



Universidade Federal
do Rio de Janeiro

Escola Politécnica

MOBILITY AS A SERVICE NA PROMOÇÃO DA MOBILIDADE SUSTENTÁVEL: O CASO DO RIO DE JANEIRO

Gregório Costa Luz de Souza Lima

Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro.

Orientadores:

Licínio da Silva Portugal

Glaydston Mattos Ribeiro

Rio de Janeiro
Março de 2018

MOBILITY AS A SERVICE NA PROMOÇÃO DA MOBILIDADE SUSTENTÁVEL: O CASO DO RIO DE JANEIRO

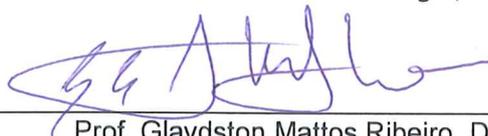
Gregório Costa Luz de Souza Lima

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE
DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA ESCOLA POLITÉCNICA
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO
PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO
DO GRAU DE ENGENHEIRO CIVIL.

Examinado por:



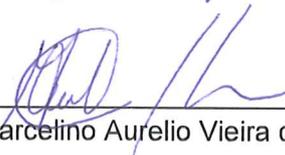
Prof. Licínio da Silva Portugal, D.Sc.



Prof. Glaydston Mattos Ribeiro, D.Sc.



Prof. Angela Maria Gabriella Rossi, D.Sc.



Prof. Marcelino Aurelio Vieira da Silva, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

MARÇO DE 2018

Lima, Gregório Costa Luz de Souza Lima

Mobility as a Service na promoção da mobilidade sustentável: O caso do Rio de Janeiro / Gregório Costa Luz de Souza Lima – Rio de Janeiro: UFRJ/Escola Politécnica, 2018.

XIV, 111 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Licínio da Silva Portugal. e Glaydston Mattos Ribeiro

Projeto de Graduação – UFRJ / Escola Politécnica / Curso de Engenharia Civil, 2018.

Referências Bibliográficas: p. 103-112.

1. *Mobility as a Service* 2. Mobilidade Sustentável 3. Região Metropolitana do Rio de Janeiro 4. Mobilidade Urbana I. da Silva Portugal., Licínio *et al.* II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, curso de Engenharia Civil. III. *Mobility as a Service* na promoção da mobilidade sustentável: O caso do Rio de Janeiro

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, ajudaram para que eu chegasse até aqui. A caminhada não foi fácil, mas certamente sem algumas pessoas especiais teria sido muito mais difícil

Em primeiro lugar, agradeço aos meus pais, Thiago e Vania, por sempre terem me dado todo suporte necessário em tudo que precisei na vida. Por terem me colocado sempre em primeiro lugar e deixado de aproveitar muitas coisas para poderem me dar uma boa educação e uma boa qualidade de vida.

Agradeço toda a minha família pelo carinho e apoio, especialmente minha avó Nelly e minha tia Vanise, por me abrigarem aqui no Rio de Janeiro e se preocuparem sempre comigo. Sem vocês nada disso seria possível.

A minha irmã Isadora, por ter compartilhado praticamente todos os momentos da vida comigo e pela nossa amizade. Mesmo estando longe, sempre pudemos contar um com o outro.

A Prof^a Gabriella Rossi, que acreditou e confiou em mim quando ninguém acreditava. Por ter me feito encontrar meu caminho na vida profissional e acadêmica. Muito do profissional que sou hoje devo a você e às oportunidades que me deu.

Toda gratidão do mundo não é suficiente para agradecer ao Prof. Licínio Portugal, pela paciência, boa vontade, disponibilidade e comprometimento com que me orientou. Um exemplo de humanidade e profissionalismo em que me espelho.

Ao Prof. Glaydston Ribeiro, pelos seus ensinamentos e aulas inspiradoras durante a graduação, contribuindo significativamente para minha escolha profissional.

Ao FGV CERI, que sempre me permitiu aprender coisas novas e onde conheci o tema deste trabalho. Agradeço especialmente ao Edmilson Varejão e Gabriel Stumpf pelos conhecimentos compartilhados e companheirismo. Foi um prazer e uma honra ter trabalhado com vocês.

A Morganna pelo carinho, apoio e parceria neste momento tão difícil. Pela sua ajuda na revisão e formatação do trabalho e por ter feito o caminho até aqui mais leve.

Aos meus amigos de Teófilo Otoni, por estarem presentes como amigos até hoje e com certeza influenciando em minha vida de maneira positiva.

Agradeço e desejo muito sucesso aos meus amigos de graduação. Obrigado pelo companheirismo, sem vocês não teria chegado até o fim.

Por fim, agradeço a UFRJ pela oportunidade proporcionada.

“A developed country is not a place where the poor have cars. It’s where the rich use public transportation”.

Enrique Peñalosa,

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica/ UFRJ como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenheiro Civil.

MOBILITY AS A SERVICE NA PROMOÇÃO DA MOBILIDADE SUSTENTÁVEL: O CASO DO RIO DE JANEIRO

Gregório Costa Luz de Souza Lima

Março/2018

Orientadores: Licínio da Silva Portugal e Glaydston Mattos Ribeiro

Curso: Engenharia Civil

Chegou-se a um ponto em que alguns elementos, como a rápida urbanização, mudança comportamental das gerações mais jovens, avanços tecnológicos, e a tendência global de redução das emissões de gases poluentes, estão guiando para uma mudança de paradigma na mobilidade urbana. Estas tendências, combinadas, evidenciam a necessidade de mudança na forma como os sistemas de transporte são planejados e operados nas cidades atualmente.

Dentre estas soluções está o modelo *Mobility as a Service (MaaS)* caracterizado pela provisão de serviços de transporte flexível, personalizado, com gestão de viagem dinâmica, flexibilidade de pagamento, facilidade de transação e planejamento de viagem. Entretanto, questiona-se se o *MaaS* apresenta apenas ganhos de eficiência para o usuário ou este pode ser utilizado como uma política de transportes com objetivo de promover o desenvolvimento sustentável.

Tal abordagem se mostra importante principalmente em países desiguais como o Brasil. De acordo com o índice Gini de desigualdade de renda, a PNUD (2016), classifica o Brasil como o 10º país mais desigual do mundo. Inserido neste contexto está a Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ).

Neste sentido, este trabalho tem o objetivo de avaliar se o modelo *Mobility as a Service*, além de apresentar ganhos de eficiência ao usuário, pode ser utilizado como política pública para promoção de uma mobilidade sustentável em um contexto de desigualdade social, como se observa na RMRJ.

Palavras-chave: Mobilidade urbana, *Mobility as a Service*. Mobilidade sustentável.

Abstract of Undergraduate Project presented to POLI/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Civil Engineer.

MOBILITY AS A SERVICE FOR PROMOTING SUSTAINABLE MOBILITY: THE CASE OF RIO DE JANEIRO

Gregório Costa Luz de Souza Lima

March/2018

Advisors: Licinio da Silva Portugal e Glaydston Mattos Ribeiro

Course: Civil Engineering

It has come to a point where elements such as rapid urbanization, behavioural change of younger generations, technological advances and the global trend of reducing emissions are leading to a paradigm shift in urban mobility. These trends combined, evidence the need for change in the way transportation systems are planned and operated in contemporary cities.

Mobility as a Service (MaaS) is among these solutions. This model is characterized by the provision of flexible and personalized transportation services with dynamic journey management, payment flexibility, ease of transaction and journey planning. However, it has been questioned whether MaaS only improve the user experience or it can also support the transport policy goals of promoting sustainable development.

Such approach is especially important in unequal countries such as Brazil. According to the Gini index of income inequality, UNDP (2016) classifies Brazil as the 10th most unequal country in the world. Inserted in this context is the Rio de Janeiro Metropolitan Area.

In this sense, this study aims to evaluate if the Mobility as a Service model only improve the user experience or it can also promote sustainable mobility in a context of social inequality, as observed in Rio de Janeiro Metropolitan Area

Keywords: Mobility as a Service. Urban mobility. Sustainable mobility.

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	1
2	IMPULSIONADORES DA TRANSFORMAÇÃO DA MOBILIDADE URBANA	
3		
2.1	Impactos Isolados Das Tendências	4
2.1.1	Urbanização.....	4
2.1.2	Desafios Ambientais	4
2.1.3	Mudanças Sociais.....	5
2.1.4	Servitização (<i>Servitization</i>).....	8
2.1.5	Digitalização e <i>Smart Cities</i>	9
2.1.6	Globalização	10
2.1.7	Veículos Autônomos	11
2.1.8	Veículos Elétricos.....	12
2.1.9	Descentralização Do Sistema Energético	12
2.2	Implicações da Atuação Conjunta das Tendências.....	13
2.2.1	Urbanização + Veículos Autônomos	13
2.2.2	Desafios Ambientais + Veículos Elétricos + Descentralização do Sistema Energético.....	14
2.2.3	Desafios Ambientais + Digitalização	15
2.2.4	Mudanças Sociais + Servitização + Desafios Ambientais + Digitalização	
	16	
2.2.5	Globalização + Mudanças Sociais.....	25
2.2.6	Veículos Autônomos + <i>Smart Cities</i>	25
2.3	Síntese das Prováveis Características da Mobilidade Urbana Do Futuro	
	26	
2.4	Cenários Base Para o Futuro da Mobilidade.....	27
2.4.1	Limpo e Compartilhado	27
2.4.2	Autônomo Privado.....	29
2.4.3	Mobilidade Contínua	31

3	MOBILITY AS A SERVICE (MAAS)	33
3.1	Mobilidade Inteligente.....	34
3.2	O Modelo <i>Mobility as a Service (MaaS)</i>	34
3.3	Ecosistema <i>MaaS</i>	37
3.4	Potencialidades do Modelo <i>Mobility as a Service</i>	38
3.4.1	Política Pública de Transportes.....	39
3.5	Condições para Implantação do <i>Mobility as a Service</i>	43
4	O CENÁRIO ATUAL DOS TRANSPORTES E DA MOBILIDADE URBANA DA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO	47
4.1	Metrópoles Latino Americanas e a Região Metropolitana do Rio de Janeiro 47	
4.2	Sistemas de Transporte.....	50
4.2.1	Trem	52
4.2.2	Metrô.....	53
4.2.3	Barcas.....	55
4.2.4	Ônibus Intermunicipais.....	56
4.2.5	Ônibus Municipais.....	57
4.2.6	<i>Bus Rapid Transit (BRT)</i>	60
4.2.7	VLT (Veículo Leve sobre Trilhos)	61
4.2.8	Táxi.....	62
4.2.9	Mobilidade Compartilhada.....	63
4.3	Integração Tarifária.....	64
4.4	Transportes X Uso Do Solo	66
4.5	Mobilidade	70
4.5.1	Dependência Metropolitana	71
4.5.2	Divisão Modal	74
4.5.3	Tempo de Viagem.....	78
4.5.4	Distribuição temporal espacial das viagens.....	80
4.6	Emissões e Congestionamento	82
4.6.1	Emissões	82

4.6.2	Congestionamento.....	84
5	MOBILITY AS A SERVICE ORIENTADO A MOBILIDADE SUSTENTÁVEL: O CASO DO RIO DE JANEIRO	85
5.1	Mobilidade Sustentável.....	85
5.2	Necessidades de Mudança na Região Metropolitana do Rio De Janeiro	88
5.2.1	Sustentabilidade da Mobilidade Urbana da RMRJ	88
5.2.2	Pontos de Mudança	95
5.3	<i>Mobility as a Service</i> na Promoção da Mobilidade Sustentável	96
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	103
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	105

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ESQUEMA DO CONCEITO MAAS	36
FIGURA 2 - PROPOSTA DE VALOR MAAS.....	37
FIGURA 3 - ECOSISTEMA MAAS	38
FIGURA 4 - ESQUEMA DA VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DO MAAS.....	46
FIGURA 5 - REDE DE TRANSPORTE PÚBLICO DA RMRJ	51
FIGURA 6 - MAPA DOS TRENS URBANOS DA RMRJ.....	53
FIGURA 7 - MAPA DO METRÔ DO RIO DE JANEIRO	54
FIGURA 8 - LIGAÇÕES QUAVIÁRIAS DA RMRJ.....	56
FIGURA 9 - LINHAS DE ÔNIBUS INTERMUNICIPAIS DA RMRJ	57
FIGURA 10 - MAPA DO BRT E INTEGRAÇÃO COM OUTROS MODOS.....	61
FIGURA 11 - MAPA DAS LINHAS DO VLT CARIOCA	62
FIGURA 12 EIXOS DE TRANSPORTE E RODOVIÁRIOS E OCUPAÇÃO DO SOLO NA RMRJ.....	66
FIGURA 13 - REDE DE TRANSPORTE DE MASSA, PRINCIPAIS EIXOS RODOVIÁRIOS E DENSIDADE DE EMPREGOS	67
FIGURA 14 - EXEMPLO DE SUPERPOSIÇÃO ENTRE TRENS, ÔNIBUS E METRÔ.....	69
FIGURA 15 - EIXOS DE TRANSPORTE DE MASSA, PRINCIPAIS EIXOS RODOVIÁRIOS E RENDA MÉDIA DA RMRJ.....	70
FIGURA 16 - ORIGEM DAS VIAGENS DE BASE RESIDENCIAL POR MOTIVO DE TRABALHO DA RMRJ.	71
FIGURA 17 - INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DE 2012 DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO	83
FIGURA 18 - ARTICULAÇÃO DA ACESSIBILIDADE COM A MOBILIDADE SUSTENTÁVEL.....	86
FIGURA 19 - ATRIBUTOS DA MOBILIDADE SUSTENTÁVEL.....	86

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - BENEFÍCIOS E RESULTADOS SEGUNDO STAKEHOLDERS.....	42
QUADRO 2 - RAMAIS DOS SISTEMAS DO TRENS URBANOS DA RMRJ	52
QUADRO 3 - LINHAS DE METRÔ DA RMRJ.....	53
QUADRO 4 - CONEXÕES AQUAVIÁRIAS DA RMRJ.....	55
QUADRO 5 - CONSÓRCIOS OPERADORES DO SPPO-RJ.....	59
QUADRO 6 - SISTEMAS DE BRS DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO	59
QUADRO 7 - CORREDORES DE BRT NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO	60
QUADRO 8 - LINHAS DE VLT NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO	62
QUADRO 9 - TARIFAS INTEGRAIS DOS MODOS DE TRANSPORTE NA RMRJ, BUC E BUI.....	65

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - CARACTERÍSTICAS DOS MUNICÍPIOS DA RMRJ.....	48
TABELA 2 - PRINCIPAIS INDICADORES DOS SISTEMAS MUNICIPAIS DE ÔNIBUS DA RMRJ.....	58
TABELA 3 - ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS DOS MUNICÍPIOS DA RMRJ.....	72
TABELA 4 - TAXA DE VIAGENS POR HABITANTES E DOMICÍLIOS DAS VIAGENS DE BASE RESIDENCIAL POR MOTIVO DE TRABALHO RMRJ, 2010.	73
TABELA 5 - DESTINO DAS VIAGENS DE BASE RESIDENCIAL POR MOTIVO TRABALHO NA RMRJ, 2010	74
TABELA 6 - TODAS AS VIAGENS REALIZADAS, POR MODO DE TRANSPORTE (EM MILHARES) 2012.	75
TABELA 7 - VIAGENS DIÁRIAS SEGUNDO MODO MOTORIZADO E NÃO-MOTORIZADO (EM MILHARES)	75
TABELA 8 - DIVISÃO MODAL DAS VIAGENS MOTORIZADAS	76
TABELA 9 - DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DE VIAGENS POR MODO DE TRANSPORTE PARA CADA MUNICÍPIO DA RMRJ (2012).....	77
TABELA 10 - TEMPOS MÉDIOS DE VIAGEM POR MODO AGREGADO DE TRANSPORTES (EM MINUTOS).....	78
TABELA 11 - TEMPOS MÉDIOS DE VIAGEM POR MODO DE TRANSPORTE – MINUTOS.....	79
TABELA 12 - PERCENTUAL DAS VIAGENS DE BASE RESIDENCIAL POR MOTIVO TRABALHO POR FAIXA DE TEMPO NA RMRJ.....	80
TABELA 13 - PERCENTUAL DE VIAGENS DE BASE RESIDENCIAL POR MOTIVO DE TRABALHO ACIMA DE UMA HORA RMRJ	81
TABELA 14 - REDUÇÕES DE EMISSÕES DE GEE ESTIMADAS PARA SETOR DE TRANSPORTES E TOTAL (Gg CO2E)	83

1 INTRODUÇÃO

Segundo Burrows *et al.* (2014) o setor de transportes ainda não passou por uma disrupção na sua provisão de serviços, como verificado em outros setores (ex: telecomunicações). Este setor tem um conjunto particular de circunstâncias que dificultaram a competição no setor, impedindo a ocorrência de grandes mudanças até o momento: o custo e o tempo para desenvolver a infraestrutura de transporte, o custo e a complexidade da entrada no mercado, o ambiente regulatório e a dificuldade de competir em um mercado grande e bem estabelecido. Entretanto, chegou-se a um ponto em que alguns elementos, como a rápida urbanização, mudança comportamental das gerações mais jovens, avanços tecnológicos, e a tendência global de redução das emissões de gases poluentes, estão guiando para uma mudança de paradigma na mobilidade urbana, como o carro fez um dia.

Todas estas tendências, combinadas, evidenciam a necessidade de mudança na forma como os sistemas de transporte são planejados e operados nas cidades atualmente. Devido ao rápido processo de urbanização, os sistemas de mobilidade se tornarão cada vez mais congestionados e a pressão sobre as redes de transporte e ambiente urbano cada vez maior, evidenciando a necessidade de soluções inovadoras. Dentre estas soluções está o modelo *Mobility as a Service (MaaS)*, que faz parte de uma tendência ainda maior, a mobilidade inteligente.

Este modelo é caracterizado pela provisão de serviços de transporte flexível, personalizado, com gestão de viagem dinâmica, flexibilidade de pagamento, facilidade de transação e planejamento de viagem. Além disso, o *MaaS* é capaz de otimizar a experiência do usuário ao acompanhar a demanda em tempo real e combiná-la de forma dinâmica com a oferta de transportes. Entretanto, questiona-se se o *MaaS* apresenta apenas ganhos individuais ou pode ser uma boa solução para a sociedade como um todo.

Tal abordagem se mostra importante principalmente em países desiguais como o Brasil. De acordo com o índice Gini de desigualdade de renda, a PNUD (2016), classifica o Brasil como o 10º país mais desigual do mundo. Inserido neste contexto está a Região Metropolitana do Rio de Janeiro com significativas desigualdades socioespaciais.

Neste sentido, este trabalho tem o objetivo de avaliar se o modelo de *Mobility as a Service*, além de apresentar ganhos de eficiência ao usuário, pode ser utilizado como política pública para promoção de uma mobilidade sustentável em um contexto de

desigualdade social, como se observa na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ).

Dessa forma, o trabalho é dividido em 6 etapas. O primeiro capítulo, dedicado a introdução do trabalho. O segundo capítulo com o objetivo de caracterizar as tendências atuantes na sociedade e no setor de mobilidade urbana, bem como as implicações da sua atuação conjunta de acordo com as características de cada localidade. A terceira etapa do trabalho é destinada a caracterização do *Mobility as a Service*, identificando os diferentes atores que atuam no modelo, suas potencialidades para o usuário e para o poder público, além de identificar as condições de implantação. O quarto capítulo, por sua vez, será dedicado à caracterização da RMRJ, os sistemas de transporte em operação, as políticas tarifárias vigentes, e os padrões de mobilidade da população. Posteriormente, no quinto capítulo, o conceito de mobilidade sustentável é explorado e identificam-se as necessidades de mudança da mobilidade na RMRJ de acordo com os parâmetros que definem este conceito. Na última seção do capítulo cinco avalia-se a capacidade do *Mobility as a Service* de promover a mobilidade sustentável na RMRJ. O sexto e último capítulo é dedicado às considerações finais do trabalho e sugestões para futuras pesquisas.

2 IMPULSIONADORES DA TRANSFORMAÇÃO DA MOBILIDADE URBANA

Segundo Burrows et al. (2014), o setor de transporte ainda não passou por uma disrupção na sua provisão de serviços, como verificado em outros setores, como por exemplo, telecomunicações. Este setor apresenta um conjunto particular de circunstâncias que evitaram grandes mudanças até agora: o custo e o tempo para desenvolver a infraestrutura de transporte, o custo e a complexidade da entrada no mercado, o ambiente regulatório e a dificuldade de competição em um mercado grande e bem estabelecido.

De acordo com Finger (2017), o surgimento do carro trouxe melhorias significativas em termos de eficiência para o setor. Entretanto, com a popularização dos veículos privados, esta solução se tornou contra produtiva, tendo a sua eficiência reduzida, uma vez que, mais carros na rua resultou em congestionamentos, acidentes de trânsito, poluição e conseqüentemente baixa qualidade de vida. Agora chegamos em um ponto em que alguns elementos, como avanços tecnológicos, mudanças no comportamento das gerações mais novas, urbanização acelerada, bem como a tendência global para a redução das emissões de gases poluentes, estão guiando para uma mudança de paradigma na mobilidade urbana, como o carro fez um dia.

A maioria destes elementos impactam a sociedade como um todo, contudo, este capítulo se restringirá a avaliar o impacto destes no campo da mobilidade urbana. Durante a primeira parte do capítulo são apresentados os impactos isolados de cada uma das nove tendências identificadas: Urbanização, Desafios Ambientais, Mudanças Sociais, Servitização, Digitalização e *Smart Cities*, Globalização, Veículos autônomos, Veículos elétricos e Descentralização do sistema energético. Entretanto, observa-se que mais significativo é o impacto combinado destes elementos e o potencial de reforçar e ampliar um ao outro. Dessa forma, a segunda parte do capítulo explora uma perspectiva integrada das tendências e avalia as implicações dos seus efeitos conjuntos.

Este trabalho sugere uma transformação do setor de mobilidade. Assim, posteriormente, as tendências e suas implicações, aqui apresentadas, serão referidas como os impulsores da transformação da mobilidade urbana.

2.1 Impactos Isolados Das Tendências

2.1.1 Urbanização

A América Latina tem experimentado um dos maiores crescimentos urbanos no mundo. Mais de 80% da sua população atualmente vive em cidades e este número deve alcançar 90% até 2040 (Banco Interamericano de Desenvolvimento)¹. Segundo projeções da ONU (2017), a população brasileira chegará a 232 milhões em 2045, representando um aumento de aproximadamente 24 milhões de pessoas em relação a 2017. No Brasil, cerca de 85% da população vive em centros urbanos, sendo que existem 36 cidades com mais de 500 mil habitantes, além de quarenta regiões metropolitanas estabelecidas, nas quais vivem mais de 80 milhões de brasileiros (cerca de 45% da população) (IPEA, 2016).

O padrão da mobilidade brasileira passou por fortes modificações desde meados do século passado, reflexo principalmente do intenso e acelerado processo de urbanização e crescimento desordenado das cidades, além do uso cada vez mais intenso de transporte motorizado individual pela população (IPEA, 2010). Dadas as projeções de crescimento populacional brasileiro, principalmente concentrado nos grandes centros urbano, a tendência é que o processo de urbanização e crescimento desordenado das cidades continue ocorrendo.

Observa-se, então, duas consequências do rápido processo de urbanização que se agravarão nos próximos anos: o espraiamento urbano e a densificação inadequada. Tais consequências refletem a ocupação desordenada em áreas de risco ou periféricas, principalmente pelas comunidades mais pobres, ou usos do solo incompatíveis causados por pressões da especulação imobiliária. Isto por sua vez converge para desigualdades espaciais quanto a oferta de infraestrutura, serviços e oportunidades de emprego.

2.1.2 Desafios Ambientais

O setor de transportes sempre esteve associado a alguma forma de impacto ambiental nos centros urbanos, seja através de poluição atmosférica, sonora ou visual. Atualmente, o transporte motorizado à combustão assumiu o papel predominante nos

¹ Disponível em:< <https://publications.iadb.org/handle/11319/7122>>. Acesso em: 05/10/2017.

deslocamentos cotidianos da população, respondendo por grande parte das emissões de poluentes dos grandes centros urbanos, principalmente os originários da queima dos combustíveis fósseis. (IPEA, 2011a).

Classifica-se a poluição veicular em duas categorias de acordo com a abrangência dos seus impactos. A poluição local, que causa danos no entorno onde o serviço de transporte é realizado, e os poluentes globais, que impactam o planeta como um todo.

Dentre os poluentes locais nocivos à saúde e que degradam o ambiente urbano estão: o monóxido de carbono (CO), os hidrocarbonetos (HC), os materiais particulados (MP), os óxidos de nitrogênio e os óxidos de enxofre (SOx). Estes podem se apresentar na forma de fuligem, que saem dos escapamentos dos veículos e se depositam nas ruas, fachadas e calçada. Os poluentes podem, ainda, se deslocar de uma região para outra pelas correntes de ar, à exemplo dos gases que causam a chuva ácida. Além disso, existe o efeito *smog*, que consiste na formação de uma névoa roxa acinzentada densa devido à alta concentração de ozônio (O₃) no ar. Por outro lado, os poluentes globais são gases expelidos na atmosfera e que causam o aquecimento global. É o caso do dióxido de carbono (CO₂), que é o principal entre os gases do efeito estufa (GEE).

Segundo o Carbon Brief (2015), o Brasil é o 12º país que mais emite CO₂ no mundo, tendo sido o setor de transportes responsável por 46,9% das emissões de CO₂ associadas à matriz energética no ano de 2014 no Brasil (EPE, 2014). Segundo a ANTP (2016), nas cidades brasileiras, mais de 93% das viagens motorizadas são feitas por modalidades baseadas em energia derivada do petróleo, o que pode justificar este quadro. De forma reverter a situação, no último acordo climático das Nações Unidas, o acordo de Paris, o país se comprometeu a reduzir 43% das emissões de GEE até 2030.

2.1.3 Mudanças Sociais

Pode-se definir como mudanças sociais, as mudanças dos indivíduos na forma de pensar e de se comportar, fruto das experiências pessoais de cada um. Estas experiências, por sua vez, são afetadas pelo ambiente, que reflete o momento e a situação atual. Ou seja, pessoas que cresceram e conviveram em ambientes similares tendem a agir de forma similar. Como resultado, pessoas podem ser divididas em grupos de acordo com a época da sua infância. Estes grupos são denominados gerações sociais. (HEIKKILÄ, 2014),

Gerações sociais retratam a personalidade e a visão de mundo das pessoas nascidas em um período particular. Indivíduos de cada geração tendem a pensar e agir de forma similar e ter as mesmas expectativas e ambições em relação a vida. Estas características se devem a forma como estes indivíduos cresceram e refletem especialmente os episódios que viveram durante a sua infância e juventude (PILTCHER, 1994).

Pessoas, naturalmente, não podem ser divididas em grupos, neste sentido, as características de cada geração são generalizações. Como o mundo está mudando rapidamente, especialmente devido ao impacto dos avanços tecnológicos, as gerações mais jovens se diferenciam consideravelmente das mais velhas. Heikkilä (2014), identifica 4 gerações: *baby boomers*, geração X e geração Y, e os *Millennials*.

Os *Baby boomers* nasceram entre 1946 e 1964. Este nome faz referência a grande quantidade de crianças nascidas após a Segunda Guerra Mundial. A geração *baby boomer* está começando a se aposentar, ou ainda trabalha em empresas como profissionais experientes ou em posições de liderança.

Geração X refere-se à geração nascida após os *baby boomers*, mais especificamente entre 1965 e o início dos anos 1980. A Geração X ainda é ativa na vida profissional e, de forma geral, bem-sucedida, preferindo gastar com moradia, *hobbies* e tempo de lazer (CNN 2011)

A Geração Y, e os *Millennials* nasceram entre 1981 e 2010. Devido a sobreposição e o forte impacto destas gerações no futuro, estas serão descritas conjuntamente, e referidas ambas como *Millennials*.

A geração dos *Millennials* é especialmente importante. De acordo com o *Business to Comunity (2014)*, 1,5 bilhão de indivíduos no mundo fazem parte desta geração, e estes apresentam um poder de compra de 170 bilhões de dólares por ano, sendo a geração que mais gastará dentre todas as anteriores. No Brasil, segundo o Censo de 2010 (IBGE, 2010), o número de pessoas nascidas depois de 1981 é de aproximadamente 97 milhões.

Esta geração é habituada a consumir mais do que seus pais, no entanto, preferem consumir experiências e serviços, como viajar e comer fora, ao invés de bens (ESSENTIAL KIDS 2013; ELITE DAILY 2013).

Os *Millennials* podem ser considerados "nativos digitais". A internet existiu durante toda a sua vida, e eles utilizam as tecnologias de informação e comunicação, bem como

as tecnologias móveis (ex: celular), naturalmente (HOWSTUFFWORKS 2013; JWT 2013; ESSENTIAL KIDS 2013). Os indivíduos pertencentes a esta geração estão interessados em adquirir os dispositivos mais novos, a fim de estar na moda e por dentro do que há de mais moderno. Além disso, anseiam ficar conectados com o mundo a todo tempo (Elite Daily 2013; JWT 2012).

Os *baby boomers* e a geração X buscam a liberdade através da posse de carros, os *Millennials* por outro lado encontram a liberdade através da Internet e de outros serviços de informação e comunicação. Além disso, o mundo instantaneamente interativo da Internet levou os *Millennials* a exigirem constantemente respostas imediatas (Howstuffworks 2013). Assim, estes podem ser impacientes ao utilizarem sistemas que funcionam mal ou lentamente.

De acordo com APTA (2013), os *Millennials* são multimodais e escolhem o modo de transporte mais conveniente em cada viagem. No entanto, nem toda cidade e sistema de transportes permite a multimodalidade. Na verdade, o estudo revela que as cidades que se dedicaram a desenvolver um sistema de transporte multimodal são especialmente populares entre os jovens. Além disso, esta geração apresenta um interesse crescente em compartilhar. A APTA (2013) mostrou que *Millennials* que vivem em centros urbanos ou subúrbios prezam por facilidade de se locomover, disponibilidade de transporte público, proximidade do trabalho e de outras atividades, e a cultura da cidade.

As razões pelas quais os *Millennials* utilizam o transporte público normalmente recaem na economia de dinheiro e conveniência, e em algumas cidades, na maior facilidade em utilizar o transporte público em relação ao privado. No Brasil, entre 2013 e 2015, a quantidade de novas carteiras de habilitação caiu pela metade (53%), observando-se redução em todas as faixas etárias, especialmente na de 22 a 30 anos, que chegou a 62%². Tal redução é devido a recessão econômica que o país passou e pelo desinteresse crescente das camadas mais jovens pelo carro.

Ademais, segundo APTA (2013), o transporte público é preferido pela possibilidade de socializar e de trabalhar durante a viagem. Esta tendência pode reduzir a percepção do tempo de viagem, que no momento, é um dos indicadores de nível de serviço mais

² Disponível em: < <http://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/futuro-das-cidades/carro-deixa-de-ser-prioridade-para-jovens-no-brasil-dtwr5i9qycfdvvgags2wrqxj>>. Acesso em: 06/02/2018.

consideráveis. De acordo com APTA (2013), os *Millennials* apreciariam a confiabilidade, informações em tempo real e conexões *Wi-Fi* ou 3G / 4G no transporte público. Além disso, eles apreciariam uma experiência de viagem mais individual e fácil de usar. Como resultado, os indivíduos desta geração desejariam um transporte público com características mais semelhantes às viagens de carro, o que poderia ser alcançado explorando o rápido desenvolvimento da tecnologia (APTA 2013).

2.1.4 Servitização (*Servitization*)

Durante a última década, um novo modelo de negócios surgiu alicerçado no conceito de compartilhamento de bens e serviços. A servitização como um conceito que representa uma variedade de modelos de negócios focados mais em vender a função ou utilidade de um produto, do que a sua posse por si só (MONT e PLEPYS, 2008). Segundo Hawken *et al.* (1999), o conceito de servitização é baseado na noção de que o que se deseja dos produtos não é a posse por si só, mas sim os serviços que aquele produto oferece. Ou seja, a servitização trata de satisfazer as necessidades dos clientes vendendo a função ou utilidade de um produto em vez do próprio produto (Plepys, Mont, 2013). De acordo com esse pressuposto, o valor de um produto para o consumidor recai sobre a sua utilização e os benefícios obtidos dela, ou seja, a noção de valor econômico está mudando de “valor de troca” para “valor de utilização” (STAHEL, 1994).

Em muitos casos, as necessidades e anseios dos consumidores podem ser satisfeitos pela prestação do serviço por um provedor ao invés da transferência de posse de um produto físico, que será utilizado pelo consumidor para extrair as funções ou utilidades desejadas (PLEPYS, MONT, 2013). Nessas circunstâncias, os clientes estão mais interessados em satisfazer continuamente suas necessidades do que ter a posse do produto que fornece as funções. (ex: transporte ao invés de carro, cerveja gelada ao invés do refrigerador) (PLEPYS, MONT, 2013). Os usuários estão mais conscientes dos custos individuais de possuírem um bem, deixando além da posse do ativo, as responsabilidades de manutenção, reparo, seguros, armazenamento, etc. para o provedor do serviço (FINGER *et. al.*, 2017). A posse individual de bens está sendo substituída pela possibilidade de utilizá-los sem possuí-los (FINGER *et. al.*, 2017). A redução da posse de veículos privados é um bom exemplo, assim como é ainda mais significativa a tendência entre os mais jovens de não possuírem carteira de motorista ou postergarem o exame de habilitação (Beck *et. al.*, 2016).

2.1.5 Digitalização e *Smart Cities*

Segundo Finger (2017), tradicionalmente, cidades possuem dois *layers* principais, o *layer* da infraestrutura e o *layer* dos serviços. O grande ponto que diferencia *Smart Cities* das cidades tradicionais é a inserção de um terceiro *layer* entre a infraestrutura e os serviços: o *layer* de dados. Neste sentido, pode-se definir *smart cities* como a combinação dos sistemas urbanos (*layer* da infraestrutura e de serviços) e a digitalização. Esta, por sua vez, pode ser dividida em três blocos principais: geração de dados, conexão de dados e análise de dados.

Dados são gerados a partir de diferentes fontes como GPS, sensores, *RFIDS*, satélites, entre outros dispositivos. Estes dispositivos geradores estão cada vez mais baratos e menores, tornando o seu uso ainda mais conveniente. Não só a quantidade de dispositivos de coleta de dados está aumentando, como estes estão cada vez mais ativos. Além disso, mais e mais dados são guardados automaticamente ou gerados, voluntariamente, pelos próprios usuários nos seus *smartphones*. Neste sentido, surge o fenômeno chamado “Internet das Coisas” (*Internet of Things*), que pode ser definido como dados gerados por diferentes “coisas” conectadas à *Internet*. Ou seja, a geração de dados está crescendo exponencialmente em todos os lugares, inclusive nas cidades.

O segundo bloco da digitalização é a *Internet*, que funciona como infraestrutura onde todos esses dados estão disponíveis e acessíveis. O terceiro bloco se refere a capacidade de processar e analisar essa grande quantidade de dados a fim de torná-los úteis. Não apenas o poder de processamento está crescendo cada dia mais, como também a transmissão e o armazenamento de tais dados. Simultaneamente, os preços de computadores, da transmissão e do armazenamento dos dados decresceram exponencialmente. Neste sentido, novas ferramentas como *machine learning* e inteligência artificial, estão sendo desenvolvidas para processar e analisar este grande volume de dados (*Big Data*) e apresentá-los de forma inteligível.

Observa-se, então, que com a digitalização, o papel das infraestruturas urbanas mudou radicalmente. Enquanto tais infraestruturas físicas continuam a existir, estas foram duplicadas ou espelhadas pelo/no *layer* de dados. Tal *layer* é responsável por armazenar informações sobre o estado e a utilização das infraestruturas.

Neste sentido, plataformas *online* estão surgindo como líderes no *layer* de dados. No setor de mobilidade, entidades como BlaBlaCar ou Uber operam apenas no *layer* de dados, não possuindo sequer veículos próprios, apenas fazendo a gestão de *softwares*

(aplicativos), dados e algoritmos. Dessa forma, plataformas, como gestoras do *layer* de dados, estão se mostrando como o pilar do novo modelo de organização industrial. (FINGER *et. al.*, 2017).

Por meio da digitalização, cadeias de valor físicas podem ser projetadas em uma dimensão digital, permitindo aos usuários aderirem e influenciarem essa cadeia de valor através de interfaces de clientes. Além disso, as informações contidas nesse *layer* de dados podem ser utilizadas para agregar mais valor a esta cadeia ou criar novos serviços e modelos de negócios que permitam às empresas encontrarem novas formas de lucrarem com isso (FINGER *et. al.*, 2017).

A principal implicação da digitalização nas cidades é a gestão inteligente das infraestruturas urbanas, aumentando a eficiência e otimizando as cadeias de valor. A segunda grande implicação é o desenvolvimento de serviços inteligentes e novos modelos de negócios utilizando este *layer* de dados (FINGER *et. al.*, 2017).

2.1.6 Globalização

Globalização refere-se ao aumento da escala geográfica das interações econômicas, políticas, sociais e culturais. Isso pode ser parcialmente explicado pelas mudanças econômicas que ocorreram devido à desregulamentação mundial, seguida da remoção de barreiras comerciais e aumento da concorrência (GOETZ, 2004).

As antigas metrópoles são agora cidades globais modernas, muitas vezes tidas como locais de desenvolvimento político, arenas de criatividade artística e científica e fusão de diversidade étnica e cultural. Tais metrópoles estão competindo para mostrar o que têm a oferecer como meio para se tornarem atraentes e dinâmicos centros transnacionais (THYNELL, 2007).

A *Internet* permitiu que a informação estivesse disponível em tempo real em todo mundo, contribuindo de maneira significativa para a globalização e facilitando o acesso geral à informação. Neste sentido, empresas, clientes e grupos de interesse podem se interconectar e operar sem se reunir fisicamente (HEIKKILÄ , 2014). Isto possibilitou o surgimento de empresas globais que operam remotamente, muitas vezes através de plataformas digitais, como por exemplo Uber, Airbnb, etc.

2.1.7 Veículos Autônomos

Os veículos autônomos se caracterizam por poderem se mover sem motorista, baseando-se em visão computacional e se utilizando de mapas e sensores como assistentes. Fabricantes de automóveis e novas empresas do mercado estão competindo para implementar a tecnologia para uso generalizado, como Tesla e Google. Além disso, diversas *startups* estão trabalhando em uma vasta gama de componentes para processamento de imagens, sensores, módulos de comunicação para conectividade *wireless*, *mapping* e armazenamento de dados de direção, assim como serviços otimizados de aluguel e de seguros para um mundo com veículos autônomos (MCKERRACHER *et. al.*, 2016).

Aplicações da “Internet das Coisas” estão se disseminando rapidamente na mobilidade urbana. A companhia Volvo, por exemplo, está desenvolvendo uma “rede social entre máquinas” (*machine-to-machine social network*) que permite aos carros alertarem uns aos outros sobre as condições da via e outros perigos. A Tesla atualiza seus veículos remotamente adicionando atualizações críticas como frenagem de emergência automática, sendo essa uma abordagem que pode se espalhar no setor automotivo.

Segundo McKerracher *et. al.* (2016), a autonomia completa dos veículos provavelmente se estabelecerá rapidamente como uma nova plataforma tecnológica para novos modelos de negócios e aplicativos. Empresas de compartilhamento de viagens, em alguns casos, estarão participando ativamente do desenvolvimento de veículos completamente autônomos, enxergando na autonomia uma oportunidade de cortar custos de mão de obra.

Outro aspecto importante é que os veículos autônomos têm o potencial de permitir aos usuários utilizarem o tempo de viagem em outras atividades. Os interiores reconfigurados e os novos sistemas de entretenimento no veículo provavelmente serão apenas o começo para manter os ocupantes confortáveis nas viagens, diminuindo, assim, a percepção do usuário do tempo de viagem. Além disso, caso os carros tenham permissão para operar sem ocupantes, uma proporção significativa de viagens, que hoje exigem um motorista, por exemplo, para pegar ou deixar familiares ou amigos, poderão ser feitas sem motorista. Como consequência, as famílias poderão achar mais conveniente possuir apenas um veículo que executa diversas viagens ao invés de possuir vários veículos.

2.1.8 Veículos Elétricos

Segundo a McKerracher *et. al.* (2016), as vendas mundiais de veículos elétricos aumentaram rapidamente desde 2010, alimentadas por diversos motivos, dentre eles: generosos subsídios de compra, queda de custos de bateria, acordos globais de redução do consumo de combustíveis fósseis, comprometimento crescente de empresas de automóveis com a redução de emissões e aumento do interesse dos consumidores. As vendas subiram 60% em 2015 nos Estados Unidos, de 50.000 em 2011 para quase 450.000. O preço médio das baterias de íons de lítio usadas em veículos elétricos caiu 65 % no período de 2010 a 2015, de US \$ 1.000/kWh a US \$ 350/kWh, e continua a cair, impulsionado pela produção em escala, melhorias na química das baterias e melhores sistemas de gerenciamento de bateria. Os custos estão cada vez mais reduzidos, prevendo-se que estes cairão para US \$ 100/kWh na próxima década, podendo chegar a \$ 50/kWh- \$ 60/kWh a longo prazo, caso sejam implementados eletrólitos semi-sólidos e ânodos infundidos com silício.

Ainda de acordo com McKerracher *et. al.* (2016), até meados da década de 2020, tais mudanças tornarão os veículos elétricos particulares competitivos com os veículos que se utilizam de motor à combustão interna, ao comparar-se o custo total de propriedade, ou até mesmo com veículos com alto grau de utilização, como frotas de veículos de entrega e táxis.

2.1.9 Descentralização Do Sistema Energético

A geração distribuída é caracterizada por capacidades de geração de pequena escala ligadas à rede de distribuição (média e baixa tensão: 110kV e menor). A fonte de energia primária é muitas vezes renovável (eólica, solar, biomassa, biogás, hidráulica, geotérmica ou oceano) e frequentemente disponível em uma base local (LINARES *et. al.* 2010). Durante a última década, o custo da geração de energia renovável diminuiu significativamente. Entretanto, devido a geração de energia distribuída ser na maioria dos casos intermitente, uma componente chave para o seu desenvolvimento é o armazenamento.

O armazenamento permitirá armazenar parte da energia produzida por fontes intermitentes durante horas de baixo consumo e alimentar esta energia de volta ao sistema de energia quando for necessário durante as horas de local (LINARES *et. al.* 2010). Sistemas de usinas hidroelétricas reversíveis (em que a água é bombeada do

reservatório inferior para o superior durante os horários de pico) e sistemas de armazenamento de calor já estão em uso atualmente. Adicionalmente, o *compressed air energy storage* (CAES), o hidrogênio e os veículos elétricos são algumas das novas tecnologias mais promissoras para o armazenamento futuro de energia.

Neste sentido, se os custos continuarem a diminuir rapidamente, a geração distribuída intermitente, as baterias e os dispositivos de resposta à demanda desempenharão um papel importante na geração global de energia nos próximos 15 anos.

2.2 Implicações da Atuação Conjunta das Tendências

A seção anterior descreveu os diferentes elementos que influenciam os sistemas de transporte urbano. Individualmente, cada um deles impacta significativamente o setor de mobilidade. Porém, como mencionado anteriormente, mais significativo são as implicações da atuação conjunta destas tendências, que são tratadas, nesta seção.

2.2.1 Urbanização + Veículos Autônomos

Como mencionado anteriormente, os veículos autônomos têm o potencial de permitir que os seus usuários utilizem o tempo de viagem para desempenharem outras atividades. Além disso, estes, ao apresentarem interiores reconfigurados e novos sistemas de entretenimento, manterão os ocupantes mais confortáveis durante o trajeto, diminuindo assim a percepção do tempo de viagem. Ou seja, os usuários estarão dispostos a dispenderem mais tempo viajando, uma vez que o nível de serviço aumentou.

Tal tendência pode ter como consequência, a atração de um maior número de pessoas utilizando veículos autônomos, que pode provocar o aumento da utilização de veículos privados e, por sua vez, maiores níveis de congestionamento. Caso sejam utilizados veículos autônomos de combustão interna, haverá emissões adicionais de gases poluentes. Além disso, o aumento da disposição dos usuários em dispender mais tempo nas suas viagens pode ter um outro efeito: o aumento do espraiamento urbano.

O espraiamento urbano levará a considerável aumento da população vivendo longe das áreas centrais da cidade, e conseqüentemente aumento da necessidade de viagens para tais áreas, onde a maioria das oportunidades estão localizadas. Este aumento da demanda por viagens gera grandes volumes de tráfego e congestionamento, causando

elevados impactos econômicos e sociais. A grande demanda por viagens da população, que habita distante das centralidades, exercerá uma pressão cada vez maior sobre as atuais redes de transporte, em particular a infraestrutura viária, que muitas vezes já oferece um serviço precário, encontra-se com sua capacidade saturada e apresenta-se restrição de expansão.

Tais consequências implicarão em baixa eficiência dos sistemas de transporte e uma experiência do usuário insatisfatória em praticamente todas as modalidades, em especial as que usam o espaço viário, que atualmente representam a quase totalidade em cidades brasileiras. Isto, por sua vez, torna evidente a necessidade de transformação do atual modelo de mobilidade urbana para um modelo com ênfase nas modalidades ativas e por transporte público de maior capacidade e mais produtivo socialmente, segundo uma concepção integrada e eficiente.

2.2.2 Desafios Ambientais + Veículos Elétricos + Descentralização do Sistema Energético

O Brasil, como citado em 2.1.2, se comprometeu a reduzir 43% das emissões de gases do efeito estufa até 2030. Segundo a EPE (2014), 46,9% das emissões de CO₂ associados a matriz energética são de responsabilidade do setor de transportes. Neste sentido, o desenvolvimento de uma mobilidade ambientalmente sustentável é incontestável.

Apesar da emissão de poluentes por veículo estar diminuindo, o aumento do número de veículos está compensando esta redução. Para mitigar os impactos ambientais, o consumo de energia do setor de transporte deve ser feito de forma eficiente. Além disso, por se tratar de um recurso escasso, deve-se reduzir a dependência dos combustíveis fósseis.

Assim, acordos globais e nacionais para redução da utilização de combustíveis fósseis estão desempenhando um importante papel no estímulo a eletrificação e hibridização da atual frota de veículos. Países como Estados Unidos, China e União Europeia em particular estão estabelecendo metas agressivas para as montadoras de automóveis. Grande parte da redução do consumo de combustíveis fósseis será alcançada através de melhorias nos veículos que se utilizam de motores a combustão interna. Entretanto, estas regras tendem a ser cada vez mais rigorosas ao longo do tempo, o que tornará cada vez mais difícil o seu atendimento apenas através de melhoria dos motores. Neste sentido, as fabricantes de automóveis responderam a

essas pressões e estão aumentando drasticamente o número de veículos do tipo *plug-in* e eletrificados que pretendem oferecer nos próximos anos.

Concomitantemente, com o crescente desenvolvimento dos veículos elétricos, os custos da geração de energia renovável distribuída diminuíram significativamente na última década. Uma vez que a geração distribuída na maioria dos casos é intermitente, o armazenamento aparece como um elemento chave para o seu desenvolvimento. McKerracher et. al. (2016) sugere então que a queda nesses custos contribui para menores preços de energia nos horários de pico e que os veículos elétricos poderiam trazer flexibilidade a rede de energia, funcionando como armazenadores de energia.

Junto a isso, em regiões com alta incidência de sol, a utilização de painéis solares residenciais e sistemas de armazenamento de energia podem mitigar os impactos negativos do carregamento dos veículos elétricos na rede. Ainda, painéis solares distribuídos e baterias podem ser utilizados para estacionamentos em locais de trabalho e em outras áreas com espaços disponíveis.

Entretanto, Chapman 2007, Upham *et al.* 2013 e VDV 2013 destacam que as inovações tecnológicas isoladamente provavelmente não inibirão as mudanças climáticas, sendo necessária uma transformação abrangente no setor de transporte.

2.2.3 Desafios Ambientais + Digitalização

O sistema de transportes, baseado predominantemente em modos rodoviários, tende a promover acidentes de trânsito bem como congestionamentos que se caracterizam por aumentar os níveis de poluição, o tempo de viagem e conseqüentemente a emissão de poluentes. O que se torna mais crítico em malhas viárias insuficientes e não qualificadas, como costuma ocorrer em cidades brasileiras.

O desenvolvimento de políticas que retirem veículos das vias juntamente com o oferecimento de modalidades de transporte público de maior capacidade (trem, metrô e barcas) é necessário. Entretanto, deve-se ressaltar que investimentos em infraestrutura de transportes de alta capacidade se caracterizam pelo longo tempo de execução e grande volume de recursos financeiros investido. Segundo o BNDES (2015), o custo médio por quilômetro para construção de um metrô é de R\$ 600 milhões. Ou seja, o longo tempo de construção e o elevado custo financeiro, aparecem muitas vezes como barreiras para a promoção de políticas que priorizem investimentos em modos de transporte de massa. Entretanto, metrópoles brasileiras, como a do Rio de Janeiro, já

dispõem de infraestrutura ferroviária que são subutilizadas, como também o aproveitamento da baía da Guanabara potencialmente indicada para servir a linhas de transporte público aquaviárias.

Neste sentido, a digitalização aparece como elemento chave que tem o potencial de fazer a gestão inteligente das infraestruturas e serviços de transporte já existentes, aumentando a sua eficiência energética e de recursos e otimizando as cadeias de valor. Políticas a curto prazo que tornem a mobilidade mais conveniente e que guiem o usuário para utilização dos modos de transporte mais adequados, se mostram positivas ao reduzirem acidentes de trânsito, congestionamentos, tempo de viagem e emissões de gases poluentes. Atualmente, em diversas cidades do mundo, a digitalização já é utilizada para tal, como por exemplo, através de aplicativos que planejam a viagem, ou que vendem bilhetes para modos de transporte público.

Ou seja, os avanços tecnológicos permitiram os sistemas de transporte inteligentes (*Intelligent Transport System*) apoiarem sistemas de transporte mais eficientes. Dessa forma, a integração da tecnologia com a infraestrutura de transportes se tornou fundamental no planejamento de transportes e tem o potencial de contribuir para o desenvolvimento de uma mobilidade mais segura e ambientalmente sustentável.

2.2.4 Mudanças Sociais + Servitização + Desafios Ambientais + Digitalização

A economia compartilhada, também conhecida como consumo colaborativo ou *sharing economy*, é um termo que se sobrepõe a servitização, e refere-se ao compartilhamento de itens e serviços, ao invés da posse de ativos. O conceito de compartilhamento como a utilização de um ativo conjuntamente, ao mesmo tempo ou por vez, é antigo como a humanidade. Porém a importância do compartilhamento tem recaído no mundo comercial moderno. De acordo com Heikkilä (2014), pode-se considerar ao menos cinco dinâmicas atuando na economia compartilhada: mudanças climáticas e impactos ambientais, mudança sociais, crise econômica, desenvolvimento tecnológico e oportunidades de novos modelos de negócios.

Segundo Finger *et. al.* (2017) cidadãos, organizações e autoridades do setor público estão cada vez mais conscientes dos impactos ambientais negativos das sociedades industrializadas. O consumo acelerado de bens esgota os recursos naturais, contamina o ar, água e solo, de forma a contribuir para as mudanças climáticas.

Junto a isso, identificou-se que a geração dos *Millenials* está mais propensa a consumir serviços do que as gerações anteriores além de serem considerados “nativos digitais”. Ademais, os *Millenials*, apresentam interesse crescente em compartilhar e cada vez menos possuem carro e carteira de habilitação. A crise econômica, por sua vez, está gerando uma nova demanda por serviços de baixo custo (*low-cost*).

Existe um consenso na identificação da tecnologia, em particular, TIC (tecnologia da informação e comunicação), como o novo elemento que possibilitou o aparecimento da economia compartilhada. *Internet (interconnected networks)* permite a comunicação conveniente e barata entre redes anteriormente isoladas. *Smartphones* possibilitam comunicação universal além da geolocalização. Computadores permitem a automatização de processos através da execução de algoritmos. Todos estes elementos, juntos, reduziram drasticamente os custos de transação do compartilhamento (FINGER *et. al.*, 2017).

Os elementos chave da economia de compartilhamento são contemplados pela definição do European Parliament (2015): “um novo modelo socioeconômico que surgiu graças a revolução tecnológica, com a *Internet* conectando pessoas através de plataformas *online* envolvendo transações de bens e serviços que podem ser conduzidas de forma segura e transparente”.

As plataformas *online*, por sua vez, estão desempenhando um papel de protagonista na redução dos custos de transação. De acordo com a European Commission (2015), pode-se definir plataforma *online* como: “empreendimento operando em dois mercados (ou múltiplos), que usa a *Internet* para permitir interações entre dois ou mais grupos de usuários distintos, mas interdependentes, de modo a gerar valor para pelo menos um dos grupos”. Estas plataformas, fáceis de utilizar no *smartphone*, reúnem pessoas, bens e dados, e criam formas completamente novas de consumo de bens e serviços (SCHWAB, 2016).

Tais plataformas *online* concentram as inovações tecnológicas que possibilitam a interação entre as partes interessadas em compartilhar bens e serviços. Estas partes interessadas se identificam na plataforma, escolhem o bem e/ou serviços a serem compartilhados, sua localização, as condições da transação, etc. As plataformas então combinam os donos dos bens ou prestadores do serviço a serem compartilhados com os usuários interessados. Algoritmos automatizam os processos de combinação, que acontece a um custo muito baixo (EVANS e SCHMALENSEE, 2016). A confiança em tais plataformas é possível devido aos novos valores culturais que surgiram com as redes sociais, assim como por instrumentos específicos fornecidos pela plataforma,

como a identificação dos usuários, avaliações, “likes”, e ferramentas de inteligência artificial que podem gerir e excluir avaliações fraudulentas (FINGER *et. al.*, 2017). Isto permite a utilização de bens subutilizados, ou seja, pertencentes a pessoas que anteriormente não se consideravam fornecedores (isto é, um assento em seu carro, um quarto em casa, ou o tempo e habilidade para prestar um serviço como de entrega, reparos em casa, etc.) (SCHWAB, 2016).

Neste sentido, o custo de reunir informações sobre a disponibilidade e localização do bem é reduzido. Indivíduos podem se comunicar de forma barata para acordarem os termos do compartilhamento (FINGER *et. al.*, 2017). As plataformas digitais reduziram drasticamente os custos de transação incorridos quando indivíduos ou organizações compartilham o uso de um bem ou fornecem um serviço. Cada transação agora pode ser dividida em incrementos muito pequenos, com ganhos econômicos para todas as partes envolvidas. Além disso, ao usar plataformas digitais, o custo marginal de produzir cada produto adicional, bem ou serviço tende a zero (SCHWAB, 2016).

Essa redução nos custos de transação tem alimentado o compartilhamento, assim como tem reforçado as tendências preexistentes de diminuir a posse de bens, reduzir as despesas em serviços e diminuir os impactos ambientais das atividades diárias, incluindo o transporte (FINGER *et. al.*, 2017).

Todas estas tendências foram consolidadas nos anos de 2008 e 2009, quando plataformas hoje líderes do mercado se estabeleceram. A empresa Airbnb foi criada em São Francisco nos Estados Unidos em novembro de 2008, e a Uber em março de 2009, na mesma cidade. A empresa BlaBlaCar se estabeleceu em Paris em 2006, entretanto, apenas em 2009 o seu aplicativo para *smartphones* foi lançado (FINGER *et. al.*, 2017).

2.2.4.1 Mobilidade Compartilhada

O setor de transportes tem sido um dos líderes nesta mudança de paradigma resultado da servitização e da economia compartilhada. Segundo Goudin (2016), pode-se distinguir duas formas de mobilidade compartilhada. Contratar um ativo (ex: carro ou bicicleta em sistemas de compartilhamento), ou contratar um serviço de transporte, como por exemplo um carro e alguém para dirigi-lo (ex: aplicativos de compartilhamento de viagens, como Uber, ou de carona solidária, como BlaBlaCar). Deve-se observar que tais formas de mobilidade compartilhada já existiam muito antes do advento da economia compartilhada. O elemento inovador neste cenário é a utilização de aplicativos digitais que facilitam a transação. A existência de tais tecnologias é a base

do sucesso para a maioria dos *players* proeminentes no mercado, como Uber, BlaBlaCar, etc (FINGER *et. al.*, 2017).

O transporte urbano é um sistema complexo com um número cada vez maior de modos de transporte competindo entre si. Além disso, existem diversos padrões de utilização de veículos particulares, transporte público e novas soluções de mobilidade compartilhada. Entretanto, problemas comuns existem, tais como congestionamento, problemas ambientais (qualidade do ar, barulho, CO₂, etc.) e acidentes de trânsito.

Graças às inovações tecnológicas, diversos novos modos de transporte estão surgindo. Estes novos modos podem ser denominados como serviços de mobilidade compartilhada ou modos compartilhados e estão transformando o transporte urbano, ao apresentar alternativas aos modos de transporte tradicional. Tecnologia e novos modelos de negócios impulsionados pela tecnologia estão transformando a forma como os passageiros utilizam os modos de transporte existentes. Os usuários estão começando a perceber a mobilidade como um serviço (*Mobility as a Service*) (FINGER *et. al.*, 2017).

Finger (2017) identifica cinco tipos de serviços de mobilidade compartilhada: compartilhamento de bicicletas, compartilhamento de carros, carona solidária, compartilhamento de viagens e *ride-splitting*.

2.2.4.1.1 Compartilhamento de Bicicletas

Sistemas de aluguel de bicicletas a curto prazo, utilizando estações de acoplamento estão sendo implementados em um número cada vez maior de cidades ao redor do mundo. De acordo com o TheCityFixBrasil (2015), em 2004, haviam apenas 13 sistemas nas regiões analisadas pelo estudo. Uma década depois, 855 sistemas já tinham sido implantados pelo mundo, sendo a China (237), Itália (114) e Espanha (113) os países com mais sistemas.

Geralmente, tais sistemas necessitam de registro e associação, sendo possível fazê-los para períodos curtos ou longos. Cada vez mais, aplicativos para *smartphones* são utilizados para guiarem os usuários às estações mais próximas. Existem diferentes formas de instalação e provisão do serviço, que normalmente é gerido a nível municipal. Segundo Finger (2017), a maioria dos sistemas de bicicletas europeus tem em comum a característica de seus membros poderem utilizar o sistema sem nenhum custo nos primeiros 30 minutos.

De acordo com Finger (2017), as principais vantagens dos sistemas de bicicleta compartilhada são a sua flexibilidade de implantação, uso e ampliação, adaptabilidade, aumento das atividades físicas pelos usuários (enfrentando o desafio da obesidade entre as sociedades urbanas modernas), redução nos congestionamentos, redução da emissão de gases poluentes e ruídos, redução do consumo de combustível, etc. Além disso, em regiões em desenvolvimento, como as metrópoles brasileiras, a utilização da bicicleta compartilhada em regiões periféricas sem linhas de ônibus alimentadoras cumpre o papel de integração com o transporte público.

Segundo Murphy (2016), pessoas que utilizam rotineiramente diversos modos de transporte compartilhado, como compartilhamento de bicicletas, de carros e carona, economizam mais dinheiro e possuem metade da quantidade de carros comparativamente às pessoas que utilizam apenas o transporte público. Entretanto, há ressalvas se o perfil dos usuários do transporte público no Brasil segue o mesmo padrão.

O compartilhamento de bicicleta aparece como um estímulo para a utilização de bicicletas particulares. À medida que os cidadãos veem pessoas utilizando bicicleta, eles tendem a estar mais habituados com isso, o que os induz a testar a sua utilização. Isto significa que, pelo menos no estágio inicial, o compartilhamento de bicicletas pode servir como promotor do uso de bicicletas no meio urbano (FINGER *et. al.*, 2017).

Além disso, os dados coletados dos usuários de bicicletas compartilhadas podem ser utilizados por planejadores de transporte em escala municipal. Já existem experiências neste sentido em cidades como Minneapolis, Zurique e Madrid em termos de rastreamento de GPS, criação de aplicativos para compartilhamento de informações, rastreamento de dados de viagem, etc (ROMANILLOS *et al.*, 2016).

Deve-se observar que tanto o compartilhamento de bicicletas quanto a utilização de bicicletas particulares enfrentam algumas limitações em termos de utilização. A geografia da região, como longas distâncias e relevos, clima, cultura e violência podem impor limites à utilização da bicicleta como modo de transporte.

2.2.4.1.2 Compartilhamento de Carros

Os sistemas de compartilhamento de carros evoluíram ao longo do tempo. Originalmente, sistemas de compartilhamento de veículos eram estruturados em forma de sistemas de viagem de ida e volta (*roundtrip*), ou sistemas com uma base fixa. Os

veículos eram armazenados em um número de estações, por toda a cidade, e os usuários deveriam iniciar e terminar as suas viagens na mesma estação.

Assim como outros modos de transporte compartilhado, o compartilhamento de carros está ficando mais relevante graças à tecnologia que ofereceu maior flexibilidade, como sistemas do tipo *one-way/free-float*. Nestes sistemas, viagens não necessariamente devem iniciar e terminar no mesmo ponto, e usuários podem deixar o veículo em outra estação ou vaga dentro da área designada (região metropolitana, cidade ou parte da cidade). Os veículos são tipicamente de posse dos gestores do sistema, na maioria dos casos um fabricante de veículos (Finger 2017). Observa-se uma mudança da relação com o carro por parte das fabricantes, uma vez que estes deixaram de investir apenas na venda de veículos e começaram a investir também em plataformas de compartilhamento³.

Uma terceira geração de compartilhamento surgiu no modelo *peer-to-peer*. Este funciona como um serviço do tipo *roundtrip* (ida e volta), entretanto o veículo não pertence ao gestor do sistema, e sim a um indivíduo particular que não está presente enquanto o carro está rodando por aí. Tal sistema é gerenciado por uma plataforma *online*. (MARTIN e SHAHEEN , 2016). Entretanto, os proprietários de veículos parecem relutantes em compartilhar seus veículos devido a questões de confiabilidade.⁴ Esta é uma das razões da necessidade de participação ativa de companhias de seguro nestes sistemas (FINGER,2017).

Sistemas de compartilhamento de carros tendem a se limitar geograficamente a regiões muito densas, com destaque para as regiões metropolitanas. São geralmente limitados a cidades com mais de 500 mil habitantes e apenas operam nas regiões centrais da cidade (FINGER,2017).

Existente desde 2010, o compartilhamento de carros demorou a deslançar no Brasil. Apesar da quantidade de usuários ter dobrado entre julho de 2016 e julho de 2017, o número de pessoas que utilizam o serviço não passa de 100 mil, somando-se todas as plataformas. Acredita-se que um dos principais impedimentos para a maior utilização do serviço são as barreiras culturais que ainda não foram vencidas⁵.

³ Disponível em: <<http://thecityfixbrasil.com/2015/05/14/6-coisas-que-voce-nao-sabia-sobre-sistemas-bike-share/>>. Acesso em: 16/10/2017.

⁴ De acordo com um estudo em São Francisco, metade dos proprietários de veículos não considerariam compartilhar seus veículos por questões de confiabilidade (BALLÚS-ARMET *et al.*, 2014).

⁵ Disponível em: <<https://g1.globo.com/carros/noticia/compartilhamento-de-carros-cresce-e-ganha-mais-opcoes-no-brasil.ghtml>>. Acesso em: 16/10/2017.

2.2.4.1.3 Carona Solidária (*Carpooling*)

A carona solidária ou *carpooling* pode ser definido como o uso compartilhado de um veículo por um motorista (normalmente o proprietário do veículo) e um ou mais passageiros de forma a dividir os custos da viagem, que é feita completa ou parcialmente junta. Em geral, são cobradas taxas com o objetivo de cobrir gastos com gasolina ou outros custos diretamente relacionados com a viagem. O maior provedor deste serviço é a companhia francesa BlaBlaCar que combina motoristas com passageiros normalmente em viagens de média e longa distância.

Segundo Shaheen *et al.* (2016), economia de tempo é uma das principais razões para os passageiros utilizarem o serviço. Rotas densas em grandes cidades garantem uma vasta gama de opções, na maioria das vezes mais opções que o transporte de massa (serviços noturnos, greves, etc.). Além disso, conforme o número de passageiros cresce, o *carpooling* se torna mais atrativo. Em geral, em rotas densas a ocupação dos veículos é mais alta e conseqüentemente os preços do serviço são mais baixos, ou seja, os custos podem ser distribuídos entre um maior número de passageiros. Em paralelo, assim que o número de motoristas em uma rota específica cresce, maior o número de opções de horário de partida. Uma vez que baixos preços e flexibilidade são parâmetros chave para a utilização do *carpooling*, assim que o número de usuários cresce, o serviço tende a melhorar, atraindo ainda mais usuários (FINGER *et al.*, 2017).

O baixo preço do serviço de *carpooling* pode explicar alguns padrões de uso. Os condutores geralmente não estão dispostos a desviar significativamente a sua rota pré-estabelecida para pegar ou deixar passageiros. Os pontos de encontro permanentes estão surgindo como "*hubs*", e os passageiros dependem principalmente do transporte de massa para chegar até esses pontos. Como consequência, o *carpooling* é mais bem-sucedido em áreas densas onde os passageiros podem chegar facilmente ao "*hub*", tanto por meio do transporte público como a pé. Este é um bom exemplo de complementaridade entre o *carpooling* e o transporte em massa (FINGER *et al.*, 2017).

Segundo Finger *et al.* (2017), o sucesso do *carpooling* depende de alguns fatores:

- A competitividade do transporte coletivo em termos de preço e duração da viagem,
- A competitividade do transporte rodoviário devido à existência de congestionamento, pedágios, etc.

- Razões culturais que podem limitar o crescimento do serviço em alguns países (ex: compartilhar um ambiente pequeno e fechado com um estranho pode repelir alguns usuários).

2.2.4.1.4 Compartilhamento de Viagens e *Ride-Splitting*

Um dos atores mais poderosos na transformação da mobilidade compartilhada são os serviços de compartilhamento de viagens (*ridesharing*). Plataformas online como o Uber surgiram como o mais proeminente facilitador do serviço de compartilhamento de viagens nos últimos anos. Graças a automatização gerada pela tecnologia, aplicativos de smartphone facilitam a contratação de serviços entre os passageiros e motoristas registrados na plataforma. Para se registrarem os motoristas devem apresentar documentos adicionais para o registro. Os motoristas podem ser profissionais ou apenas registrarem que desempenham atividade remunerada na sua carteira de habilitação. A localização do motorista e do passageiro são compartilhadas via GPS (*Global Positioning System*), e o pagamento facilitado via cartão de crédito ou outro meio de pagamento eletrônico, como *PayPal*. Os aplicativos em geral cobram do cliente tarifas baseadas na distância e tempo, e podem haver taxas adicionais nas horas de pico.

Este tipo de mobilidade compartilhada se diferencia significativamente do tradicional *carpooling*. O elemento chave que os diferencia é que no compartilhamento de viagens o motorista na maioria das vezes não faria aquela viagem (RAYLE, 2015).

Conforme as aplicações se desenvolvem, as distinções entre compartilhamento de viagens, *carpooling* e serviços de táxi começam a se confundir. Táxis tradicionais utilizam muitas vezes seus próprios aplicativos apenas como um serviço que envia o veículo até o usuário. Adicionalmente, um novo serviço chamado *ride-splitting* (divisão de viagem) ou *carpooling* dinâmico, está aparecendo e sendo oferecido por empresas de compartilhamento de viagens. De forma geral, estes serviços permitem os usuários dividirem as suas viagens (*cab-pool*), com outros usuários com trajetos similares combinando-os através de um aplicativo (ex: UberPool), reduzindo assim significativamente os custos (Finger, 2017). Segundo (ITF, 2015), o efeito combinado do *ride-splitting* e veículos autônomos pode ter um grande impacto no transporte urbano no futuro. Sugere-se que esta combinação, em conjunto com o transporte público, pode remover 90% dos carros em cidades de médio porte europeias como Lisboa.

O serviço de compartilhamento de viagens pode aumentar consideravelmente a eficiência em relação aos serviços tradicionais de táxi. Estes serviços enfrentaram

grandes desafios em combinar a oferta e a demanda. Táxis dirigem pela cidade a procura de passageiros enquanto passageiros devem aguardar nas ruas algum veículo passar próximo a eles. Pontos de táxis e redes de rádios são meios alternativos para os motoristas e passageiros se encontrarem, mas em geral não são satisfatórios. Os passageiros devem esperar pelo serviço, e os motoristas passam uma parte muito significativa do tempo rodando sem passageiros (ECMT, 2007).

Os aplicativos, por outro lado, permitem automatizar, agilizar, tornar mais confiável e barata a comunicação, sendo sua principal inovação a eficiência em combinar a oferta e a demanda. Graças a algoritmos que consideram variáveis como localização, padrões de tráfego, transações prévias, etc. a plataforma pode automaticamente combinar os motoristas e passageiros. O tempo de espera dos passageiros são reduzidos, e os motoristas gastam menos tempo rodando com veículos vazios. Neste sentido, os custos são reduzidos e os preços podem se tornar mais baixo para os passageiros (FINGER *et. al.*, 2017).

O compartilhamento de viagens pode apoiar o desenvolvimento de diversos tipos de serviços. O mais transformador tem sido a facilitação da prestação de serviços por indivíduos não profissionais, em um sistema de P2P (*peer-to-peer* ou pessoa para pessoa). Apesar de tal modelo ter funcionado em países como Brasil e Estados Unidos, a regulação em alguns países europeus baniu este tipo de serviço, exigindo que os motoristas tivessem qualificação profissional para desempenhar tal atividade.

2.2.4.2 Globalização + Digitalização + Mudanças Sociais

Como caracterizado anteriormente, a geração dos *Millenials* requer flexibilidade no trabalho, e deseja ter liberdade de trabalhar em casa e em horários flexíveis. Com a digitalização, novas comunicações virtuais permitiram que algumas atividades ocorressem remotamente, como por exemplo, o teletrabalho (*home office*) e compras virtuais. Ou seja, tais comunicações podem dispensar a necessidade de deslocamento para a realização de atividades básicas. Como consequência, pode-se haver uma redução no número de viagens e de veículos nas infraestruturas viária e de transporte durante o horário de pico, bem como a disponibilização de parte da sua capacidade para atender demandas com um nível de serviço mais elevado.

Além disso, informações em tempo real podem impactar a programação de viagens, tornando-a mais inteligente, permitindo flexibilizá-las, executando-as em condições mais favoráveis para os usuários e de forma mais sustentável, como por exemplo, destinos, horários e itinerários menos congestionados, ou ainda, modalidades menos agressivas ambientalmente.

Outra consequência da interação entre estas tendências é o surgimento de empresas globais líderes na gestão de dados. Tais empresas multinacionais operam remotamente, muitas vezes através de plataformas digitais, e estão definindo novas regras para os serviços, como por exemplo, regras de tarifas e de entrada e saída de motoristas em aplicativos de serviços de transporte. Antes estas regras eram definidas pelo Estado.

2.2.5 Globalização + Mudanças Sociais

Devido à rapidez e comodidade dos transportes modernos, se mover de um país ou de um continente para outro tornou-se comum. As antigas metrópoles são agora cidades globais e estão competindo entre si para se tornarem centros políticos e econômicos transnacionais.

De acordo com APTA (2013), as cidades que se dedicaram para desenvolver um sistema de transporte multimodal são mais populares entre os jovens. APTA (2013) sugere que os indivíduos da geração dos *Millenials* que vivem nos centros urbanos prezam por facilidade de se locomover, disponibilidade de transporte público, proximidade do trabalho e de outras atividades, e a cultura da cidade.

Observa-se então, que um dos quesitos importantes de atração das gerações mais jovens para determinada cidade é a qualidade do sistema de transporte da mesma. Neste sentido, centros urbanos que almejam se tornar cidades globais devem se dedicar a desenvolver sistemas de transportes multimodais, eficientes e de qualidade.

2.2.6 Veículos Autônomos + *Smart Cities*

Segundo o IPEA (2011b), 40 a 50% da composição tarifária dos ônibus urbanos no Brasil é referente a mão de obra e outros encargos. Bouton *et. al.* (2017), sugere que a introdução de veículos autônomos no transporte público pode reduzir os custos operacionais, enquanto novos modelos com veículos compartilhados podem tornar o transporte público mais flexível e acessível. A utilização de dados das infraestruturas

através de "Internet das Coisas" pode ajudar os planejadores a adicionar capacidade e melhorar a confiabilidade, dessa forma o transporte coletivo se tornaria competitivo com veículos privados e outros serviços de mobilidade. (McKinsey, 2017)

De acordo com o IPEA (2015), os acidentes de trânsito no Brasil matam cerca de 45 mil pessoas por ano e deixam mais de 300 mil pessoas com lesões graves. Estima-se que os acidentes de trânsito custam cerca de R\$ 50 bilhões por ano para a sociedade brasileira. Assim, um outro reflexo dos veículos autônomos para a mobilidade seria a redução dos acidentes causados por erros humanos.

2.3 Síntese das Prováveis Características da Mobilidade Urbana Do Futuro

Nas duas seções anteriores foram apresentados as tendências e implicações das suas interações sobre a sociedade no geral, e principalmente sobre os sistemas de transporte urbano. Neste sentido, a seguir são sintetizados os prováveis elementos que farão parte da mobilidade do futuro.:

- Redução da dependência de combustíveis fósseis: eletrificação da frota de veículos graças ao barateamento da geração e armazenamento de energia causados pela descentralização do sistema energético;
- Adoção generalizada de veículos autônomos: no transporte individual, espera-se que ele reduza a percepção do tempo de viagem pelos usuários e contribua para o espraiamento urbano. Já nos transportes público e compartilhado, há o potencial de redução dos custos de tarifa devido à eliminação de mão de obra embarcada. Tal medida pode tornar o transporte público mais competitivo;
- Usuários cada vez mais conscientes dos custos atrelados à posse (ex: carro), deverão consumir mais serviços e experiências ao invés de bens. Portanto, haverá maior utilização de serviços *low-cost* e modos de transporte compartilhados.
- O acelerado processo de urbanização exercerá uma pressão cada vez maior sobre as redes de transporte, evidenciando assim, a necessidade de um modelo de transporte mais eficiente. Este modelo de transportes provavelmente será oferecido por uma plataforma *online* gestora do *layer* de dados, combinando todos os modos de transporte (público, privado e compartilhado) e fornecendo informações em tempo real, promovendo maior confiabilidade, conveniência e permitindo uma programação de viagens inteligente. A combinação mais

eficiente entre oferta e demanda, resulta em maior eficiência energética e de recursos, além de maior flexibilidade e competitividade do transporte público;

Apesar dos quatro itens acima citados serem prováveis características da mobilidade urbana do futuro, cada cidade é única, e os cenários se desenvolverão de forma distinta em cada uma delas, produzindo resultados diferentes de cidade para cidade. O ritmo da mudança e sua amplitude depende de diferentes fatores, como, densidade populacional, desenvolvimento econômico, investimentos públicos, condições da infraestrutura viária e de transportes público, níveis de poluição e congestionamento, e da governança local.

Algumas cidades poderão iniciar esta transição mais precocemente, enquanto outras precisarão desenvolver as condições adequadas para que ela ocorra. Independentemente de quão preparada é a cidade para avançar em direção a novos modelos de mobilidade, o poder público deve estabelecer uma visão a longo prazo de como a mobilidade se desenvolverá e como a sua cidade evoluirá em conformidade com esta visão. Ou seja, o poder público deve considerar como fazer a gestão desta transição para que seus benefícios sejam maximizados de acordo com as prioridades locais.

2.4 Cenários Base Para o Futuro da Mobilidade

De acordo com as características das cidades, McKerracher et. al. (2016), prevê três diferentes trajetórias possíveis da mobilidade urbana no futuro: Limpo e Compartilhado; Autônomo Privado; Mobilidade Contínua. Estes cenários são estabelecidos com base nas características socioeconômicas de três tipos de regiões: uma metrópole emergente, uma região espraiada e uma cidade desenvolvida densa. Entretanto, como mencionado anteriormente, deve-se salientar que os futuros cenários da mobilidade se desenvolverão de forma distinta entre as cidades. Ou seja, os cenários descritos a seguir podem aparecer combinados dependendo das características da região.

2.4.1 Limpo e Compartilhado

O primeiro cenário descrito por McKerracher et. al. (2016) é denominado Limpo e Compartilhado (*Clean and Shared*). Cidades como Delhi, Cidade do México e Mumbai são exemplos de áreas metropolitanas densamente povoadas em países em

desenvolvimento. Tais regiões vivenciaram um rápido processo de urbanização, sofrendo com congestionamento e má qualidade do ar.

Acredita-se, então, em um cenário com veículos eletrificados impulsionados pelo alto grau de poluição. Avanços na geração de energia descentralizada (ex: painéis solares), assim como no armazenamento descentralizado serão cruciais para permitir este movimento em direção à eletrificação. Em muitas regiões em desenvolvimento, o sistema de energia central já está próximo à capacidade máxima, não suportando uma eletrificação extensiva dos transportes. Assim, em áreas onde há telhados disponíveis, donos de veículos particulares poderão utilizar sistemas de geração e armazenamento local para carregamento dos veículos de forma estar menos vulneráveis a *blackouts*.

O crescimento populacional provavelmente contribuirá para um incremento na demanda por mobilidade, em especial para o uso a níveis insustentáveis dos automóveis particulares. Isto evidencia a necessidade de incentivar fortemente o compartilhamento de viagens e o transporte público de alta capacidade. Dessa forma, um vasto número de modelos de mobilidade compartilhada sob medida pode surgir, desde viagens sob demanda, até combinação de opções de transporte informal já existentes (ex: vans), com aplicativos modernos de *e-hailing* e sistemas de informação para o usuário.

Para estas cidades em desenvolvimento, o uso generalizado de veículos autônomos provavelmente não se desenvolverá a curto ou médio prazo. Dentre as principais razões para isto estão o baixo custo da mão de obra, má qualidade da infraestrutura viária, preocupação do governo em relação ao desemprego e a alta complexidade do tráfego (interferência com pedestres, variedade de veículos nas vias, e baixa adesão às leis de trânsito). Pode ser que os carros autônomos ainda encontrem um nicho em veículos privados de alto luxo, entretanto é improvável que ele tenha uma grande absorção. A grande maioria dos veículos continuarão sendo guiados por humanos.

A utilização de sensores e “Internet das Coisas” (*IoT*), como por exemplo, em semáforos dinâmicos, poderão melhorar as condições do tráfego atual. Apesar de improvável, a completa automação dos veículos, níveis mais baixos de automação e assistentes de direção poderão reduzir os acidentes de trânsito.

De forma a reduzir a pressão sobre os sistemas de transporte, as regiões metropolitanas deverão construir redes de transporte de alta capacidade em um ritmo maior do que o aumento da demanda por mobilidade. Ao invés de investimentos em sistemas de metrô de alto custo, sistemas de BRT e VLT (*Light Rail*) poderão oferecer

capacidade adicional para a rede. Usuários de maior renda poderão considerar a utilização de serviços de compartilhamento de viagens em veículos com ar condicionado para a primeira e última milha, combinando-os com modos de transporte de alta capacidade (metrô e trens), como uma alternativa atrativa em relação ao veículo particular.

2.4.2 Autônomo Privado

O segundo cenário descrito por McKerracher et. al. (2016) é o cenário Autônomo Privado (*Private Autonomy*). Existem diversas cidades ao redor do mundo onde os padrões de desenvolvimento e de deslocamento contribuíram para aumentar o espraiamento urbano significativamente (ex: Los Angeles). Nessas cidades, possuir carro é essencial e provavelmente esta característica continuará no futuro, apesar dos altos custos de congestionamento. O advento de carros altamente personalizados e elétricos, provavelmente manterão a popularidade do veículo particular neste cenário. Segundo esta visão de futuro, consumidores valorizarão a privacidade e a independência de possuírem o próprio carro. Compartilhamento de carro e de viagens continuarão como opções complementares, porém, não substituirão os deslocamentos diários em larga escala.

Os padrões de deslocamento atuais possivelmente não mudarão e serão feitos por veículos autônomos, permitindo às pessoas realizarem outras atividades enquanto viajam. Além disso, novos usuários que anteriormente não poderiam utilizar o carro, como idosos e adolescentes, poderão utilizá-los para viagens para escola e sociais.

Com custos marginais reduzidos para viajar um quilômetro extra em um veículo elétrico e a atenção necessária na viagem reduzida devido à autonomia, a demanda por mobilidade deverá aumentar. Dependendo do acréscimo, isto poderá gerar mais congestionamentos. A longo prazo, isto poderá contribuir para maior espraiamento urbano, uma vez que os usuários estarão mais dispostos a percorrer maiores distâncias. Além disso, o número de quilômetros rodados aumentará mais que o número de passageiros transportados, dado que as pessoas mandarão seus carros para estacionar remotamente, a fim de evitar altas taxas. Viagens com zero ocupantes poderão se tornar uma visão comum neste cenário do futuro, levando a conflito de interesses entre os carros ociosos e outros grupos disputando espaço nas vias.

Os usuários deverão preferir veículos elétricos, que, quando combinados com estações de carregamento em casa e nos locais de trabalho, surgem como uma opção

conveniente. O carregamento dos veículos baseados em painéis solares e armazenamento em baterias poderão resultar em preços de energia mais baixos do que o sistema local.

A rede viária deverá crescer, principalmente nos limites do espraiamento urbano. Deslocamentos mais confortáveis, conjugados com melhor utilização das vias e maiores velocidades, devido aos recursos inteligentes dos carros autônomos, farão com que as pessoas estejam dispostas a se deslocar por maiores distancias. De acordo com esse cenário, inicialmente, a capacidade viária existente será suficiente devido à alta densidade do tráfego, entretanto, com custos cada vez mais baixos e os usuários de carro contribuindo para um número cada vez maior de viagens, eventualmente serão necessários maiores investimentos em infraestrutura para combater os congestionamentos. Para garantir maior capacidade das vias, o poder público poderia considerar a segregação de veículos autônomos de áreas para pedestres e carros não autônomos.

Programas municipais que garantam espaços dedicados aos veículos autônomos poderiam ser complementados por medidas mais sofisticadas de controle de demanda. Veículos altamente conectados podem levar as autoridades locais a implementar taxas orientadas pela demanda, ou até áreas de acesso restrito, onde os carros seriam automaticamente bloqueados em localidades e horários específicos. Nos subúrbios ou em rodovias, pistas dedicadas aos veículos autônomos poderiam maximizar a capacidade viária ou, em alguns locais, as configurações do carro poderiam automaticamente pagar por prioridade de acesso em regiões congestionadas.

Com o aumento do espraiamento urbano, cada vez será mais difícil executar a última milha em sistemas de transporte público em áreas distantes do centro, mesmo que a roteirização dinâmica e o *pick up* sob demanda melhorem significativamente os níveis de serviço. Ao invés disso, veículos familiares provavelmente serão utilizados com maior frequência para prover mobilidade para pessoas que não podem dirigir, tornando as fronteiras entre os veículos de uso exclusivo e os veículos privados compartilhados difusas. Sistemas de transporte de alta capacidade que já estão em operação provavelmente se manterão.

Apesar da continuação da supremacia do veículo privado, neste cenário futuro, modelos de compartilhamento inovadores poderão oferecer alternativas atraentes em relação à tradicional posse do carro.

2.4.3 Mobilidade Contínua

O terceiro e último cenário apresentado por McKerracher et. al. (2016) é o Mobilidade Contínua (*Seamless Mobility*). A curto prazo, é mais provável que este cenário se desenvolva em cidades densamente povoadas e com alta renda, como Chicago, Hong Kong, Londres e Cingapura. Neste modelo, a mobilidade é predominantemente porta a porta e sob demanda. Usuários possuem diferentes formas limpas, baratas e flexíveis de se moverem, e os limites entre transporte privado, público e compartilhado não são bem definidos.

A junção entre mobilidade compartilhada e veículos autônomos poderia estimular todo um novo modelo de transportes, através de uma frota compartilhada, autônoma e elétrica de carros provendo mobilidade sob demanda e porta a porta. Esta frota compartilhada poderia ser capaz de oferecer mobilidade a um custo muito mais baixo que veículos particulares, sendo um fator que poderia contribuir para o aumento da demanda. A mobilidade compartilhada poderá ser incentivada através, por exemplo, de acessos prioritários à cidade.

Veículos com nenhum ocupante poderão ser restringidos com objetivo de evitar congestionamentos causados por carros vazios, que buscam estacionamentos ou que atendem outros membros da família. Ao mesmo tempo, modelos avançados de taxaço de congestionamentos e gestão de demanda (com diferentes taxas de acordo com a hora do dia, ocupação do veículo e localização) poderão ser introduzidos. Estes possibilitados graças à alta conectividade dos veículos.

O incremento em veículos compartilhados e autônomos poderão abrir oportunidades para o planejamento urbano. Dada a menor necessidade de espaços para estacionamento, haverá a possibilidade de convertê-los em áreas verdes ou espaços públicos. Entretanto, planejadores urbanos deverão considerar espaços para acomodar *drop-offs* e *pick-ups*.

Um modelo de utilização de veículos compartilhados com alta quilometragem deverá favorecer a implantação de veículos elétricos, enquanto a eletrificação de veículos particulares provavelmente será acelerada devido à regulação da utilização de combustíveis fósseis e introdução de zonas de baixa emissão nas áreas urbanas. Em alguns países ou regiões metropolitanas poderá ser obrigatória a eletrificação de qualquer novo veículo vendido. Em paralelo com esta obrigação, infraestruturas públicas para carregamento de veículos deverão ser construídas rapidamente. Os

impactos negativos no sistema de energia e na rede causados pelos veículos elétricos poderão ser mitigados através de tarifas de energia diferenciadas e *smart charging*.

A frota de veículo compartilhados poderá substituir parcialmente os ônibus, oferecendo um maior número de opção para a primeira e última milha, especialmente em áreas mais afastadas do centro. Transporte público de massa sobre trilhos combinados com a caminhada e bicicleta continuarão sendo uma parte vital e essencial dos sistemas de mobilidade, uma vez que a velocidade e capacidade desses sistemas continuarão sendo inigualáveis.

Neste cenário, a infraestrutura de transporte cada vez mais se tornará uma mistura de componentes físicos e *softwares*, com a mobilidade sendo utilizada cada vez mais como um serviço (*Mobility as a Service*). As melhorias na infraestrutura física, em combinação com carros autônomos e conectados através de protocolos interoperáveis, também garantiriam fluxos de tráfego ótimos através de um sistema de transporte inteligente veículo-infra-estrutura (V2I). Enquanto isso, consumidores provavelmente dependerão de uma plataforma digital integrada para comparar os diferentes modos de transporte e preços para a viagem, e pagar pelo transporte através de diferentes opções, independentemente de ser transporte público ou privado.

Após definição dos três cenários bases do futuro da mobilidade urbana e da síntese das prováveis características da mobilidade urbana do futuro, acredita-se que o modelo de mobilidade inteligente oferecido por plataformas *online* é o elemento capaz de causar as maiores transformações no setor.

Este tipo de modelo de mobilidade inteligente oferecido por plataformas online que combinam todos os modos de transporte, fornecendo informações em tempo real, confiabilidade, conveniência e permitindo programação de viagens em tempo real é conhecido como *Mobility as a Service*. O próximo capítulo, portanto, será destinado a caracterização deste modelo e das suas potencialidades.

3 MOBILITY AS A SERVICE (MAAS)

De acordo com Kamargianni *et al.* (2015), a organização do setor de transportes se caracteriza por diferentes entes responsáveis por diversos modos de transporte. Entretanto, esta organização do setor não reflete a forma como os indivíduos planejam e executam suas viagens. A complexidade de se utilizar uma variedade de modos de transportes diferentes (ex: diferentes métodos de pagamento, fidelização, falta de informação integrada, etc.) muitas vezes desencoraja a intermodalidade dos usuários.

Ademais, segundo Burrows *et al.* (2014), o modelo de prestação de serviços do setor de transporte urbano historicamente sempre foi relativamente inflexível, com rotas, pontos de parada e quadros de horário fixos, em que os passageiros deveriam se adaptar. De maneira geral, a responsabilidade de planejar e realizar a viagem da forma que melhor atendesse suas necessidades, sempre recaiu sobre o usuário. Estes, invariavelmente tinham o dever de planejar todo o trajeto da viagem porta a porta, com o elemento da última milha geralmente fora do sistema e, portanto, exigindo um planejamento distinto daquele feito para o trecho principal da viagem.

Contudo, segundo Burrows *et al.* (2014), a prestação de serviços no setor de transportes está evoluindo. Este novo modelo, conhecido por mobilidade inteligente, é caracterizado por ser centrado no usuário, não possuir limites bem definidos entre os modos de transporte e ser menos comprometido com uma forma particular de deslocamento. No passado, a posse do veículo particular e bilhetes de transporte de longa duração eram norma. Agora, há uma tendência de se oferecer acesso a diferentes opções de mobilidade, além do surgimento da economia compartilhada, criando novas expectativas para os usuários.

Este capítulo, portanto, é dedicado a apresentar o novo modelo de serviços, *Mobility as a Service*, que está surgindo no setor de mobilidade urbana. Inicialmente são apresentados os elementos que fazem parte de uma tendência maior, a mobilidade inteligente. Posteriormente, baseado na literatura existente sobre o tema, estabeleceu-se o conceito de *Mobility as a Service*. A terceira e quarta etapas do capítulo são destinadas a descrição dos atores envolvidos na oferta *MaaS* e as potencialidades desse modelo, respectivamente. Durante a quinta e última seção do capítulo são apresentadas as condições necessárias para implantação do modelo.

3.1 Mobilidade Inteligente

Apesar de não existir uma definição clara, ou acertada do que este termo significa, Burrows *et al.* (2014) abordam dois pontos que envolvem o conceito:

- O usuário, sua experiência e exigências devem ser o cerne da provisão dos serviços de mobilidade; e
- O sistema deve ser integrado e focado em proporcionar uma viagem completa da forma mais fácil e eficiente possível para todos os usuários.

Dentro destes dois princípios centrais, Burrows *et al.* (2014) levantam ainda alguns pontos críticos:

- A provisão do serviço de mobilidade deve ser personalizada para atender às expectativas de cada usuário em cada viagem;
- A provisão de mobilidade deve ser sob demanda;
- A experiência do usuário deve ser melhorada e considerada durante todo o trajeto;
- Deve-se utilizar a mobilidade como um serviço de promoção de mudança de comportamento dos usuários e promoção do papel dos transportes como transformador social.

Identifica-se, portanto, uma demanda clara e crescente em simplificar as opções de planejamento de viagem, assim como a forma como elas são adquiridas. A oferta de viagens deve ser feita de forma mais flexível e sob demanda. Esta tendência, por sua vez, guia para um novo mercado de serviços de transporte capaz de atender às expectativas dos clientes.

3.2 O Modelo *Mobility as a Service (MaaS)*

O modelo *Mobility as a Service (MaaS)* faz parte desta nova tendência da Mobilidade Inteligente. O termo ainda é relativamente novo, e existem diversas definições acerca do tema. Neste sentido, algumas destas definições do *MaaS* são apresentadas a seguir com o objetivo de se construir um conceito em comum.

De acordo com *Transport Systems Catapult* (2016), *MaaS* é um novo modelo de serviços que oferece aos consumidores acesso a uma vasta gama de tipos de veículos

e experiências de viagens. Tal modelo utiliza-se de uma interface digital para gerir a provisão de serviços relacionados ao transporte, atendendo às exigências de mobilidade do consumidor e sendo visto por este como a “melhor opção de viagem”.

Burrows *et al.* (2014) define *Mobility as a Service* como a provisão de um serviço de transporte flexível, personalizado e sob demanda, que integra todos os tipos de oportunidades de mobilidade e as apresenta ao usuário de forma completamente integrada, permitindo assim, que os usuários se desloquem de A para B da maneira mais fácil possível.

Segundo Kamargianni *et al.* (2015), o termo “*Mobility as a Service*”, significa comprar serviços de mobilidade baseados na necessidade do cliente. Através do sistema *MaaS*, os consumidores podem comprar serviços de mobilidade oferecidos por um ou mais operadores, através da utilização de uma única plataforma e um único pagamento. A plataforma oferece um planejador de viagem intermodal (oferecendo combinação de diferentes modos: *car-sharing*, aluguel de carros, metrô, trem, ônibus, *bike sharing* e táxi), um sistema de reserva, um método de pagamento único para todos os modos de transporte e informação em tempo real. Os usuários podem pagar pelo serviço, tanto na forma *pay-as-you-go*, ou podem adquirir pacotes de serviços de mobilidade baseado nas suas necessidades ou da sua família. *MaaS* oferece uma mobilidade contínua e integrada porta a porta e melhora a experiência de viagem do usuário.

Heikkilä (2014), descreve *Mobility as a Service* como uma vasta gama de serviços de mobilidade oferecidos ao usuário por uma empresa que compra estes serviços dos seus prestadores, agrupa-os e os fornece aos consumidores de forma combinada.

Dada as definições acima expostas, pode-se estabelecer um conceito comum do que é o modelo *Mobility as a Service*.

Este é um modelo de provisão de serviços de transporte flexível, personalizado, sob demanda e através de uma plataforma digital. Esta plataforma é operada por uma empresa que compra os serviços de transporte dos diferentes produtores (*car-sharing*, aluguel de carros, metrô, trem, barcas, BRT, VLT, ônibus, táxi, serviços de compartilhamento de viagens, *ride-splitting* e *car pooling*) agrupa-os e os apresenta ao usuário de forma completamente integrada, permitindo-o se deslocar de A para B de forma contínua e da maneira mais fácil e conveniente possível. A plataforma oferece planejador de viagens intermodal, sistema de reservas, informações em tempo real sobre as redes de transporte e um método de pagamento único para todos os modos. Os usuários podem pagar pelo serviço, tanto na forma *pay-as-you-go*, como

mensalmente de forma pré ou pós paga além de poderem adquirir pacotes de serviços de mobilidade baseado nas suas necessidades ou da sua família. A Figura 1, apresenta esquematicamente o conceito MaaS.



Figura 1 - Esquema do Conceito MaaS

Fonte: Imagem adaptada de Transport Systems Catapult (2016)

Transport Systems Catapult (2016) identifica um conjunto de aspectos referentes à experiência do usuário no modelo *MaaS* que seriam valorizados pelos clientes:

- Serviço personalizado: Um serviço personalizado que cria uma relação entre o cliente e o Provedor MaaS, de forma que as opções de viagem relevantes possam ser antecipadas e ofertadas;
- Facilidade de transação: O cliente pode convenientemente acessar os recursos e serviços do operador de transporte usando uma variedade de dispositivos (*smartphone*, *smartcard*, cartão de crédito);
- Facilidade de pagamento: O cliente pode pagar pelas viagens de forma mais conveniente. Pode-se escolher pagamento do tipo *pay-as-you-go*, pré-pago e pós pago, além de incluir pacotes de serviços de mobilidade mensais;
- Gestão de viagem dinâmica: O cliente possui um serviço dinâmico de gerenciamento de viagem que mantém o usuário informado em tempo real se suas expectativas de viagem precisarão mudar; e
- Planejamento de viagem: Serviço que permite ao cliente planejar sua viagem com base nas suas preferências pessoais (tempo, custo, conforto e segurança).

Neste sentido, a proposição de valor do *MaaS* está na oferta de uma diversidade de serviços de transporte juntamente com serviço personalizado, gestão de viagem dinâmica, flexibilidade de pagamento, facilidade de transação e planejamento de viagem.



Figura 2 - Proposta de Valor MaaS

Fonte: Imagem adaptada de Transport Systems Catapult (2016)

3.3 Ecossistema *MaaS*

Para a provisão de serviços dentro de um modelo *MaaS*, diferentes *stakeholders* devem ser envolvidos, cada um desempenhando um importante papel no funcionamento do serviço. *Transport Systems Catapult* (2016) identifica quatro *stakeholders* que fazem parte do sistema: cliente, o provedor *MaaS*, o provedor de dados e o operador de transporte. Holmberg *et al.* (2015), classifica ainda os operadores de transporte em duas categorias: provedores de serviço de mobilidade e de transporte público.

Assim, o ecossistema *MaaS* (Figura 3 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) pode ser organizado da seguinte maneira:

- Clientes: consomem os serviços *MaaS* do provedor *MaaS*;
- Provedor *MaaS*: concebe e oferta dos serviços *MaaS* de maneira a satisfazer as demandas dos clientes;
- Provedor de dados: atua como operador de dados para atender às necessidades de compartilhamento de dados e informações entre os Operadores de Transporte e Provedor *MaaS*; e

- Operadores de transporte: Fornece os ativos e serviços de transporte, incluindo o transporte público e compartilhado (serviços de mobilidade), a capacidade, ativos e imóveis urbanos, como estacionamento, pontos de recarga de veículos elétricos, ativos digitais, como por exemplo, a infraestrutura *ITS (Intelligent Transportation System)*.

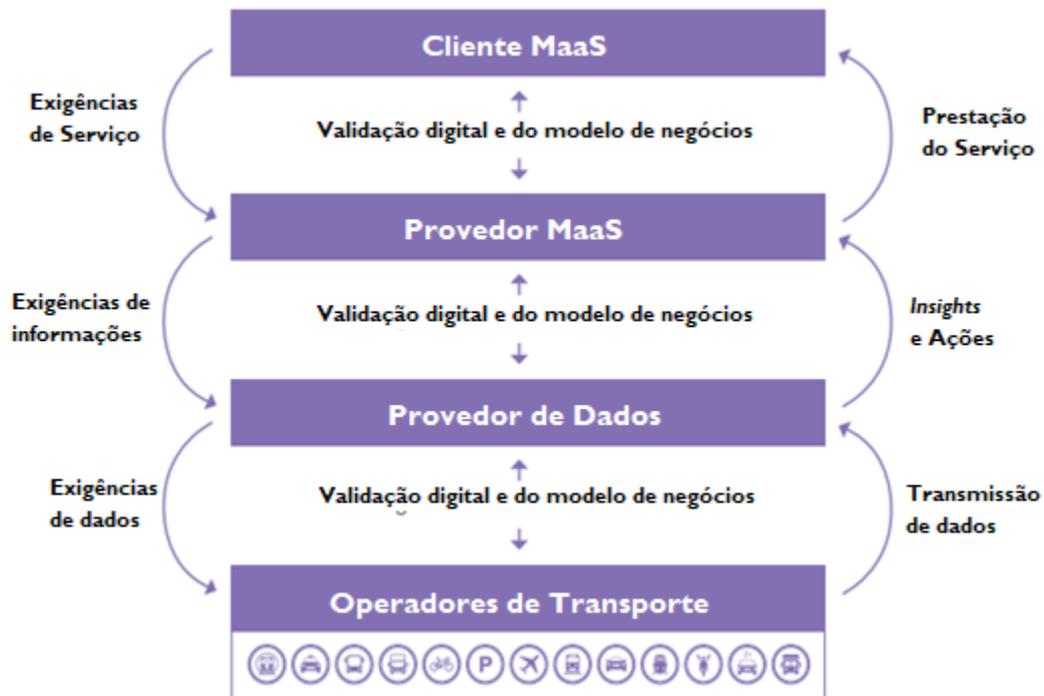


Figura 3 - Ecossistema MaaS

Fonte: Imagem adaptada de Transport Systems Catapult (2015)

3.4 Potencialidades do Modelo *Mobility as a Service*

Segundo Burrows *et al.* (2014), a gama de transportes existente e a complexidade em que estes são ofertados atualmente, incentiva os usuários a fazerem escolhas habituais e a se prenderem a determinados modos. Neste sentido argumenta-se que este comportamento habitual por parte dos usuários gera alguns problemas:

- Falta de flexibilidade: Os clientes, ao comprarem bilhetes de transporte temporais de longa duração minimizam sua flexibilidade de escolha modal;
- Incapacidade de adaptar os serviços de transporte para mudanças de demanda: Os operadores e usuários possuem dificuldade em se adaptar a alterações no padrão do serviço;

- Dificuldade de lidar com interferência na operação dos sistemas: Não existe sistema que ajude o usuário a completar sua viagem em caso de interrupções no serviço; e
- Dificuldade em estimular uma mobilidade sustentável: Os usuários do transporte individual particular continuam a utilizá-lo.

Dessa forma, segundo Burrows *et al.* (2014), a abordagem *MaaS* surge como uma oportunidade de resposta para tais questões. Ao oferecer um serviço integrado aos clientes, a tarefa de levá-lo até o seu destino pode ser desempenhada de forma muito mais flexível. Isto através da combinação das expectativas de viagem do cliente e das informações em tempo real sobre o desempenho e a capacidade viária. Além disso, a possibilidade dos clientes de executarem a viagem desejada de acordo com suas preferências individuais, seja ela rapidez, custo ou conforto, viabiliza para a proposição de opções alternativas de viagem quando ocorrem interferências na rede.

Outra potencialidade levantada por *Transport Systems Catapult* (2016) é que, ao ocupar uma posição de agregador de serviços, a plataforma *MaaS* pode mudar a forma como os operadores de transporte se relacionam com seus clientes. Segundo *Transport Systems Catapult* (2016), existem dois pontos principais do modelo *MaaS* a este respeito:

- Servitização: O provedor *MaaS* cria uma proposta de valor agrupando diferentes serviços de mobilidade. Isto, por sua vez, tem o potencial de criar concorrência no mercado de prestação de serviços de transporte e incentivar os operadores a inovarem para manter ou aumentar a sua fatia no mercado; e
- Compartilhamento de dados: O provedor *MaaS* compartilha dados sobre as necessidades de mobilidade dos clientes permitindo que os operadores melhorem seus serviços. Sem o provedor *MaaS*, a falta de concorrência entre os operadores de transporte poderia impedir este tipo de inovação, principalmente quando estes competem pelos mesmos clientes.

3.5 Política Pública de Transportes

Sob o ponto de vista da política pública de transportes, *Transport Systems Catapult* (2016) argumenta que a força do *MaaS* está na sua capacidade de garantir uma forte relação com os usuários dos serviços de mobilidade. A combinação de fatores operacionais (ex: horário de início das escolas e do trabalho) e normais sociais implícitas

(ex: presença no local de trabalho), atualmente, geram um pico na demanda das redes de transportes que convergem para congestionamentos. O provedor *MaaS*, ao gerir as necessidades de mobilidade dos locais de trabalho e dos funcionários, possui a capacidade de quebrar algumas dessas regras sociais e, portanto, reduzir a demanda por viagens nos horários de pico.

Um dos potenciais do *MaaS* levantados por Burrows *et al.* (2014) seria a promoção de políticas públicas mais amplas, incentivando mudanças de comportamento não só de usuários isolados, mas da sociedade como um todo. Considerando o tripé da sustentabilidade, Burrows *et al.* (2014) aborda o potencial do modelo *MaaS* em apoiar políticas nas esferas social, econômica e ambiental.

- Social
 - Promover o acesso às oportunidades (saúde, lazer, etc.)
 - Melhorar a inclusão social reduzindo o isolamento.
 - Apoiar estilo de vida mais ativo e saudável.
- Econômico
 - Promover o acesso a empregos e educação.
 - Tornar localidades mais atrativas para se viver e investir.
 - Prover acesso a serviços e mercados.
- Ambiental
 - Encorajar escolhas mais sustentáveis.
 - Reduzir emissões.
 - Aumentar eficiência dos sistemas de transporte ao melhor combinar a demanda e oferta existente.

A promoção de acesso a oportunidades, empregos e educação poderia ser feita através de pacotes de mobilidade personalizado para cada tipo de usuário (ex: estudantes, desempregados, idosos, etc.). Por exemplo, viagens para entrevistas de emprego poderiam ser subsidiadas pelo poder público. O orçamento da saúde pública poderia subsidiar pacotes de mobilidade que incentivassem o uso de modos de transporte limpos, ativos e mais seguros, de modo a reduzir a poluição e melhorar a saúde dos cidadãos, respectivamente.

Para melhorar a inclusão social e reduzir o isolamento de determinadas localidades, a utilização de serviços de transporte alternativo e compartilhado poderia conectá-las a rede de transporte público estrutural, ou ainda servir a polos geradores de viagens, como escolas e hospitais diretamente.

Segundo Burrows *et al.* (2014), o modelo *MaaS* é um passo importante para o poder público do ponto de vista informacional. A utilização de tais informações pelas autoridades, planejadores urbanos e de transporte, contribuiria para um maior entendimento da demanda e das necessidades dos cidadãos.

Além disso, de acordo com Burrows *et al.* (2014), o *MaaS* tem o potencial de otimizar a experiência do usuário ao acompanhar a demanda em tempo real e combiná-la de forma dinâmica com a capacidade da rede. Por exemplo, o modelo *MaaS* estimularia a mudança de comportamento do usuário ao incentivá-lo a se deslocar utilizando ônibus ou bicicleta se os serviços de trem estivessem próximos da capacidade máxima no horário de pico. Além disso, incentivos como preços dinâmicos poderiam ser implementados para desencorajar usuários a utilizarem os serviços no horário mais congestionado e assim, espalhar o pico da demanda por um período maior.

A abordagem *MaaS* é caracterizada pela geração de uma quantidade imensa de dados. Tais dados poderiam responder algumas questões que envolvem a mobilidade urbana, como por exemplo:

- Quais são os padrões de deslocamento na localidade?
- Qual a qualidade desta mobilidade?
- Quão bem a rede de transportes está sendo operada?
- Como planejar melhorias e conseqüentemente priorizar obras e investimentos?

Uma rede de transportes mais eficiente e que gera dados seria capaz de provar os benefícios mais amplos da mobilidade. Por exemplo, o valor adicional gerado pela utilização do orçamento da saúde para apoiar intervenções nos sistemas de transporte e incentivar o uso do transporte ativo (BURROWS *et al.*, 2014).

O quadro 1 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** sintetiza os benefícios gerados e resultados obtidos de acordo com os quatro *stakeholders* do ecossistema *MaaS* (usuário, provedor *MaaS*/Poder Público, provedor de dados e o operador de transportes).

Quadro 1 - Benefícios e resultados segundo stakeholders.

Stakeholders	Benefícios do MaaS	Resultados
O usuário	<i>MaaS</i> fornece um valor adicional para atender às necessidades do usuário	Os gastos com mobilidade canalizados no Provedor <i>MaaS</i> , podem proporcionar economia de custos para os clientes.
	<i>MaaS</i> oferece aos clientes a capacidade de participar da economia compartilhada ao compartilhar seus ativos (carro, bicicleta, moto, etc.)	Redução dos custos de transporte e possibilidade de complementação de renda.
Provedor <i>MaaS</i> / Poder Público	Uso mais eficiente de ferramentas e recursos de gestão de transporte para atendimento das necessidades dos cidadãos.	Uso mais eficiente de ferramentas e recursos de gestão de transporte para atendimento das necessidades dos cidadãos.
	Possibilidade de cobrança pela utilização da capacidade viária e de controlar o acesso à infraestrutura de transportes pelos usuários <i>MaaS</i> .	Formulação de políticas mais eficazes como resultado da melhor compreensão das necessidades dos usuários.
	Potencial para apoiar novos serviços de mobilidade e melhorar a distribuição de subsídios da mobilidade urbana.	Melhoria dos serviços de transporte em áreas onde a concorrência no mercado entre operadores é baixa e as opções de viagem restritas.
	Incentivo à mudança de comportamento pode resultar em padrões de viagem mais sustentáveis	Apoio aos objetivos da política de transporte.
Provedor de dados	Possui a capacidade de gerenciar a troca de dados com o Operador de Transporte e de acessar novos mercados para os serviços de corretagem de dados (<i>data brokerage services</i>).	Receitas adicionais e crescimento do mercado.
	Os recursos de análise de dados podem apoiar a concepção de	Receitas adicionais e crescimento do mercado

	proposta e atingir novos mercados de análise de dados.	
Operadores de transportes	Permite mudança de comportamento de viagem garantindo o crescimento no número de usuários e acesso a novos passageiros.	Oportunidade de crescimento da receita através da inclusão de passageiros no sistema antes inacessíveis.
	Promove concorrência entre operadores de transporte, aumentando o nível de serviço oferecido.	Mais prestadores de serviço no mercado graças a maior concorrência.

Fonte: Adaptado de *Transport Systems Catapult* (2016)

3.6 Condições para Implantação do *Mobility as a Service*

De acordo com Li e Voegelé (2017), implementar e operar uma plataforma *MaaS* exige condições como: uma identificação única para o usuário, além de dados e métodos de pagamento abertos dos diferentes modos de transporte.

Ademais, caso o operador de transportes não esteja disposto a receber pagamento de terceiros para compra dos seus bilhetes ou não permitir que terceiros vendam bilhetes para utilização dos seus serviços, este não pode ser incluído na plataforma *MaaS*.

Segundo Li e Voegelé (2017), o conceito de utilização de uma única identificação do usuário para realização de viagens não é novo. No transporte aéreo, os bilhetes de passagem físicos já desapareceram há alguns anos devido principalmente à obrigatoriedade, por razões de segurança, da posse de documentos de identificação. Entretanto, quando o caso é o transporte urbano, a maioria dos modos não necessitam que os passageiros levem consigo alguma identificação, tornando o cumprimento deste requisito desafiador.

Por outro lado, Sochor *et al.* (2015) alega que constantemente se diz: “as pessoas esquecem seus bilhetes de transporte público com frequência, mas raramente esquecem seus telefones celulares”. Em outras palavras, os *smartphones* se tornaram

a nova identidade das pessoas e, portanto, a utilização desta nova identidade para viajar por diferentes modos de transporte na cidade se tornou possível (LI e VOEGE, 2017).

Li e Voege (2017) definem alguns requisitos que devem ser atendidos para desenvolver e operar *MaaS*:

- Uma vasta gama de serviços de transporte disponível na cidade;
- Maioria dos operadores de transporte abrirem seus dados para terceiros, incluindo dados em tempo real;
- Maioria dos operadores de transporte permitirem que terceiros vendam seus bilhetes; e
- Maioria dos operadores oferecerem bilhetes (*e-tickets*) e pagamentos eletrônicos (*e-payment*) para acesso aos seus serviços.

Uma vez que o transporte público é a espinha dorsal do modelo *MaaS*, as cidades devem possuir um serviço de transporte público adequado que permita ao usuário se deslocar facilmente pela região sem possuir um carro. Ou seja, *MaaS* apenas se desenvolverá em localidades que estão dispostas a abandonar a dependência do carro nos seus deslocamentos diários (LI e VOEGE, 2017).

Segundo Li e Voege (2017), *MaaS* pode ser visto como uma alternativa a posse do carro, na medida em que, serviços de transporte igualmente convenientes são utilizados. Além disso, *MaaS* também pode ser aplicado em países em desenvolvimento com o objetivo de oferecer soluções de mobilidade para aqueles que não podem arcar com os custos do carro.

Em geral, o fornecimento de informações aos passageiros sempre foi de responsabilidade do operador de transportes. Entretanto, recentemente, muitos operadores de transporte público escolheram abrir seus dados (ex: *Google Transit*) de forma a permitir que desenvolvedores de aplicativos desenvolvam serviços de informações. Por outro lado, conforme sugere Li e Voege (2017), operadores privados raramente abrem seus dados para terceiros desenvolverem aplicações digitais. Por exemplo, dados em tempo real de compartilhamento de bicicleta (localização das estações de bicicleta, disponibilidade de espaços livres e bicicletas em cada estação) raramente estão disponíveis para desenvolvedores de aplicativos.

Outro ponto a se considerar são os aplicativos de compartilhamento de viagem que geralmente permitem ao usuário acompanhar a localização do veículo solicitado. Neste sentido, para a plataforma *MaaS* ser bem-sucedida, recursos equivalentes devem ser oferecidos quando o usuário *MaaS* solicitar um serviço deste tipo. Ou seja, companhias

que operam serviços de compartilhamento de viagem e *carpooling* dinâmico deverão permitir que o provedor *MaaS* acesse seus dados operacionais em tempo real.

Segundo Li e Voege (2017), caso *MaaS* se torne a escolha mais popular entre os cidadãos de uma região, mais operadores desejaram compartilhar seus dados com a plataforma *MaaS*. Contudo, conseguir que todos os operadores de transporte (público e privado) inicialmente tornem seus dados abertos continua sendo um desafio.

Um elemento chave para o sucesso do modelo *MaaS* é a utilização de uma única conta para o pagamento de todos os serviços de transporte. Isto significa que com o *MaaS* os usuários poderão possuir apenas um aplicativo que substituirá todos os outros de transporte. Apesar de ser mais conveniente para o usuário, Li e Voege (2017) alerta que isto pode reduzir a competição entre aplicativos e prejudicar o desenvolvimento de serviços de transporte inovadores. Dado que os aplicativos de transporte são desenvolvidos por pequenas e médias empresas, *MaaS* pode ser visto como uma ameaça para o mercado de aplicativos de viagens.

Outra condição essencial para a operação do *MaaS*, segundo Li e Voege (2017), é a utilização de *smartphones* para acessar os diversos modos de transporte. Operadores devem, portanto, aceitar *e-tickets* e *e-payment* para acessar seus serviços. Como os sistemas de transporte público geralmente exigem validação de bilhetes para transposição de barreiras físicas (ex: catraca), serão necessárias infraestruturas que escaneiem os *smartphones* e liberem o acesso dos usuários ao serviço. Além disso, a disposição dos prestadores de serviço de transporte público em fazer investimentos adicionais para a instalação de novos validadores aparece como mais um desafio de implantação do modelo *MaaS*.

A seguir, apresenta-se um esquema para avaliar a viabilidade de implantação do *MaaS*.

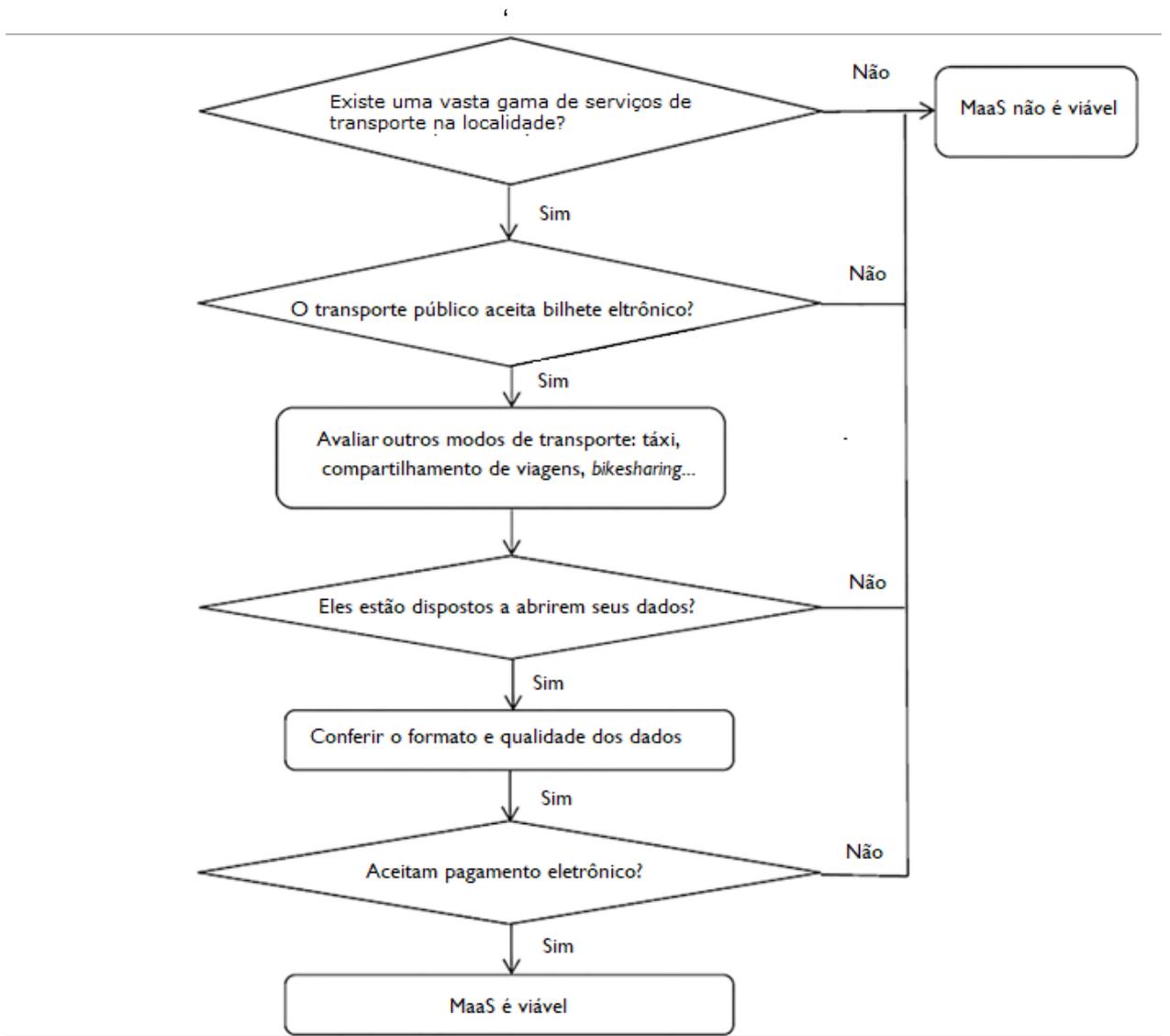


Figura 4 - Esquema da viabilidade de implantação do MaaS.

Fonte: Imagem adaptada de Li et al. (2017)

4 O CENÁRIO ATUAL DOS TRANSPORTES E DA MOBILIDADE URBANA DA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO

4.1 Metrópolis Latino Americanas e a Região Metropolitana do Rio de Janeiro

As cidades, pela sua natureza, normalmente compreendem múltiplas e conflitantes solicitações pelos serviços e infraestruturas sociais, como os de transportes. (PORTUGAL *et al.*, 2010). Tais recursos coletivos, por suas próprias limitações e pelas de ordem política e financeira, não permitem que todas as necessidades sejam atendidas (PRAZERES, 1998). Esse processo envolve uma complexidade que se torna mais intensa na medida em que as demandas crescem de forma rápida, concentradas espacialmente e de maneira desordenada, como ocorre tipicamente nas metrópoles latino-americanas (PICCINI, 2003).

De acordo com o índice Gini de desigualdade de renda, a PNUD (2016), classifica o Brasil como o 10º país mais desigual do mundo. Segundo o IPEA (2016), o país possui 40 regiões metropolitanas estabelecidas, nas quais vivem 80 milhões de brasileiros (aproximadamente 45% da população). Dentre elas destaca-se a Região Metropolitana do Rio de Janeiro, objeto deste estudo, composta por 21 municípios, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Características dos Municípios da RMRJ

Município ⁶	Área territorial ⁷ (km ²)	População ⁸ (2017)	PIB ⁹ (mil reais) (2015)	PIB per capita (mil reais)	IDH-M	Densidade (hab. / km ²)
Rio de Janeiro	1.199,83	6.520.266	320.774.459	49	0,799 alto	5434,33
São Gonçalo	247,709	1.049.826	16.571.312	16	0,739 alto	4238,14
Duque de Caxias	467,62	890.997	35.114.426	39	0,711 alto	1905,39
Nova Iguaçu	519,159	798.647	15.948.718	20	0,713 alto	1538,35
Niterói	133,916	499.028	25.718.733	52	0,837 muito alto	3726,43
Belford Roxo	77,815	495.783	7.479.539	15	0,684 médio	6371,30
São João de Meriti	35,216	460.461	7.931.134	17	0,719 alto	13075,34
Magé	388,496	237.420	3.528.382	15	0,709 alto	611,13
Itaboraí	430,374	232.394	4.241.305	18	0,700 alto	539,98
Mesquita	41,477	171.280	2.084.163	12	0,737 alto	4129,52
Nilópolis	19,393	158.329	2.525.559	16	0,753 alto	8164,23
Maricá	362,571	153.008	9.574.679	63	0,765 alto	422,01
Queimados	75,695	145.386	4.851.828	33	0,680 médio	1920,68
Itaguaí	274,433	122.369	7.404.493	61	0,715 alto	445,90
Japeri	81,869	101.237	1.342.219	13	0,659 médio	1236,57
Seropédica	283,766	84.416	2.306.345	27	0,713 alto	297,48
Rio Bonito	465,455	58.272	1.471.667	25	0,772 alto	125,19
Guapimirim	360,766	57.921	826.191	14	0,700 alto	160,55

⁶ «Lei Complementar Estadual nº133». Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro. 2009. Disponível em <<http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/CONTLEI.NSF/a99e317a9cfec383032568620071f5d2/441841587d7bba44832576a1005ebdb4?OpenDocument>>

⁷ Área territorial da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?&t=destaques>>

⁸ Estimativas da População residente no Brasil e Unidades da Federação com data de referência Julho de 2017. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2017/estimativa_dou_2017.pdf>

⁹ IBGE. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5938#resultado>>

Cachoeiras de Macacu	953,801	57.048	978.685	17	0,752 alto	59,81
Paracambi	179,772	50.447	843.386	17	0,720 alto	280,62
Tanguá	145,503	32.970	563.859	17	0,654 médio	226,59
Total	6.744,63	12.377.505	472.081.082	38		1835,16

Fonte: Elaboração própria

A infraestrutura de transportes, por sua vez, se insere neste contexto de desordem e limitações de recursos provocados principalmente pelo rápido processo de urbanização. Dessa forma, algumas condições do transporte urbano frequentemente observadas nas metrópoles latino americanas (dentre elas a RMRJ), podem ser listadas:

- A acessibilidade na maior parte do território é ruim e distribuída desigualmente. A configuração da rede de transportes é radial, favorecendo a acessibilidade das regiões mais centrais e valorizadas (FLÓREZ e PORTUGAL, 1996);
- Os núcleos centrais também concentram atividades e empregos, contribuindo para uma dependência das regiões periféricas, cujos moradores precisam vencer distâncias significativas para alcançar seus postos de trabalho (PORTUGAL *et. al.* ,2010);
- Os sistemas se baseiam nas modalidades rodoviárias, como os automóveis e os ônibus, apesar das grandes distâncias dos deslocamentos e de corredores com grandes contingentes de viagens (potencializados pelas redes radiais) representarem atributos condizentes com a adoção das tecnologias de transportes de alta capacidade, como os metro-ferroviários (PORTUGAL *et. al.* ,2010);
- O sistema de transporte público não é hierarquizado e integrado com muitos modais informais e ilegais, estabelecendo uma concorrência predatória entre eles (PORTUGAL *et. al.* ,2010);
- O crescimento acelerado da motorização é outro fator agravante, talvez expressando a alta atratividade despertada pela posse e uso do automóvel (GAKENHEIMER, 1999). A quantidade expressiva de veículos que é acrescentada ao tráfego veicular encontra uma infraestrutura viária de baixa qualidade (VASCONCELLOS, 2000) com capacidade insuficiente (GAKENHEIMER, 1999) e não hierarquizada (PORTUGAL *et al.* ,2010);
- Alta parcela de viagens a pé, não como um sinal de mobilidade sustentável, mas muitas vezes como forma de exclusão, ao se realizarem fora de

padrões esperados. Além disso, a infraestrutura para os pedestres é normalmente precária e deficiente, particularmente nos bairros mais pobres. (PORTUGAL *et al.*, 2010). No Brasil, a população de baixa renda realiza cerca de 60% de seus deslocamentos a pé (GOMIDE, 2003);

- Apesar da importância do transporte público nos deslocamentos e do predomínio dos ônibus nesse setor, poucas cidades conseguiram implementar medidas que priorizassem sua circulação, fruto das pressões e do forte lobby dos proprietários de automóveis (VASCONCELLOS, 2000);
- A estrutura urbana apresenta um ambiente mais restrito à motorização das viagens pela sua maior densidade populacional e menor proporção de espaço alocado às vias e estacionamentos (PORTUGAL *et al.*, 2010);e
- Frágil disciplina na condução veicular e certa propensão à não observância da regulamentação (PORTUGAL *et al.*, 2010);

4.2 Sistemas de Transporte

A RMRJ é caracterizada por uma oferta variada de modos de transporte, sejam eles públicos, privados ou compartilhados. Dentre os modos de transporte público identificam-se os sistemas de Ônibus urbano, *Bus Rapid Service (BRS)*, *Bus Rapid Transit (BRT)*, Veículo Leve sobre Trilhos (VLT), Metrô, Trem, Barcas, Vans e o serviço de Táxi. Além disso, existem os modos de transporte compartilhados, dentre eles, compartilhamento de bicicletas (*bike sharing*), compartilhamento de viagens (*ride sharing*), *ride splitting* e carona solidária. Esta seção, portanto, será destinada a caracterização de todos estes sistemas presentes na Região Metropolitana do Rio de Janeiro

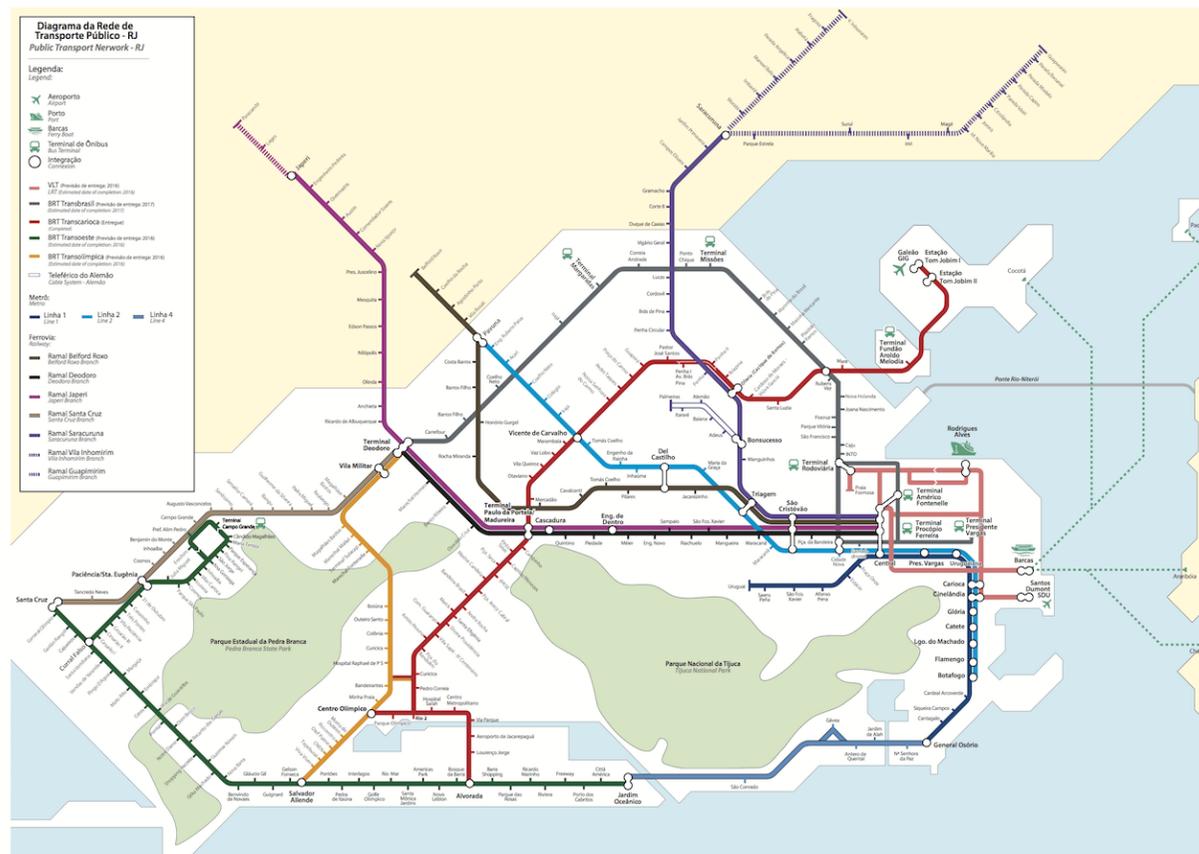


Figura 5 - Rede de Transporte Público da RMRJ

Fonte: Prefeitura do Rio de Janeiro

4.2.1 Trem

Segundo o Plano Diretor de Transporte Urbano - PDTU 2015), a rede de trens de passageiros da RMRJ possui estrutura radial e liga o centro da Capital à Zona Oeste e à Baixada Fluminense, não havendo ligações com o Leste Metropolitano. A rede de trens urbanos é composta por 8 ramais ferroviários que totalizam 270 quilômetros de extensão e 99 estações, ao longo de 12 municípios.

O sistema de trens da cidade do Rio de Janeiro é operado pela empresa SuperVia, que recebeu do Governo do Estado do Rio de Janeiro a concessão de 25 anos, renováveis por mais 25 anos (até 2048), para operação comercial e manutenção da malha ferroviária na Região Metropolitana. O sistema de trem do Rio de Janeiro transporta em média 750 mil passageiros por dia, possui uma frota de aproximadamente 204 veículos, e circula por uma malha de 270 quilômetros e 102 estações, ao longo de 12 municípios da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (Quadro 2).

Quadro 2 - Ramais dos sistemas do trens urbanos da RMRJ

Ramal	Regiões	Estações	Extensão(km)	Integração
Deodoro	Centro, Zona Norte	19	23 km	Ônibus, Metrô, Trem e VLT
Santa Cruz	Centro, Zona Norte e Zona Oeste	24	55 km	Ônibus, Trem e BRT
Japeri	Centro, Zona Norte, Nilópolis, Mesquita, Nova Iguaçu, Queimados, Japeri	19	61 km	Trem, Ônibus, BRT e Metrô
Paracambi	Japeri, Paracambi	4	8,54 km	Trem, Ônibus
Belford Roxo	Centro, Zona Norte, São João de Meriti, Belford Roxo	19	32 km	Metrô, Ônibus, Trem e BRT
Saracuruna	Centro, Zona Norte, Duque de Caxias	20	36,16 km	Metrô, Trem, Ônibus, BRT
Vila Inhomirim	Duque de Caxias, Magé	7	15,34 km	Trem, Ônibus
Guapimirim	Duque de Caxias, Magé e Guapimirim	19	40,5 km	Trem, Ônibus

Fonte: Elaboração Própria

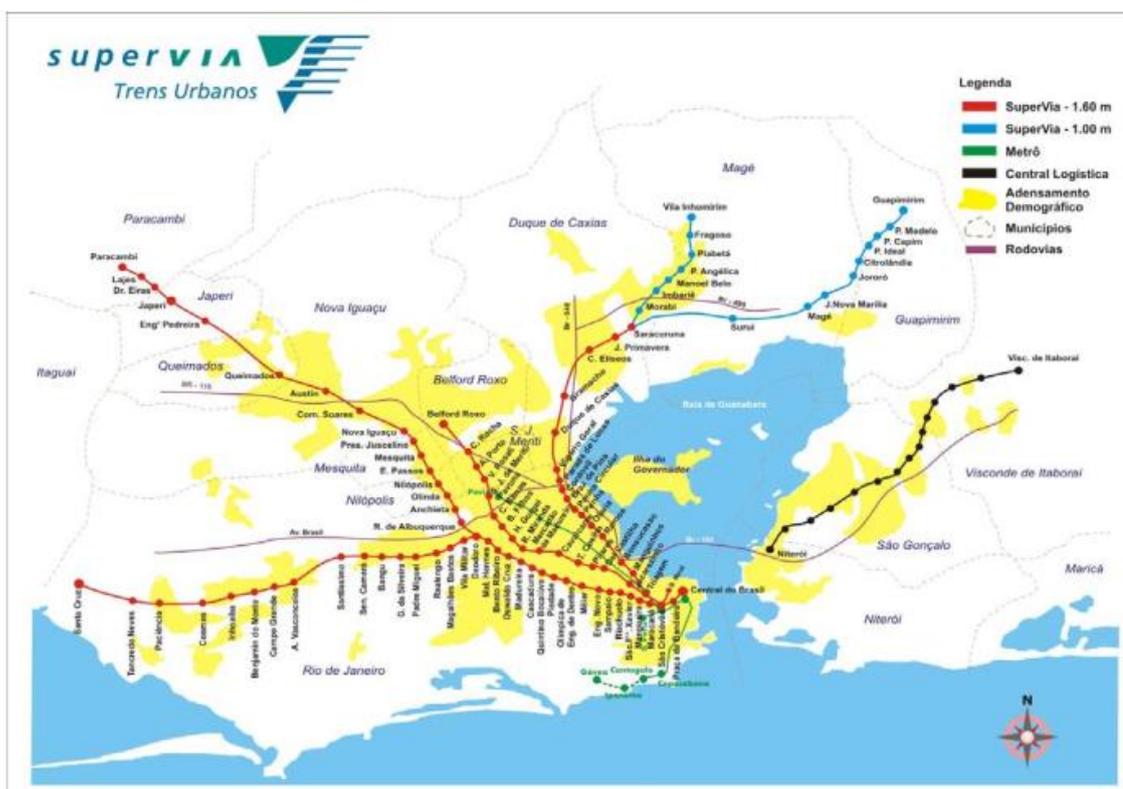


Figura 6 - Mapa dos trens urbanos da RMRJ

Fonte: PDTU (2015)

4.2.2 Metrô

A rede de metrô, por sua vez, se limita à cidade do Rio de Janeiro, sendo que a estação da Pavuna também atende ao município de São João de Meriti, por estar situada na divisa entre municípios (PDTU,2015). Ao todo são 41 estações, três linhas (Linha 1, Linha 2 e Linha 4) e 14 pontos de integração com outros modos de transporte. O metrô do Rio de Janeiro possui 64 veículos em circulação, transportando diariamente cerca de 850 mil passageiros¹⁰ (Quadro 3).

Quadro 3 - Linhas de Metrô da RMRJ

Linha	Regiões	Estações	Extensão	Integração
1 (Laranja)	Zona Norte, Centro e Zona Sul	20	17,9 km	Trem, VLT, Metrô e Ônibus

¹⁰ <https://www.metrorio.com.br/Empresa/Sobre>

4 (Amarela)	Zona Sul e Zona Oeste	5	8,2 km	Metrô, BRT e Ônibus
2 (Verde)	Zona Norte, Centro, Zona Sul	27*	30,4 km	Trem, VLT, Metrô, BRT, Ônibus

Fonte: Elaboração própria



Figura 7 - Mapa do Metrô do Rio de Janeiro

Fonte: Metrô Rio

4.2.3 Barcas

Segundo o PDTU (2015), a rede aquaviária da RMRJ (**Erro! Fonte de referência não encontrada. e Erro! Fonte de referência não encontrada.**) é composta por cinco estações e quatro linhas. Atualmente, são transportados aproximadamente 80 mil passageiros por dia e navegados cerca de 745 mil quilômetros por ano.

Quadro 4 - Conexões aquaviárias da RMRJ

Linha	Regiões	Estações	Extensão	Integração
Rio de Janeiro – Niterói	Centro e Niterói	2	5,00 km	Ônibus e VLT
Rio de Janeiro - Paquetá	Centro	2	19,18 km	Ônibus e VLT
Rio de Janeiro - Cocotá	Centro e Zona Norte	2	13,70 km	Ônibus e VLT
Rio de Janeiro - Charitas	Centro e Niterói	2	8,14 km	Ônibus e VLT

Fonte: CCR Barcas

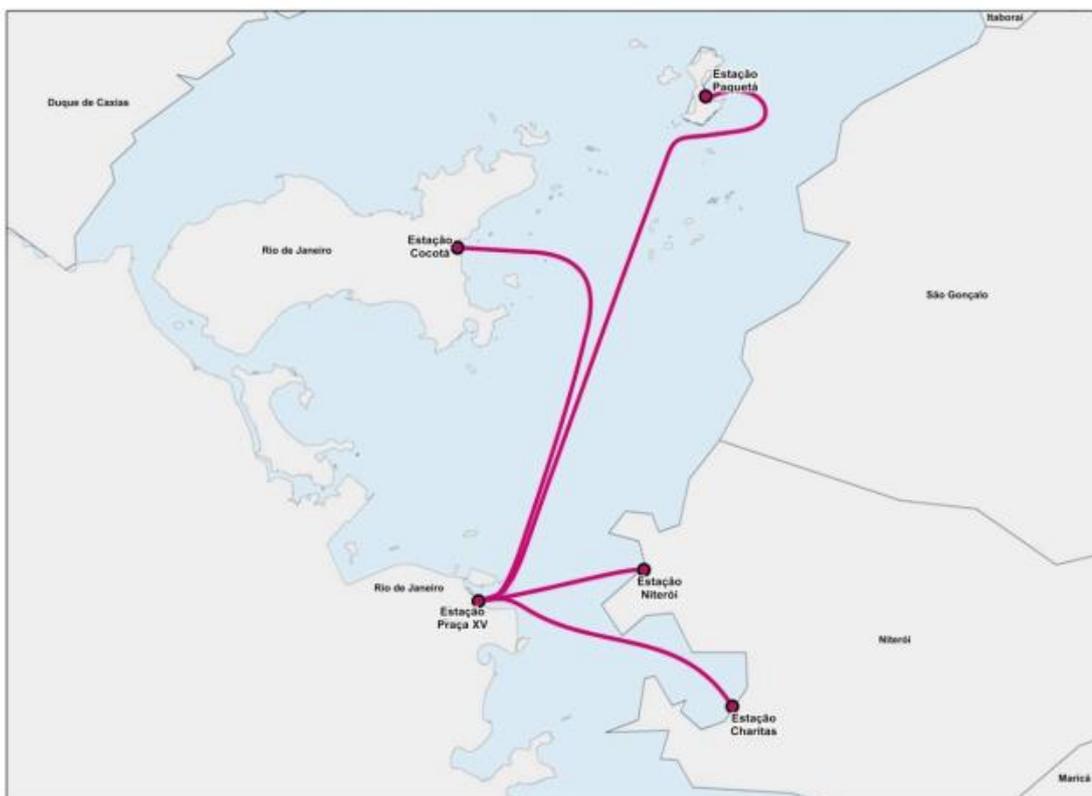


Figura 8 - Ligações quaviárias da RMRJ

Fonte: CCR Barcas

4.2.4 Ônibus Intermunicipais

Segundo o PDTU (2015), o sistema de ônibus intermunicipais da RMRJ é composto por mais de 750 linhas, operadas por 60 empresas, que realizam cerca de 65 mil viagens por dia com uma frota de cerca de 5800 veículos. A extensão média das linhas é de 33km.

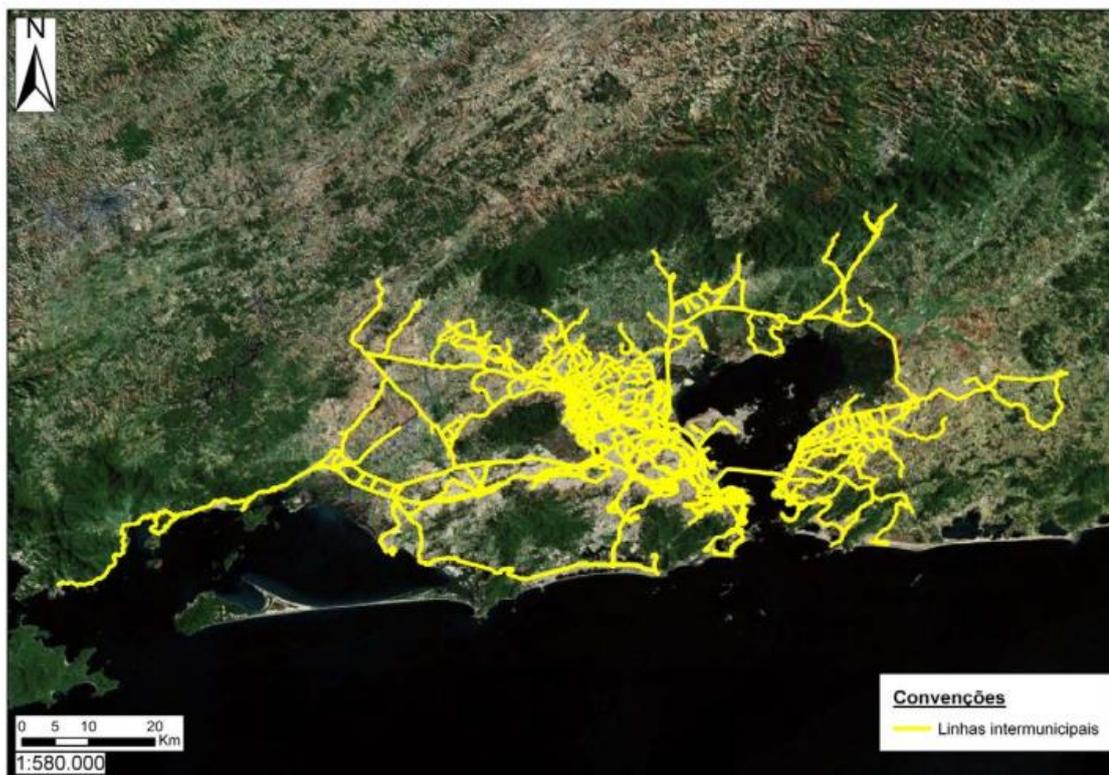


Figura 9 - Linhas de ônibus intermunicipais da RMRJ

Fonte: PDTU (2015)

4.2.5 Ônibus Municipais

Segundo o PDTU (2015), os municípios da RMRJ possuem sistemas de ônibus de portes muito diversos. Por exemplo, o Sistema Público de Passageiros por Ônibus da cidade do Rio de Janeiro, possui aproximadamente 666 linhas, uma frota de aproximadamente 8692 veículos e transporta pouco mais de 100 milhões de passageiros por mês¹¹. No município de Tanguá, por outro lado, não há sistema municipal de transportes por ônibus.

¹¹ Dados referentes ao mês de agosto de 2016 extraídos do site da RioÔnibus. Disponível em < http://www.rioonibus.com/rioonibus-wordpress/wp-content/uploads/2016/12/TB4_Dados-operacionais-mensais-do-MUNIC%C3%8DPIO-DO-RIO-DE-JANEIRO-ano-de-2016_1TRI-1.xls>

* O número de passageiros transportados foi considerado como o número total de viagens executadas no período (incluindo gratuidades e integrações).

Tabela 2 - Principais indicadores dos sistemas municipais de ônibus da RMRJ

Municípios da RMRJ	Quantidade de Linhas	Extensão Média das linhas (km)	Frota	Quantidade de empresas
Belford Roxo	7	10,64	29	2
Duque de Caxias	37	17,01	249	5
Guapimirim	7	12,82	12	1
Itaboraí	16	16,45	48	1
Itaguaí	11	11,28	43	1
Japeri	6	6,39	12	2
Magé	21	12,11	60	1
Mangaratiba	2	22,19	2	1
Maricá	20	17,45	42	2
Mesquita	1	4,37	2	1
Nilópolis	10	5,61	73	2
Niterói	56	10,13	688	9
Nova Iguaçu	71	10,71	364	12
Paracambi	11	7,55	12	1
Queimados	15	5,33	39	2
Rio de Janeiro	666*	25,79	8692*	52*
São Gonçalo	77	13,86	655	10
São João de Meriti	9	8,75	79	3
Seropédica	1	19,72	1	1
Tanguá	-	-	-	-

* Dados obtidos no site da RioÔnibus

Fonte: PDTU (2015)

O PDTU (2015) salienta que, estes valores estão em constante mutação, seja por processos licitatórios, que vêm ocorrendo nos municípios, seja pela atualização dos sistemas, inerente ao modelo institucional vigente.

A operação do sistema de ônibus municipais da cidade do Rio de Janeiro acontece sob a forma de consórcios que operam em quatro regiões diferentes:

Quadro 5 - Consórcios operadores do SPPO-RJ

Consórcio	Região	Linhas	Empresas
Internorte	Zona Norte	225	19
Intersul	Zona Sul e Centro	137	11
Transcarioca	Zona Oeste, Zona Norte e Centro	158	16
Santa Cruz	Zona Oeste e Zona Norte	197	6

Fonte: Rio Ônibus

4.2.5.1 Bus Rapid Service

O sistema de *Bus Rapid Service* na cidade do Rio de Janeiro foi inicialmente implantado em 2011 e tinha o objetivo de otimizar o transporte coletivo por ônibus através de corredores preferenciais e escalonamento de paradas em pontos de ônibus. Ao todo são 14 corredores exclusivos de ônibus distribuídos nas regiões da Zona Norte, Zona Sul e Centro.

Quadro 6 - Sistemas de BRS da cidade do Rio de Janeiro

Corredor	Região	Extensão	Demanda diária média
BRS Copacabana - Av. Nossa Senhora de Copacabana	Zona Sul	4 km	240.000
BRS Copacabana - Rua Barata Ribeiro	Zona Sul	3,5 km	240.000
BRS Ipanema/Leblon - Rua Visconde de Pirajá (Rua Ataulfo de Paiva)	Zona Sul	4,0 km	235.000
BRS Ipanema/Leblon - Rua Prudente de Moraes (General San Martin)	Zona Sul	3,9 km	235.000
BRS Antônio Carlos	Centro	1,3 km	261.000
BRS Rio Branco	Centro	1,3 km	307.600
BRS Presidente Vargas	Centro	3,0 km	550.000
BRS Estácio	Zona Norte	3,2 km	45.000
BRS Tijuca	Zona Norte	3,0 km	30.000
BRS 24 de maio	Zona Norte	2,7 km	160.000
BRS Carioca	Zona Norte e Centro	4,1 km	450.000
BRS Marechal Rondon	Zona Norte	4,2 km	290.000

BRS Botafogo - Voluntários	Zona Sul	3,3 km	60.000
BRS Botafogo - São Clemente	Zona Sul	3,5 km	54.000

Fonte: BRT Data¹²

4.2.6 Bus Rapid Transit (BRT)

Existem 4 corredores *Bus Rapid Transit* na cidade do Rio de Janeiro: TransOeste, TransCarioca, TransOlímpica e TransBrasil (Quadro 6). Tais sistemas são responsáveis pelo transporte de 450 mil passageiros por dia e são administrados por um grupo de empresas privadas de transporte de passageiros, reunidas em um consórcio.

O sistema de BRT TransBrasil está em fase de construção e terá cerca de 30km de extensão, com quatro terminais (Deodoro, Margarida, Missões e Centro) e 28 estações ligando os bairros de Deodoro na Zona Oeste e o Centro da cidade do Rio de Janeiro. Estima-se 820 mil passageiros utilizarão o sistema diariamente.

Quadro 7 - Corredores de BRT na cidade do Rio de Janeiro

Corredor	Regiões	Estações	Extensão	Integração	Status
TransOeste	Zona Oeste	66	60 km	Metrô, Ônibus	Em funcionamento
TransCarioca	Zona Oeste e Zona Norte	47	39 km	BRT, Ônibus e Metrô	Em funcionamento
TransBrasil	Zona Oeste, Zona Norte e Centro	28	30 km	BRT, Metrô, Ônibus e Trem	Em construção
TransOlímpica	Zona Oeste e Zona Norte	21	26 km	BRT, Ônibus e Trem	Em funcionamento

Fonte: BRT Data

¹² BRT Data. Disponível em: <
https://brtdata.org/location/latin_america/brazil/rio_de_janeiro>



Figura 10 - Mapa do BRT e integração com outros modos

Fonte: BRT Rio

4.2.7 VLT (Veículo Leve sobre Trilhos)

O sistema de VLT da cidade do Rio de Janeiro entrou em funcionamento em junho de 2016, tendo sido inauguradas novas estações e trechos de linha, ao longo dos 18 meses seguintes. Atualmente, o sistema opera com duas linhas que ligam o centro da cidade e a região portuária, e conectam-se a todas as demais redes de transporte da região metropolitana (metrô, trens, ônibus, barcas e teleférico – além do aeroporto Santos Dummont, rodoviária e terminal de cruzeiros da cidade) (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Além das linhas 1 e 2, existe a Linha 3 que está em construção. Esta ligará o Aeroporto Santos Dummont à região da Central do Brasil, percorrendo um trajeto de quatro quilômetros, contando com 10 estações, seis delas compartilhadas com a Linha 1 e uma com a Linha 2.

O sistema atualmente transporta 58 mil passageiros/dia em uma frota de 32 veículos por uma rede de 28 quilômetros.

A legislação municipal estabelece o limite de um táxi para cada 700 habitantes, proibindo a distribuição de novas licenças até esse número ser atingido. Atualmente, a proporção de habitantes por táxi está em aproximadamente 200.¹³

4.2.9 Mobilidade Compartilhada

Na cidade do Rio de Janeiro há alguns modos de transporte compartilhado em operação, com destaque principalmente para o *bike sharing* e o compartilhamento de viagens (*ride sharing*).

O BikeRio, sistema de *bike sharing*, da cidade do Rio de Janeiro, começou a sua operação em 2011, através da parceria entre a Prefeitura do Rio de Janeiro e o Banco Itaú, sendo operado pela *teambici*. O sistema possui ao todo 260 estações, espalhadas pelas quatro regiões da cidade (Zona Norte, Zona Sul, Zona Oeste e Centro), totalizando 2600 bicicletas disponíveis para utilização¹⁴.

Dentro os aplicativos de compartilhamento de viagens em operação na RMRJ estão: Uber, Cabify, 99 e Easy Taxi. A primeira cidade a receber o Uber no Brasil foi o Rio de Janeiro, em maio de 2014. Diferentemente da empresa Cabify, que oferece um serviço tradicional de compartilhamento de viagens, a empresa Uber, oferece o serviço UberPool de *ride-splitting* ou *carpooling* dinâmico, que permite ao usuário dividir a sua viagem com outros usuários com trajetos similares, combinando-os através do aplicativo.

A empresa 99 oferece um serviço que se diferencia das empresas Cabify e Uber, pois permite que o usuário, dentre as categorias de veículos disponíveis, escolha o serviço de táxi convencional. Existem duas categorias para o táxi, o 99Táxi¹⁵, que oferece o mesmo serviço do táxi comum a um preço reduzido e o próprio serviço de táxi comum. Além disso, é possível utilizar voucher corporativos para realizar o pagamento

¹³ Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/documents/4351471/fb5a784e-5031-4037-b081-1184bb8af31c>> e <<https://oglobo.globo.com/rio/apenas-tres-grupos-controlam-558-dos-taxis-de-empresas-na-cidade-17179697>>

¹⁴ Disponível em: <<https://bikerio.teambici.com.br/>>

¹⁵ Disponível em: <<https://99app.com/comofunciona99/>>

das viagens. Já a empresa EasyTáxi, permite que os usuários reservem veículos apenas da categoria táxi.

As empresas de compartilhamento de viagens, ao oferecerem um serviço análogo aos taxis, através de veículos particulares, por um preço inferior despertam preocupações e críticas da indústria do táxi. No Brasil, em geral, o serviço de taxi é regulamentado pelo município, que exige licenças para sua operação. Devido ao limitado número de licenças oferecidas pelos órgãos municipais e a alta demanda, existe um mercado informal de aluguel de licenças que movimenta bastante dinheiro. Neste sentido, os sindicatos de taxistas alegam que empresas de compartilhamento de viagens, ao cobrar por corridas sem possuírem licença para tal, estariam violando a legislação nacional que regulamenta a profissão de taxista. Atualmente, o serviço funciona na cidade do Rio de Janeiro por meio de liminar da justiça que garante que motoristas credenciados exerçam a atividade de transporte remunerado individual de passageiros até que esta venha a ser regulamentada pelo poder público.¹⁶

Além dos sistemas de *bike sharing* e compartilhamento de viagens que operam na RMRJ, existe a empresa BlaBlaCar que atua com o serviço de *carpooling*. O serviço é voltado para motoristas que querem usar as vagas ociosas de seus carros em viagens que eles já realizariam de qualquer forma. Este serviço iniciou suas atividades no Brasil no ano de 2015.

4.3 Integração Tarifária

No que diz respeito à integração tarifária, a RMRJ conta com o Bilhete Único Carioca (BUC) e o Bilhete Único Intermunicipal (BUI)¹⁷. O BUC, implementado em novembro de 2010, oferece desconto aos usuários que realizam até duas viagens de ônibus, de VLT ou BRT, ou uma de ônibus e uma de trem no município do Rio de Janeiro. Os usuários pagam a tarifa normal e, caso optem por realizar outra viagem de ônibus no município, VLT ou BRT não pagarão uma nova tarifa dentro de um intervalo de 2 horas e meia, ou no caso de integração com o trem da Supervia, este receberá um desconto na segunda passagem.

¹⁶ <http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2016/04/justica-do-rio-decide-que-servico-do-uber-nao-pode-ser-proibido.html>

¹⁷ <https://www.cartaoriocard.com.br/rcc/institucional/tarifas>

O Bilhete Único Intermunicipal (BUI), por sua vez, permite a integração tarifária entre os modos de transporte municipal com os intermunicipais, ou de responsabilidade do Estado. Este programa foi criado em fevereiro de 2010 e é um benefício tarifário subsidiado pelo governo do Estado do Rio de Janeiro para usuários que realizam uma viagem intermunicipal dentro de um período de três horas na região metropolitana do Rio de Janeiro ou para usuários que utilizam mais de um modo para deslocamento. O BUI abrange todos os municípios da RMRJ e pode ser utilizado em todos os transportes coletivos públicos: Ônibus, Metrô, Trem, BRT, VLT, Barcas.

É apresentado, a seguir, um comparativo entre as tarifas integrais dos modos de transportes do Rio de Janeiro e os valores cobrados com a utilização do BUC ou do BUI.

Quadro 9 - Tarifas integrais dos modos de transporte na RMRJ, BUC e BUI.

Tarifas Integrais de Transportes do Rio de Janeiro	Ônibus	R\$ 3,60
	BRT	R\$ 3,60
	VLT	R\$ 3,80
	Trem	R\$ 4,20
	Metrô	R\$ 4,30
	Vans	R\$ 3,40
	Barcas	R\$ 6,10

Bilhete Único Carioca	Ônibus + Ônibus	R\$ 3,60
	Ônibus + BRT	R\$ 3,60
	Ônibus + VLT	R\$ 3,80
	VLT + VLT	R\$ 3,80

Bilhete Único Intermunicipal	Ônibus Intermunicipal + Barcas	R\$ 8,00
	Barcas	R\$ 5,15
	BRT + Metrô	R\$ 6,05
	Ônibus Intermunicipal + Metrô ou Trem	R\$ 8,00
	Trem + Metrô	R\$ 8,00

Fonte: Rio Card

Segundo o PDTU (2015), a alteração nas tarifas dos sistemas de transporte na RMRJ ocasionada pela implantação do BUC e BUI impactou diretamente a redistribuição da demanda, na competição entre os modos de transporte e, principalmente, na acessibilidade aos sistemas de transporte estruturais. Além do avanço na política tarifária alcançado, o BUC e BUI contribuíram para melhor distribuição da renda.

4.4 Transportes X Uso Do Solo

De acordo com PDTU (2015), as redes de transporte de alta capacidade e os eixos rodoviários principais são radiais em direção a cidade do Rio de Janeiro. Isto por sua vez gerou impactos significativos na ocupação da região. No passado, o uso do solo se desenvolveu mais fortemente ao longo dos eixos próximos às estações ferroviárias. Ou seja, as áreas adensadas foram justamente aquelas atendidas pelo sistema de trens metropolitanos.

Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** é possível observar a relação entre densidade de ocupação populacional e os principais eixos dos transportes de massa e rodoviários.

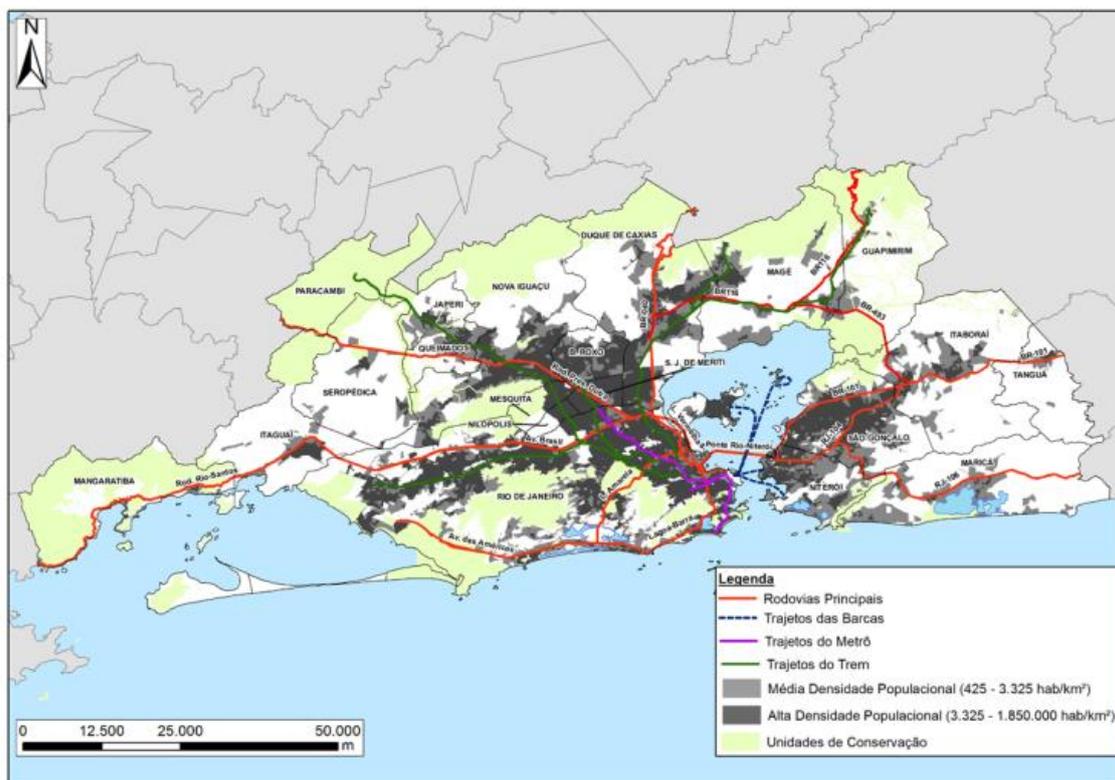


Figura 12 Eixos de transporte e rodoviários e ocupação do solo na RMRJ

Fonte: PDTU (2015)

Este adensamento ao longo dessas áreas também refletiu na distribuição dos postos de trabalho, que ocorreu da mesma forma, contribuindo para uma demanda pendular e picos concentrados. Como consequência, há uma superutilização dos eixos radiais nos picos e ociosidade no contra fluxo e nos entre-picos.

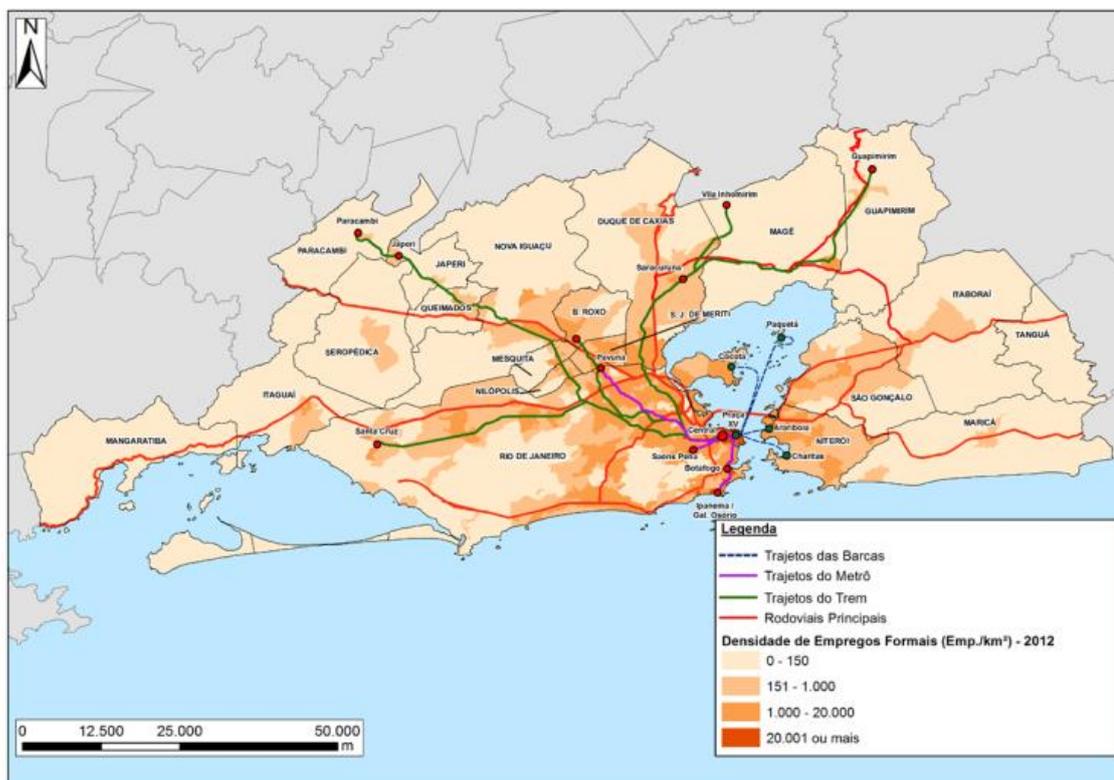


Figura 13 - Rede de transporte de massa, principais eixos rodoviários e densidade de empregos

Fonte: PDTU (2015)

Devido à característica radial da rede de transporte de massa, os deslocamentos transversais só poderiam ser efetuados em ônibus ou veículos particulares. A construção dos sistemas de BRT surgiram como uma tentativa de aumentar a conectividade transversal da rede, entretanto, ainda faltam estudos mais aprofundados para avaliar a sua real efetividade.

Dessa forma, PDTU (2015) confirma as condições tipicamente observada para metrópoles latino americanas, pontuadas no item 4.1:

- A acessibilidade na maior parte do território é ruim e distribuída desigualmente. A configuração da rede de transportes é radial, favorecendo

a acessibilidade das regiões mais centrais e valorizadas (FLÓREZ E PORTUGAL, 1996);

- Os núcleos centrais também concentram atividades e empregos, contribuindo para uma dependência das regiões periféricas, cujos moradores precisam vencer distâncias significativas para alcançar seus postos de trabalho (PORTUGAL *et al.*,2010);

Ou seja, observa-se o planejamento de transportes não articulado com o uso do solo e sim com o objetivo de atender as demandas atuais. Isto por sua vez, consolida a organização espacial das atividades, nem sempre de forma sustentável.

Outra questão levantada no PDTU (2015), é o fato de muitos deslocamentos municipais serem feitos por linhas de ônibus intermunicipais na Baixada Fluminense. Isto historicamente ocorreu pela falta de oferta de linhas locais que coincidisse com a demanda por viagens da população daquela região. Além disso, há municípios com uma quantidade mínima de linhas de ônibus municipais, o que incentiva ainda mais a superposição entre linhas municipais e intermunicipais.

O PDTU (2015) também alerta para o problema de competição entre modos (e no caso do ônibus, dentro do próprio sistema) e a superposição de serviços. A Figura 14 apresenta um exemplo de competição entre trens, ônibus e metrô, além de demonstrar a estrutura de rede radial para o centro metropolitano, e ainda, a falta de eixos transversais para aumento de conectabilidade e falta de integração modal.

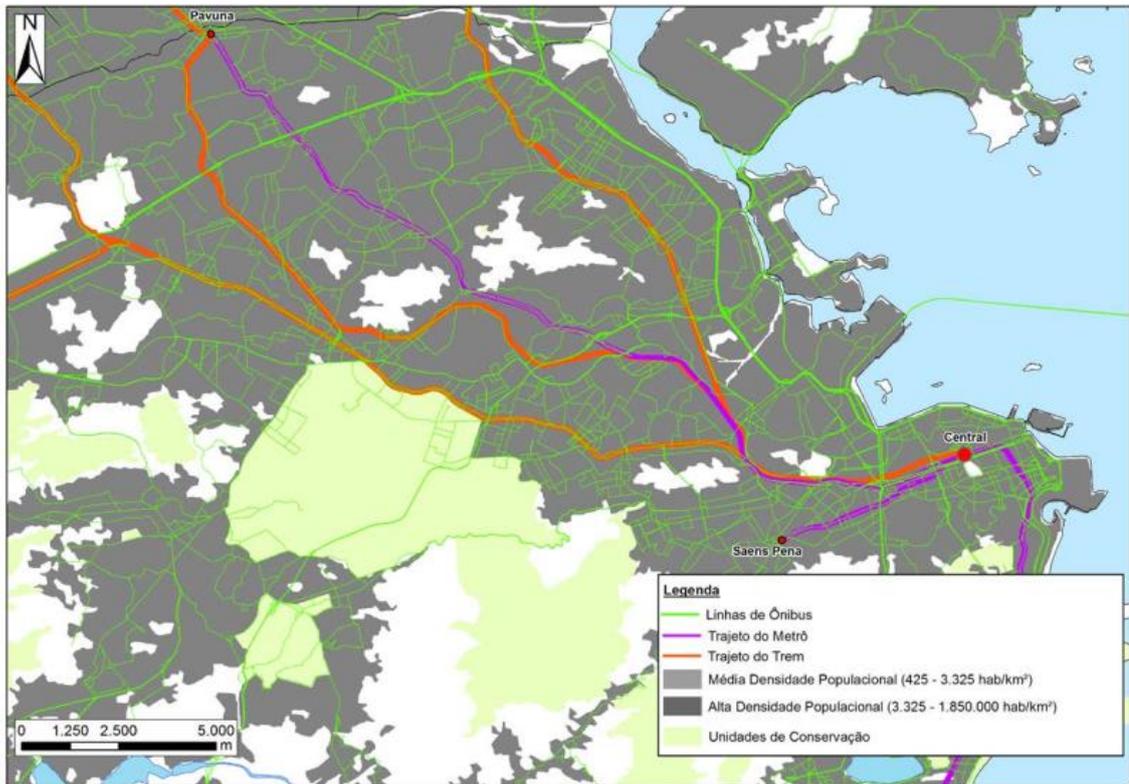


Figura 14 - Exemplo de superposição entre trens, ônibus e metrô

Fonte: PDTU (2015)

Nota-se também que o sistema de trens da RMRJ atende regiões com renda média mais baixa, enquanto o metrô atende regiões com renda média mais elevada, conforme pode ser visualizado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** As regiões com renda mais baixa são aquelas afastadas dos transportes de massa e dos principais eixos viários da RMRJ. As favelas, portanto, se proliferam como uma maneira de suprir a carência de serviços de transporte, além das dificuldades inerentes à legislação e controle do uso do solo.

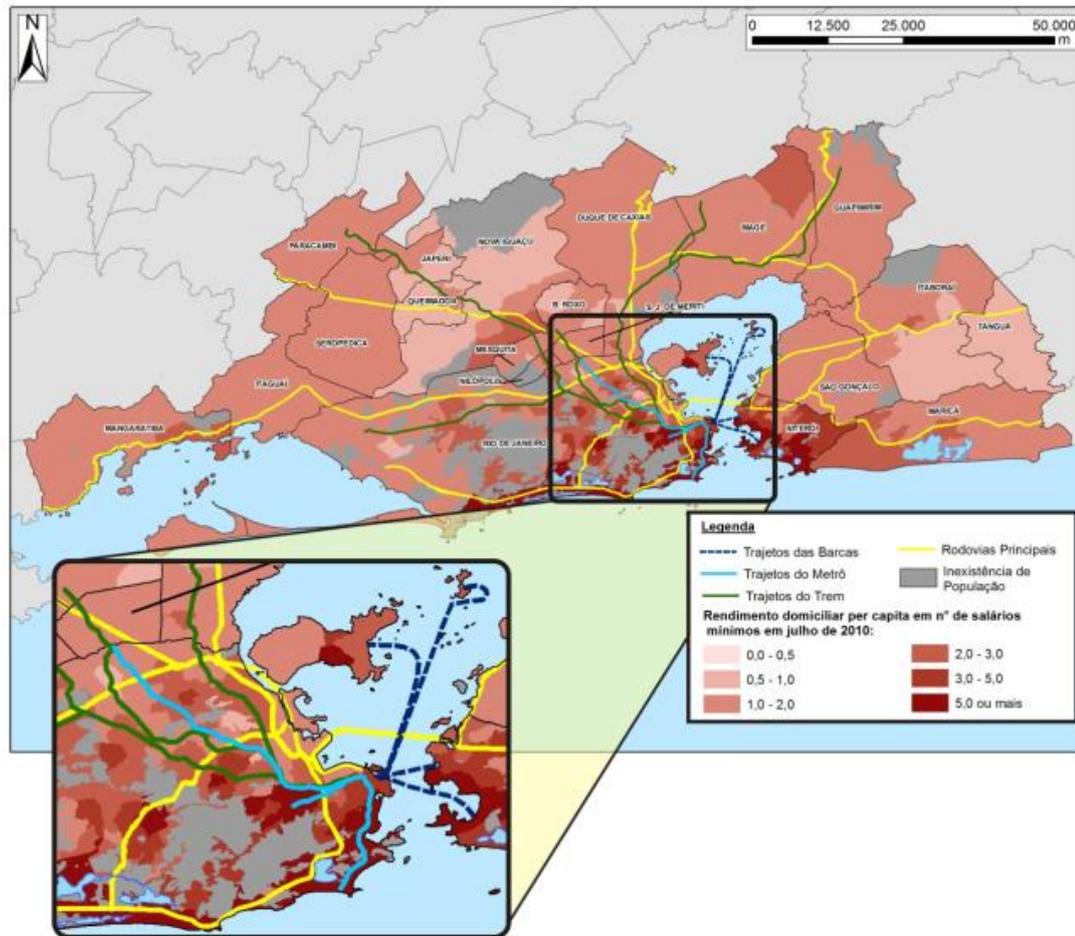


Figura 15 - Eixos de transporte de massa, principais eixos rodoviários e renda média da RMRJ

Fonte: PDTU (2015)

4.5 Mobilidade

Esta seção tem o objetivo de caracterizar a mobilidade urbana da RMRJ através dos seguintes atributos: dependência metropolitana, divisão modal, tempo de viagem e distribuição espacial temporal das viagens. Utilizaram-se, para este estudo, dados do diagnóstico elaborado pelo Plano Estratégico de Desenvolvimento Integrado, do Censo 2010 do IBGE e do PDTU (2015).

Deve-se ressaltar que não foram considerados os municípios de Rio Bonito e Cachoeira de Macacu nesta caracterização, uma vez que, estes foram incluídos na região metropolitana após a publicação do Censo de 2010. Além disso, não foram considerados os sistemas de BRT e VLT nos dados de viagens em razão da

Tabela 3 - Aspectos socioeconômicos dos municípios da RMRJ

Município¹⁸	Área territorial¹⁹ (km²)	População²⁰ (2017)	Domicílios (2010)	Renda per capita – Urbana (R\$) (2010)	PIB per capita (mil reais)	IDH-M	Densidade (hab. / km²)
Rio de Janeiro	1.199,83	6.520.266	2.144.463	750,00	49	0,799	5434,33
São Gonçalo	247,709	1.049.826	325.882	510,00	16	0,739	4238,14
Duque de Caxias	467,62	890.997	269.353	478,20	39	0,711	1905,39
Nova Iguaçu	519,159	798.647	248.186	450,00	20	0,713	1538,35
Niterói	133,916	499.028	169.237	1.150,00	52	0,837	3726,43
Belford Roxo	77,815	495.783	145.677	402,50	15	0,684	6371,30
São João de Meriti	35,216	460.461	147.450	503,33	17	0,719	13075,34
Magé	388,496	237.420	70.394	452,50	15	0,709	611,13
Itaboraí	430,374	232.394	69.422	446,67	18	0,700	539,98
Mesquita	41,477	171.280	53.103	503,33	12	0,737	4129,52
Nilópolis	19,393	158.329	50.514	538,00	16	0,753	8164,23
Maricá	362,571	153.008	42.810	650,00	63	0,765	422,01
Queimados	75,695	145.386	42.209	400,00	33	0,680	1920,68
Itaguaí	274,433	122.369	33.910	500,00	61	0,715	445,90
Japeri	81,869	101.237	28.409	340,00	13	0,659	1236,57
Seropédica	283,766	84.416	24.256	500,00	27	0,713	297,48
Guapimirim	360,766	57.921	15.741	452,50	14	0,700	160,55
Paracambi	179,772	50.447	15.249	510,00	17	0,720	280,62

¹⁸ «Lei Complementar Estadual nº133». Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro. 2009. Disponível em <<http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/CONTLEI.NSF/a99e317a9cfec383032568620071f5d2/441841587d7bba44832576a1005ebdb4?OpenDocument>>

¹⁹ «Área territorial da Região Metropolitana do Rio de Janeiro». Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?&t=destaques>>

²⁰ ESTIMATIVAS DA POPULAÇÃO RESIDENTE NO BRASIL E UNIDADES DA FEDERAÇÃO COM DATA DE REFERÊNCIA EM 1º DE JULHO DE 2017 Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2017/estimativa_dou_2017.pdf>

Tanguá	145,503	32.970	9.658	375,00	17	0,654	226,59
Total	6.744,63	12.377.505	3.905.923		38		1835,16

Fonte: Elaboração própria

Para melhor avaliar o grau de dependência metropolitana dos municípios, é necessário realizar uma análise quantitativa do volume de deslocamentos. Isto é feito através da Tabela 4..

Tabela 4 - Taxa de viagens por habitantes e domicílios das viagens de base residencial por motivo de trabalho RMRJ, 2010.

Municípios	Taxa de Viagem/Hab.	Taxa de Viagem / Domicílios
Belford Roxo	0,21	0,67
Duque de Caxias	0,13	0,40
Guapimirim	0,11	0,36
Itaboraí	0,16	0,50
Itaguaí	0,07	0,22
Japeri	0,20	0,66
Magé	0,13	0,41
Maricá	0,12	0,37
Mesquita	0,25	0,79
Nilópolis	0,21	0,66
Niterói	0,13	0,38
Nova Iguaçu	0,15	0,49
Paracambi	0,07	0,23
Queimados	0,20	0,66
Rio de Janeiro	0,01	0,02
São Gonçalo	0,17	0,51
São João de Meriti	0,21	0,64
Seropédica	0,12	0,40
Tanguá	0,12	0,37
Total	0,08	0,24

Fonte: Relatório 6 – PEDUI (2016). Elaborado com dados do CENSO 2010

Ao analisar a taxa de viagem por habitante, outros municípios ganham destaque na relação de dependência metropolitana, como por exemplo, Mesquita, Nilópolis e Queimados. Essa mesma análise, comprova que a cidade do Rio de Janeiro é aquela

que possui menor dependência. Isto pode ser validado ao se analisar o destino das viagens de base residencial por motivo de trabalho na RMRJ.

Tabela 5 - Destino das viagens de base residencial por motivo trabalho na RMRJ, 2010

Municípios	Amostra	% Amostra	Amostra expandida	% da Amostra expandida
Belford Roxo	736	1,15%	11.230	1,21%
Duque de Caxias	3.642	5,71%	53.650	5,77%
Guapimirim	81	0,13%	884	0,10%
Itaboraí	477	0,75%	7.025	0,76%
Itaguaí	486	0,76%	7.634	0,82%
Japeri	134	0,21%	1.765	0,19%
Magé	294	0,46%	4.083	0,44%
Maricá	171	0,27%	2.547	0,27%
Mesquita	357	0,56%	5.531	0,60%
Nilópolis	861	1,35%	11.643	1,25%
Niterói	7.457	11,70%	130.153	14,00%
Nova Iguaçu	2.731	4,28%	37.135	4,00%
Paracambi	80	0,13%	970	0,10%
Queimados	330	0,52%	5.123	0,55%
Rio de Janeiro	42.385	66,49%	608.212	64,90%
São Gonçalo	2.116	3,32%	23.265	2,50%
São João de Meriti	1.142	1,79%	19.668	2,12%
Seropédica	219	0,34%	3.346	0,36%
Tanguá	52	0,08%	640	0,07%
Total Geral	63751	100%	929.504	100%

Fonte: Relatório 6 – PEDUI (2016). Elaborado com dados do CENSO 2010

Conforme mostra a Tabela 5, a cidade do Rio de Janeiro é a principal atratora de viagens da RMRJ (64,90%). Na segunda posição está Niterói com 14% dos destinos desses deslocamentos. Os demais municípios possuem participação ainda inferior, mas com destaque para os municípios de Duque de Caxias (5,77%), Nova Iguaçu (4,00%), São Gonçalo (2,50%), São João de Meriti (2,12%), Nilópolis (1,25%) e Belford Roxo (1,21%) (PEDUI, 2016).

4.5.2 Divisão Modal

De acordo com o PDTU (2015), mais da metade das viagens na RMRJ são feitas a pé (29,4%) e com ônibus municipal (29,5%). Em seguida está o modo automóvel, com

o viajante ora sendo condutor (11,2%), ora sendo passageiro (5,4%). Além disso, os dados mostram a grande parcela das viagens por modos ativos, que somados (a pé e bicicleta), representam 31,8% do total, conforme apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 - Todas as viagens realizadas, por modo de transporte (em milhares) 2012.

Modo Principal	Viagens diárias em milhares (2012)	% do total
A pé	6.634	29,4
Bicicleta	546	2,4
Condutor auto	2.540	11,2
Passageiro auto	1.225	5,4
Táxi	256	1,1
Motocicleta	170	0,8
Moto-táxi	39	0,2
Outros	169	0,7
Trem	568	2,5
Metrô	665	2,9
Barcas/Catamarã	105	0,5
Ônibus intermunicipal	1.781	7,9
Ônibus municipal	6.671	29,5
Ônibus executivo	70	0,3
Transporte alternativo	658	2,9
Ônibus Pirata	16	0,1
Transporte fretado	55	0,2
Transporte escolar	428	1,9
Total	22.594	100

Fonte: Adaptado de PDTU (2015).

Quando se agrupa os dados de viagens entre os modos motorizados e não motorizados (Tabela 7), observa-se que das 22.594 milhares de viagens realizadas diariamente na RMRJ, 15.414 (68,2%) foram realizadas por modos motorizados.

Tabela 7 - Viagens diárias segundo modo motorizado e não-motorizado (em milhares)

Modo de Transporte	Viagens diárias	
	realizadas em milhares (2012)	% do total geral

	Transporte coletivo	11.016	48,8
Motorizado	Transporte individual	4.398	19,5
	TOTAL	15.414	68,2
	A pé	6.634	29,4
Não motorizado	Bicicleta	546	2,4
	TOTAL	7.180	31,8
	TOTAL GERAL	22.594	100

Fonte: Adaptado PDTU (2015)

Aprofundando-se na divisão modal das viagens motorizadas, tem-se o seguinte quadro:

Tabela 8 - Divisão Modal das viagens motorizadas

Modo Principal	Viagens diárias realizadas (em milhares) (2012)	% do total
	Condutor de auto	57,7
	Passageiro de auto	27,8
	Táxi	5,8
Transporte individual	Motocicleta	3,9
	Moto-táxi	0,9
	Outros	3,8
	Total	28,5
	Trem	5,2
	Metrô	6,0
	Barcas/catamarã	1,0
	Ônibus intermunicipal	16,2
	Ônibus municipal	60,6
Transporte coletivo	Ônibus executivo	0,6
	Transporte alternativo	6,0
	Ônibus pirata	0,1
	Transporte fretado	0,5
	Transporte escolar	3,9
	Total	71,5

Fonte: Adaptado PDTU (2015)

Os dados apresentados anteriormente validam a seguinte condição observada em metrópoles latino americanas para a RMRJ:

- Os sistemas se baseiam nas modalidades rodoviárias, como os automóveis e os ônibus, apesar das grandes distâncias dos deslocamentos e de corredores com grandes contingentes de viagens (potencializados pelas redes radiais) representarem atributos condizentes com a adoção das tecnologias de transportes de alta capacidade, como os metro-ferroviários (PORTUGAL *et al.*, 2010);

Quando se observa a divisão modal por municípios, apresenta-se o seguinte quadro:

Tabela 9 - Distribuição percentual de viagens por modo de transporte para cada município da RMRJ (2012)

Município da RMRJ	Transporte motorizado (%) (2012)		Transporte não-motorizado (%) (2012)
	Coletivo (%)	Individual (%)	
Belford Roxo	43,8	7,2	49,0
Duque de Caxias	47,1	10,6	42,3
Guapimirim	43,7	6,2	50,1
Itaboraí	56,1	5,9	38,0
Itaguaí	27,1	16,0	56,9
Japeri	49,7	6,7	43,6
Magé	33,0	16,5	50,5
Mangaratiba	42,0	5,3	52,7
Maricá	42,2	35,3	22,5
Mesquita	45,6	25,3	29,1
Nilópolis	40,8	10,0	49,2
Niterói	44,8	24,3	30,9
Nova Iguaçu	52,1	5,3	42,6
Paracambi	54,5	18,6	26,9
Queimados	48,1	11,8	40,1
Rio de Janeiro	51,1	22,8	26,1
São Gonçalo	48,3	23,2	28,6
São João de Meriti	33,1	14,7	52,2
Seropédica	44,0	3,8	52,2
Tanguá	26,4	18,0	55,6

Fonte: Adaptado PDTU (2015)

Observa-se que a participação do transporte individual em Maricá é bastante acima da média da RMRJ. Além disso, a participação de viagens não motorizadas nos municípios

de Guapimirim, Itaguaí, Magé, Mangaratiba, São João do Meriti, Seropédica e Tanguá, contrastam com os demais municípios.

Neste sentido, quando se compara a participação de viagens não motorizadas nos municípios com a renda per capita apresentada na Tabela 3 suspeita-se que seguinte condição pode se enquadrar na realidade da RMRJ:

- Alta parcela de viagens a pé, não como um sinal de mobilidade, mas muitas vezes como forma de exclusão, ao se realizarem fora de padrões esperados. (PORTUGAL *et al.*, 2010).

Outro fator importante a se considerar é a taxa de imobilidade. Na RMRJ, a parcela da população que não viaja é muito alta (46%) (MOTTE- BAUMVOL e NASSI, 2012), quando comparada com cidades europeias (10 a 26% dependendo da cidade) (HUBERT *et al.*, 2008). Além disso, a imobilidade é distribuída de forma desigual, podendo duplicar dependendo da localidade da RM. Esta, por sua vez, está supostamente relacionada à distribuição desigual de renda entre os indivíduos e à condição de trabalho dos mesmos (emprego formal, informal ou desempregado) (MOTTE-BAUMVOL e NASSI, 2015) .e

4.5.3 Tempo de Viagem

Segundo o PDTU (2015), o tempo de viagem é importante parâmetro para se conhecer a oferta metropolitana. A Tabela 10 apresenta os tempos de viagem por modo agregado de transporte.

Tabela 10 - Tempos médios de viagem por modo agregado de transportes (em minutos)

Modos de Transporte		Tempo de viagem em min (2012)
Motorizado	Transporte coletivo	41,8
	Transporte individual	33,1
Não motorizado		14,4

Fonte: PDTU (2015)

Observa-se que as viagens por modo não motorizado, compreensivelmente, apresentam tempos menores por serem mais curtas. O transporte coletivo também

apresenta tempos de viagem superiores ao transporte individual. A Tabela 11 apresenta os tempos de viagem desagregado por modo de transporte.

Tabela 11 - Tempos médios de viagem por modo de transporte – minutos

Modo	Tempo médio de viagem (min)
A pé	15,1
Bicicleta / Ciclomotor	6,7
Condutor de auto	36,6
Passageiro de auto	31,1
Motocicleta	20,7
Moto-táxi	10,8
Táxi	20,0
Transp. Escolar	22,8
Transp. Fretado	67,5
Ônibus executivo	85,4
Ônibus intermunicipal	57,9
Ônibus pirata	47,0
Metrô	27,3
Trem	47,4
Barcas	22,8
Van	36,1
Outros	32,4

Fonte: PDTU (2015)

Apesar dos tempos médios de viagem por meio dos modos de transporte ativo serem aceitáveis, é possível que em regiões periféricas e favelas, com baixa cobertura da rede de transporte público, estes tempos se mostrem bastante superiores.

Os ônibus municipais e intermunicipais apresentam tempos inferiores aos ônibus executivos devido à natureza do seu serviço. Ao contrário dos ônibus executivos que fazem trajetos mais longos e diretos, os outros serviços possuem pontos de embarque e desembarque mais frequentes ao longo do seu itinerário e uma rede com alta capilaridade e atendimento disperso.

O metrô, trem e barcas, por sua vez, sofrem menos perturbações ao longo do percurso (não há congestionamentos) e, portanto, possuem tempos de viagem menores até mesmo que o trem, que apresenta rede mais extensa. Uma outra possível razão para o tempo de viagem do metrô ser inferior ao do trem seria a sua maior proximidade da concentração de empregos da RMRJ.

4.5.4 Distribuição temporal espacial das viagens

A distribuição de viagens é um bom indicativo da necessidade de se estabelecer uma polinuclearidade metropolitana. O modelo centralizador radial se mostra um “ciclo vicioso” de aumento de oferta de infraestrutura e serviços de transporte e de pouco ganho em termos de integração regional e tempos de viagem (PEDUI, 2016)

Com o objetivo de compreender a relação entre proximidade e atração das diferentes localidades da RMRJ, utilizou-se do diagnóstico elaborado por Plano Diretor. A proximidade, por sua vez, está diretamente relacionada com a infraestrutura e serviços de transportes, enquanto o a atração está mais associada à oferta de empregos, habitação e outros serviços.

Tabela 12 - Percentual das viagens de base residencial por motivo trabalho por faixa de tempo na RMRJ

Municípios	Até 5 minutos	De 6 até meia hora	Mais de meia hora até uma hora	Mais de uma hora até duas horas	Mais de duas horas	N/D
Belford Roxo	0,39%	7,60%	26,95%	42,63%	14,65%	7,79%
Duque de Caxias	0,21%	5,05%	23,94%	48,07%	12,68%	10,04%
Guapimirim	0,00%	17,82%	14,50%	23,63%	14,85%	29,19%
Itaboraí	0,18%	4,85%	28,79%	41,68%	12,19%	12,30%
Itaguaí	0,77%	21,60%	37,53%	20,80%	8,54%	10,77%
Japeri	0,11%	3,59%	15,19%	42,64%	27,04%	11,43%
Magé	0,31%	5,22%	18,91%	36,33%	20,01%	19,22%
Maricá	0,35%	4,03%	21,79%	47,48%	16,51%	9,85%
Mesquita	0,52%	18,36%	31,95%	35,52%	6,73%	6,92%
Nilópolis	0,32%	11,86%	32,63%	44,66%	4,85%	5,67%
Niterói	0,12%	5,87%	35,87%	46,58%	6,19%	5,38%
Nova Iguaçu	0,33%	5,78%	18,15%	42,07%	22,17%	11,49%
Paracambi	0,00%	8,09%	20,83%	43,42%	11,44%	16,23%
Queimados	0,31%	4,28%	17,69%	46,05%	18,75%	12,92%
Rio de Janeiro	0,32%	10,93%	36,73%	35,54%	8,24%	8,23%

São Gonçalo	0,25%	5,29%	34,67%	43,22%	9,35%	7,22%
São João de Meriti	0,25%	10,54%	32,62%	42,75%	7,39%	6,46%
Seropédica	0,00%	11,20%	27,64%	27,87%	20,60%	12,68%
Tanguá	0,19%	12,94%	37,96%	28,43%	6,75%	13,74%
Total	0,28%	7,45%	28,21%	42,44%	12,55%	9,08%

Fonte: Relatório 6 – PDUI (2016)

Em geral, os municípios possuem maior participação na categoria entre uma e duas horas, exceto Guapimirim, Itaguaí, Seropédica e Tanguá, em que o maior número de viagens se concentra entre meia hora e uma hora. Além disso, estes municípios, assim como, Mesquita, Nilópolis, Rio de Janeiro e São João de Meriti, apresentam participação significativa nas viagens metropolitanas entre 6 e 30 minutos.

Os destaques negativos são Japeri, Nova Iguaçu e Seropédica que apresentam mais de 20% das viagens com duração superior a duas horas.

Quando se retira da análise o tempo das viagens com destino ao Rio de Janeiro, o quadro muda e nenhum município apresenta mais de 50% de suas viagens acima de uma hora, conforme pode ser acompanhado na Tabela 13. Segundo o PEDUI (2016), o peso do Rio de Janeiro no tempo de viagens é da ordem de 10% a 20% dos tempos de viagem acima de uma hora para todos os municípios. Apesar do peso exercido pela cidade do Rio de Janeiro na piora dos tempos de viagem, as viagens entre os outros municípios não são satisfatórias, uma vez que, no mínimo 20% das viagens ocorrem acima de uma hora (exceção de Mesquita).

Tabela 13 - Percentual de viagens de base residencial por motivo de trabalho acima de uma hora RMRJ

Municípios	Acima de uma hora	Acima de uma hora sem RJ
Belford Roxo	57,27%	24,58%
Duque de Caxias	60,76%	41,62%
Guapimirim	38,48%	20,38%
Itaboraí	53,87%	45,31%
Itaguaí	29,34%	40,66%
Japeri	69,69%	32,65%
Magé	56,34%	39,10%
Maricá	63,99%	47,80%
Mesquita	42,25%	10,01%
Nilópolis	49,51%	21,90%

Niterói	52,76%	29,35%
Nova Iguaçu	64,25%	35,10%
Paracambi	54,86%	38,92%
Queimados	64,80%	27,42%
Rio de Janeiro	43,78%	43,78%
São Gonçalo	52,58%	38,04%
São João de Meriti	50,14%	20,04%
Seropédica	48,47%	27,65%
Tanguá	35,17%	29,08%
Total	54,98%	34,65%

Fonte: Relatório 6 – (PDUI, 2016). Elaborado com dados do CENSO 2010

4.6 Emissões e Congestionamento

4.6.1 Emissões

Sob a ótica ambiental, de acordo com o Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa de 2012²¹, apresentado pela prefeitura da cidade do Rio de Janeiro, o setor de energia representava 73% das emissões de gases do efeito estufa na Cidade do Rio de Janeiro. Dentro da categoria Energia, encontra-se o setor de transportes, este por sua vez, representava 66% das emissões de GEE. Ou seja, o setor de transportes é responsável por cerca de 48% das emissões de GEE na cidade.

²¹ Disponível em:< http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/1712030/DLFE-222982.pdf/NelsonSINVENTARIOFINALMAC_Resumeo_Geral_Inv_e_Cenario_v05abr_E.pdf>. Acesso em: 24/01/2018.

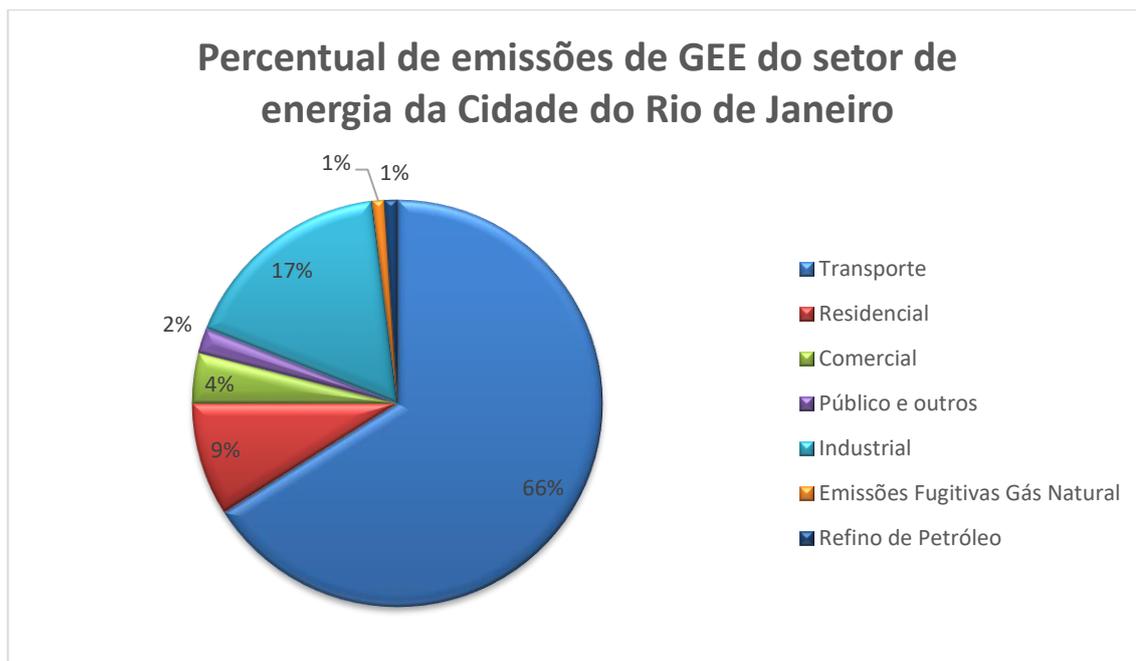


Figura 17 - Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa de 2012 da Cidade do Rio de Janeiro

Fonte: Elaboração própria

O Plano Estratégico 2009-2012 ²²elaborado pela Prefeitura do Rio de Janeiro, previa que após a implantação dos sistemas de BRT previstos, a expansão da rede ciclo viária para 450km e a racionalização das linhas de ônibus, até 2016, haveria a redução de cerca de 80 milhões de toneladas de CO₂, conforme apresentado na Tabela 14.

Tabela 14 - Reduções de emissões de GEE estimadas para setor de transportes e total (Gg CO₂e)

Transportes – Fontes Móveis - ENERGIA	2012	2016	2020	2025
BRT – TransOeste (150 mil pass/dia)	7,7	15,5	19,2	19,3
BRT – TransCarioca (380 mil pass/dia)	0,0	48,2	48,7	48,9
BRT – 2a Fase TransCarioca (150 mil pass/dia)	0,0	19,0	19,2	19,3
BRT – TransOlímpica (100 mil pass/dia)	0,0	12,7	12,8	12,9
BRT – Transbrasil (900 mil pass/dia)	0,0	115,7	115,9	116,1
BRS Copacabana	17,6	17,6	17,6	17,60
Metrô Jardim Oceânico (230 mil pass/dia)	0,0	85,5	85,5	85,5
Metrô – compra de novos carros dobra o nº de passageiros (+550 mil pass/dia)	51,10	204,4	204,4	204,4
Expansão rede de ciclovias (300km)	3,20	6,40	6,40	6,4

²² Disponível em: <http://www.riocomovamos.org.br/arq/planejamento_estrategico.pdf>

Emissões Reduzidas/Transportes – Fontes Móveis	79,60	525	529,7	530,4
Total de reduções de emissões de GEE estimadas	85,9	542,7	541,8	542,5

Fonte: Centro Clima (2011)²³

Entretanto, nem todas as obras previstas no momento do estudo foram concluídas ou executadas como planejado naquele momento. Dessa forma, é impossível assegurar que houve a redução de emissões na ordem de 80 milhões de toneladas de CO₂ em 2016.

4.6.2 Congestionamento

De acordo com *TomTom Traffic Index*²⁴, a RMRJ é a oitava região mais congestionada do mundo. Segundo as estatísticas do índice, em média, gasta-se 47% mais tempo nas viagens devido ao congestionamento. Este valor pode chegar a 63% no pico da manhã e até 81% no pico da noite. Em média, o viajante gasta 43 minutos por dia em congestionamentos na RMRJ, totalizando 164 horas por ano.

Segundo projeções da FIRJAN²⁵, apesar da redução dos congestionamentos na Região Metropolitana do Rio de Janeiro devido às obras olímpicas, os custos relativos ao tempo perdido em congestionamento seriam de R\$ 30 bilhões em 2018. Ademais, a FIRJAN estima que, caso não haja novos investimentos para ampliação da cobertura dos transportes, os custos de congestionamento, devido ao aumento de extensão, do tempo e do número de pessoas afetadas, podem chegar a R\$ 40 bilhões em 2022.

²³ Disponível em: <

http://portalgeo.rio.rj.gov.br/estudoscariocas/download/3060_Plano%20de%20a%C3%A7%C3%A3o%20para%20redu%C3%A7%C3%A3o%20de%20emiss%C3%B5es%20de%20gases%20de%20efeito%20estufa%20_mar_2011.pdf>. Acesso em: 24/01/2018.

²⁴ Disponível em:< https://www.tomtom.com/en_gb/trafficindex/city/rio-de-janeiro>. Acesso em: 03/03/2018.

²⁵ Disponível em:

<<http://www.firjan.com.br/lumis/>portal/file/fileDownload.jsp?fileId=2C908A8F4EBC426A014EC051E736421F>>

5 MOBILITY AS A SERVICE ORIENTADO A MOBILIDADE SUSTENTÁVEL: O CASO DO RIO DE JANEIRO

5.1 Mobilidade Sustentável

WCED (1987) define a sustentabilidade como um padrão de desenvolvimento que atenda às necessidades do presente sem comprometer o atendimento das gerações futuras. Sob essa perspectiva, existem três principais dimensões: econômica, social e a ambiental (LITMAN, 2009). Segundo Lemos (2011), a tridimensionalidade dessa definição é resultado de um processo evolutivo, inicialmente com uma ênfase puramente econômica, seguido da inclusão de aspectos sociais até a incorporação mais recente do elemento ambiental.

Mello (2015) reforça que na ideia de sustentabilidade há uma clara distinção entre o crescimento (aspectos quantitativos) e desenvolvimento (aspectos qualitativos). Ou seja, apesar do crescimento econômico ser importante para o desenvolvimento sustentável, este isoladamente não é suficiente devido à necessidade de inclusão social e distribuição igualitária das oportunidades e opções para as pessoas (HADDAD, 2001). Além de empregos de maior qualidade e de rendas mais elevadas, todos devem ter o direito de usufruir de uma vida longa e saudável, de conhecimentos técnicos e culturais e de um padrão de vida decente, de forma que, enquanto houver inequidades sociais e espaciais crônicas, não haverá desenvolvimento (MELLO, 2015).

Curtis (2008) quando aborda a questão da sustentabilidade nos transportes, evidencia a necessidade de um equilíbrio entre as externalidades negativas (uso de energia, poluição e emissão de gases) e positivas (alto nível de acessibilidade) que estes podem provocar. Assim, Campos (2006) alega que para melhor compreender a relação entre os sistemas de transporte e a acessibilidade é imprescindível conhecer a relação entre transporte e uso do solo, sendo essa, segundo Mello (2015), uma preocupação inerente ao conceito de acessibilidade.

Neste sentido, Holden *et. al.* (2013) indica uma nova concepção de transporte de passageiros sustentável, considerando além dos impactos ambientais e econômicos, a equidade social, saúde, segurança, qualidade de vida, dentre outros. Segundo Mello (2015), a acessibilidade é um elemento capaz de gerar inclusão social, seja por meio do

planejamento do uso do solo, seja por meio de medidas relativas ao sistema de transportes.

Assim, tratar o binômio transportes e sustentabilidade requer que se tenha em mente os objetivos de desenvolvimento, o perfil de mobilidade almejado e, por conseguinte, o padrão de acessibilidade necessário para alicerçar o alcance da sustentabilidade (MELLO, 2015). A Figura 18 mostra como acontece a articulação entre a acessibilidade e a mobilidade sustentável.

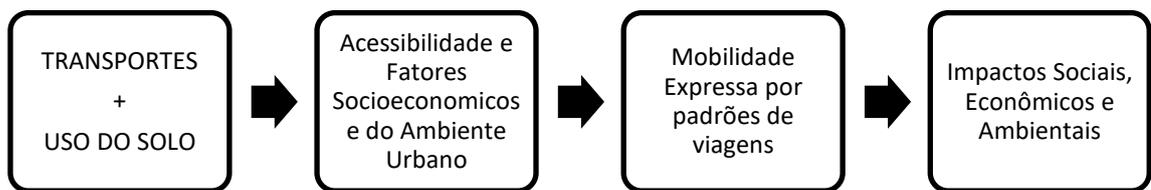


Figura 18 - Articulação da acessibilidade com a mobilidade sustentável

Fonte: Adaptado de Mello (2015).

Neste sentido, para alcance da mobilidade sustentável é importante compreender que mobilidade se deseja alcançar e que atributos e indicadores estão envolvidos nesta perspectiva. Mello (2015), então, destaca cinco atributos (Figura 19) capazes de expressar a sustentabilidade na mobilidade.

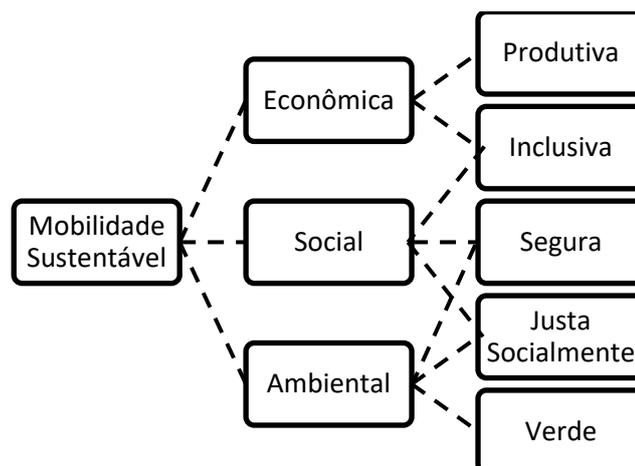


Figura 19 - Atributos da Mobilidade Sustentável

Fonte: Adaptado de Mello (2015)

Assim, segundo Mello (2015), considera-se que para a mobilidade ser sustentável, deve ser:

- **Produtiva:** Atributo da dimensão econômica (LITMAN, 2015) que reflete uma mobilidade mais eficiente em termos de recursos energéticos (EPA, 2012; WAPC, 2012) e mais racional em termos da infraestrutura disponível (Mello, 2015). Isto é, direcionada às modalidades de maior capacidade e mais efetivas em atender determinadas demandas, sempre de forma integrada aos modos de menor capacidade. O mesmo se aplica a utilização do espaço viário, considerado um bem público e limitado, em que se deve priorizar viagens realizadas por modalidades coletivas, e a proteção das modalidades mais vulneráveis, como as não motorizadas (UITP, 2003);
- **Inclusiva:** A inacessibilidade ou isolamento pode ser uma opção para os segmentos com maior poder aquisitivo e que dispõem de alternativas para se deslocar. Por outro lado, este pode ser um indicativo de exclusão das camadas mais pobres e violação o direito à cidadania (MELLO,2015). A imobilidade é, portanto, uma questão séria a ser considerada, uma vez que, a mobilidade deve apresentar condições que permitam o atendimento universal das necessidades de viagens, em especial daqueles com restrições físicas e de renda (ABLEY e HALDEN, 2013);
- **Segura:** A mobilidade deve garantir o compromisso com a saúde, a integridade e o direito à vida, e ocorrer em condições seguras, com menos riscos, conflitos, acidentes e mortes nas viagens, particularmente no trânsito (FERSI/ ECTRI, 2009; LITMAN e FITZROY, 2014);
- **Justa Socialmente:** Mobilidade com qualidade e com tempos aceitáveis para todos, oferecendo condições para que todos desfrutem de atividades e oportunidades fundamentais para se melhorar a qualidade de vida e o bem-estar social (WELCH, 2013; WELCH e MISHRA, 2013); e
- **Verde:** A mobilidade compromissada com modos de transporte que se utilizam de energia limpa e em condições focadas na redução da poluição atmosférica, sonora e emissões de gases do efeito estufa(PORTER *et al.*, 2013).

Uma vez definidos os cinco atributos, pode-se atrelar a eles alguns indicadores com o objetivo de avaliar a sustentabilidade da mobilidade ofertada em determinada localidade. Tais indicadores se caracterizam por serem derivados

de padrões de viagens e geralmente estarem disponíveis. Neste sentido, Portugal (2017) apresenta os seguintes indicadores:

- Distribuição espaço temporal de viagens balanceada;
- Baixa taxa de imobilidade;
- Alta proporção de viagens em modos de maior capacidade;
- Baixa proporção de viagens de automóvel;
- Baixa proporção de viagens em modos motorizados rodoviários;
- Alta % de viagens não motorizadas;
- Baixo tempo de viagem motorizada; e
- Baixo tempo de viagem não motorizada.

Tais indicadores serão utilizados nas seções subseqüentes para analisar o padrão de mobilidade da RMRJ.

5.2 Necessidades de Mudança na Região Metropolitana do Rio De Janeiro

Alicerçado no conceito de mobilidade sustentável explorado na seção anterior, nos cinco atributos e oito indicadores atrelados a ele, juntamente com a caracterização da mobilidade da RMRJ, esta seção avaliará quais os pontos críticos em que se deve intervir para promoção de uma mobilidade sustentável na RMRJ. Dessa forma, esta seção será dividida em duas etapas. Inicialmente, a sustentabilidade da mobilidade na RMRJ será analisada de acordo com os indicadores previamente estabelecidos. Posteriormente, na segunda etapa, uma síntese dos pontos a se intervir será feita de forma a apoiar o desenvolvimento da seção 5.3.

5.2.1 Sustentabilidade da Mobilidade Urbana da RMRJ

- **Distribuição espaço temporal de viagens balanceada**

O primeiro ponto a ser destacado em relação à distribuição espaço temporal de viagens na RMRJ é a dependência metropolitana. De acordo com a Tabela 5, a cidade do Rio de Janeiro aparece como o principal município atrator de viagens, sendo o destino de quase 65% das viagens na RMRJ. Em seguida aparece Niterói como destino de 15% das viagens.

O segundo ponto a se destacar é a distribuição das viagens de base residencial por faixa de tempo apresentada na Tabela 12. Observa-se que a maior proporção de viagens em quase todos os municípios se encontra na faixa temporal “mais de uma hora até duas horas”. Além disso, cidades como Japeri, Nova Iguaçu e Seropédica apresentam uma situação ainda mais crítica com mais de 20% das viagens superiores a duas horas. Quando, na Tabela 13, se analisa as viagens na RMRJ retirando a cidade do Rio de Janeiro como destino, percebe-se uma redução na ordem de 10 a 20% dos tempos de viagem acima de uma hora para todos os municípios. Entretanto, mesmo após a retirada da cidade do Rio de Janeiro como destino, nenhum dos tempos de viagem acima de uma hora entre os municípios se mostrou inferior a 20%.

Constata-se, portanto, uma distribuição espaço temporal de viagens desbalanceada, com grande concentração de viagens com destino a cidade do Rio de Janeiro e elevados tempos de viagem. Tal condição é provavelmente explicada pela estrutura radial da RMRJ, fruto do padrão de desenvolvimento histórico ao longo dos eixos ferroviários, e mais recentemente ao longo dos eixos rodoviários que exercem uma concorrência predatória sobre as outras modalidades.

Este modelo reflete a concentração de empregos e oportunidades ao longo dos eixos radiais e no centro Metropolitano, apresentando impacto direto na mobilidade sustentável. Estando a mobilidade sustentável diretamente relacionada com a acessibilidade, a dificuldade de se alcançar as atividades devido à distância, os elevados tempos de viagem, a superutilização dos corredores e modos de transporte nos horários de pico e a falta de redes transversais refletem a inequidade de acesso das pessoas que habitam nas regiões periféricas e a improdutividade econômica do modelo.

Neste sentido, é evidente a necessidade de desenvolvimento de novas centralidades de forma a distribuir as atividades pelo território e conseqüentemente as viagens, além do investimento na implantação de redes de transporte que permitam uma circulação transversal entre os municípios visando aumentar a integração da RMRJ como um todo.

- **Baixa taxa de imobilidade**

Como mencionado na seção 4.5.2, a taxa de imobilidade da RMRJ é de 46%. Ou seja, quase metade da população não viaja. De acordo com Mello (2015), a imobilidade pode ser uma opção para as parcelas da sociedade de maior renda, entretanto, para as parcelas pobres este é um sinal de exclusão.

Uma vez que quase todos os municípios da RMRJ, com exceção do Rio de Janeiro e Niterói, apresentam renda próxima ou inferior ao segundo quartil de renda (R\$500) e o mesmo acontece em relação ao IDH (0,710), suspeita-se que a alta taxa de imobilidade pode ser melhor explicada pela exclusão das parcelas de menor renda da sociedade. Dentre as possíveis razões para tal taxa de imobilidade destacam-se a ineficiência na cobertura do transporte público em regiões periféricas, falta de oportunidades locais, desemprego e incapacidade da população de arcar com os custos do transporte

Dessa forma, é necessária a promoção de políticas públicas mais inclusivas que garantam o direito desta parcela da população ao acesso às atividades e oportunidades fundamentais para se melhorar a qualidade de vida e o bem-estar social.

- **Alta proporção de viagens em modos de maior capacidade**

Ao analisar a Tabela 6, observa-se que a proporção de viagens por modos de maior capacidade, trem (2,5%), metrô (2,9%) e barcas (0,5%), é de aproximadamente 6%. Ou seja, a participação destes modos na divisão modal na RMRJ é extremamente baixa.

Apesar dos atributos para adoção de tecnologias de transportes de alta capacidade, como grandes distâncias dos deslocamentos e corredores com grandes contingentes de viagens (potencializado pelas redes radiais), o sistema se baseia majoritariamente em modos rodoviários. Tal condição vai de encontro principalmente a três atributos da mobilidade sustentável: produtiva, segura e verde.

Sob a ótica da mobilidade produtiva, a baixa proporção de viagens em modos de maior capacidade reflete uma ineficiência em termos de recursos energéticos e utilização da infraestrutura disponível. Além disso, por ser considerado um bem público limitado, a utilização da infraestrutura viária por modalidades de menor capacidade e individuais levam ao aumento do congestionamento.

Uma vez que os transportes de alta capacidade, como as modalidades metroferroviárias e barcas, se caracterizam por sofrerem menor interferência nas suas vias, estas se mostram mais seguras em relação às modalidades rodoviárias. Sendo a

segurança um dos atributos essenciais para a mobilidade sustentável, a pequena parcela de viagens realizadas em modos de maior capacidade reflete um ponto crítico da mobilidade na RMRJ.

A mobilidade verde, por sua vez, é caracterizada por ser compromissada com modos de transporte que se utilizam de energia limpa voltados para a redução da poluição atmosférica e sonora. Como referido na seção 4.6.1, quase metade (48%) das emissões de gases do efeito estufa é proveniente da matriz de transportes. Ou seja, o baixo grau de utilização de modalidades mais eficientes energeticamente, como as de alta capacidade, resultam em maiores emissões de GEE quando comparadas com outras fontes.

Isto posto, pode-se supor algumas razões para a baixa utilização de modos de alta capacidade, dentre elas: a infraestrutura viária do sistema ferroviário ultrapassada e em más condições de conservação, prejudicando a operação e limitando a capacidade de atendimento da demanda (PDTU, 2015) e as dificuldades de integração física, operacional e tarifária entre estes modos e os de menor capacidade. Muitas vezes o usuário prefere se utilizar do ônibus para percorrer o mesmo trajeto que poderia ser feito mais rapidamente por meio da combinação com o trem, devido a questões de ordem financeira.

Dessa maneira, é imprescindível o desenvolvimento de redes estruturantes de transporte, a modernização da infraestrutura já instalada e o estabelecimento de políticas públicas de transporte que promovam a integração física, operacional e tarifária entre os modos, estimulando o usuário a utilizar as modalidades mais adequadas para cada tipo de viagem.

- **Baixa proporção de viagens de automóvel**

Conforme a Tabela 6, a proporção de viagens por automóvel é de aproximadamente 16,6%, somando as viagens como condutor e passageiro. Apesar de não ser um número elevado, quando se compara este dado com os dados do PDTU de 2003 (14,9%), observa-se uma tendência de crescimento. Além disso, apesar da pequena participação na divisão modal do automóvel, este pode ser um dos principais responsáveis pelo Rio de Janeiro ocupar a oitava colocação entre as regiões mais congestionadas do mundo. A viagem por automóvel, portanto, apresenta implicações para a mobilidade urbana nos âmbitos da produtividade, ambiental, segurança e justiça social.

No que se refere à produtividade, as viagens por auto se mostram ineficientes em termos de recursos energéticos, uma vez que a grande maioria dos veículos possuem motor a combustão interna. Outro fator que reduz a produtividade do automóvel é o significativo espaço ocupado na via quando comparado com a capacidade de transportar passageiros. Além disso, a baixa taxa de ocupação dos veículos agrava o problema.

Diretamente relacionado com a baixa produtividade do automóvel, está o atributo ambiental da mobilidade sustentável. Posto que estes são ineficientes energeticamente e transportam poucos passageiros, a emissão de poluentes por passageiros transportados provavelmente é a maior entre as modalidades de transporte urbano. Ademais, os automóveis contribuem significativamente para degradação do ambiente urbano e a deterioração da qualidade de vida, através da poluição local (ex: fuligem), global (gases do efeito estufa) e sonora. Além de colaborar para a deterioração na qualidade de vida provocada pela poluição ambiental, as viagens por automóvel estão associadas aos altos índices de acidentes.

Sob a ótica da justiça social, pode-se fazer uma correlação direta com os congestionamentos. Apesar dos automóveis serem uma das principais razões para o grande volume de congestionamento, a grande maioria das pessoas que o possuem preferem utilizá-lo nos seus deslocamentos diários, caso não existam restrições (falta de espaços de estacionamento, pedágio, etc.). Entretanto, as camadas mais pobres da sociedade não conseguem arcar com os custos atrelados a posse do veículo particular. Para a mobilidade ser justa socialmente ela deve ser de qualidade e com tempos aceitáveis para todos. Portanto, as parcelas mais ricas se utilizam do carro para seus deslocamentos diários, uma vez que estes apresentam maior nível de serviço, resultando em congestionamentos que aumentam o tempo de viagem dos que se utilizam do transporte público (mais pobres), reduzindo, conseqüentemente, o nível de serviço das suas viagens.

Neste sentido, apesar da pequena proporção de viagens em automóvel na RMRJ, estas apresentam externalidades negativas consideráveis e, portanto, devem ser desestimuladas.

- **Baixa proporção de viagens em modos motorizados rodoviários**

Ao somar a quantidade de viagens por modos motorizados rodoviários mostradas na Tabela 6, chega-se a proporção de 61,5% do total de viagens. Desagregando este dado, identifica-se a grande participação das viagens por ônibus municipal e

intermunicipal neste número (37,4%). Ao observar uma grande proporção de viagens em modos rodoviários, principalmente ônibus, e uma participação tímida dos modos de alta capacidade na divisão modal, suspeita-se que os modos rodoviários estão atendendo à uma demanda inadequada para sua capacidade.

A configuração da RMRJ em uma estrutura radial concentrando atividades no centro metropolitano sobrecarrega os eixos radiais de transporte (metrô, trem e rodovias), o que conjugado com a integração operacional, física e principalmente tarifária precária podem explicar este fenômeno.

Como mencionado anteriormente, a tarifa pode exercer um peso significativo na escolha do modo de deslocamento pelo usuário. Neste sentido, sob a ótica da justiça social, o estímulo financeiro insuficiente para a utilização de mais de um modo (ônibus alimentando os sistemas de maior capacidade) contribui para ampliar a desigualdade social. Isto porque os mais pobres podem preferir gastar mais tempo no seu deslocamento ao utilizar modos rodoviários pagando menos.

Ao competirem com o transporte de alta capacidade, os modos motorizados rodoviários apresentam uma menor eficiência energética para o atendimento da demanda de corredores com alto contingente de viagem. Além disso, como os carros, os modos de transporte motorizado rodoviário, em geral, se utilizam de combustíveis fósseis como fonte energética, contribuindo assim para a degradação ambiental. Sob a perspectiva da segurança, os modos rodoviários apresentam riscos muito mais altos do que os modos sobre trilhos.

Por conseguinte, é imprescindível medidas que incentivem a utilização dos modos de transportes adequados para o atendimento de cada tipo de demanda, com os modos de maior capacidade sempre integrados com os de menor capacidade. Complementarmente, ações que priorizem a utilização do espaço viário por modos de transporte coletivo são necessárias.

- **Alta proporção de viagens não motorizadas e Baixo tempo de viagem não motorizada**

As viagens não motorizadas correspondem a 31,8% das viagens na RMRJ. Estas podem representar um bom indicativo da mobilidade verde e saudável, dado que não poluem e reduzem os índices de obesidades e doenças relacionadas. Contudo, deve-se compreender melhor as razões que levam a tal proporção.

Caso tais viagens ocorram de forma espontânea, como melhor opção para um deslocamento ou por escolha do usuário, esta alta porcentagem de viagens não motorizadas se mostra como um bom indício da mobilidade sustentável. Por outro lado, caso este número seja reflexo da falta de opções de transporte ou incapacidade de arcar com os custos da viagem por meio de outros modos, este indicador pode ser um sinal de exclusão social.

Dessa forma, com objetivo de apoiar tal análise, utiliza-se da taxa de imobilidade (46%). Junto a ela estão as características socioeconômicas da RMRJ mencionadas anteriormente, que mostram a grande maioria dos municípios com renda média per capita e IDH inferior ou próximo ao segundo quartil. Portanto, parte da proporção das viagens a pé podem não estar sendo executadas de forma adequada devido à falta de opção de outros modos ou por questões de ordem financeira.

Em relação ao tempo de viagem por modos não motorizados, a Tabela 10 apresenta uma média de 14,4 minutos por viagem. Aparentemente, este tempo de viagem se mostra adequado para este tipo de deslocamento. Entretanto, vale ressaltar que apesar de sugerir uma média baixa, este indicador em algumas localidades pode apresentar tempos elevados, refletindo uma situação de exclusão pela dificuldade de acesso aos transportes, seja pela distância, seja pelo valor da tarifa.

Neste sentido, é importante assegurar que a mobilidade por modos não motorizados ou ativos ocorra de forma adequada. Isto é, dentro do tempo aceitável, de forma espontânea como melhor forma de fazer aquele deslocamento ou por opção do indivíduo.

- **Baixo tempo de viagem motorizada**

Como mostrado pela Tabela 10, o tempo médio de viagem do transporte motorizado na RMRJ é de 33,1 minutos para o transporte individual e 41,8 minutos para o transporte coletivo. Este indicador reflete a facilidade de acesso às oportunidades do território, tanto através do transporte público quanto privado.

Tal facilidade de acesso às oportunidades depende de alguns fatores como: configuração das redes de transportes, dispersão espacial das atividades e capacidade dos modos motorizados de atendimento da demanda. Ou seja, o tempo de viagem por modos motorizados da RMRJ é reflexo da configuração radial da rede de transportes com ligações transversais ineficientes e concentração de emprego e outras atividades

no centro metropolitano. Além disso, outro fator que contribui para o aumento do tempo de viagem é a saturação dos eixos rodoviários radiais nos horários de pico por conta de viagens em modos inadequados.

Portanto, o indicador “Baixo tempo de viagem motorizada” está diretamente relacionado com os atributos produtividade, justiça social e ambiental (verde) da mobilidade sustentável. Os elevados tempos de viagem refletem a ineficiência das viagens em termos energéticos. A utilização de modalidades inadequadas, como ônibus e automóvel, para atendimento da demanda de corredores com grandes contingentes de viagem prejudica a produtividade do sistema.

No que se refere à justiça social, alto tempo de deslocamento resultado da concentração das atividades na região central agrava ainda mais as condições de acessibilidade da população periférica. Ademais, as viagens por levarem mais tempo conseqüentemente emitem mais poluentes, contribuindo ainda mais para a deterioração ambiental.

Assim, o poder público deve fomentar o desenvolvimento de novas centralidades e desenvolver ligações mais eficientes entre as já existentes. Políticas que direcionem a demanda para as modalidades adequadas para cada tipo de deslocamento podem contribuir para redução do tempo de viagem.

5.2.2 Pontos de Mudança

Após explorar o conceito de mobilidade sustentável na seção 5.1, juntamente com os seus atributos e indicadores, avaliou-se a mobilidade na RMRJ de acordo com a caracterização feita no capítulo 4. Assim, identifica-se algumas ações necessárias que podem contribuir para melhorar a mobilidade na região:

- Desenvolvimento de novas centralidades de forma distribuir as atividades e oportunidades pelo território.
- Garantir uma circulação transversal entre os municípios, aumentando a integração da RMRJ como um todo.
- Políticas públicas mais inclusivas que garantam o acesso da parcela da população mais pobre às atividades e oportunidades fundamentais para se melhorar a qualidade de vida e o bem-estar social.
- Modernização da infraestrutura de transporte já instalada de forma aumentar a capacidade do sistema e oferecer nível de serviço superior.

- Promover a integração física, operacional e tarifária entre os modos, estimulando o usuário a utilizar as modalidades mais adequadas para cada tipo de deslocamento, sempre integrando os modos de menor capacidade aos de maior capacidade.
- Promover ações de desincentivo a utilização do automóvel.
- Ações que priorizem a utilização do espaço viário por modos de transporte coletivo.
- Assegurar que a mobilidade por modos motorizados ou ativos ocorra de forma adequada.

Neste sentido, a próxima seção do capítulo será dedicada a avaliar, alicerçado no conceito de *MaaS* discutido no capítulo 3 deste trabalho, como o modelo *Mobility as a Service* pode contribuir para a promoção da mobilidade sustentável no contexto da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

5.3 *Mobility as a Service* na Promoção da Mobilidade Sustentável

Segundo Kamargianni *et al.* (2015), a forma como o setor de transportes é organizado não reflete a maneira como os indivíduos planejam e fazem suas viagens. Isto é, a complexidade de se utilizar diversos modos de transporte diferentes desencoraja a intermodalidade do usuário. Pode-se destacar alguns pontos que contribuem para o incremento desta complexidade como, métodos de pagamento diferentes para cada modo, fidelização (através de bilhetes específicos para cada modo) e falta de informação integrada entre os outros modos.

O modelo *Mobility as a Service*, de acordo com a definição construída no capítulo 3, oferece uma provisão de serviços de transporte flexível, com informações integradas em tempo real e métodos de pagamento flexível. Neste sentido, não há dúvidas que o *MaaS* possui potencial para reduzir a complexidade dos deslocamentos dos indivíduos. Assim, é evidente que o *MaaS* proporcionará ganhos de eficiência para os usuários, ao oferecer serviços personalizados, facilidade de pagamento e planejamento de viagens inteligente.

Entretanto, deve-se destacar que, segundo Burrows *et al.* (2014), um dos pontos essenciais da mobilidade inteligente é a sua utilização como instrumento de mudança de comportamento dos usuários e de promoção do papel dos transportes como

transformador social. Sendo o Brasil o 10º país mais desigual do mundo²⁶ e a RMRJ inserida neste contexto, o papel de transformador social dos transportes ganha ainda mais relevância. Neste sentido, deve-se avaliar se o *MaaS* é uma boa solução de mobilidade apenas sob a ótica do indivíduo ou ela pode conferir ganhos para a sociedade como um todo.

Portanto, para que o *MaaS*, cumpra seu papel de transformador social reduzindo as desigualdades, este deve estar em consonância com os objetivos do desenvolvimento sustentável. Isto é, além dos impactos econômicos e ambientais, deve-se considerar questões como a equidade social, saúde, segurança e qualidade de vida. Seguindo os atributos destacados por Mello (2015), a mobilidade sustentável e por sua vez, o *MaaS*, deve ser produtiva, inclusiva, segura, justa socialmente e verde.

De acordo com os atributos da mobilidade sustentável evidenciados por Mello (2015) e seus respectivos indicadores destacados por Portugal (2017), chegou-se à alguns pontos chave que envolvem a mobilidade urbana da RMRJ suscetíveis a mudança. Neste sentido, esta seção tem por objetivo avaliar a capacidade do modelo *Mobility as a Service* de atuar como agente transformador e promotor de redução das desigualdades sociais acentuadas pelos padrões de viagem.

A princípio, alguns dos pontos destacados passíveis de mudança, apesar de fundamentais para promoção da mobilidade sustentável, estão fora do escopo de atuação do modelo *MaaS*. Isto posto, compreende-se que os seguintes pontos não são de competência do modelo:

- Desenvolvimento de novas centralidades de forma distribuir as atividades e oportunidades pelo território.
- Promoção da integração física dos sistemas de transporte;
- Modernização da infraestrutura instalada de forma aumentar a capacidade do sistema.

Assim, avaliar-se-á a capacidade do *MaaS* de colaborar com os outros pontos realçados na seção anterior.

- **Priorização do espaço viário para os modos de transporte coletivo**

²⁶ PNUD (2016). Disponível em: <<http://www.br.undp.org/content/dam/brazil/docs/RelatoriosDesenvolvimento/undp-br-2016-human-development-report-2017.pdf>>

Em relação ao espaço viário, pode-se solicitar que usuários cadastrem seus veículos particulares na plataforma digital e assim desenvolver uma política de preços dinâmicos. Isto é, cobrança por acesso a determinadas vias da cidade ou políticas de estacionamento com preços dinâmicos.

Sob a ótica da gestão de viagens em tempo real, o planejador de viagens pode desaconselhar os usuários do transporte privado a passarem por vias utilizadas pelo transporte público.

- **Garantir uma circulação transversal entre os municípios, aumentando a integração da RMRJ como um todo.**

Uma das características do modelo *MaaS* é a capacidade de gerenciar e analisar dados. Uma vez na posse de informações sobre os padrões de viagem dos usuários, a plataforma *MaaS* pode informar aos operadores e ao poder público sobre padrões de deslocamento que não estão sendo contemplados pelas redes de transporte. Dessa forma, é possível gerenciar melhor a operação e oferecer novas rotas e serviços se necessário. Além disso, através de serviços alternativos e/ou compartilhados a preços acessíveis aos usuários, é possível ter mais flexibilidade e executar deslocamentos transversais dentro da rede.

Entretanto, deve-se ressaltar que tais medidas não substituem a necessidade de ampliação e desenvolvimento da rede de transporte estruturante no território, transformando a estrutura radial do sistema em uma malha.

- **Políticas públicas mais inclusivas que garantam o acesso da parcela da população mais pobre às atividades e oportunidades fundamentais para se melhorar a qualidade de vida e o bem-estar social.**

Para melhorar a inclusão social e reduzir o risco de isolamento duas ações podem ser tomadas. A primeira é através da política tarifária, com a concessão de benefícios para população que não possui condições para arcar com os custos do transporte, permitindo-as acessar as oportunidades no território. Pode-se oferecer pacotes de mobilidade personalizado para cada tipo de usuário (estudantes, desempregados, idosos, etc.)

A segunda medida é a utilização de serviços de transporte alternativo e compartilhado em regiões que possuem uma cobertura de transporte ineficiente.

Dessa forma, populações que habitam em tais regiões podem se conectar à rede de transporte público estrutural. Ademais, serviços sob demanda porta-a-porta pode ser oferecido a indivíduos que possuem dificuldade (idosos, deficientes físicos, etc.) para utilizar a rede de transporte público convencional.

- **Promover a integração operacional e tarifária entre os modos, estimulando o usuário a utilizar as modalidades mais adequadas para cada tipo de deslocamento, sempre integrando os modos de menor capacidade aos de maior capacidade.**

Apesar da existência de políticas tarifárias que promovam a integração na RMRJ (BUC e BUI), estas se mostram ineficientes para estimular uma maior integração entre os modos. O *MaaS* ao possuir flexibilidade de pagamento e de transações e comercializar os serviços dos diferentes operadores, este modelo possui uma capacidade maior de desenvolver políticas de integração tarifária. Através da plataforma *MaaS* é possível apoiar novos serviços de mobilidade e melhorar a distribuição dos subsídios.

Além disso, a plataforma *MaaS* concentra informações sobre todos os operadores de transporte e sobre os padrões de viagem dos usuários. Neste sentido, a eficiência ao combinar a oferta e demanda é otimizada. Assim, com o planejador de viagens e gestor de viagens dinâmico, o *MaaS* pode promover a maior integração operacional entre os modos e direcionar os usuários para as modalidades mais adequadas para cada tipo de deslocamento.

Ademais, incentivos financeiros como preços dinâmicos podem ser aplicados para desestimular usuários a utilizarem determinados sistemas nos horários mais congestionados, direcionando-os para modalidades com capacidade disponível e/ou espalhando o pico da demanda.

- **Promover ações de desincentivo a utilização do automóvel.**

O modelo *MaaS* por si só já desincentiva a utilização do automóvel, uma vez que tem como objetivo oferecer outros serviços igualmente convenientes. Além disso, existe o incentivo financeiro pela redução dos custos de transporte. Isto ocorre devido a concentração de operadores na mesma plataforma, permitindo o usuário comprar pacotes de mobilidade de acordo com as suas necessidades. Existe também a possibilidade dos clientes de compartilharem seus ativos (carro, bicicleta,

moto, etc.) além de reduzir a necessidade de posse (uma vez que é possível utilizar bens de terceiros), permitindo complementar a renda.

- **Assegurar que a mobilidade por modos motorizados ou ativos ocorra de forma adequada.**

Através do planejador de viagens inteligente munido de informações sobre todo sistema e seus usuários, é possível direcionar a demanda para os modos de transporte mais adequado para cada deslocamento. Sempre direcionando para modalidades mais produtivas, seguras e verdes.

Sob a ótica do poder público, o grande ponto de disrupção do modelo *MaaS* está na questão informacional. O uso das informações geradas (tanto por parte dos usuários quanto dos prestadores de serviço) pelas autoridades contribuirá de forma significativa para a promoção do desenvolvimento sustentável. Isto devido ao potencial do modelo de gerir a operação dos diferentes serviços de forma dinâmica e assim influenciar o comportamento dos usuários incentivando padrões de viagem mais sustentáveis.

O volume de dados disponível a custo extremamente baixo (quando comparados com a aplicação de pesquisas O/D domiciliares) pode apoiar um planejamento de transportes cada vez mais rico e preciso, além de guiarem a priorização de investimentos no setor. A coleta de informações quase em tempo real permitirá uma atualização quase instantânea do Plano Diretor de Transporte Urbano, além de permitir a avaliação da efetividade de políticas de transporte de forma mais acurada.

Porém, deve-se ressaltar, que apesar do potencial de endereçar os pontos passíveis de mudança na mobilidade da RMRJ, a implantação de tal modelo não é trivial e exige uma série de condições, como exposto na seção 3.5.

Apesar da necessidade de ser ampliada, a RMRJ já possui uma vasta gama de serviços de transporte disponível na cidade, cumprindo assim uma das exigências do modelo *MaaS*. Outra exigência do modelo é a dos operadores oferecerem bilhetes e pagamentos eletrônicos para acesso aos seus serviços. Esta condição ainda não é cumprida pelos prestadores de serviço da RMRJ, contudo, entende-se que a adaptação dos serviços para serem vendidos por meios eletrônicos não apresenta grande complexidade frente às demais condições.

A condição de abertura de dados para terceiros pelos operadores surge como uma dificuldade de implantação do *MaaS* na RMRJ. Tal dificuldade ocorre principalmente no

caso dos operadores de transporte privado, como os de mobilidade compartilhada, que por questões comerciais e de mercado podem relutar a divulgar seus dados.

A última condição a ser cumprida é a possibilidade de terceiros venderem bilhetes de transporte dos diferentes operadores. Esta condição talvez seja o maior desafio a se enfrentar para implantação do *MaaS*, uma vez que exigirá uma articulação política entre os diferentes *stakeholders* (prestadores de serviço de transporte público, prestadores de serviço de transporte privado e poder público).

Neste sentido, Finger (2017) pontua alguns desafios a serem enfrentados pelo poder público na implantação de um modelo como o *MaaS*.

Em relação ao *layer* de dados, as autoridades devem tomar a decisão técnica de depender de empresas locais e *startups* ou confiarem no conhecimento e expertise das grandes companhias do setor para operação dos dados.

A nível financeiro, o poder público deve decidir se a transição para este modelo será guiada pelo mercado ou pelas políticas públicas. Isto é, decidir se os dados gerados pelo sistema é um mercado para atração de empresas ou um objeto de política pública implantado pela cidade. Entende-se que para a promoção da mobilidade sustentável, é importante que as políticas públicas guiem este processo.

A nível político, deve-se regular questões relacionadas a privacidade e posse dos dados. A nível social, o poder público deve considerar a promoção de “alfabetização digital” ou deixar que os cidadãos se adaptem naturalmente a transição.

Em relação a camada de serviços, é necessário considerar se as autoridades locais devem investir em terceiros para desenvolvimento de novos serviços, ou ela própria desenvolvê-lo. Sob a perspectiva social, deve-se determinar quais são os serviços universais obrigatórios neste novo contexto de serviços de mobilidade inteligente. Sob o ponto de vista ambiental, entende-se que para a promoção da mobilidade sustentável deve-se fomentar serviços que incentivem um comportamento alinhado com a sustentabilidade ambiental dos cidadãos.

Dessa forma, verifica-se que o modelo *MaaS* apesar de não ser a solução completa para cada um dos problemas listados anteriormente, este apresenta atributos que podem endereça-los em diferentes níveis. A sua implantação, como mencionado anteriormente, não é trivial e provavelmente ocorrerá posteriormente em países mais desenvolvidos, isto principalmente, devido a maior capacidade institucional desses países. Um dos grandes desafios a serem enfrentados será a regulação deste sistema,

com diferentes entes, tanto públicos quanto privados, e os contratos ainda vigentes dos serviços públicos de transporte.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observou-se que alguns elementos, como avanços tecnológicos, mudança de comportamento das gerações mais novas, urbanização acelerada e a tendência global para redução de emissões de gases poluentes, estão provocando uma transformação no transporte urbano.

Contudo, esta transformação ocorrerá de forma distinta de acordo com as características locais, produzindo resultados diferentes de cidade para cidade. A rapidez e a abrangência na qual essas mudanças ocorrerão dependerá de diferentes fatores, como, densidade populacional, desenvolvimento econômico, investimentos públicos, condições de infraestrutura viária e de transporte público, níveis de poluição e congestionamento e da governança local.

Identificaram-se algumas características principais que estarão presentes no futuro da mobilidade urbana: a adoção generalizada de veículos autônomos e elétricos, a utilização cada vez maior de serviços *low-cost* e compartilhados e um modelo de provisão de transportes através de plataformas *online*. A adoção de veículos elétricos e autônomos por si só contribuirá apenas para aumentar a eficiência do atual modelo de negócios do transporte urbano. Entretanto, a utilização de plataformas *online* para provisão de serviços de transporte (incluindo serviços *low cost* e compartilhado) pode provocar mudanças estruturais no setor e transformar completamente o modo como as pessoas se movem nas cidades.

Uma vez que este modelo de mobilidade inteligente oferecido por plataformas *online*, conhecido como *Mobility as a Service*, tem o maior potencial de transformação da mobilidade urbana, este trabalho se restringiu a explorá-lo mais a fundo. De acordo com a caracterização do *MaaS*, este modelo oferece diversos ganhos de eficiência para o usuário. Porém, questiona-se se este modelo apresenta apenas ganhos para os indivíduos ou se ele pode ser bom socialmente.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar se o *MaaS* pode ser usado como forma de política pública para promoção da mobilidade sustentável. Para tal, utilizou-se o caso da Região Metropolitana do Rio de Janeiro como forma de avaliar o potencial do modelo em apoiar os objetivos do desenvolvimento sustentável.

Para tal avaliação, considerando-se as características socioeconômicas e os padrões de viagem da RMRJ, foram analisados os atributos e indicadores da mobilidade sustentável definidos por Mello (2015) e Portugal (2017,) respectivamente. Com base

nesta comparação identificaram-se alguns pontos passíveis de mudança na mobilidade da RMRJ e verificou-se a capacidade do modelo *MaaS* de endereçar tais questões.

Concluiu-se, portanto, que o modelo *MaaS* apresenta potencial de contribuir para promoção da mobilidade sustentável. Isto devido principalmente a questão informacional inerente ao modelo, capaz de acompanhar a demanda em tempo real e combiná-la de forma dinâmica com a oferta de serviços. Além disso, graças a capacidade de garantir uma forte relação com os usuários dos serviços de mobilidade, o modelo pode incentivar a mudança de comportamento para padrões mais produtivos, inclusivos, seguros verdes e justos socialmente.

Sob o ponto de vista da política tarifária, o modelo é capaz de oferecer pacotes de mobilidade de acordo com as necessidades e características de cada grupo da sociedade. Isto, por sua vez, permitiria a redução da imobilidade e do isolamento ao oferecer descontos para grupos de menor poder aquisitivo, permitindo-os acessar as oportunidades distribuídas no território.

Este trabalho contribui para o estado da arte ao avaliar qual o potencial de contribuição do *Mobility as a Service* para a redução das desigualdades socioespaciais típicas das metrópoles latino americanas. Entretanto, deve-se ressaltar que apesar do seu grande potencial de apoiar os objetivos da política de transportes e do desenvolvimento sustentável, este modelo não é fácil de ser implementado.

Neste sentido, recomenda-se pesquisas futuras sobre as condições de implantação deste modelo em contextos de países em desenvolvimento. Deve-se entender como acontecerá a articulação dos diferentes atores do setor e como a regulação e os contratos dos serviços de transporte se adaptarão a este novo ambiente. Além disso, após a sua implantação, recomenda-se o monitoramento dos impactos causados pela sua implantação nos padrões de viagem, de modo a analisar se eles realmente estão contribuindo para a mobilidade sustentável.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABLEY, S., HALDEN, D. 2013. *The New Zealand accessibility analysis methodology*. NZ Transport Agency research - report 512. New Zealand.

ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos, 2016. Sistema de Informações de Mobilidade Urbana – Relatório Geral 2014. Disponível em: < http://files.antp.org.br/2016/9/3/sistemasinformacao-mobilidade--geral_2014.pdf >. Acesso em 27/02/2018.

APTA: American Public Transportation Association. 2013. *Millennials & Mobility: Understanding the Millennial Mindset* [Online]. Disponível em: < http://www.apta.com/mediacenter/pressreleases/2013/Pages/131001_Millennials.aspx > Acesso em: 27/02/2018

BALLÚS-ARMET, I., SHAHEEN, K. CLONTS, WEINZIMMER, D. (2014), *Peer-to-Peer Carsharing*, in **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board** 2416 , pp 27-36.

BECK, M., LIBERT, B., WIND, J., 2016. *The Network Imperative. How to Survive and Grow in the Age of Digital Business Models*, Boston: Harvard Business Review Press.

BOUTON, S. HANNON, E., KNUPFER, S., RAMKUMAR, 2017. The future(s) of mobility: How cities can benefit.

BURROWS, A., BRADBURN, J., COHEN, T., 2014. *Journey of the Future - Introducing Mobility as a Service*, s.l.: Atkins. Disponível em: <http://www.atkinsglobal.com/~media/Files/A/Atkins-Corporate/uk-and-europe/uk-thought-leadership/reports/Journeys%20of%20the%20future_300315.pdf>. Acesso em: 23/02/2018.

BUSINESS TO COMMUNITY, 2014. Disponível em < <https://www.business2community.com/social-media/marketing-millennials-using-social-media-turn-customers-brand-ambassadors-0759420#AdZdd0sksD7UBklt.97> > Acesso em: 04/12/2018

CARBON BRIEF, 2015. Disponível em:< <https://www.carbonbrief.org/analysis-brazils-climate-pledge-represents-slight-increase-on-current-emissions>>. Acesso em: 04/12/2017.

CAMPOS, V. B. G. Uma Visão da Mobilidade Urbana Sustentável. Revista dos Transportes Públicos, v.2, pp.99-106, 2006.

CHAPMAN, L. 2007. *Transport and climate change: a review*. **Journal of Transport Geography** [Online Journal]. Elsevier Ltd. Vol. 15: 354-367. P. 354.

CNN. Dawson, A. 2011. *Study says Generation X is balanced and happy* [Online]. Disponível: http://edition.cnn.com/2011/10/26/living/gen-x-satisfied/index.html?_s=PM:LIVING > . Acesso em: 05/10/2017

CURTIS, C. 2008. *Planning for sustainable accessibility: the implementation challenge*. Transport Policy, 15, pp 104-112.

ECMT (2007), *(De)Regulation of the Taxi Industry*, OECD Publishing, Paris. doi: <http://dx.doi.org/10.1787/9789282101155-en>.

ELITE DAILY, 2013. *The 20 Differences Between The Baby Boomers And Generation-Y* [Online]. Disponível em: < <http://elitedaily.com/life/the-20-differences-between-the-baby-boomers-and-generation-y/> > Acesso em: 27/02/2018

EPA. 2012. *Sources of greenhouse gas emissions*. United States Environmental Protection Agency.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética, 2014. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/Estudos/Documents/BEN%202014%20Rel%20S%C3%ADntese%20ab%202013a.pdf>>. Acesso em: 27/02/18

ESSENTIAL KIDS. 2013. *Gen Z: digital natives* [Online]. Disponível em: <<http://www.essentialkids.com.au/entertaining-kids/games-and-technology/gen-z-digitalnatives-20080716-3g5p.html>> Acesso em: 27/02/2018

EUROPEAN COMMISSION 2015, *Public consultation on the regulatory environment for platforms, online intermediaries, data and cloud computing and the collaborative economy*.

EUROPEAN PARLIAMENT, 2015, *Resolution of 29 October 2015 on new challenges and concepts for the promotion of tourism in Europe*.

EVANS, D. S., SCHMALENSEE, R., 2016. *Matchmakers. The New Economics of Multisided Platforms*, Harvard Business Review Press, Boston.

FERSI/ ECTRI. 2009. *The sustainable safety approach to Road Transport and Mobility*. Road Safety Roadmap.

FINGER, BERT, KUPFER, MONTERO, WOLEK, 2017, *Research for TRAN Committee – Infrastructure funding challenges in the sharing economy*, European Parliament, Policy Department for Structural and Cohesion Policies, Brussels

FLÓREZ, J., PORTUGAL, L. S., 1996. *Caracterización y Análisis de la Accesibilidad, Calidad Urbana y Condiciones Sociales del Vecindario en la Selección Residencial. El Caso Latinoamericano*. In: VII Congreso Iberoamericano de Urbanismo, Pamplona. Espanha.

GAKENHEIMER, R., 1999. *Urban Mobility in the Developing World*. Transportation Research Part A 33, pp.671 – 689.

GOETZ, A. R., GRAHAM, B. 2004. *Air transport globalization, liberalization and sustainability: post-2001 policy dynamics in the United States and Europe*. **Journal of Transport Geography** [Online Journal]. Elsevier Ltd. Vol. 12: pp 265-276.

GOMIDE, A. DE Á. (2003) Transporte Urbano, Pobreza e Inclusão Social. In: Panorama Nacional da Pesquisa e Ensino em Transportes. Anais do XVII ANPET. Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte, v. 2, Rio de Janeiro, Brasil. p. 1082-1093.

GOUDIN, P., 2016. *The Cost of Non-Europe in the Sharing Economy: Economic, Social and Legal Challenges and Opportunities*, Brussels: European Parliamentary Research Service. Disponível em: <www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/558777/EPRS_STU%282016%29558777_EN.pdf>. Acesso em:16/10/2017.

HADDAD, P. R. Clusters e desenvolvimento regional no Brasil. Revista Brasileira de Competitividade, ano 1, no 2, ago-nov./2001.

HAWKEN, P., LOVINS, A., LOVINS, H., 1999. *Natural Capitalism: the Next Industrial Revolution*. Earthscan, London.

HEIKKILÄ, S., 2014. *Mobility as a Service – A Proposal for Action for the Public Administration*, Case Helsinki. Dissertação de mestrado. Universidade de Aalto.

HOLDEN, E., LINNERRUD, K., BANISTER, D. *Sustainable passenger transport: back to Brundtland*. **Transportation Research Part A**, 54, 2013, p.67-77.

HOLMBERG, P.E., COLLADO, M., SARASINI, S., WILLIANDER, M., 2015. *Mobility as a Service: Describing the Framework*. Gothenburg.

HOWSTUFFWORKS. 2013. *How Generation Z Works* [Online]. Disponível em: <<http://people.howstuffworks.com/culture-traditions/generation-gaps/generation-z.htm> >. Acesso em: 27/02/18

HUBERT, J., ARMOOGUM, J., AXHAUSEN, K., MADRE, J., 2008. *Immobility and mobility seen through trip-based versus time-use surveys*. **Transport Reviews** 28 (5), 641–658.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010. Sinopse do Censo Demográfico 2010. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_da_populacao/caracteristicas_da_populacao_tab_brasil_zip_xls.shtm>. Acesso em: 04/12/2017.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA, 2010. *Mobilidade urbana no Brasil*. In: _____. *Infraestrutura social e urbana no Brasil: subsídios para uma agenda de pesquisa e formulação de políticas públicas*. pp. 549-592.

_____, 2011a. Disponível em:<http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5574/1/BRU_n05_emiss%C3%B5es.pdf>. Acesso: 26/12/2017.

_____, 2011b. Disponível em:<http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1282/1/TD_1595.pdf>. Acesso: 26/12/2017.

_____, 2015. *Estimativa dos custos dos Acidentes de Trânsito no Brasil com Base na Atualização Simplificada das Pesquisas anteriores do IPEA*. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7456/1/RP_Estimativa_2015.pdf > .

_____, 2016. *Desafios da mobilidade urbana no Brasil*. Brasília: IPEA, 2016. Disponível em: Acesso em: 05/10/17

ITF - International Transport Forum ,2015, *Urban Mobility System Upgrade How shared self-driving cars could change city traffic*, April 2015, Disponível em: <<http://www.itfoecd.org/urban-mobility-system-upgrade-1>>. Acesso em: 17/10/2017

JWT. 2012. *Gen Z: Digital in their DNA* [Online]. 81 p. Disponível em: <http://www.jwtintelligence.com/wpcontent/uploads/2012/04/F_INTERNAL_Gen_Z_0418122.pdf>. Acesso em: 27/02/18

KAMARGIANNI, M., MELINDA, M., LI, W., SCHÄFER, A., 2015. *Feasibility Study for Mobility as a Service Concept for London*. UCL Energy . Institute report, Prepared for the UK Department for Transport. Disponível em: <<https://www.ucl.ac.uk/bartlett/energy/sites/bartlett/files/maas.pdf>>. Acesso em: 23/02/2018.

LEMOS, D. S. da C. P. da S. Análise das relações existentes entre a acessibilidade e o desenvolvimento no município de Petrópolis. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro: UFRJ, 2011

LI, Y., VOEGE, T., 2017. Mobility as a Service (MaaS): Challenges of Implementation and Policy Required. **Journal of Transportation Technologies**, v. 7, pp. 95-106. Disponível em: <<https://doi.org/10.4236/jtts.2017.72007>>. Acesso em: 26/02/2018.

LINARES, P., ALTMANN, M., BRENNINKMEIJER, A., LANOIX, J., ELLISON, D., CRISAN, A., HUGYECZ, A., KORENEFF, G., HANNINEN, S., 2010. Decentralised Energy Systems. *European Parliament*, Policy Department for Economic and Scientific Policy, Brussels. Disponível em: <<http://www.europarl.europa.eu/document/activities/cont/201106/20110629ATT22897/20110629ATT22897EN.pdf>>. Acesso em: 05/12/2017

LITMAN, T. 2009, *Where We Want to Be – Home Location Preferences and Their Implications For Smart Growth*. 42p. Victoria Transport Policy Institute, 2009

LITMAN, T. 2015, *Evaluating accessibility for transportation planning measuring people's ability to reach desired goods and activities*. Victoria Transport Policy Institute. 56 p., 2015

LITMAN, T., FITZROY, S. 2014. *Safe travels: evaluating mobility management traffic safety impacts*. Victoria Transport Policy Institute.

MARTIN, E., SHAHEEN, S. 2016. *Impact of car2go on vehicle ownership, modal shift, vehicle miles travelled, and Greenhouse Gas Emissions: An Analysis of Five North American Cities*, Working Paper, TSRC.

MCKERRACHER, C., ITAMAR, O., WILSHIRE, M., TRYGGESTAD, C., MOHR, D., HANNON, E., ... MOELLER, T. (2016). *An integrated perspective on the future of mobility*. Disponível em: <https://www.bbhub.io/bnef/sites/4/2016/10/BNEF_McKinsey_The-Future-of-Mobility_11-10-16.pdf> Acesso em: 07/11/2017.

MELLO, A. J. R. A Acessibilidade ao Emprego e Sua Relação Com a Mobilidade e o Desenvolvimento Sustentáveis: o caso da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Programa de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

MONT,O., PLEPYS, A., 2008. “Sustainable consumption progress: should we be proud or alarmed?”. pp. 531-537.

MOTTE-BAUMVOL B., NASSI C. D., 2012. *Immobility in Rio de Janeiro: Beyond poverty*. **Journal of Transport Geography** v. 24: pp 67–76

MOTTE-BAUMVOL, B., BONIN, O., DAVID NASSI, C., BELTON-CHEVALLIER, L., 2016. *Barriers and (im)mobility in Rio de Janeiro*. **Urban Studies**. 53, pp. 2956–2972

MURPHY, C. 2016. *Shared Mobility and the Transformation of Public Transit*, Disponível em: <<https://trid.trb.org/view.aspx?id=1401765>> . Acesso em: 16/10/2017

ONU- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS,2017. Disponível em: <<https://esa.un.org/unpd/wpp/Download/Probabilistic/Population/>>. Acesso em: 30/11/2017.

PDTU - PLANO DIRETOR DE TRANSPORTE URBANO 2015. Disponível em: <<http://www.rj.gov.br/web/setrans/exibeconteudo?article-id=626280>>. Acesso em: 28/02/2018.

PEDUI – PLANO ESTRATÉGICO DE DESENVOLVIMENTO URBANO INTEGRADO 2016. Relatório 6. Disponível em: <<http://www.modelarametropole.com.br/wp-content/uploads/2016/11/PRODUTO-6-2.pdf>>

PICCINI, M., 2003. Sobre a comunicação nas grandes cidades. **Revista Opinião Pública**, Campinas, pp..01-19.

PILTCHER, J., 1994. *Mannheim's sociology of generations: an undervalued legacy*. **BJS [Online Journal]**. Vol. 45:3, pp. 481-495. Disponível em: <http://www.history.ucsb.edu/faculty/marcuse/classes/201/articles/94PilcherMannheimSocGenBJS.pdf>.

PLEPYS A., MONT O., 2013. *Review of Relevant European Initiatives Addressing Servicing*, Lund University;

PNUD- PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO, 2016. Disponível em: <http://www.br.undp.org/content/dam/brazil/docs/RelatoriosDesenvolvimento/undp-br-2016-human-development-report-2017.pdf>. >Acesso em; 28/02/2018.

PORTER, C. D., BROWN, A., DEFLORIO, J., MCKENZIE, E., TAO, W., VIMMERSTEDT, L. 2013. Effects of travel reduction and efficient driving on transportation: energy use and greenhouse gas emissions. *Transportation Energy Future Series*.

PORTUGAL, L. S., FLÓREZ, J. E RODRIGUES, A.N. (2010) Rede de pesquisa em transportes: um instrumento de transformação e melhora da qualidade de vida. *Revista Transportes*, vol. 18, n. 1, pp. 6-16.

PORTUGAL, L. S. (2017) Transporte, Mobilidade e Desenvolvimento Urbano. Organizador. Editora Elsevier. ISBN: 978-85-352-8733-2. Rio de Janeiro. Brasil. 360 p.

PRAZERES, L. M., 1998. *A interface social seus desafios para gestores de política ambiental nas cidad*. In: Encuentro Internacional de la Ciudad de México. Sobre Participación Social en la Gestión del Medio Ambiente Urbano.

RAYLE, L., SHAHEEN, S., CHAN, N., DAI, D., CERVERO, R., 2015. "App-Based, On-Demand Ride Services: Comparing Taxi and Ridesourcing Trips and User Characteristics in San Francisco". *Transportation Research Board Annual Meeting*, Washington, DC.

ROMANILLOS, G., AUSTWICK, M. Z., ETTEMA, D., DE KRUIJF, J. (2016), *Big data and Cycling*, in *Transport Reviews*, 36.

SCHWAB, K. 2016. *The Fourth Industrial Revolution*. Geneva, World Economic Forum

SOCHOR, J., STRÖMBERG, H., KARLSSON, M., 2015. *Implementing Mobility as a Service: Challenges in Integrating User, Commercial, and Societal Perspectives*. **Transportation Research Record**, v. 2036, pp. 1-9. Disponível em: <<https://doi.org/10.3141/2536-01>>. Acesso em: 27/02/2018.

STAHEL, W., 1994. *The utilization-focused service economy: resource-efficiency and product-life extension*. In: **Allenby, B.R. (Ed.), The Greening of Industrial Ecosystems**. National Academy Press, Washington D.C., pp. 178e190.

THECITYFIXBRASIL, 2015. Disponível em: <<http://thecityfixbrasil.com/2015/05/14/6-coisas-que-voce-nao-sabia-sobre-sistemas-bike-share/>>. Acesso em: 16/10/2017.

THYNELL, M., 2007. *Social Change and Urban Transport*. Bonn: GTZ.

TRANSPORT SYSTEMS CATAPULT, 2016. Disponível em: <https://ts.catapult.org.uk/wp-content/uploads/2016/07/Mobility-as-a-Service_Exploring-the-Opportunity-for-MaaS-in-the-UK-Web.pdf>. Acesso em: 23/02/2018.

UITP. 2003. *Better urban mobility in developing countries: solutions and good practices*. Union Internationale des Transports Publics. Brussels. 43 p., 2003

UPHAM, P., KIVIMAA, P., VIRKAMÄKI, V. 2013. *Path dependence and technological expectations in transport policy: the case of Finland and the UK*. **Journal of Transport Geography** [Online Journal]. Elsevier Ltd. Vol. 32: 12-22. P. 12-13.

VASCONCELLOS, E. A, 2000. *Transporte Urbano nos Países em Desenvolvimento. Reflexões e Propostas*. 3ª Ed. Unidas. São Paulo-Brasil.

VDV: Die Verkehrsunternehmen. 2013. *Public Transport: Key Element and Motor of a Forward-Looking Mobility Alliance*. Working Group "Multimodal Mobility Offers" of the VDV Committee on Strategy. Position Paper/April 2013.

WAPC. 2012. *Guidelines for preparation of integrated transport plans*. Western Australian Planning Commission.

WCED. World Commission on Environment and Development. Our Common Future. Oxford and New York: Oxford University Press, 1987. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/ourcommon-future.pdf>>

WELCH, T.F. 2013. *Equity in transport: The distribution of transit access and connectivity among affordable housing units*. **Transport Policy**, 30, 283–293.

WELCH, T.F. & MISHRA, S. 2013. *A measure of equity for public transit connectivity*. **Journal of Transport Geography**, 33, pp. 29–41.