próprios seja dispensada.

Esse novo olhar para a área de transportes tem sido apresentado por “Mobilidade como serviço” (*Mobility as a Service, MaaS*). A definição dada por Kamargianni e Matyas (2017) é que a “MaaS é um modelo de distribuição inteligente centrada no consumidor em que todas as ofertas de provedores de serviço estão agregadas por um único provedor, o provedor MaaS, e são oferecidas aos usuários por uma única plataforma digital” (traduzido do inglês).

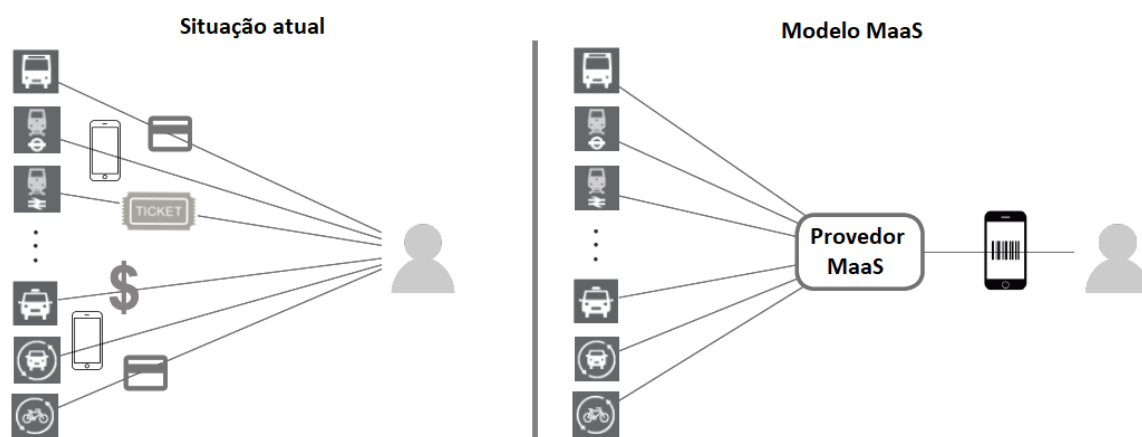
No sistema tradicional, os usuários de serviços de transporte precisam usar diversas ferramentas para encontrar informações sobre suas viagens. Dentre as informações que são necessárias estão o trajeto que deve ser seguido, as possibilidades de meios de transporte que podem ser usadas, os preços individuais de cada meio de transporte e, além disso, deve-se realizar pagamentos separadamente para adquirir bilhetes diferentes. A MaaS surge com intuito de remover essas barreiras e trazer fluidez ao processo das viagens.

Kamargianni e Matyas (2017) apresentam uma visão geral das mudanças de funções durante a transição para um sistema integrado de transporte. Um novo elemento surge no modelo de prestação de serviços de transporte, sendo a nova figura o provedor MaaS, um intermediário entre o operador e o usuário de transporte, algo que otimizará essa relação de oferta e demanda. A plataforma MaaS para transporte é como a Amazon para o setor de varejo ou a Decolar para turismo.

A Figura 18 esquematiza a diferença dos modelos tradicionais e MaaS.



Figura 18 – Diferença do sistema atual para o MaaS



Fonte: Adaptado de Kamargianni e Matyas (2017)

Kamargianni *et al* (2016) identificam 15 sistemas MaaS no mundo, sendo estes localizados em países desenvolvidos. Eles se encontram, principalmente, na Europa Ocidental tendo a maioria na Alemanha e Holanda. Para classificar os sistemas são apontados três elementos centrais da MaaS sendo estes:

- Integração de ticket e pagamento: uso de um ticket comum a todos os meios de transporte contratados e a realização de um único pagamento para uso deles.
- Pacote de mobilidade: implica em um pagamento único referente a todos os meios de transportes utilizados para acessar o destino sendo proporcional ao tempo e distância viajados.
- Integração de tecnologias de informação e comunicação (TIC): um único aplicativo ou interface online é usada para acessar informações sobre os meios de transporte.

Esses três elementos podem ser usados como parâmetros para indicar o nível de integração do sistema de transportes, sendo estes classificados em: integração parcial, integração avançada sem pacotes de mobilidade e integração avançada com pacotes de mobilidade conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Níveis de integração MaaS

	<b>Integração parcial</b>	<b>Integração avançada sem pacotes de mobilidade</b>	<b>Integração avançada com pacotes de mobilidade</b>
Integração de ticket e pagamento	parcialmente	X	X
Pacote de mobilidade	-	-	X
Integração de TIC	parcialmente	X	X

Fonte: Adaptado de Kamargianni *et al* (2016)

A maioria dos sistemas MaaS estão no nível de “integração avançada sem pacotes de mobilidade”. Dentre os poucos que estão no nível mais avançado, com pacotes de mobilidade, tem-se a *SHIFT* em Las Vegas (EUA), UbiGo em Gothenburg (Suécia) e *Helsinki Model* (Finlândia), estando este último em fase de pesquisa. *SHIFT* é o único modelo de negócio que tem toda a frota pertencente a própria empresa. A UbiGo foi um projeto que operou através da parceria entre empresas operadoras de transporte público e empresas de transporte privado em 2016 tendo funcionamento de 6 meses sem a posterior passagem para implantação comercial. Quanto ao *Helsinki Model*, conhecido como Whim, esse é o primeiro projeto MaaS sendo lançado em 2016. O diferencial do projeto é incluir o transporte sob demanda em seu modelo (Kamargianni *et al.*, 2016).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O transporte público foi e continua sendo o principal meio de transporte da maior parte da população, entretanto ele tem perdido usuários em escala nacional (NTU, 2018). Por outro lado, tal fato não é unanimidade e, como exemplo, o Metrô de São Paulo (2019) apresenta em sua pesquisa origem-destino um aumento no número de usuários de transporte coletivo. Mesmo tendo resultados divergentes em território nacional, é notória a relevância do transporte público devido ao atendimento prestado à maior parte das viagens realizadas.

O novo cenário vivenciado pela mobilidade urbana traz, cada vez mais, novas alternativas de transporte, entretanto são opções que vem para complementar as faltas deixadas pelo sistema público de transporte. Para isso, a ideia de transporte compartilhado e sob demanda tem sido adotada pela sociedade de forma global sendo os resultados apresentados por Shaheen e Cohen (2016) reflexo dessa aceitação. Segundo os autores, o número de usuários de *carsharing* cresceu em 55% no Brasil e 65% globalmente.

Como exemplo de sucesso dessas novas alternativas tem-se o aumento exponencial do número de viagens realizadas por serviços de táxi sob demanda, que apresentou aumento de 414% na região metropolitana de São Paulo nos últimos 10 anos (Metrô de São Paulo, 2019). O rápido sucesso da empresa Uber é um resultado notório mundialmente.

Além do compartilhamento de carros, os serviços de compartilhamento de outros meios de transporte estão se popularizando, o que é visto através do sucesso de empresas de compartilhamento de bicicletas e patinete (G1, 2019; Exame, 2019). Esses meios, além de serem opções mais sustentáveis, são boas opções para serem complementos ao transporte público. Bicicletas e patinetes podem ser usados para fazer viagens curtas ou para integrar uma viagem mais longa cobrindo parte do trajeto como, por exemplo, o percurso da origem até o terminal de ônibus.

Pode-se dizer que a maior inovação que tem ocorrido nos últimos anos é como a sociedade está utilizando os meios de transportes que já existiam há décadas. A evolução das tecnologias de informação e comunicação tem permitido que o acesso a informações sobre o sistema de transporte e seus possíveis produtos cheguem até o usuário. O *carpooling*, ou carona solidária, é um exemplo disso. Empresas como BlaBlaCar, Waze Carpool e Uber Juntos tem aproveitado dessas ferramentas para

oferecer serviços que envolvam a combinação de viagens de pessoas que tem interesse de ir a destinos semelhantes. Oferecer comodidade e qualidade a um preço cada vez mais acessível tem sido algo de sucesso quase inevitável.

O fenômeno *peak car*, o qual diz que os países desenvolvidos tem chegado a uma estagnação no crescimento de número de carros (Goodwin, 2012), aparece como um sinal de que a mentalidade das pessoas sobre como se locomover tem mudado. A geração Y é a grande responsável por essa mudança (Jorritsma e Berveling, 2014; *American Public Transportation Association*, 2013). São jovens adultos que optam por postergar a compra de um veículo, o casamento e filhos. É uma geração que tem optado por viver em centros urbanos onde existem maior oferta de serviços de transporte.

As mudanças no padrão de consumo têm mudado também devido à maior preocupação com fontes energéticas e questões relacionadas à busca por melhores condições de vida nas cidades o que envolve toda a problemática referente ao uso de veículos particulares como congestionamento, espaços de estacionamento, poluição etc (Sioshansi e Webb, 2019). A mobilidade compartilhada aparece como uma das ferramentas para solução desses problemas, como mostra o estudo de *Shared Mobility* da Universidade da Califórnia (2019) que aponta a redução da frota de veículos nas cidades como o principal benefício do *carsharing* para as cidades.

O uso compartilhado de veículos acaba também diminuindo o tempo de ócio desses carros. Mais carros circulando implica em uma menor necessidade de estacionamento e maior taxa de ocupação dos veículos. Considerando que atualmente em torno de 81% dos veículos privados fazem viagens ocupados por 1 ou 2 pessoas (Cruz *et al.*, 2016 *apud* Machado *et al.* 2018), o crescimento de usuários de *carpooling* implicaria nesses melhores aproveitamentos.

Pensar em soluções de mobilidade urbana significa, além de apostar em tendências isoladamente como compartilhamento de veículos, carros autônomos e elétricos, apostar em integração desses meios e em como ofertar aos usuários todas as suas possibilidades de fazer viagens.

O novo meio de acesso ao transporte que cada vez mais tem se mostrado como um dos caminhos para melhoria da mobilidade urbana é a Mobilidade como um Serviço. Essa ferramenta surge para trazer fluidez ao processo de viagens através da melhoria da integração dos meios de transporte. MaaS fornece transporte através de

uma única plataforma digital, único bilhete de pagamento e entregando pacotes de mobilidade a seus usuários (Kamargianni *et al*, 2016). Nesses pacotes estão inclusos a melhor opção de transporte, ou conjunto deles, tarifa proporcional ao tempo e distância percorridos pelo usuário e pagamento único por todo o serviço.

Apesar do MaaS ser uma alternativa interessante, integrar o grande número de fornecedores de serviços de transporte se torna uma tarefa complexa. Kamargianni *et al* (2016), mostra que a integração avançada com pacotes de mobilidade é uma realidade de poucos sistemas no mundo, estando a maior parte em estado de pesquisa ou implantação.

Por fim, vale ressaltar que cabe ao governo e à própria sociedade buscar políticas públicas e atitudes que alterem o cenário da mobilidade urbana. Além de investimentos em tecnologias faz-se necessário trabalhar na conscientização das pessoas quanto aos impactos do modo como realizam suas viagens. As novas ferramentas atuarão como facilitadoras dessa mudança comportamental.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente trabalho fez uma revisão bibliográfica acerca do futuro da mobilidade urbana através da análise das novas tendências de transportes. O estudo desse tema se faz necessário para que o planejamento dos sistemas de transporte esteja alinhado com as novidades que o setor vem apresentando de modo a trazer soluções que tornem as novas tendências mais eficazes dentro do que está sendo proposto pelas entidades públicas e concessionárias de transportes.

O estudo das novas tendências de transporte teve como objetivo identificar e entender essas inovações e os aspectos norteadores do modelo de mobilidade urbana do futuro. Dentre as principais inovações em transportes os aspectos principais identificados foram: mobilidade integrada, mobilidade compartilhada, veículos autônomos e elétricos. Apesar desses aspectos serem significantes isoladamente, a combinação de seus impactos se torna mais poderosa. Como exemplo tem-se o crescimento da mobilidade compartilhada causando um aumento na venda de veículos elétricos devido à maior intensidade de uso dos carros. Esse aumento de vendas geraria maior incentivo a pesquisas em veículos elétricos podendo reduzir os custos das baterias e estimulando ainda mais o mercado para esse produto.

Dentre as principais ferramentas da evolução na mobilidade urbana, pode-se dizer que o desenvolvimento e popularização dos meios de comunicação gerou grande impacto. A era da internet das coisas em que a comunicação entre humanos e aparelhos, e até entre aparelhos, alcança novas formas, tornou possível a evolução dos Sistemas de Transportes Inteligentes o qual passa a ter tecnologias de sensores para cobrança automática de pedágio, sistemas de georreferenciamento, de coleta de informações de condições de tráfego etc.

Nesse cenário em que a conexão passa a ser uma característica essencial às novas tendências de transporte, o transporte público se integra e mantém seu posicionamento como um dos meios mais utilizados. Por ser constituído geralmente de meios de transportes de maior capacidade, o transporte público consegue ser mais eficiente no transporte de passageiros. Dentre outros benefícios trazidos por ele está o fato de ser uma das melhores soluções para redução dos problemas trazidos pelo enfoque dado a veículos particulares, tais como congestionamentos, poluição, fontes energéticas etc.

O que vem acontecendo no cenário mundial referente à mobilidade urbana é o aumento de opções de transportes, não a ponto de extinguir o transporte público ou o uso de carros particulares, mas de complementar o sistema. A intenção de compra de carro continua existente, entretanto, tem-se preferido áreas urbanas com muitas opções de transporte para que a dependência do carro seja reduzida.

Por fim, sugere-se para futuros trabalhos a aplicação de um estudo de caso local, a nível municipal, para identificar as tendências de transporte que tem surgido na cidade e seus impactos no sistema de transporte urbano.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEMI, F.; CIRCELLA, G.; HANDY, S.; MOKHTARIAN, P. **What influences travelers to use Uber? Exploring the factors affecting the adoption of on-demand ride services in California.** Travel Behaviour and Society, Volume 13, p. 88-104. 2018.

ANTP. **Sistemas Inteligentes de Transportes.** Série cadernos técnicos, volume 8. 2012. Disponível em: < [files-server.antp.org.br/.../2013/.../9AB9A3EB-97DC-4711-9751-162AD361D7F0.pdf](http://files-server.antp.org.br/.../2013/.../9AB9A3EB-97DC-4711-9751-162AD361D7F0.pdf) >. Acesso em: 09 jul 2019.

AMERICAN PUBLIC TRANSPORTATION ASSOCIATION. **Millenials & mobility: Understading the millennial Mindset.** 2013. Disponível em: < <https://www.apta.com/wp-content/uploads/Resources/resources/reportsandpublications/Documents/APTA-Millennials-and-Mobility.pdf> >. Acesso em 22 jun. 2019.

AUTOMOTIVE NEWS. **Ford Credit learns from closed shared-lease pilot.** 2016. Disponível em: < [https://www.autonews.com/article/20161207/FINANCE\\_AND\\_INSURANCE/312079998/ford-credit-learns-from-closed-shared-lease-pilot](https://www.autonews.com/article/20161207/FINANCE_AND_INSURANCE/312079998/ford-credit-learns-from-closed-shared-lease-pilot)>. Acesso em: 16 jul 2019.

BARAN, R.; LEGEY, L. F. L. BNDES. **Veículos elétricos: história e perspectivas no Brasil.** XIII Congresso Brasileiro de Energia. 2010. Disponível em: < [https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1489/3/A%20BS%2033%20Ve%C3%ADculos%20el%C3%A9tricos%20-%20hist%C3%B3ria%20e%20perspectivas%20no%20Brasil\\_P.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1489/3/A%20BS%2033%20Ve%C3%ADculos%20el%C3%A9tricos%20-%20hist%C3%B3ria%20e%20perspectivas%20no%20Brasil_P.pdf)>. Acesso em 24 jun. 2010.

BLABLACAR. **About us.** 2019. Disponível em: < <https://blog.blablacar.com/about-us>>. Acesso em: 07 jul 2019.

BLOOMBERG NEW ENERGY FINANCE AND MCKINSEY & COMPANY. **An integrated perspective on the future of mobility.** 2016. Disponível em <



<https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/an-integrated-perspective-on-the-future-of-mobility>>. Acesso em: 23 jun 2019.

CIRCELLA, G.; ALEMI, F.; TIEDERMAN, K.; HANDY, S.; MOKHTARIAN, P. **The adoption of shared mobility in California and its relationship with other components of travel behavior**. Universidade da California, Davis. 2018. Disponível em: <[https://ncst.ucdavis.edu/wp-content/uploads/2016/10/NCST-TO-033.1-Circella\\_Shared-Mobility\\_Final-Report\\_MAR-2018.pdf](https://ncst.ucdavis.edu/wp-content/uploads/2016/10/NCST-TO-033.1-Circella_Shared-Mobility_Final-Report_MAR-2018.pdf)>. Acesso em: 11 jul 2019.

CITY BUS 2.0. 2019. Disponível em: <<https://citybusbr.com/>>. Acesso em: 14 jul 2019.

CRUZ, M.; MACEDO, H.; MENDONÇA, E.; GUIMARÃES, A. **GO! Caronas: Fostering ridesharing with online social network, candidates clustering and ride matching**. 8<sup>th</sup> Euro American Conference on Telematics and Information Systems, pp. 1-8, Cartagena, Colombia. 2016.

DITMORE, C. J.; DEMING, D. M. **Vanpooling and its effect on commuter stress**. Research in Transportation Business & Management. 2018.

EXAME. **Os números secretos da Uber: US\$1 bi no Brasil, US\$11 bi no mundo**. 2019. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/negocios/os-numeros-secretos-da-uber-us-1-bi-no-brasil-us-11-bi-no-mundo/>>. Acesso em: 16 jul 2019.

EXAME. **Por dentro da nova sede da Grow, que triplicou para unir Grin e Yellow**. 2019. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/negocios/por-dentro-da-nova-sede-da-grow-que-triplicou-para-unir-grin-e-yellow/>>. Acesso em: 10 jul 2019.

EXAME. **Uber já tem serviço de ônibus com lugar reservado**. 2018. Disponível em <<https://exame.abril.com.br/tecnologia/uber-ja-tem-servico-de-onibus-com-lugar-reservado/>>. Acesso em: 14 jul 2019.

FERRAZ, A. C. P.; TORRES, I. G. E. **Transporte Público Urbano**. 2 ed. São Carlos: RiMa, 2004.

FORD. **Ford Credit lança programa piloto de leasing compartilhado de veículos nos EUA.** 2016. Disponível em: <  
<https://www.google.com/search?q=Ford+Credit+Link&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b-e#>>. Acesso em 07 jul 2019.

FURSTENBERG, F. **On a new schedule: Transitions to adulthood and family change.** The Future of Children/ Center for the future of children, the David and Lucile Packard Foundation. 20. 67-87. 2010.

G1. **14 capitais contam com serviços de compartilhamento de bicicletas; patinetes chegam a 10.** 2019. Disponível em: <  
<https://g1.globo.com/carros/noticia/2019/03/24/14-capitais-contam-com-servicos-de-compartilhamento-de-bicicletas-patinetes-chegam-a-9.ghtml>>. Acesso em: 27 jun 2019.

G1. **EUA, Japão e Europa estimulam compra de carros elétricos.** 2018. Disponível em: <  
<http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2018/07/na-california-governo-da-incentivos-para-quem-compra-carro-eletrico.html>>. Acesso em: 24 jun 2019.

GAKENHEIMER, R. **Urban mobility in the developing world.** Transportation Research Part A: Policy and Practice, 33(7), 671-689. 1999.

GAZETA DO POVO. **Depois da Fleety, Pegcar fecha as portas e expõem fragilidades das plataformas de aluguel de carro.** 2018. Disponível em:  
<<https://www.gazetadopovo.com.br/economia/nova-economia/depois-da-fleety-pegcar-fecha-as-portas-e-expoe-fragilidades-das-plataformas-de-aluguel-de-carro-5vy9g3zvqyzto69rzghw097sl/>>. Acesso em: 07 jul 2019.

GAZETA DO POVO. **Sem dinheiro em caixa, startup curitibana Fleety fecha as portas.** 2017. Disponível em:  
<<https://www.gazetadopovo.com.br/economia/empreender-pme/sem-dinheiro-em->

caixa-startup-curitibana-fleety-fecha-as-portas-0h90abgayfcnh8aaf1fz25jy3/>.

Acesso em: 07 jul 2019.

GOODWIN, P. **Peak travel, peak car and the future of mobility: Evidence, unresolved issues, policy implication, and a research agenda.** Apresentação no Fórum Internacional de Transportes, Paris, 2012.

GUERRERO-IBÁÑEZ, J.; ZEADALLY, S.; CONTRERAS, C. **Integration challenges of intelligent transportation systems with connected vehicle, cloud computing, and Internet of Things technologies.** IEEE Wireless Communication. 22. 122-128, 2015.

HUSSAIN, R.; ZEADALLY, S. **Autonomous cars: Research results, issues and future challenges.** IEEE Communication Surveys & Tutorials. 2018.

JORRITSMA, P; BERVELING, J. **Not-carless-but-car-later: For young adults the car is still an attractive proposition.** The Hague, Ministry of infrastructure and the Environment, 2014. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/280528347\\_not-carless-but-car-later\\_For\\_young\\_adults\\_the\\_car\\_is\\_still\\_an\\_attractive\\_proposition](https://www.researchgate.net/publication/280528347_not-carless-but-car-later_For_young_adults_the_car_is_still_an_attractive_proposition)>. Acesso em: 22 jun. 2019.

KAMARGIANNI, M.; LI, W.; MATYAS, M; SCHÄFER, A. **A critical review of new mobility services for urban transport.** Transportation Research Procedia 14, p. 3294-3303. 2016.

KAMARGIANNI, M; MATYAS, M. **The business ecosystem of Mobility-as-a-Service.** 96<sup>th</sup> Transportation Research Board (TRB) Annual Meeting, Washington DC, 8-12. 2017.

KLEIN, N. J.; SMART, M. J. **Millennials and car ownership: Less money, fewer cars.** Transport Policy, 53, 20-29, 2017.

KRAM/WEISSHAAR. **Audi United.** 2019. Disponível em: <<http://www.kramweisshaar.com/projects/audi-unite>>. Acesso em: 07 jul 2019.

LITMAN, T. **Well measured – developing indicators for sustainable and livable transport planning.** Victoria Transport Policy Institute: Victoria, BC, EUA, 2011.

MACHADO, A. S. M.; HUE, N. P. M. S.; BERSANETI, F. T.; QUINTANILHA, J. A. **An overview of shared mobility.** Sustainability. 10. 4342. 2018. Disponível em <[https://www.researchgate.net/publication/329146565\\_An\\_Overview\\_of\\_Shared\\_Mobility](https://www.researchgate.net/publication/329146565_An_Overview_of_Shared_Mobility)>. Acesso em: 23 jun 2019.

MANGAN, M. **The value of vanpooling: As a strategic, cost-effective, and sustainable transportation option.** ITE Journal (Institute of Transportation Engineers). 88. 36-39. 2018.

MCDONALD, N. C. **Are millennials really the “go-nowhere” generation?.** Routledge, 81, 90-103. 2015.

MCKINSEY & COMPANY. **Integrated mobility.** 2019. Disponível em:<<https://www.mckinsey.com/features/mckinsey-center-for-future-mobility/overview/integrated-mobility>>. Acesso em: 23 jun 2019.

MCKINSEY & COMPANY. **The future(s) of mobility: How cities can benefit.** 2017. Disponível em: < <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/the-futures-of-mobility-how-cities-can-benefit> >. Acesso em: 24 jun 2019.

METRÔ DE SÃO PAULO. **Pesquisa origem-destino 2017: A mobilidade urbana na região metropolitana de São Paulo em detalhes.** 2019. Disponível em: <<http://www.metro.sp.gov.br/pesquisa-od/>>. Acesso em: 11 jul 2019.

MINISTÉRIOS DAS CIDADES. **Guia PlanMob para Elaboração dos Planos Diretores de Transporte e Mobilidade.** 2006. Secretaria Nacional de Transportes e da Mobilidade Urbana, Brasília, Brasil, 2016.

MOOBIE. **Tudo sobre a maior startup de CarSharing do Brasil.** 2019. Disponível em: < <https://ajuda.moobie.com.br/hc/pt-br/sections/115000210371-Tudo-sobre-a-maior-startup-de-CarSharing-do-Brasil>>. Acesso em: 07 jul 2019.

MOVMI. **Carsharing market analysis: growth and industry analysis.** 2018. Disponível em: < <http://movmi.net/carsharing-market-growth/> >. Acesso em: 16 jul 2019.

NORDIC9. **Audi closes down its Stockholm-based pilot project for car sharing.** 2017. Disponível em: < <https://nordic9.com/news/audi-closes-down-its-stockholm-based-pilot-project-for-carpooling-news5528109642/>>. Acesso em: 07 jul 2019.

NTU. **Anuário 2017-2018.** Brasília, 2018. Disponível em: < <https://www.ntu.org.br/novo/upload/Publicacao/Pub636687203994198126.pdf>>. Acesso em: 22 jun 2019.

NTU. **Pesquisa mobilidade da população urbana 2017.** 2017. Disponível em: < <https://www.ntu.org.br/novo/upload/Publicacao/Pub636397002002520031.pdf>>. Acesso em: 12 jul 2019.

ONU. **Perspectiva da urbanização mundial.** 2018. Disponível em < <https://population.un.org/wup/>>. Acesso em: 23 jun 2019.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale. 2013.

RUS, D.; ALONSO-MORA, J.; SAMARANAYAKE, S.; WALLAR, A.; FRAZZOLI, E. **On-demand high-capacity ride-sharing via dynamic trip-vehicle assignment.** Proceeding of National Academy of Sciences. 2017.

SHAHEEN, S.; CHAN, N.; BANSAL, A.; COHEN, A. **Shared Mobility: A sustainability and technologies workshop – Definitions, industry developments, and early understanding.** Transportation Research Center, University of California, Berkeley and California Department of Transportation: Richmond, EUA. 2015.

SHAHEEN S.; COHEN A.; **Innovative mobility carsharing outlook: Carsharing market overview, analysis, and trends.** Transportation Sustainability Research Center, University of California, Berkeley. 2016. Disponível em: < [http://innovativemobility.org/wp-content/uploads/2016/02/Innovative-Mobility-Industry-Outlook\\_World-2016-Final.pdf](http://innovativemobility.org/wp-content/uploads/2016/02/Innovative-Mobility-Industry-Outlook_World-2016-Final.pdf)>. Acesso em: 24 jun. 2019.

SHAHEEN, S. A, GUZMAN, S., ZHANG, H. **Bikesharing in Europe, the Americas, and Asia: Past, present, and future.** Transportation Research Record. 2010.

SIOHANSI, F.; WEBB, J. **Transition from conventional to electric vehicles: The effect of cost and environmental drivers on peak oil demand.** Economic Analysis and Policy, 2019.

TAYLOR, A.; BOUAZZAOUI, S. **Moving forward with autonomous systems: Ethical dilemmas.** 2019.

UBER. **Chegou o Uber Juntos: a viagem de carro mais barata dacidade está apenas a alguns passos de você.** 2018. Disponível em: < <https://www.uber.com/pt-BR/blog/o-que-e-uber-juntos/>>. Acesso em: 16 jul 2019.