UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

RONALDO RIBEIRO DE MELO

TRANSPORTES COMPARTILHADOS POR APLICATIVOS E O PARADIGMA DA MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL

Recife
2020

RONALDO RIBEIRO DE MELO

TRANSPORTES COMPARTILHADOS POR APLICATIVOS E O PARADIGMA DA MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Transporte e Gestão das Infraestruturas Urbanas.

Orientador: Prof. Dr. Maurício Oliveira de Andrade.

Recife

2020

Catalogação na fonte
Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

M528t Melo, Ronaldo Ribeiro de.
Transportes compartilhados por aplicativos e o paradigma da mobilidade urbana sustentável / Ronaldo Ribeiro de Melo. - 2020.
231 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Maurício Oliveira de Andrade.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2020.
Inclui Referências e Apêndices.

1. Engenharia Civil. 2. Mobilidade compartilhada. 3. Mobilidade sustentável. 4. Bicicleta compartilhada. 5. *Ridesourcing*. 6. Carro compartilhado. I. Andrade, Maurício Oliveira de (Orientador). II. Título

UFPE

624 CDD (22. ed.) BCTG/2020-218

RONALDO RIBEIRO DE MELO

TRANSPORTES COMPARTILHADOS POR APLICATIVOS E O PARADIGMA DA MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Aprovada em: 13/07/2020.

BANCA EXAMINADORA

participação por videoconferência
Prof. Dr. Maurício Oliveira de Andrade (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

participação por videoconferência
Prof.ª Dr.ª Leise Kelli de Oliveira (Examinadora externa)
Universidade Federal de Minas Gerais

participação por videoconferência
Prof.ª Dr.ª Maria Leonor Alves Maia (Examinadora interna)
Universidade Federal de Pernambuco

participação por videoconferência
Prof. Dr. Anísio Brasileiro de Freitas Dourado (Examinador interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Para Lucia Helena Guimarães Ribeiro, mãe, que lutou bravamente durante uma vida difícil, que permitiu seus filhos realizassem seus sonhos, que superou o insuperável e ainda segue motivada. Exemplo de determinação, força e apoio incondicional.

AGRADECIMENTOS

À minha família pelo apoio e compreensão nas minhas ausências.

À toda a equipe dos assistentes e técnicos administrativos da PPGEC, por sua competência e rapidez na resolução de problemas

Ao corpo docente do programa de transportes. Grupo unido e que fornece muito apoio aos seus discentes

À Andersonn Magalhães de Oliveira, que auxiliou na elaboração do modelo econométrico.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa fornecida e por financiar essa pesquisa.

RESUMO

Esta dissertação tem o objetivo verificar quais são as relações entre os conceitos de mobilidade sustentável e os efeitos decorrentes da utilização de sistemas de transporte compartilhados, observando como e se esses conceitos se aproximam. Para isso é utilizada a análise de regressão linear clássica, aplicação do Índice de Moran Bivariado Local, com o objetivo de observar correlações locais que diferem do modelo de regressão, e análise de *cluster* com o método K-*means*, buscando verificar como os transportes compartilhados se comportam em um mesmo espaço urbano. O movimento da mobilidade compartilhada vem ganhando espaço no mundo nos últimos anos, apesar disso, poucas cidades levam em consideração os transportes compartilhados em seus planos de mobilidade. Esses planos, em sua maioria, são baseados em conceitos e diretrizes da mobilidade sustentável que visam promover uma mobilidade mais justa, verde e produtiva. Ambos os movimentos têm características diversas, enquanto a mobilidade compartilhada visa atingir a eficiência através da ampliação da liberdade do usuário e da relação entre oferta e demanda nas infraestruturas, a mobilidade sustentável visa a eficiência levando em consideração a coletividade e um plano integrado entre transportes e uso do solo, coordenado pelo Estado. Assim, faz-se necessário verificar qual a relação entre ambos os movimentos e de que maneira seus conceitos e diretrizes podem ser coordenados para promover uma mobilidade sustentável e que amplie sua acessibilidade. Para responder a essa questão, este trabalho irá verificar a relação entre a demanda de transportes compartilhados (*ridesourcing*, bicicleta compartilhada e carro compartilhado) e as variáveis de uso do solo, infraestrutura de transportes e acessibilidade. Poucos são os estudos que relacionam os transportes compartilhados com variáveis de infraestrutura, acessibilidade e uso do solo, mais incipiente ainda é a análise integrada desses transportes e suas relações com a mobilidade sustentável no contexto Sul Americano, assim este estudo pretende preencher esta lacuna. Entre os resultados encontrados verificou-se que a bicicleta compartilhada tem relação convergente com a mobilidade sustentável por promover viagens de microacessibilidade, de última milha, e estimular a utilização de transportes ativos. Por outro lado, o programa no Recife está inserido apenas em 26 bairros, excluindo grande parte da população da cidade. Já o *ridesourcing* converge para a mobilidade sustentável por ampliar a acessibilidade daqueles que não podem pagar por um carro e por contribuir para a diminuição da propriedade do carro, principalmente entre os bairros de uso

predominantemente misto. Porém, divergem por apresentar indícios de competição com o transporte público, usuários de alta renda terem mais acesso à alternativa, e comunidades nas periferias da cidade terem participação incipiente na demanda. Por fim, a demanda de carro compartilhado apresenta correlação positiva com polos geradores de viagem e população, convergindo para a sustentabilidade econômica do sistema. Logo se percebe que são necessárias políticas públicas para maximizar a utilidade desses transportes e ampliar suas áreas de atuação de acordo com o contexto urbano.

Palavras-chave: Mobilidade compartilhada. Mobilidade sustentável. Bicicleta compartilhada. *Ridesourcing*. Carro compartilhado.

ABSTRACT

This dissertation aims to verify what are the relationships between the concepts of sustainable mobility and the effects resulting from the use of shared transport systems, observing the extent to which these concepts diverge or converge. For this, linear regression analysis is used, applying the Moran Bivariate Index, in order to observe local correlations that differ from the econometric model, and cluster analysis with the K-means method. The shared mobility movement has been gaining ground in the world in recent years, however, few cities take shared transport into account in their mobility plans. Most of these plans are based on sustainable mobility concepts and guidelines that aim to promote fairer, greener and more productive mobility. Both movements have different characteristics, while shared mobility aims to achieve efficiency by expanding user freedom and the relationship between supply and demand in infrastructure, sustainable mobility aims at efficiency taking into account the community and an integrated plan between transport and land use, coordinated by the State. Thus, it is necessary to verify the relationship between both movements and how their concepts and guidelines can be coordinated to promote sustainable mobility and expand accessibility. To answer this question, this dissertation verifies the relationship between the demand for shared transport (*ridesourcing*, shared bicycle and shared car) and the variables of land use, transport infrastructure and accessibility, in the context of the city of Recife. Interpreting its results from the perspective of sustainable mobility concepts and guidelines. There are few studies that relate shared transport with variables of infrastructure, accessibility and land use, even more incipient is the integrated analysis of these transports and their relationship with sustainable mobility in the South American context, so this study aims to fill this gap. Among the results found, it was found that the shared bicycle has a convergent relationship with sustainable mobility by promoting last mile microaccessibility trips and encouraging the use of active transport. On the other hand, the program in Recife is inserted only in 26 neighborhoods, excluding a large part of the city's population. *Ridesourcing*, on the other hand, converges to sustainable mobility by increasing the accessibility of those who cannot afford a car and by contributing to the decrease in car ownership, especially among mixed-use resistant. However, they differ because they show signs of competition with public transport, high-income users have more access to transport, and communities on the outskirts of the city have incipient participation in demand. Finally, the

demand for a shared car has a positive correlation with the generators of travel and population, converging to an economic sustainability of the system. However, it presents great inequality of access in relation to gender. So, it was realized that public policies are needed to maximize the usefulness of these transports and expand their areas of activity according to the urban context.

Keywords*:* Shared mobility. Sustainable mobility. Shared bike. Ridesourcing. Shared car.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo da pobreza. 75
Figura 2 - Fluxograma da metodologia aplicada nesta dissertação 99
Figura 3 - ZEDE's da Cidade do Recife 101
Figura 4 - Ilustração de decisão: número de Durbin-Watson 113
Figura 5 - % de demanda de bicicleta compartilha e de todos os modos de transporte x horas do dia 122
Figura 6 - % de demanda de bicicleta compartilhada por dia da semana 123
Figura 7 - % de demanda de bicicleta compartilhada por duração de viagem 124
Figura 8 - % de demanda de viagens internas por bairros 124
Figura 9 - Distribuição espacial da demanda de bicicleta compartilhada no espaço por bairro.. 125
Figura 10 - Demanda de ridesourcing por motivo de viagem 127
Figura 11 - % da demanda de ridesourncig por faixa de idade 128
Figura 12 - % da demanda de ridesourcing por faixa de renda 128
Figura 13 - % da demanda de por ridesourcing por motivo de viagem e faixa de renda 129
Figura 14 - % da demanda por ridesoucing classificadas em viagens rotineiras, não rotineiras por faixas de renda. 130
Figura 15 - densidade de atratividade da demanda de bicicleta compartilhada localizada no espaço por bairro 131
Figura 16 - % de demanda de carro compartilhado por faixa de idade 132
Figura 17 - % de demanda de carro compartilhado por dia da semana 134
Figura 18 - % de demanda de carro compartilhado por tipo de usuário e tipo de viagem% 134
Figura 19 - distribuição de viagens de carro compartilhado no espaço 135
Figura 20 - a) disposição da densidade de empregos no espaço b) Aplicação do Índice de Moran Bivariado para de atratividade de bicicleta compartilhada (Z) e Densidade de Empregos (Z') 139
Figura 21 - Disposição da Entropia, serviços, comercio e residências no espaço b) Aplicação do Índice de Moran Bivariado para de atratividade de bicicleta compartilhada (Z) e Densidade de Entropia, serviços, comercio e residências (Z') 140

Figura 22 - Distribuição de Estações no espaço b) Aplicação do Índice de Moran Bivariado para de atratividade de bicicleta compartilhada (Z) e Densidade de Distribuição de Estações (Z') 143
Figura 23 - Distribuição de Linhas de ônibus no espaço b) Aplicação do Índice de Moran Bivariado para a atratividade de bicicleta compartilhada (Z) e Densidade de Distribuição de Linhas de ônibus (Z') 145
Figura 24 - Disposição de estações no espaço 147
Figura 25 - Disposição da demanda de ridesourcing na cidade do Recife em bairros adaptados 150
Figura 26 - a) Disposição da Densidade de população no espaço b) Aplicação do Índice de Moran Bivariado para de atratividade de bicicleta compartilhada (Z) e Densidade de Densidade de população (Z') 151
Figura 27 - Disposição da Densidade de empregos no espaço b) Aplicação do Índice de Moran Bivariado para Densidade de atratividade (Z) e Densidade de empregos (Z') 154
Figura 28 - Dispersão entre ln (população/ empresas formais) e no eixo y o ln (densidade de atratividade do ridesourcing). 156
Figura 29 - Disperção da Entropia Comercial e Residencial no espaço b) Aplicação do Índice de Moran Bivariado para Densidade de atratividade (Z) e Entropia Comercial e Residencial (Z') 158
Figura 30 - a) Disposição da Acessibilidade Integrada por Carro no espaço b) Aplicação do Índice de Moran Bivariado para Densidade de atratividade (Z) e Acessibilidade Integrada por Carro (Z') 163
Figura 31 - a) Dispersão da renda média no espaço b) Aplicação do Índice de Moran Bivariado para acessibilidade de carro (Z) e renda média (Z') 165
Figura 32 - a)Disperção do Tempo de ônibus para uma ZEDE principal b) Aplicação do Índice de Moran Bivariado para Tempo de ônibus para uma ZEDE principal (Z) e Densidade de atratividade do ridesourcing (Z') 166
Figura 33 - a) Dispersão da Densidade de ônibus no espaço b) Aplicação do Índice de Moran Bivariado para Densidade de atratividade do ridesourcing (Z) e Densidade de ônibus (Z') 168
Figura 34 - Cluster por Renda Média 172

Figura 35 - Avaliação do cluster de renda 173
Figura 36 - Clusters da Entropia, emprego e população 175
Figura 37 - Avaliação do cluster da Entropia, emprego e população 176
Figura 38 - Cluster do ln da densidade de parada e ln da densidade de oferta de ônibus 177
Figura 39 - Avaliação do cluster da Entropia, emprego e população 177
Figura 40 - Clusters da Densidade de Emprego 179
Figura 41 - Avaliação do cluster da Densidade de empregos 179

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Indicadores de acessibilidade, macro, meso e micro.....66
Tabela 2 – Resumo dos dados levantados por cidade.....107
Tabela 3 – Resultados do modelo de regressão linear para a bicicleta compartilhada.....136
Tabela 4 – Resultado do modelo de regressão linear para a demanda de ridesourcing.....149
Tabela 5 – Resultado do modelo de regressão linear para a demanda de carro compartilhado.....169

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBTU	Companhia Brasileira de Trens Urbanos
CSA	*Carsharing Association*
EUA	Estados Unidos da América
FBS	*free-floating bikesharing system*
GPS	*global positioning system*
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICPS	Instituto da Cidade Pelópidas Silveira
ITDP	Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento
MaaS	*mobility as a service*
OECD	*Organisation for EconomicCo-operation and Development*
P2P	Pessoa-para-pessoa
PGV	Polo Gerador de Viagens
SBS	*station-based bikesharing* system
SM	Salário mínimo
TOD	*Transit Oriented Development*
VKV	veículo por quilometro viajado
WBCSD	*World Bank Council for Sustainable Development*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 18
1.1 IMPORTÂNCIA E JUSTIFICATIVA.....18
1.2 OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICO.....25
1.3 LIMITAÇÕES..... 25
2 ECONOMIA COMPARTILHADA E INFLUÊNCIA NOS TRANSPORTES..... 27
2.1 MEIO SOCIAL E RELAÇÕES ECONÔMICAS ENTRE USUÁRIOS.....31
2.2 EFEITOS E DESAFIOS DA ECONOMIA COMPARTILHADA SOBRE OS MERCADOS.....33
2.3 ECONOMIA COMPARTILHADA E MEIO AMBIENTE.....36
2.4 ECONOMIA COMPARTILHADA E OS TRANSPORTES.....37
2.4.1 Evolução histórica dos sistemas compartilhados..... 38
2.4.1.1 Bicicleta compartilhada..... 38
2.4.1.2 Carro compartilhado..... 44
2.4.1.3 Ridesouching..... 47
3 MOBILIDADE SUSTENTÁVEL: O NOVO PARADIGMA 50
3.1 MOBILIDADE E DESENVOLVIMENTO DAS CIDADES.....50
3.2 CONCEITOS DA MOBILIDADE SUSTENTÁVEL.....52
3.3 ESTRATÉGIAS PARA O PLANEJAMENTO DA MOBILIDADE SUSTENTÁVEL..54
3.4 INTERAÇÃO TRANSPORTES E USO DO SOLO E MOBILIDADE SUSTENTÁVEL 56
3.5 ACESSIBILIDADE NO CONTEXTO DE POLÍTICAS SUSTENTÁVEIS DE TRANSPORTES 59
3.5.1 Indicadores de acessibilidade na direção de uma mobilidade sustentável..... 63
3.6 PLANEJAMENTO DA MOBILIDADE NAS DIMENSÕES SOCIAIS, ECONÔMICAS E AMBIENTAIS.....69
3.6.1 Mobilidade produtiva como atributo..... 70
3.6.2 Mobilidade inclusiva e socialmente justa como atributo..... 72
3.6.3 Mobilidade verde como atributo..... 77
4 MOBILIDADE COMPARTILHA E MOBILIDADE SUSTENTÁVEL: O ENCONTRO DE DOIS MODELOS 79

4.1 *RIDESOURCING* E MOBILIDADE SUSTENTÁVEL 81
4.1.1 *Ridesourcing* e mobilidade produtiva 81
4.1.2 *Ridesourcing* e a equidade social 84
4.1.3 *Ridesourcing*, acessibilidade e uso do solo 86
4.2 BICICLETA COMPARTILHADA E A MOBILIDADE SUSTENTÁVEL 88
4.2.1 Bicicleta e mobilidade produtiva 88
4.2.2 Bicicleta e mobilidade justa 90
4.2.3 Bicicleta compartilhada, uso do solo e acessibilidade 91
4.3 CARRO COMPARTILHADO E MOBILIDADE SUSTENTÁVEL 92
4.3.1 Carro compartilhado e mobilidade produtiva 92
4.3.2 Carro compartilhado e mobilidade inclusiva 94
4.3.3 Carro compartilhado e Uso do Solo 95
5 METODOLOGIA 97
5.1 COLETA DE DADOS E CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO 98
5.1.1 Recife: Caracterização do espaço urbano e levantamento de dados 100
5.1.1.1 Dados dos transportes compartilhados 101
5.1.2 Fortaleza: Caracterização do espaço urbano e levantamento de dados 106
5.2 ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS 109
5.3 MODELOS DE REGRESSÃO LINEAR 109
5.3.1 Testes de Hipóteses 110
5.3.2 Aplicação de regressão linear ao *Ridesourcing* 113
5.3.3 Aplicação de regressão ao modelo de bicicleta compartilhada 114
5.3.4 Aplicação do modelo aos carros compartilhados 114
5.4 ANÁLISE ESPACIAL 115
5.4.1 Índice de Moran 115
5.4.2 Índice de Moran Bivariado Local 117
5.4.3 Análise de *Cluster* pelo algoritmo *K-means* 118
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES 120
6.1 PERFIL DO USUÁRIO E DA VIAGEM 120
6.1.1 Bicicleta compartilhada 120
6.1.2 Ridesourcing 126

6.1.3 Carro compartilhado 131
6.2 RELAÇÃO ENTRE OS TRANSPORTES COMPARTILHADOS E FATORES DE USO DO SOLO, INFRAESTRUTURA E ACESSIBILIDADE 135
6.2.1 Bicicleta compartilhada 136
6.2.1.1 Influência das variáveis de uso do solo e acessibilidade na demanda por bicicleta compartilhada 137
6.2.1.2 Influência da disponibilidade de infraestruturas de transporte na demanda por bicicleta compartilhada 141
6.2.2 Ridesourcing 148
6.2.2.1 Influência das variáveis de uso do solo e da bicicleta compartilhada na demanda por *ridesourcing* 150
6.2.2.2 Influência das variáveis de acessibilidade e transporte na demanda por *ridesourcing* ... 160
6.2.3 Carro Compartilhado 169
6.3 ANÁLISE DE CLUSTERS 171
6.3.1 Renda 171
6.3.2 Entropia, empregos e população 174
6.3.3 Densidade de parada e Densidade de oferta de ônibus 176
6.3.4 Emprego 178
7 CONCLUSÃO 180
REFERÊNCIAS 188
APÊNDICE A - CÓDIGO DE PROGRAMAÇÃO DO PYTHON INTEGRADO AO GOOGLEAPI DIRECTIONS 213
APÊNDICE B - RESULTADOS DA REGRESSÃO LINEAR DA DEMANDA DE BICICLETA COMPARTILHADA 214
APÊNDICE C - RESULTADO DA REGRESSÃO LINAR DA DEMANDA DE *RIDESOURCING* 220
APÊNDICE D - RESULTADO DA REGRESSÃO LINEAR DA DEMANDA DE CARRO COMPARTILHADO 226

1 INTRODUÇÃO

A seguir expõe-se a importância, justificativa, objetivos e limitações deste trabalho.

1.1 IMPORTÂNCIA E JUSTIFICATIVA

As tecnologias da informação, da comunicação e as inovações tecnológicas vêm ganhando força no mundo globalizado. Na era digital, vários setores da economia estão sendo revolucionados, tornando os serviços cada vez mais personalizados e especializados. Em 2011 durante a Feira de Hanover, realizada na Alemanha, foi apresentado o termo "Indústria 4.0" referindo-se à quarta revolução industrial (DRATH e HORCH, 2014). Com a evolução tecnológica, que amplia as possibilidades de conexão entre as pessoas, mercados e instituições, as relações entre homem e máquina estão mudando. A maneira de gerir, acessar e sintetizar a informação está cada vez mais fácil, influenciando diretamente os sistemas de produção que dispõem de cada vez mais tecnologia e infraestrutura. Vários movimentos disruptivos podem ser identificados, como o *Big Data*, Internet das Coisas e a Economia Compartilhada.

Esses movimentos vêm revolucionando diferentes mercados, porém, não com novos produtos, como aconteceu no passado, e sim com novas maneiras de produção e acesso à informação. Vários setores têm sido impactados por este novo paradigma, desde o tradicional setor de varejo, com o *e-commerce*, automatização logística e *marketing* digital, ao setor hoteleiro, que vem sendo fortemente impactado pelo Airbnb.

Com os transportes não poderia ser diferente. Na era digital, com os diversos aplicativos, a informação e o acesso aos sistemas de transportes se tornaram mais rápidos, fáceis e confortáveis. Desde 2016, aplicativos de celulares vêm se fazendo mais presentes nos sistemas de transportes com a finalidade de coleta de dados de tráfego, informações de viagens, planejamento de rotas e sistemas de transporte compartilhado (SIUHI e MWAKALONGE, 2016). A crescente pressão nas infraestruturas de transportes urbanos tem aumentado a demanda por soluções inovadoras, a fim de melhorar sua eficiência (KAMARGIANNI, 2016).

Nesse sentido, emergem os *ridesourcing*, bicicletas compartilhadas, caronas compartilhadas, carros compartilhados, o *flight sharing*, carros autônomos e *mobility as a service (MaaS)*. Baseados na economia compartilhada e na conexão via *smartphones*, esses serviços de

transportes são personalizados de acordo com as necessidades de viagem do usuário. São inovações que utilizam aplicativos como meio de conexão entre usuários e fornecedores de transporte. Esse novo modo de acessar a rede pode mudar o comportamento do usuário em relação aos transportes e consequentemente a maneira como se planeja e se regula o sistema, além disso, aumenta sua eficiência, pelo menos a partir do ponto de vista do indivíduo.

Modelos sob demanda foram criados com a justificativa de inovar o transporte porta-a-porta e como substituto ao carro particular. Esses sistemas mudam a maneira de acesso à rede de transportes, já que o indivíduo não necessita adequar sua viagem aos transportes disponíveis e a itinerários fixos. Na verdade, acontece o contrário, os transportes se adéquam as necessidades do indivíduo, tornando o sistema mais centrado no usuário e promovendo uma maior gama de possibilidades de viagens. Nesse contexto, formas colaborativas de consumo nos transportes têm crescido na última década. Entre elas, podem-se definir e verificar o ganho de popularidade dos seguintes modos:

a) Carro compartilhado - definido como um veículo com utilização temporária, compartilhado entre vários usuários que é mantido, gerenciado e segurado por uma organização terceira, destinado a pequenas viagens (SHAHEEN *et al*. 2015). Segundo estudo conduzido pela MOVIMO e CSA (*Carsharing Association*) (2019), esse modo de transporte está presente em 59 países, com 236 operadores em 3.128 cidades.
b) Bicicleta compartilhada - com o mesmo princípio é definida com um sistema de bicicletas que permite aos usuários utilizarem bicicletas dispostas ao público tipicamente concentradas em áreas urbanas (SHAHEEN *et al*., 2015). Segundo o OOmap (2020), que coleta dados compartilhados e elabora mapas via internet, 433 cidades dispõem de sistemas de bicicleta compartilhada com mais de 37 mil estações em todo o mundo.
c) *Ridesourcing* - plataformas que se configuram como um serviço que conecta passageiros e motoristas. O Uber, maior empresa do segmento no mundo, está presente em mais de 700 cidades no mundo, com 93 milhões de usuários cadastrados e realiza em média 17 milhões de viagens por dia (UBER, 2020).

Esses sistemas têm impactado diversos setores dos transportes, devido à forte adesão de usuários. Motoristas de táxi argumentam que o táxi por aplicativo é uma forma de competição injusta. Tradicionais operadoras de carros de aluguel estão mudando para o negócio de carro

compartilhado. Operadores de transporte púbico estão se questionando se esses sistemas são competidores ou aliados (FRANCKX e MAYERES 2017).

Pode-se perceber o grande potencial desses sistemas na mobilidade urbana que nos últimos anos vêm ganhando popularidade e a atenção da sociedade e de diversos especialistas no assunto. Porém, poucas cidades vêm considerando os modos compartilhados em seus planejamentos de mobilidade (FRANCKX, 2016; MARTINS *et al*., 2018), as que consideraram têm como justificativa a forte adesão populacional e a intenção de proporcionar uma maior intermodalidade. A exemplo disso, a cidade de Nova York considerou essa alternativa de transporte no seu plano de mobilidade, ainda que de maneira superficial, "*Strategic Plan* 2016" (NYC DOT, 2016) e São Francisco, a partir de 2012 com o plano "*San Francisco Transportation Plan* 2040" (SFCTA, 2017).

Esses serviços têm características únicas e de várias maneiras apresentam conceitos disruptivos. Em primeiro momento, deve-se destacar que são sistemas de características porta-a-porta e centrados nas necessidades do usuário promovendo a multimodalidade. Entretanto, esse conceito difere das formas tradicionais de oferta de transporte público urbano que dispõem de rotas fixas e pré-definidas, sendo o usuário responsável por adequar sua viagem às linhas disponíveis.

Para muitos, esses serviços vêm sendo encarados como serviços complementares ao uso do transporte público (MURPHY, 2016) e têm como principal objetivo a substituição do automóvel particular (AKYELKEN, BANISTER e GIVON, 2018).

Outra característica importante é que, com esses sistemas, a liberdade de escolha do usuário é ampliada de maneira significativa, pois proporciona maior poder de decisão sobre a sua mobilidade. Essa característica pode fazer com que esses serviços representem mais do que serviços complementares ao transporte público, podendo ser substitutos (CASSEL *et al*., 2018; ZHANG e ZHANG, 2018)

Este empoderamento da escolha do modo de transporte traz consigo um caráter mais individual e liberal nas escolhas dos sistemas de transportes. Pois os transportes compartilhados aproximam as necessidades dos usuários a outros entes particulares que podem livremente supri-las. As plataformas por aplicativo funcionam como intermediadores da relação econômica entre o indivíduo e o fornecedor do serviço de transporte. Isso faz com que o papel do Estado diminua, que passa a fazer parte do sistema apenas como regulador secundário (autorizativo) e não mais

como regulador, planejador, gestor, e provedor dos transportes públicos.

Dessa forma, pode-se perceber um movimento de ampliação das liberdades individuais dos usuários, principalmente daqueles que não possuem carro particular, aumentando seu poder de decisão sobre a própria mobilidade e ampliando suas possibilidades espaço-temporais. Paralelo a isso, o papel do agente privado dentro da rede de transporte aumenta de maneira substancial, já que as relações entre usuários, intermediadores e fornecedores são essencialmente particulares, colocando o Estado apenas como regulador.

Com esses dois fatores, pode ocorrer certa independência dessas alternativas de transporte em relação ao Estado. Essa independência vem sendo discutida na sociedade, a exemplo do debate sobre a regulamentação dos *ridesourcing* no mundo. Dentre as discussões sobre o tema, está a necessidade de definir a forma de regular esses serviços, com o objetivo de mitigar ou compensar eventuais externalidades impostas à mobilidade em geral e ao ambiente urbano.

Ao mesmo tempo em que surgem as tecnologias disruptivas que modificam a forma como as pessoas individualmente pensam a mobilidade, emerge em nível político, acadêmico e de organizações sociais, o movimento da mobilidade sustentável. Este outro paradigma vem também ganhando força nas últimas duas décadas e busca promover espaços urbanos mais sustentáveis nas cidades, a exemplo dos conceitos de *Complete Streets, Smart Cities, Transit Oriented Development* (TOD), *Traffic Calming* e, finalmente, das metas de desenvolvimento sustentável da ONU para 2030 na diretriz de conduzir a cidades e comunidades sustentáveis.

O setor de transportes é responsável por grandes impactos no meio urbano, pois não só afeta a esfera ambiental, mas também a econômica e social. Os desafios da mobilidade se tonam cada vez mais complexos e mudanças de paradigmas são essenciais no planejamento e provisão das infraestruturas (BANISTER, 2008). Isto pode resultar em cidades com maior qualidade de vida, já que a mobilidade é elemento fundamental para o planejamento urbano (BERTOLINI, 2012).

Sendo assim, a mobilidade urbana emerge como fator importante para promover a qualidade de vida e sua integração com o espaço urbano se torna essencial para uma cidade mais racional e sustentável. Nesse paradigma vê-se claramente o papel do planejamento urbano e dos transportes como indutor na direção dos resultados desejados.

Os planos urbanísticos e de mobilidade de diversas cidades vêm considerando este conceito para guiá-los, buscando a integração da mobilidade com os parâmetros de

desenvolvimento ambiental, social e econômico. Com as tecnologias cada vez mais presentes e a mobilidade compartilhada ganhando mais espaço a cada dia, adequar essas novas possibilidades aos desafios, paradigmas e objetivos da mobilidade sustentável é essencial para o desenvolvimento das cidades.

Apesar de os sistemas compartilhados mostrarem, em suas argumentações e retóricas, que podem contribuir para a mobilidade sustentável com o uso de energia limpa e diminuição da propriedade do carro (SHAHEEN *et al*., 2015), o uso dos sistemas de modo indiscriminado e sem regulação pode, se não adequadamente regulados, ir de encontro aos princípios do interesse público em sua conotação mais ampla.

Segundo Banister (2011), quando as pessoas ampliam suas possibilidades de mobilidade elas tendem a escolher viajar para lugares mais distantes, utilizando o tempo economizado para alcançar mais oportunidades. Assim, com maior uso de carro compartilhado ou *ridesourcing*, que em várias cidades tem baixas tarifas, as distâncias percorridas na cidade podem não diminuir e sim aumentar ou não sofrer alterações. Além disso, com um planejamento inadequado ou na ausência dele, os sistemas compartilhados podem diminuir a demanda por transportes públicos, uma vez que usuários cativos do transporte público têm também a possibilidade de utilizar os sistemas alternativos para o transporte porta-a-porta, principalmente com a tendência de crescimento de serviços compartilhados por mais de um usuário por viagem.

Diversos estudos apontam que há evidências que o *ridesourcing* não é complementar ao sistema e muitas vezes compete com o transporte público. Em Porto Alegre, apenas 8,22% das viagens por *ridesourcing* são complementares a outros tipos de transporte (CASSEL *et al*, 2018), em Santiago apenas 3,9% (TIRACHINI e DEL RIO, 2019), em Denver, Colorado apenas 5,5% (HENAO e MARCHALL, 2018).

Sendo assim, pode-se perceber que existem convergências e divergências que envolvem os conceitos de mobilidade sustentável e os transportes compartilhados, e que as políticas de mobilidade e estratégias de regulação podem maximizar a atuação dos modos compartilhados em direção à mobilidade sustentável. Com isso, faz-se necessário estudar de forma objetiva em que aspectos e circunstâncias os transportes compartilhados suportados por tecnologias da informação, afetam as diretrizes e objetivos da mobilidade sustentável.

Nesse contexto, ambos os movimentos se baseiam em princípios diferentes e similares em suas concepções. O movimento pró-digitalização tem como característica fundamental a

personalização da demanda e a liberdade total ao usuário, baseado em sistemas voltados para a facilidade de acesso, operação e ampliação de suas oportunidades de viagem. Ademais, propõe um modelo de negócios com conceitos da economia liberal, exemplo disso são os preços dos serviços, que são ajustados de forma dinâmica de acordo com a oferta e a demanda. Garante-se de alguma forma o princípio da competitividade, ao permitir a diminuição das barreiras de entrada para ofertar os serviços de mobilidade. Dessa forma, o conceito de eficiência desses serviços se baseia na lógica do indivíduo buscando a máxima utilidade através da oferta e da demanda em relação a preços e capacidade da via, uma vez que vias mais congestionadas, são evitadas naturalmente pelos usuários.

Por outro lado, o conceito de mobilidade sustentável, amplamente discutido nos últimos anos nos meios políticos, acadêmicos e na sociedade organizada, baseia-se em princípios voltados para o interesse da coletividade e do respeito ao meio ambiente. Busca-se dessa forma, valorizar o transporte coletivo e de massa, ampliar o uso de transportes ativos, voltado para a mobilidade a pé e de bicicleta, diminuir a velocidade dos veículos, integrar transportes e o uso do solo, e maior equidade social no uso dos espaços públicos e acessibilidade para todos. Para atender a esses princípios, o papel do poder público é vital e só é possível alcançá-la a partir de medidas intervencionistas no planejamento dos transportes e do uso do solo. Além disso, deve intervir na gestão da demanda com a finalidade de diminuir o número de viagens com automóvel particular, encurtar as distâncias de viagens e diminuir o número de viagens realizadas. Isto pode ser alcançado com medidas de restrições de acesso a determinadas áreas por certos modos de transporte, pedágio urbano e outras formas de controle.

Sendo assim, pode-se inferir que há certo antagonismo entre esses movimentos, porém ambos propõem objetivos de aumentar a acessibilidade e eficiência dos sistemas de mobilidade urbana. É necessário verificar até que ponto esses princípios se alinham ou divergem, considerando o contexto da mobilidade urbana. Também é importante perceber como ambos os movimentos podem conviver de maneira integrada, maximizando assim suas características positivas e de eficiência.

Esta dissertação está conduzida pela seguinte pergunta de pesquisa: Até que ponto as características dos transportes sob demanda por aplicativo estão alinhados com os objetivos e diretrizes da mobilidade sustentável?

Neste sentido, a literatura em mobilidade urbana vem estudando os efeitos dos carros compartilhados, *ridesourcing* e bicicleta compartilhada no contexto ambiental (XUE *et al*., 2018; BAPTISTA *et al*., 2014), social (WANG e MU, 2018) e urbano. Porém poucos estudos se dedicam a verificar como esses transportes se relacionam com os princípios da mobilidade sustentável de maneira mais conceitual, principalmente quando se levam em consideração parâmetros relativos a níveis de acessibilidade e de uso do solo.

Segundo Portugal (2017), a mobilidade sustentável inclui novas dimensões e exige uma abordagem multimodal, intersetorial e interdisciplinar, tendo como foco a integração dos transportes com o uso do solo. A integração do planejamento de uso do solo e dos transportes envolve pensar no planejamento da acessibilidade (CASCETTA *et al*., 2013).

Como lacuna de pesquisa, é necessário complementar a literatura no estudo das relações entre as tendências induzidas pelo movimento da mobilidade compartilhada com o as diretrizes e conceitos do movimento da mobilidade sustentável. Para tal fim, busca-se associar os conceitos da mobilidade sustentável, a configuração do espaço urbano e sua acessibilidade, e a disposição de infraestrutura de transportes, com a demanda dos modos de transportes compartilhados e seus efeitos no contexto urbano.

Essas relações podem ser ainda mais complexas quando se leva em conta cidades que cresceram de maneira natural e não planejada, situações comuns em países em desenvolvimento ou subdesenvolvidos. Além disso, esses países muitas vezes têm dificuldades econômicas e sociais, com grandes desigualdades nos espaços urbanos, assim os impactos dos modos compartilhados podem ser diversos daqueles em países desenvolvidos. No Brasil, os sistemas compartilhados vêm ganhando espaço. Diversas cidades já dispõem desses serviços, porém o planejamento e integração desses sistemas com a mobilidade urbana ainda não é considerado na maioria dos planos diretores e de mobilidade (MARTINS *et al*., 2019).

Em contextos de extrema desigualdade de acessibilidade e com transporte público de má qualidade, os sistemas compartilhados têm potencial de causar grandes impactos, tanto por darem mais acessibilidade aos usuários, quanto de promoverem exclusão social, devido à falta de acesso a amplas camadas populares por questões de renda e talvez pela dificuldade de muitos em utilizar tecnologias de comunicação mais inovadoras.

Hoje, a empresa Uber, maior empresa de *ridesourcing* do mundo, dispõe de 22 milhões de usuários no Brasil, o que corresponde a 23% de todos os usuários no mundo (Uber, 2020). Além

disso, o país dispõe de sistemas de bicicletas compartilhadas, em 14 capitais, segundo o G1 (2019). Já os sistemas de carro compartilhados ainda são incipientes no Brasil, formas de carro compartilhado estão presentes nas cidades São Paulo, Curitiba, Belo Horizonte, Salvador, Porto Alegre, Brasília, Recife, Fortaleza, Florianópolis e Goiânia, porém em pequena escala. Essa situação evidencia que os transportes compartilhados já permeiam o contexto urbano brasileiro e que é necessário entender as relações entre essas alternativas de transportes e sua relação com o espaço urbano, tendo como objetivo tentar aproveitá-los de maneira mais sustentável.

1.2 OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICO

O presente trabalho tem como objetivo geral verificar como os transportes compartilhados se relacionam com o espaço urbano, tendo em vista a aproximação, ou não, entre os conceitos da mobilidade sustentável e os transportes compartilhados. Para explorar o tema e responder ao objetivo proposto, dispõe-se dos seguintes objetivos específicos.

a) Estudar a relação entre as demandas de transportes compartilhados e as características do uso do solo.
b) Estudar a influência das redes de transporte público tradicional na demanda por transportes compartilhados.
c) Estudar a relação entre a acessibilidade a nível macro, meso e micro dos espaços urbanos e a demanda por transportes compartilhados.
d) Estudar comparativamente os princípios da mobilidade sustentável e da mobilidade compartilhada, buscando alinhar seus aspectos positivos para atingir a máxima utilidade e eficiência nos sistemas de transportes e no uso do solo.

1.3 LIMITAÇÕES

Este trabalho se limita a estudar os seguintes transportes compartilhados: Carro compartilhado, bicicleta compartilhada e *ridesourcing*.

Para atingir os objetivos específicos propostos, utilizou-se a análise de regressão linear, em que a variável dependente é a demanda de transporte compartilhado e as variáveis independentes são variáveis de acessibilidade, uso do solo e de infraestrutura de transporte. O modelo tem o objetivo de verificar correlações ou influências, sem o caráter preditório da função linear.

Além disso, aplicou-se o Índice de Moran Bivariado, para verificar correlações locais e avaliar se esta ferramenta pode ser utilizada em diagnósticos locais, que diferem do modelo econométrico encontrado. Este é aplicado apenas para os modos de *ridesourcing* e bicicleta compartilhada.

Ademais, utilizou-se a análise de cluster k-*means*, para verificar comparativamente como os transportes da bicicleta compartilhada e *ridesourcing* se comportam em um mesmo espaço urbano.

O estudo foi realizado nas cidades de Recife/PE e Fortaleza/CE, típicas capitais brasileiras. Com o objetivo de expandir os resultados e conclusões para qualquer cidade neste contexto. Na cidade do Recife foram estudados os modos de transporte da bicicleta compartilhada e *ridesourcing*. Na cidade de Fortaleza o carro compartilhado.

Os dados são provenientes de bases oficiais dos governos Federais, Estaduais e Municipais, além das empresas operadoras dos transportes compartilhados, com o recorte territorial de bairros. É importante ressaltar que os dados levantados são de cunho formal, ou seja, aqueles registrados e disponibilizado em bases oficiais. Sabe-se que a economia informal faz parte do contexto brasileiro, porém não foi possível levantar este tipo de dado a nível de bairro, apesar de extensa pesquisa.

2 ECONOMIA COMPARTILHADA E INFLUÊNCIA NOS TRANSPORTES

O conceito de economia compartilhada foi mencionado pela primeira vez em 1978 por Marcus Felson no artigo "*Community Structure and Collaborative Consumption: A Routine Activity Approach*" (FELSON e SPAETH, 1978). Na última década essa tendência tomou força entre os consumidores. Com o sentimento de posse e propriedade cada vez mais fraco no meio social, a economia compartilhada surge como uma nova maneira de consumo e acesso a bens e serviços. Nessa nova relação econômica, a posse do produto perde sua importância e sua utilidade ganha mais relevância. Os consumidores passaram a pagar para usufruir de certo produto temporariamente, ao invés de adquiri-los (BARDHI e ECKHARDT, 2012).

A partir dos anos 2000, devido à consciência da limitação dos recursos naturais, a sociedade iniciou um movimento de compartilhamento e passou a utilizar a internet para aumentar sua eficiência (BOTSMAN e ROGERS, 2010). A prática da economia compartilhada foi iniciada por organizações que não buscavam o lucro como *Couchsurfing* e *Freecycle*, porém, com o crescente mercado, o modelo de negócios mudou e passou a cobrar taxas de compartilhamento, práticas que podem ser percebidas nos serviços do Uber e Airbnb (BELK, 2014b; CODAGNONE e MARTENS, 2016). A partir de 2012 foi que o grande público conheceu este novo modelo econômico com os grandes *players* do mercado (MARTIN, 2016).

A economia compartilhada se baseia no consumo colaborativo, onde diversas pessoas podem trocar ou alugar bens, sem que haja a aquisição desses. Belk (2014b) define a economia compartilhada, ou consumo colaborativo, como "pessoas que coordenam a aquisição e distribuição de recursos por uma taxa ou outra compensação". Outra definição colocada por Hamari *et al*. (2016) é "a atividade realizada de pessoa para pessoa que compartilham o acesso a bens e serviços, coordenado por um serviço de comunidade online". Dubois *et al*. (2014) e Schor e Fitzmaurice (2015) colocam que a economia compartilhada é definida como uma atividade econômica com base digital que se encaixa nas seguintes categorias: i) recirculação de bens usados (*eBay; Craigslist*), ii) aumento do uso de bens duráveis (Uber, Airbnb), iii) troca de serviços, iv) criação de conexões sociais (*Mama Bake, Soup Sharing, and EatWithMe*).

A OECD (*Organisation for Economic Co-operation and Development*) (2016) traz um conceito mais simples, dizendo que são plataformas especializadas em "casar" a oferta com a demanda, proporcionando vendas e alugueis de pessoas para pessoas. Hamari, Sjöklint e Ukkonen (2016) dizem que é um conceito que cobre o consumo compartilhado por meio de

plataformas online. Stephany (2015) sugere que a economia compartilhada acontece quando o indivíduo tem um material subutilizado e o oferece, através de tarifa, para a comunidade online.

Botsman (2015) diz que diferentes termos têm sido utilizados para descrever este conceito, que conecta fornecedores com consumidores por meio digital. *Sharing economy*, *collaborative consumption*, *collaborative economy*, *peer economy* e *on-demand economy* são alguns desses termos. A autora também destaca que para saber se uma empresa se encaixa na definição de economia compartilhada deve-se observar os seguintes critérios:

a) A finalidade do negócio está relacionada a promover o acesso a bens subutilizados ou não utilizados, com ou sem fins lucrativos;
b) Princípios como transparência, autenticidade e humanidade orientam decisões estratégicas de curto e longo prazo;
c) A empresa busca valorizar, respeitar e empoderar a oferta e se compromete a contribuir para a melhoria social e econômica destes fornecedores;
d) Do lado da demanda, os consumidores são beneficiados pela possibilidade de pagar para ter acesso a bens e serviços de maneira mais eficiente (sem a necessidade de compra);
e) O negócio é construído sob a forma de *marketplaces* e redes descentralizadas de modo que seja criada uma sensação de pertencimento, de benefício mútuo e de responsabilidade coletiva.

Frenken e Schor (2017) defendem que existem três tipos de plataformas na economia compartilhada: i) economia sob demanda, quando um serviço é realizado de pessoa para pessoa, como uma carona ou fazer uma refeição. ii) economia produtiva de serviços, quando uma empresa aluga, ou cede por tempo determinado, certo produto ou bem ao consumidor. iii) economia de segunda mão, quando dois usuários interagem economicamente na venda de algum produto, ou aluguel de algum bem. Percebe-se que nesta forma de economia compartilhada existem três pilares para as relações econômicas, as pessoas, os bens e acesso temporário (*ibid*).

É interessante perceber que nesse tipo de economia o papel do *broker*, ou intermediário, ganha destaque, e os fornecedores dos bens perdem espaço no mercado. Boesler (2013) coloca que os efeitos e tendências dessa nova economia podem ser catastróficos para as indústrias tradicionais e que essas devem se adaptar às novas formas de consumo, vendas e produção.

A economia compartilhada vem sendo utilizada entre familiares e amigos há anos no empréstimo e troca de bens de consumo, devido às relações de confiança e contratos sociais,

porém com a *internet*, os custos de transação caíram de maneira significativa, possibilitando este tipo de relação entre estranhos (FRENKEN e SCHOR 2017). Quando se refere a custo de transação, isso quer dizer custos e dificuldade de realizar uma transação econômica (WILLIAMSON, 1981), isso significa que ocorreu a diminuição das barreiras em relação à procura por consumidores, confiabilidade, contratos, etc.

Este mercado se encontra em expansão e uma variedade de modelos de negócios em diferentes mercados vem crescendo nos últimos anos. O grande crescimento na última década está fortemente relacionado às condições econômicas e sociais que pretendem melhorar a utilidade dos materiais, serviços e bens (GANSKY, 2010), reduzindo o impacto ambiental (SCHOR e FITZMAURICE, 2015) e devido à mudança de comportamento dos usuários que não têm mais a necessidade de possuir certo produto, mas sim de utilizá-lo (BOTSMAN e ROGERS, 2010). De acordo com as projeções do PwC (2017) este mercado pode chegar a 335 bilhões de dólares já em 2025, comparado com 15 bilhões em 2015.

Com a movimentação de tanto capital neste setor e a popularização do termo compartilhado nos modelos de negócio, Belk (2014a) questiona o que seria o verdadeiro compartilhamento. O autor propõe que existe um de pseudo-compartilhamento que é definido como uma relação comercial maquiada como compartilhamento comunal. Pode ser benéfico para todas as partes, bem como amigável ao meio ambiente, mas não é compartilhar. Esta relação é motivada por dinheiro, motivos egoísticos, expectativas de reciprocidade e falta de senso de comunidade. Como exemplo de ambos os termos, compartilhamento e pseudo-compartilhamento, pode-se citar o *Couchsurfing*, que é uma comunidade de troca de hospedagem, em que os usuários oferecem suas casas para a estadia de outros membros ao redor do mundo, sem a cobrança de taxas, sendo a relação social entre esses membros o principal objetivo do contato (LAPOWSKY, 2012). Como contraponto, existe o Airbnb, em que os membros oferecem sua casa como hospedagem, porém em troca de uma compensação monetária.

Nos transportes pode-se verificar exemplo similar. Plataformas como Uber, *Lyfth* e 99pop, muitas vezes são classificadas como economia compartilhada, porém, segundo o conceito apresentado por Belk (2014a). Esses se configuram como pseudo-compartilhamento, já que em síntese o motorista oferece um serviço ao passageiro através de uma plataforma on-line, que cobra por esse serviço. Já alguns tipos de caronas ou *carpooling* que são realizadas livremente pelos usuários, sem contrapartida monetária envolvida, a tarifa cobrada neste tipo de transporte se

refere apenas para dividir os custos de combustível e manutenção do veículo.

Cheng (2015) diz que não se pode confundir economia compartilhada com as plataformas que conectam pessoas. Para a autora, a *peer economy*, economia que conecta pessoas, refere-se a um mercado *online* que possui as seguintes características:

a) São cobradas taxas nas transações realizadas nas plataformas *online*;
b) As plataformas têm ferramentas para verificar a confiança;
c) Proporcionar a simetria de informações, através do acesso a perfis de consumidores e fornecedores;
d) Existe mecanismo de avaliação da experiencia da transação;
e) A plataforma gerencia as transações financeiras entre oferta e demanda.

Corroborando com os pontos apresentados, Eckhardt e Bardhi (2015) dizem que compartilhar é uma forma de troca social, sem fins lucrativos, porém, quando existe um intermediador em busca de lucro, não se trata de compartilhamento e sim uma troca econômica. Eles entendem que quando o usuário paga para ter acesso a um bem ou serviço, os consumidores estão atribuindo um valor utilitário e não social. Este tipo de troca, os autores intitulam como economia de acesso. Nesse tipo de economia, o consumidor está procurando por conveniência e baixo custo, e a competição entre as plataformas não se dá pela interação social promovida pelos usuários, e sim por preço e facilidade de acesso (ECKHARDT e BARDHI, 2015).

Dessa forma, pode-se dizer que com o advento da tecnologia e a participação de grandes players do mercado, a economia compartilhada sofreu transformações descaracterizando sua essência inicial de comunidade e contato social, para uma característica mais capitalista liberal, de ampliação da utilidade dos bens, busca de acesso a bens e serviços por menor preço e maior conveniência. Segundo Erving (2014), a economia compartilhada ocupa um lugar híbrido entre o capitalismo e o consumo colaborativo. Hill (2015), Ravenelle, (2016) e Slee (2015) interpretam que a economia compartilhada é uma ressignificação do capitalismo.

Goel (2014) diz que o capitalismo, apesar de ter trazido desenvolvimento social e econômico, criou ferramentas que contraria seus princípios, como a internet, que possibilita o compartilhamento entre uma rede de pessoas. Ele também diz que o capitalismo está em uma encruzilhada e necessita se adaptar às novas relações sociais, sabendo que com o compartilhamento de bens, a propriedade, grande princípio do capitalismo, não é objeto de desejo

dos consumidores, podendo várias pessoas usufruírem do mesmo bem. Isso, segundo o autor, valoriza o sentimento de colaboração entre as pessoas e não mais de competição.

Sendo assim, pode-se perceber que ainda não existe uma definição para a economia compartilhada, porém a exata definição do conceito não é relevante para o presente trabalho. Quando for utilizado o termo, o leitor deve considerar a economia compartilhada como uma relação de pessoas para pessoas ou pessoas para empresas, que utilizam certo bem ou serviço em conjunto, podendo ser em um mesmo momento ou momentos separados.

Porém é importante destacar que a posição da economia compartilhada no meio econômico e social ainda não é clara e que a linha entre o público e o privado nessas relações sociais ainda não estão definidas. As relações econômicas entre os pares, fornecedor e consumidor, mudam em relação ao mercado tradicional, os produtores perdem relevância e os intermediadores dessas relações aparecem como novos agentes econômicos. Também é importante, para este trabalho, perceber que a prática de compartilhamento é inerente ao ser humano e existe desde os primórdios da humanidade, porém apenas com o advento da internet esta prática se tornou possível entre estranhos.

As grandes companhias que geram lucro no setor advogam que a economia compartilhada traz benefícios econômicos, sociais e ambientais (SCHOR e ATTWOOD-CHARLES 2017), porém ainda não é claro se na prática essas empresas caminham nessa direção, ou na direção de um novo paradigma neoliberal de consumo de recursos, degradação das relações sociais e monopólio econômico (MARTIN 2016, SCHOR e ATTWOOD-CHARLES 2017). Nesse contexto, Kenney e Zysman (2016) dizem que essas plataformas tiveram grande impacto na sociedade, nos mercados e nas empresas, porém ainda não é claro a direção e a dinâmica desse setor. Sendo assim, na busca para entender de maneira mais ampla este movimento deve-se buscar as perspectivas da economia compartilhada em relação ao meio social, econômico e ambiental.

2.1 MEIO SOCIAL E RELAÇÕES ECONÔMICAS ENTRE USUÁRIOS

Do ponto de vista do usuário, a economia compartilhada muda à forma como se pode acessar certo bem. O que antes só poderia ser acessado através da propriedade, com a economia compartilhada, o indivíduo pode acessá-lo por tempo determinado, sem a necessidade de adquiri-lo e de forma mais barata (BOTSMAN e ROGERS, 2010). Para o dono de certo bem, que se

deseja compartilhar, a grande vantagem deste tipo de troca é o aumento da utilidade da sua propriedade e redução dos custos de manutenção, ou até lucro, já que no consumo compartilhado uma taxa pode ser paga ao dono. Sendo assim, pode-se perceber que a troca entre os usuários é beneficiária para ambas as partes (SCHOR, 2017).

Nesse contexto, na economia compartilhada o consumo de bens e serviços é realizado sob demanda, de usuário para usuário, através de um intermediário. Isso quer dizer que a relação microeconômica dos setores que envolvem a economia colaborativa muda de perspectiva, saindo da relação usual produtor/usuário, para usuário fornecedor/intermediário/usuário consumidor. Algumas vezes, o usuário fornecedor e o intermediário podem ser o mesmo agente econômico, como é o caso de algumas companhias de carros compartilhados.

Com isso, pode-se inferir que o custo do bem ou de um serviço pode ser dividido por todos os usuários que venham a utilizá-lo (SCHOR, 2017), mesmo que o proprietário do bem tenha algum custo adicional de manutenção. Assim, tanto adquirir o bem, como utilizá-lo, se torna mais barato e mais pessoas têm a capacidade de acessá-lo. É importante lembrar que o acesso a esse bem tem tempo limitado e exploração limitada (BÖCKER e MEELEN, 2017).

Esse tipo de mercado situa os usuários no centro das transações microeconômicas e suas necessidades são atendidas de acordo com a demanda individual e não mais coletiva. Por exemplo, ao ir a um hotel, os quartos e acomodações são relativamente parecidos para seus clientes, assim as acomodações obedecem a um padrão médio. Porém, ao acessar um serviço de hospedagem, como o Airbnb, por exemplo, as especificidades da acomodação oferecidas unicamente por aquele fornecedor podem ser ponto atrativo para a escolha. Além disso, os preços sofrem maiores variações, dependendo dos atributos do bem/produto/serviço, pois cada indivíduo propõe seu preço ou até mesmo não existe valor a ser cobrado. Desta forma, as barreiras de entrada para consumir e fornecer algum produto diminuem, com um menor custo de transação e menor preço para acessá-lo.

Martin (2016) diz que um dos principais argumentos daqueles que defendem a economia compartilhada é que este tipo de relação econômica empodera os indivíduos, tanto na busca por acesso a bens com menores preços, como na liberdade de poder explorar aquilo que possui, transformando esses em microempreendedores. Sundararajan (2016) diz que é uma nova forma de construir microempreendedores. Por outro lado, Hill (2015) e Slee (2015) dizem que essas relações degradam os direitos dos trabalhadores, quando usadas para o lucro, que trabalham de

forma indireta e sem nenhuma proteção trabalhista. Schor (2016) reforça que esta distopia neoliberal coloca em conflito grandes plataformas contra os trabalhadores sem poderes econômicos. Schor e Attwood-Charles (2017) destacam que com a maior competição entre plataformas, mais controle se dá entre empresa e trabalhadores, menores rendimentos pelo serviço prestado, que resultam em salários abaixo do mercado.

Também se deve destacar que alguns autores argumentam que a economia compartilhada traz consigo aumento na iniquidade social. Schor e Attwood-Charles (2017), em uma revisão bibliográfica encontram que a discrimação de raça ocorre nas relações de plataformas de pessoa para pessoa. Nesse contexto, Edelman e Luca (2014) encontraram que no Airbnb usuários negros tem avaliações 12% menores que os não-negros e que quando os usuários têm nomes de origem africana são rejeitados 16% mais vezes que a média geral. Nesse aspecto, Schor (2017) argumenta que a economia compartilhada aumenta a desigualdade social. Schor e Attwood-Charles (2017) argumentam que isso ocorre porque alguns proprietários dos bens são bem qualificados e usam seus bens para conseguir dinheiro extra. Além disso, essa classe mais privilegiada está ganhando o mercado de trabalho tipicamente explorado por pessoas de rendas mais baixas, em atividades de limpeza, transporte e trabalhos manuais.

Sendo assim, percebe-se que do ponto de vista do usuário, a economia compartilhada pode ser benéfica, pois traz o usuário como centro das transações econômicas, diminuindo a barreira de entrada para estes oferecerem certos serviços, o que ocasiona menores custos de acesso e mais conveniência. No entanto, a economia compartilhada, partindo de uma lógica neoliberal com interesses apenas econômicos, pode agravar alguns problemas sociais.

2.2 EFEITOS E DESAFIOS DA ECONOMIA COMPARTILHADA SOBRE OS MERCADOS

Em relação ao desenvolvimento do mercado, a relação econômica pessoa-para-pessoa (P2P) desafia os negócios vigentes (BELK, 2010). Com o centro das trocas comerciais mudando do produtor/usuário para usuário/usuários, o mercado e a própria dinâmica econômica tendem a se adaptar, gerando novos agentes de mercado e conflitos institucionais. Frenken e Schor (2017) dizem que as relações comerciais P2P impactam indiretamente outros mercados, como exemplo, o Airbnb, que além de impactar o setor hoteleiro, pode impactar o setor imobiliário. Já o Uber tem o poder de impactar não somente o mercado de táxi, mas o sistema de mobilidade e

acessibilidade com um todo, competindo diretamente com outros meios de deslocamento como o transporte público.

Com a bandeira de atingir a máxima utilidade dos serviços e materiais, os principais agentes de mercado defendem que este modelo econômico pode trazer maior equidade e sustentabilidade econômica. Botsman e Rogers (2010) dizem que a dinâmica de compartilhamento promove equidade e sustentabilidade na distribuição dos recursos, diminuindo o custo para acessar certos bens e ampliando a demanda dos consumidores por recursos. Martin (2016) verificou que entre os principais discursos que permeiam a defesa da economia compartilhada é o que proporciona o empoderamento dos consumidores, descentraliza a economia, traz mais equidade nas relações de mercado e diminui o consumo excessivo, já que se compartilha e não mais se compra.

Essa dinâmica de compartilhamento impacta diretamente nos produtores tradicionais desses bens e serviços, uma vez que as plataformas promovem o acesso a bens por um preço mais barato através do compartilhamento. Em consequência, o interesse na compra do bem tende a diminuir e o acesso a esses bens se torna descentralizado, já que qualquer pessoa pode oferecê-los. Por exemplo, à medida que se tem acesso a serviços de *ridesourcing* ou carro compartilhado, a necessidade de possuir um carro particular tende a diminuir.

Porém, apesar de diminuir as barreiras de acesso para o consumidor, pode-se dizer que essas plataformas, com finalidades lucrativas, tendem ao monopólio ou oligopólio e gerarem maior concentração da renda. Deve-se perceber que o valor agregado que a plataforma promove é o contato entre usuários, então quanto maior a rede de conexões da plataforma, maiores possibilidades de interação e consequentemente maior valor tem a plataforma (SCHOR, 2017). Com isso, mais usuários vão querer acessá-la, pois quanto mais pessoas, mais eficientes as buscas e a plataforma. Isso dá uma vantagem competitiva essencial dentro do mercado e oferece uma grande barreira para novos *players*. Esta vantagem dá espaço para que as empresas que exploram o mercado aumentem no médio prazo suas taxas de transação, seja para o usuário consumidor ou para o usuário fornecedor (*ibid*).

Para exemplificar esses argumentos, Owyang (2015) encontrou em sua pesquisa que nas categorias de economia compartilhada mais de 50% da atividade econômica é realizada por apenas um fornecedor, com base em dados dos Estados Unidos de América (EUA): *Craigslist* é

responsável por 65% dos serviços profissionais; Uber por 86% dos serviços de *ridesourtcing*, e *Etsy* por 91% no setor de *marketplace*.

Kenney e Zysman (2016) e Langley e Leyshon (2017) destacam que a lógica da economia compartilhada se guia pela teoria do *the winner-takes-all* (o vencedor ganha tudo), em que devido a pequenas vantagens competitivas, os mercados das plataformas se resumem a apenas uma ou duas companhias. Richardson (2015) diz que a economia compartilhada se revela como uma nova forma de concentração de mercado em diferentes subsetores. Outro ponto a ser colocado é que quem tem os bens para serem compartilhados é uma pequena parcela da população mais rica, sendo assim com a exploração desses bens, existe maior concentração de renda dessa parcela (SCHOR, 2017).

Nesse contexto, alguns autores põem em dúvida o discurso de sustentabilidade e equidade econômica propiciado pela economia compartilhada. Martin (2016) analisa os discursos a favor da economia compartilhada e as críticas a esse sistema. Entre as críticas o autor destaca: i) A economia compartilhada pode criar mercados desregulados, o que é um risco para consumidores e agentes do mercado tradicional, já plataformas como Uber e Airbnb transferem os riscos para os usuários, criam competição injusta e promovem a evasão fiscal. ii) Os princípios neoliberais são reafirmados e não promovem o real compartilhamento, promovendo a casualidade do trabalho e deteriorando os direitos trabalhistas, liderança da inovação por corporações, falta de preocupação com as questões ambientais, a percepção que o comportamento individual leva a regulação natural do mercado e mudanças sociais. Já a favor do desenvolvimento da economia compartilhada o autor destaca: i) Oportunidade econômica para os usuários e empresas que exploram o mercado. ii) Promoção do consumo sustentável e iii) e descentralização econômica.

Ao final de seu trabalho, Martin (2016) conclui que na prática, a oportunidade econômica tem posição mais elevada no discurso a favor da economia compartilhada. A sustentabilidade econômica e a descentralização da economia não fazem parte das histórias de sucesso de grande escala desse segmento. Ele também diz que nos últimos anos o conceito de economia compartilhada vem sendo reformulado apenas como uma oportunidade econômica e que se esse movimento continuar sendo liderado por grandes corporações é bastante improvável que ocorra uma transição para a sustentabilidade.

Em síntese, apesar do discurso inicial de que a economia compartilhada pode gerar um sistema econômico descentralizado e mais democrático, percebe-se que com a atuação de

empresas que tem como objetivo o lucro, a economia compartilhada pode reafirmar os conceitos neoliberais e promover mais concentração de renda e um mercado monopolista ou oligopolista.

2.3 ECONOMIA COMPARTILHADA E MEIO AMBIENTE

O rótulo de que a economia compartilhada é ambientalmente amigável é disseminado entre os defensores desse movimento (SLEE, 2015). Muitos autores colocam que com o compartilhamento, a sociedade tende a consumir menos recursos, em comparação com o consumo tradicional de serviços e bens (COHEN e KIETZMANN, 2014; COHEN e MUÑOZ 2015; SCHOR e FITZMAURICE, 2015; TUSSYADIAH, 2015), e que o consumo colaborativo é um grande passo para uma vida sustentável no campo ambiental e social (ALBINSSON e PERERA, 2012; BELK, 2010; BOTSMAN e ROGERS, 2010; GANSKY, 2010; PROTHERO *et al*., 2011; SCHOR, 2014). Gaia (2013) diz que o conceito e a prática da economia compartilhada e do consumo colaborativo sugerem o uso do mercado na direção de uma sociedade mais colaborativa e sustentável. Com essa argumentação, muitas plataformas se consideram "verdes", redutoras da pegada de carbono ou *eco-friendly* (SCHOR, 2017).

Isso se deve ao fato de que o compartilhamento leva a redução do consumo de novos bens, ou novas construções. Outro argumento é de que as plataformas utilizam novas tecnologias no fornecimento de bens e serviços, e que essas tecnologias geram menos impactos ambientais, a exemplo dos programas de carro compartilhado que utilizam carros elétricos (SCHOR, 2017). Belk (2010) considera este movimento como uma alternativa a cultura tradicional do consumo e tem como objetivo promover o senso de comunidade e preservar os recursos naturais. Botsman e Rogers (2010) dizem que o consumo colaborativo oferece benefícios ambientais aumentando o uso de bens não produtivos, reduzindo o desperdício, otimizando o ciclo de vida dos materiais e diminuindo o superconsumo e superprodução na sociedade.

Entretanto, para analisar as verdadeiras reduções no consumo de carbono e benefícios ao meio ambiente, devem-se verificar todas as mudanças que podem ocorrer devidas a esses sistemas de compartilhamento (SCHOR, 2014; FRENKEN, 2017). Prothero *et al*. (2011) e Schor (2014) consideram que, em termos de sustentabilidade, o consumo colaborativo às vezes é apresentado como uma utopia. Dessa forma, alguns autores começaram a argumentar que os benefícios ambientais desse movimento são complexos. Schor (2014) diz que apesar de se acreditar que o desenvolvimento do setor ajuda na redução de emissão de carbono, quase não há

estudos sobre o impacto ambiental, exceto por estudos sobre carros compartilhados.

Ao contrário do que os defensores da economia compartilhada alegam, uma revisão de 56 artigos científicos revela que a pegada ecológica, impactos no meio ambiente, da economia online é maior que do mercado tradicional (MANGIARACINA *et al*., 2015). Murillo *et al*. (2017) diz que a relação entre o impacto ambiental e economia compartilhada ainda continua em uma área nebulosa e necessita de maior exploração. Os autores concluem que os benefícios ecológicos citados por aqueles que se beneficiam da exploração da economia compartilhada não podem ser levados completamente a sério. Sendo assim, percebe-se que os impactos ambientais da economia compartilhada ainda não são claros e devem ser explorados de maneira mais ampla. Nos transportes este assunto se torna ainda mais complexo já que os transportes compartilhados podem afetar a dinâmica de toda a mobilidade.

2.4 ECONOMIA COMPARTILHADA E OS TRANSPORTES

Dentro do movimento da economia compartilhada destaca-se o setor dos transportes. Tanto na Europa como na América do Norte, os sistemas de transportes compartilhados são utilizados desde a metade do século XX. Com as inovações nos sistemas de comunicação e o advento da quarta revolução industrial, esses sistemas se tornaram escaláveis e fizeram grande sucesso na última década (SHAHEEN e CHAN 2016). Os sistemas são tão diversos, como o *ridesourcing* (Uber e Lyft), aluguel de carros ou bicicletas para pequenas viagens (Zipcar, car2go, e Santander *Cycles*), sistemas de entrega de comida ou outros bens (Rappi, iFood), entre outros, todos usando a internet e conectando diferentes pessoas e empresas.

Shaheen e Chan (2016) definem mobilidade compartilhada como o uso compartilhado de veículo, bicicleta ou outro modo, que viabiliza aos usuários acesso aos modos de transportes sob demanda, muitas vezes sendo utilizado como conexão entre outros modos de transporte e o destino final do usuário. Franckx (2016) diz que esse conceito cobre os serviços de transportes como carro compartilhado, caronas, ônibus sob demanda, bicicleta compartilhada, scooters compartilhadas e *ridesourcing*. Por outro lado, há controvérsias sobre quais serviços poderiam ser considerados parte da economia compartilhada (ECKHARDT e BARDHI, 2015). No entanto, grande parte da literatura considera os modos de transportes descritos acima como modos compartilhados (COHEN e SHAHEEN, 2016; SHAHEEN *et al*., 2016)

Deve-se perceber que a prática da economia compartilhada nos transportes é antiga e que

diversos modos de transporte vêm sendo utilizados como compartilhados antes mesmo deste movimento ganhar força. A grande mudança nesses serviços de compartilhamento foi a utilização da tecnologia da informação e da comunicação. A seguir será apresentado um breve resumo histórico dos modos de transportes da economia compartilhada e suas características. Os modos de transporte compartilhados estudados nesta dissertação são a bicicleta compartilhada, o carro compartilhado e o *rideosurcing*.

2.4.1 Evolução histórica dos sistemas compartilhados

Os sistemas de modos compartilhados são antigos, muitos deles já ocorriam de modo incipiente, porém com a globalização, digitalização e adivento da internet, esse movimento ganhou força nos últimos anos. Nos próximos tópicos uma breve exploração histórica sobre os modos discutidos neste trabalho e apresentação de suas definições e características.

2.4.1.1 Bicicleta compartilhada

O uso da bicicleta vem crescendo nos últimos 30 anos. Na Alemanha, Holanda e Dinamarca o aumento foi de 20% a 43% entre os anos de 1975 e 1995 (SHAHEEN, GUZMAN e ZHANG, 2010). Os programas de bicicleta compartilhada contribuíram para essa evolução no ciclismo urbano. Esse modo de transporte surgiu na Europa em sistemas de pequena escala. A bicicleta compartilhada permite pessoas alugar bicicletas por determinado tempo em estações espalhadas por toda a cidade (LUA, HSUA e LEE, 2018).

Shaheen *et al*. (2015) definem a bicicleta compartilhada como um sistema que permite que os usuários acessem bicicletas públicas baseadas em uma rede de estações que estão tipicamente em áreas urbanas, em que um operador é responsável por administrar e manter o sistema. De acordo com Hu e Liu (2014), a bicicleta compartilhada pode ser caracterizada como um transporte sustentável que substitui viagens de baixas distâncias, além de ter grande conectividade com transporte público.

Em 1965 a bicicleta compartilhada surgiu em Amsterdã, Holanda, com o foco em razões sociais e ambientais. O programa era visto como uma das soluções de transportes no centro da cidade que poderia ser usada livremente pelo público (DEMAIO, 2009). A partir deste marco, os sistemas foram evoluindo e Melo (2013) identifica em sua dissertação quatro gerações, em que as

gerações subsequentes incorporam características da geração anterior.

a) Primeira geração: Surgiu na década de 1960 em Amsterdam, em um contexto onde as taxas de ciclismo ainda eram baixas. O programa denominado Witte Fietsen ou White Bike consistia em bicicletas pintadas de branco disponíveis ao público sem qualquer custo, com o intuito de reduzir a poluição e o congestionamento no centro da cidade. O sistema funcionava de maneira livre, de modo que o usuário encontrava uma das bicicletas, realizava sua viagem e deixava para o próximo utilizá-la. Não existiam estações físicas ou qualquer tipo de cadastro, atraindo muitas pessoas pela facilidade e custo. Porém devido a esse modelo de operação, roubo, vandalismo e uso inadequado eram frequentes e o programa sucumbiu em alguns dias (DEMAIO, 2009).
b) Segunda geração: A segunda geração teve sua primeira experiência na Dinamarca, nas cidades de Farsø e Grenå em 1991, posteriormente em Nakskov, 1993, no mesmo país. Esses programas eram de pequena escala e tinham poucas estações. O primeiro programa em larga escala surgiu em Copenhague com Bycyklen ou bicicletas da cidade, que lançou 1.100 bicicletas que estavam localizadas no centro da cidade, com diversas melhorias em relação à geração passada. As chamadas Coinbikes ou bicicletas de moeda funcionavam através de um pequeno depósito em moeda que destravava a bicicleta da estação. Este novo programa solucionou os problemas de roubo ou vandalismo dispondo um serviço em rede, em que as bicicletas eram retiradas e devolvidas em locais pré-definidos (DEMAIO, 2009). O programa era mais formalizado que o anterior, pois era operado por organizações sem fins lucrativos e tinham estações definidas, porém seus usuários ainda não passavam por qualquer tipo de cadastro. A segunda geração se apresentou como um programa de bicicleta compartilhada mais confiável, devido ao depósito de moedas e as estações físicas (SHAHEEN, GUZMAN E ZHANG 2010). Além disso, as bicicletas apresentavam maior qualidade, com pneus robustos e medidas ajustáveis (MELO, 2013).

Apesar do sucesso, este modelo ainda apresentava problemas. Devido à falta de limite de tempo de uso e ao anonimato dos usuários, as bicicletas eram utilizadas por longos períodos e frequentemente roubadas. Sendo assim, essa geração ainda não oferecia um sistema de transporte confiável (MELO, 2013). Bonnette (2007) indica que as primeiras e segundas gerações de bicicletas compartilhadas ofereciam uma boa oportunidade para o aumento do uso de bicicleta,

porém ainda não configuravam uma alternativa aos modos motorizados, sendo incapazes de promover grandes mudanças nos sistemas de transportes.

c) Terceira geração: A terceira geração tem como característica principal a utilização da tecnologia da informação. Nascida em 1996 através do programa Bikeabout na Portsmouth University, trouxe como inovação a introdução de um cartão magnético para a retirada das bicicletas (DEMAIO 2009). Esta característica facilitou a manutenção e operação dos programas, além de fornecer um melhor atendimento ao usuário. Foi através desta geração que o sistema se popularizou em todo o mundo (MELO, 2013). As principais características deste modelo são (DEMAIO, 2003, 2009; MIDGLEY, 2011; SHAHEEN, GUZMAN e ZHANG, 2010):

a) Bicicletas distintas das comuns, através de pintura ou logo de empresas (como já ocorria na primeira e segunda geração);
b) Estações sofisticadas onde as bicicletas ficavam travadas (característica incorporada da segunda geração);
c) Uso da tecnologia para realizar o check-in e check-out do sistema;
d) Os membros deveriam fazer cadastros prévios para ter acesso ao sistema;
e) Cobrança de multas por exceder o tempo especificado;
f) Uso de tecnologia avançada e sistemas de telecomunicações.

O uso da tecnologia tornou o sistema mais viável pela capacidade da operadora rastrear as bicicletas e dispor das informações dos usuários. Isto diminuiu a incidência de furtos, grande preocupação dos sistemas da segunda geração (SHAHEEN, GUZMAN e ZHANG, 2010).

Fora da Europa, o sistema de bicicletas compartilhadas teve início na América do Norte. O primeiro programa foi lançado em Portland, 1994, pela *United Community Action Network*, que consistia em um programa de primeira geração, com bicicletas pintadas de amarelo que eram deixadas na Pioneer Square, no centro da cidade, para o uso de qualquer pessoa (SHAHEEN, GUZMAN e ZHANG, 2010).

Em 2008, os programas de terceira geração se espalham nas Américas, Ásia e Oceania (DEMAIO, 2009). Nesse ano Washington lança um projeto piloto que provava que o transporte por bicicleta compartilhada é possível. Em 2009 é lançado o maior programa de bicicleta

compartilhada das Américas em Quebec, Canadá, com 5 mil bicicletas e 400 estações. Na América do Sul, Brasil e Chile foram os pioneiros e lançaram seus programas também em 2008.

Na Ásia, as bicicletas compartilhadas surgiram em Singapura em 1999 com o *TownBike*. Esse programa acabou em 2007. Taito no Japão, também fez a experiência entre 2002 e 2003. Porém o maior e mais famoso programa de bicicleta compartilhado lançado na Ásia foi *Public Bicycle* em Hangzhou, China, em 2008. Primeiro programa baseado na tecnologia da informação foi em Mainland China, uma cidade com alta densidade, operava com 40 mil bicicletas e 1.600 estações. Beijing, Tainjin, Hainan e Suzhou também lançaram seus programas entre 2008 e 2009 (SHAHEEN, GUZMAN e ZHANG, 2010).

O uso da bicicleta compartilhada vem crescendo ao longo dos anos e sua popularidade se deu na terceira geração e hoje está presente em 433 cidades nos 5 continentes com mais de 300 mil bicicletas em operação em todo o mundo (OOMAP, 2020).

d) Quarta geração: Como na terceira geração, a quarta geração traz o conceito das tecnologias de TI para ter acesso ao sistema, como *smartcard*, telefones celulares (SHAHEEN, GUZMAN e ZHANG, 2010; DEMAIO, 2009). As características dessa geração são uma adaptação às novas demandas de mercado, apresentando avanços em relação à terceira (MELO, 2013). Segundo o Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP) (2014), a quarta geração se caracteriza por:

a) Cartões universais: Os cartões usados para retirar a bicicleta são utilizados para acessar outros meios de transporte.
b) Estações móveis: as estações não precisam ter lugar fixo, nem demandam construções. Alguns modelos de bicicleta compartilhada nem dispõem de estações, onde os usuários acessam e deixam a bike em qualquer ponto da rua. Isso otimiza a distribuição e pode ser feita de acordo com a demanda.
c) Painéis solares: são utilizados para fornecer energia para as estações, em que sua conexão é realizada totalmente sem fio.

No Brasil, segundo o website Transporte ativo (2018), a quarta geração chegou ao Rio de Janeiro em fevereiro de 2018, tendo como característica o sistema de estações móveis, tela sensível e sistema de energia solar nas estações. Em agosto de 2018, foi lançado em São Paulo o primeiro sistema sem estações, no qual o usuário pega e deixa a bicicleta em qualquer lugar (BBC, 2018).

Hoje, a bicicleta compartilhada permite pessoas alugarem bicicletas por determinado tempo em toda a cidade (LUA, HSUA e LEE, 2018). De acordo com Hu e Liu (2014), a bicicleta compartilhada pode ser caracterizada como um transporte sustentável que substitui viagens de baixas distâncias, além de ter grande conectividade com transporte público. A conveniência e baixo custo são os maiores benefícios deste sistema (FISHMAN *et al*., 2013), além disso, pode promover a conectividade com o transporte público e aumenta sua acessibilidade (JÄPPINEN *et al*., 2013).

Bicicletas públicas são um meio de deslocamento rápido, fácil e livra os usuários de alguns problemas como manutenção e estacionamento (LIN e YANG, 2011). Hoje existem dois tipos principais de sistemas de bicicletas compartilhadas: Bicicletas compartilhadas baseadas em estações e as bicicletas de uso livre, que não necessitam de estações para o sistema operar. As bicicletas compartilhadas com estações, *station-based bikesharing* system (SBS), Shaheen *et al*. (2015) definem como um sistema que permite que os usuários acessem bicicletas públicas baseadas em uma rede de estações que estão tipicamente em áreas urbanas, em que um operador é responsável por administrar e manter o sistema. Esses sistemas normalmente são promovidos ou subsidiados pelo poder público e envolve a construção de infraestruturas de estações (PAL e ZHANG 2017). Nesse tipo de programa, a bicicleta pode ser acessada por *smartphone, smartcard* ou com apenas o cartão de crédito liberando a bicicleta nas próprias estações.

Já a bicicleta livre, *free-floating bikesharing system* (FBS), é uma nova forma de bicicleta compartilhada em que a bicicleta é localizada por sistema de GPS (*global positioning system*) e acessada através de *smartphone*. Diferente das SBS, a FBS não tem local pré-definido para coletar e devolver a bicicleta, podendo os usuários deixar em qualquer lugar dentro da área de atuação do programa (CHEN *et al*., 2018). Apesar das diferenças entre o modo de acesso, o perfil de usuário que utiliza ambos os sistemas são similares. O FBS tem ganhado espaço entre os consumidores, porém ainda não representa maioria (CHEN *et al*., 2018). O SBS apresenta como vantagem a não necessidade do uso de *smartphone* para acessar o sistema, tarifas mais baratas e acessíveis, enquanto a FBS existe a maior liberdade de deslocamento (*ibid*).

Os sistemas normalmente consistem em cadastro prévio dos usuários, com dados pessoais como nome, endereço, documento de identificação e cartão de crédito, na plataforma (Bike-PE, 2020). Após o cadastro, o usuário está habilitado para coletar as bicicletas espalhadas pela cidade ou em estações específicas. Essas estações e bicicletas podem ser localizadas através de sistemas

de GPS por *smatphone*. Ao localizar o veículo desejado, pode-se coletar a bicicleta de acordo com as instruções oferecidas pelo operador, realizar a viagem e deixar a bicicleta em outra estação, ou na mesma estação, ou na área de operação para os casos dos sistemas de bicicletas livres (MELO, 2013). Em seu trabalho Melo (2013) aponta as principais características dos sistemas de bicicleta compartilhada:

a) Flexibilidade do sistema: Permite o usuário pegar a bicicleta em um local e devolver em outro;
b) Identificação do usuário através de registro: A operadora exige o registro dos usuários com informações sobre sua identidade e cartão de crédito;
c) Rotatividade por meio de tarifas: Para evitar que o usuário fique com a bicicleta por grandes períodos de tempo, as bicicletas têm limite de tempo para sua utilização, caso o usuário ultrapasse é cobrado uma tarifa progressiva em relação ao tempo excedente. Isso força a rotatividade das bicicletas e aumentam sua disponibilidade;
d) Intermodalidade: O sistema atinge um raio de influência dos deslocamentos de micro acessibilidade (SHAHEEN, GUZMAN e ZHANG, 2010), podendo esse modo de transporte funcionar como integrador a outros tipos de deslocamento, como o transporte público;
e) Estações acessíveis: Apesar de alguns programas não exigirem a instalação de estações como o *Yellow*, a maioria dos modelos apresentou estações fixas ou móveis que são estrategicamente posicionadas em distâncias regulares pela cidade. Além disso, as estações podem ser visualizadas através de smartphone com informações de localização e disponibilidade das bicicletas.

Fishman (2016) em uma revisão bibliográfica dos trabalhos relacionados à bicicleta compartilhada apurou que em relação às características dos usuários, a maioria não possui bicicleta própria ou carro, são jovens e é mais provável que vivam e trabalhem no centro da cidade. Além disso, os autores perceberam que os usuários de bicicletas compartilhadas tendem a ter maior média de renda. Buck *et al*. (2013) que realizou seu estudo em DC, EUA, encontrou que as viagens de bicicleta compartilhada eram realizadas entre homens e mulheres de maneira equilibrada. Já Chen *et al*. (2018) verificou que o uso entre os homens é maior.

2.4.1.2 Carro compartilhado

O carro compartilhado é definido como um veículo de utilização temporária, compartilhado entre vários usuários que é mantido, gerenciado e segurado por uma organização terceira, destinado a pequenas viagens (SHAHEEN *et al*., 2015). Shaheen *et al*. (2012) dizem que são automóveis alugados por um provedor que estão distribuídos por uma rede na cidade, com o benefício de ter uma mobilidade porta-porta por automóvel sem a necessidade da propriedade do carro. Le Vine *et al*. (2014) propõem a definição do carro compartilhado como um sistema no qual o usuário necessita passar por um processo de cadastro/qualificação, em que o cadastrado pode ser uma pessoa ou empresa, que aluga o carro para finalidade própria e é cobrado por tempo de uso ou por pacotes mensais e anuais.

Hoje, o carro compartilhado é composto por sistemas de TI e dispõem de veículos elétricos. Esse modo dispõe de modernos e progressivos conceitos sobre mobilidade, mas a origem desse modelo data de 1948 do programa "*Sefage*" que começou em Zurich, Suíça. Esse sistema operou até 1998 e foi pioneiro no conceito (SHAHEEN e COHEN, 2016). Os membros do *Sefage* eram motivados principalmente por questões econômicas, já que na época os automóveis eram muito caros. Então um indivíduo que não podia comprar um veículo, que era um artigo de luxo, aderia a um programa de compartilhamento (SHAHEEN e COHEN 2013). Em 1951 o engenheiro francês Jacques d'Welles previa futuros problemas com o excesso de carros nas ruas e propôs um modelo de pequenos carros elétricos em que a população poderia compartilhá-los para atender a suas demandas de deslocamentos (SHAHEEN, NELSON e HELEN, 2015). Este conceito é bastante similar ao que existe hoje.

Outros experimentos de carros compartilhados foram iniciados na Europa, porém falharam a exemplo do Procotip (França, 1971 a 1973), Witkar (Amsterdam, Holanda, 1974 a 1988), *Green Cars* (Gran Betanha, 1977 a 1984), Bilpoolen (Lund, Suécia, 1976 a 1979), Vivallabil (Orebro, Suécia, 1983 a 1998), e Bilkooperativ (Gothenburg, Suécia, 1985 a 1990) (SHAHEEN e COHEN 2013). As experiências mais bem-sucedidas de carros compartilhados começaram na Suécia e Alemanha nos anos 1987 e 1988 respectivamente. Em 1997, a organização suíça *Mobility CarSharing Switzerland* coloca o máximo esforço para espalhar o sistema em todo o país. Na Alemanha, a *StattAuto Berlin* lançou estudos acadêmicos comprovando a viabilidade do sistema. Desta forma, ambas as organizações são pioneiras nos

conceitos de carros compartilhados e grandes responsáveis por seu crescimento (SHAHEEN *et al*., 1998).

Entretanto, a maioria das organizações encontravam dificuldades de implementar um programa com deslocamentos maiores que fossem viáveis financeiramente. Seja devido ao investimento em marketing e tecnologia, seja devido ao grande número de carros necessários (SHAHEEN *et al*., 1998).

Nos Estados Unidos, programas experimentais foram lançados nos anos 1980, como o *Mobility Enterprise* que operou na Universidade de Purdue, Indiana de 1983 a 1986 e o *Short-Term Auto Rental* (STAR), que operou na cidade de San Francisco de 1983 a 1985 (COHEN e SHAHEEN, 2016). Porém, apenas em 1994, o primeiro programa profissional de carros compartilhados foi lançado na América do Norte, o programa *Auto-Com* lançado em Quebec Canadá (SHAHEEN *et al*., 2009). No entanto, os carros compartilhados só se tornaram populares com o desenvolvimento da tecnologia telemática, que foi incorporada ao programa *CarSharing Portland* em 1998 (SHAHEEN, SPERLING e WAGNER, 1999). Esse programa trouxe como inovação, o desenvolvimento de um sistema de reserva pelo celular, proporcionando o uso diário do serviço. De 1998 a 2002 os sistemas de carros compartilhados ainda eram baseados no sistema de viagens de bairros, em que o usuário estacionava o carro em lugares designados no seu próprio bairro (*ibid*).

A partir de 2007, o sistema é tratado de maneira mais comercial, e começa a ser visto como uma alternativa sustentável para a mobilidade urbana. Em 2008, a cidade de San Francisco requereu a qualificação de um operador governamental para maximizar a eficiência da mobilidade e minimizar os custos de combustível e emissões de CO_2. Nessa época os GPS são instalados nos veículos a fim de ajudar operadores e usuários a localizar os veículos. Os membros do Zipcar que possuíam um *iPhone* poderiam utilizar um aplicativo para verificar veículos disponíveis em tempo real (SHAHEEN e COHEN, 2013). Em outubro de 2008, é lançado, na Alemanha, o primeiro programa de carro compartilhado chamado *free-floating*, que consiste em um carro compartilhado que pode ser pego e deixado em qualquer lugar dentro da área de operação, não necessitando de estações ou lugares de estacionamentos pré-determinados (SHAHEEN, CHAN e MICHEAUX, 2015).

O uso desse modo de transporte vem se mostrando crescente ao longo dos últimos anos e é esperado que esse crescimento continue, em parte, devido a inovações tecnológicas, GPS,

smartphones, pagamento *online* (TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, 2016), em parte devido à mudança de hábitos da população, que vem mostrando sinais de que a posse do carro não é mais economicamente favorável (LLER *et al*., 2015; TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, 2016; ZIPCAR, 2014).

Segundo Ferreroc *et al*. (2018) um serviço de carro compartilhado pode ser provido de três maneiras:

a) *Two-way* (baseado em estações): Os carros disponíveis estão em estações cuja localização é definida pelo provedor do serviço ou pela administração local de transportes. A viagem deve começar e ser finalizada no mesmo local.
b) *One-way* (baseado em estações): Tem o mesmo conceito que o anterior, porém neste caso a estação onde finaliza a viagem pode ser diferente da que começou.
c) Livre: Os carros são estacionados livremente em locais públicos dentro da área de operação do sistema e a viagem pode começar e terminar em qualquer local.

Segundo Shaheen e Cohen (2016) em 2014, sistemas de carro compartilhado estavam operando em 33 países, nos cinco continentes e em 1.531 cidades, com 4.8 milhões de membros. Segundo Le Vine *et al*. (2014), as características principais dos usuários desse serviço são: adultos com bom nível de educação, de idades entre 25 a 45 anos, solteiros, que vivem em bairros de classe média alta em ambientes urbanos e usuários de carros particulares (utilizam mais transporte público, caminham ou usam a bicicleta). Burkhardt e Millard-Ball (2006) apuram que viver no centro da cidade, ser homem e ter alto nível de educação aumenta a probabilidade de adotar o carro compartilhado como solução de transporte. Sendo assim, pode-se verificar que o perfil do usuário de carro compartilhado normalmente é veiculado a pessoas solteiras, jovens, com bom nível de educação e que vivem em áreas urbanas. Isso pode ocorrer devido ao acesso a plataformas online.

Este serviço tem a finalidade de substituir a propriedade do carro, promovendo o transporte porta-porta em condições análogas ao carro particular. Isso pode resultar em uma considerável economia monetária e benefícios ambientais. Shaheen *et al*. (2012) dizem que entre os principais benefícios sociais do carro compartilhado estão a redução da propriedade do carro, redução da distância de utilização dos automóveis / distâncias de viagens e emissão de gases que contribuem para o efeito estufa.

Em 2008, pesquisa feita por Martin e Shaheen (2011) verificou que entre os usuários que tinham carro, a propriedade deste diminuiu cerca de 50% com a participação de serviço de carro compartilhado na América do Norte. Martin, Shaheen e Lidicker (2010) indicam que o uso deste serviço retira entre 9 a 13 veículos particulares das ruas em relação a um carro compartilhado também na América do Norte. Cervero (2007) diz que o uso do carro compartilhado leva a redução de veículo por quilometro viajado (VKV) e reduz a propriedade do carro. Cerca de 27% de VKV caiu com a instalação de programas de carros compartilhados na Holanda (NIJLAND, MEERKERK, 2017). Sioui *et al*. (2012) comparam lares similares em diferentes bairros e verificaram que bairros que participam do sistema de carro compartilhado usam o carro particular 3,7 menos vezes que outros bairros, em Montreal, Canadá.

2.4.1.3 Ridesouching

O *ridesourcing* permite que usuários solicitem um serviço de taxi por meio de um aplicativo de *smartphone* que comunica a localização dos passageiros e a localização dos motoristas próximos em tempo real. Após o motorista aceitar a corrida, o passageiro pode verificar a estimativa do tempo de viagem em tempo real e sua localização e o pagamento é realizado por meio de cartão de crédito (RAYLE *et al*., 2016). Shaheen *et al*. (2015) definem essa categoria como o uso do *smartphone* para conectar motoristas com passageiros. Estes serviços tiveram um crescimento espetacular nos últimos anos devido a sua eficiência, transparência no sistema de preços e confiança na plataforma (RAYLE *et al*., 2016).

O *ridesourcing* surgiu das recentes inovações tecnológicas que proporcionaram a conexão entre motoristas e passageiros através de *smartphones*. O serviço de contratar viagens de A para B que utiliza como meio de transporte o carro particular não é novo. Os serviços de taxi vêm atuando no mercado há décadas, porém estes serviços são regulados pelo estado e seu acesso se dava diretamente nas ruas, por meio dos pontos de taxi, ou por telefone. Diferente do táxi, os motoristas do *ridesourcing* podem ser qualquer indivíduo que possua um carro e que esteja cadastrado no aplicativo que conecta os passageiros com os motoristas, com quase nenhuma barreira de entrada (UBER, 2020).

Este tipo de serviço surgiu em 2010 com o intuito de proporcionar um serviço de táxi de luxo que era requerido por aplicativo, substituindo os antigos modos de acessar o serviço (SHAHEEN e COHEN 2016). O serviço tinha como público alvo, empresários e pessoas mais

abastadas, porém logo foi popularizado e hoje está em mais de 600 cidades em 63 países, com 3 milhões de motoristas parceiros e 75 milhões de usuários no mundo (UBER, 2020).

Esta maneira disruptiva de acessar este tipo de serviço trouxe discussões na sociedade sobre sua regulação. Emergiu a incerteza sobre como classificar o serviço, se seria um serviço de taxi ou um serviço de carona. O primeiro Estado a regulamentar o serviço foi a Califórnia em 2012, que classificou o serviço como *transportation network company* ou TNC que é descrito como: serviço sob demanda que usa motoristas particulares com veículos particulares e facilita o contato entre passageiros e motoristas através de uma plataforma on-line (SHAHEEN e COHEN 2016). Esses serviços também foram batizados como *ridesourcing* e *ride-hailing* (RAYLE *et al*., 2016).

Em reação a esse fenômeno, as companhias de táxi também desenvolveram aplicativos para que o usuário pudesse acessar seus veículos, além disso, proporcionaram o pré-pagamento das corridas por meio de cartão de crédito, localização do veículo por meio de GPS, informação de tempo de viagem. Tornando o serviço muito semelhante ao do *ridesourcing*, porém com motoristas profissionais e cadastrados no órgão regulamentador (RAYLE *et al*., 2016). Este tipo de serviço é chamado de *E-hailing*.

Este novo modo de transporte trouxe grande competição ao mercado dos táxis. A principal diferença, entre este e aquele, é o uso dinâmico dos preços baseados na oferta e na demanda (SHAHEEN *et al*., 2015). Além disso, nas plataformas, qualquer indivíduo que possua um carro e licença para dirigir pode oferecer o serviço, diminuindo as barreiras de entrada e proporcionando grande competição. Esse sistema oferece grandes vantagens ao serviço de táxi tradicional, como mais segurança e confiabilidade do trajeto, já que a rota é definida por GPS, porém a falta de profissionalismo dos motoristas são fatores que muitos usuários consideram como ponto negativo (SHAHEEN *et al*., 2015).

Dentre as características desse serviço pode-se perceber que é um serviço centrado no usuário, que de maneira eficiente e através de algoritmos equilibra a oferta e a demanda durante o dia; reduz significativamente os custos de acesso ao serviço, uma vez que o usuário não necessita ligar ou buscar por serviço de táxi na rua; traz mais confiabilidade, já que o sistema fornece a informação do tempo de espera e tempo de viagem com certa precisão (EDELMAN e GERADIN, 2016).

Por outro lado, Anderson (2014) observou que o *ridesourching* trouxe mais carros e agravou os congestionamentos nos centros. Pessoas que vivem fora de São Francisco passaram a usar o sistema para ir ao trabalho no centro, o que os taxis não são autorizados a fazer devido à regulação. No entanto, outros autores como Nie (2017) e Bialik, Fischer-Baum; Mehta (2015), encontraram que o impacto no congestionamento não é tão alto e não influencia a mobilidade urbana de maneira significativa.

Rayle *et al*. (2016) encontrou que *ridesourching* pode não afetar a propriedade do carro e Anderson (2014) verificou que este serviço pode até estimular a propriedade do carro privado, já que alguns motoristas podem usar o serviço para subsidiar o seu custo.

Em síntese, este capítulo discorre sobre o surgimento da economia compartilhada e seu transbordamento sobre os transportes. Percebe-se que a economia compartilhada provem de um movimento que busca otimizar os recursos econômicos, sociais e ambientais, assim como a utilidade dos bens. Entre os principais benefícios podem-se citar empoderando da oferta, diminuição da barreira de entrada nos mercados, descentralização da economia, e ampliação de acesso a bens e empregos aos mais pobres.

Porém, a configuração do mercado e as práticas atuais podem não se aproximar desses conceitos. Uma vez que, como bem colocado por Belk (2014), o pseudo-compartilhamento difere do real compartilhamento, pois esta relação é motivada por dinheiro, motivos egoísticos, expectativas de reciprocidade e falta de senso de comunidade. Além disso, argumenta-se que a economia compartilhada, na prática, pode estar tomando o rumo de uma nova forma de neoliberalismo, favorecendo a precarização do trabalho, centralização econômica e maior consumo dos recursos naturais. Martinez (2016) argumenta que a direção da economia compartilhada depende das organizações que gerem este setor para se aproximar da sustentabilidade.

Essas questões transbordam para o setor de transportes, que tem como agentes principais dos modos compartilhados, o carro compartilhado, a bicicleta compartilhada e o *ridesourcing*. Apesar desses tipos de acesso a mobilidade serem antigos, sua popularização só pôde ocorrer com o desenvolvimento tecnológico, e o impacto desses transportes no meio urbano ainda é incerto. Sendo assim, os modelos de negócios desse tipo de mobilidade são novos, e que apesar de em seus conceitos apresentarem tendência à sustentabilidade, na prática podem ir, em partes, na direção oposta.

3 MOBILIDADE SUSTENTÁVEL: O NOVO PARADIGMA

A mobilidade sustentável deriva do movimento em busca do desenvolvimento sustentável. A comunidade e acadêmica e a sociedade vem discutindo este tema na ultimas década e os planos de mobilidade vem sendo guiado por esses princípios. Desta forma, esta sessão discorre sobre os conceitos e princípios deste tema.

3.1 MOBILIDADE E DESENVOLVIMENTO DAS CIDADES

As preocupações com o desenvolvimento dos transportes e da mobilidade urbana é antiga, e seus conceitos vêm evoluindo com o tempo. A dinâmica da habitação, as relações econômicas, a cultura e a tecnologia moldaram as abordagens sobre o planejamento e a evolução deste tema. É sabido que as grandes e históricas cidades como Lisboa, Nápoles, Nova York, Londres, Budapeste, Paris, Nova Deli, entre outras, foram desenvolvidas devido à proximidade de rios, portos, mar, ou outro grande meio de transporte. Vuchic (1981) diz que os transportes têm um importante papel no desenvolvimento das cidades, partindo do pressuposto de que um comércio mais intenso aumenta a produtividade social.

Ainda segundo o autor, nas cidades da idade média, a economia girava entre os fluxos internos, dentro dos muros dos impérios e feudos, devidos principalmente ao transporte a pé e a tração animal. Com a revolução industrial e o aumento significativo da população urbana, os transportes sobre trilhos proporcionaram mais capacidade, velocidade, confiabilidade e conforto. O custo de transporte se tornou mais barato resultando em um maior número de viagens, maiores distâncias percorridas e aumento dos limites da cidade, implicando em viagens das periferias residenciais para os centros comerciais (VUCHIC, 1981).

Durante esse período os transportes públicos se tornaram mais presentes nas cidades. Porém, a partir da década de 1920, e principalmente na era modernista, o transporte individual se tornou o centro da mobilidade urbana e grandes vias de circulação foram construídas. Como consequência, ocorreu o espalhamento das cidades, aumento das distâncias de viagens e os primeiros sinais de congestionamento (VUCHIC, 1981). Esse planejamento centrado no automóvel individual pode ser percebido em diversas cidades construídas nos anos 1940 a 1950, como Brasília. Porém, anos depois percebeu-se que esse modelo de planejamento e organização urbana era insustentável.

Jones (2014) estudou a evolução da mobilidade urbana no contexto social, e percebeu que os padrões do uso do carro estão compostos em três estágios. No primeiro estágio ocorre o aumento rápido da posse e uso dos automóveis. Esta fase ocorre em um contexto de expansão da indústria automobilística, influenciando de maneira significativa as políticas de mobilidade. Nessa época, as soluções de mobilidade priorizaram o uso do carro, desenvolvendo a capacidade viária e a criação de estacionamentos, com pouca atenção para o transporte não motorizado e para o transporte público. Devido à saturação das vias e consequentes congestionamentos, a falta de capacidade de investimentos do poder público e as áreas cada vez mais escassas no espaço urbano, surge a necessidade de adotar outra abordagem no planejamento da mobilidade.

O segundo estágio se caracteriza pelo declínio da eficiência do modo motorizado particular e coloca como alternativa o transporte coletivo. Essa fase tem como base a viagem de pessoas, dando prioridade aos deslocamentos por modos mais eficientes e produtivos de deslocamentos, colocando o transporte público como principal vetor da política de mobilidade. Nesse período surgem medidas de restrição à circulação e ao estacionamento de automóveis nos centros urbanos. Essas medidas buscam reduzir os congestionamentos e aumentar a qualidade da vida urbana na cidade. As políticas desse estágio têm como finalidade racionalizar o uso do transporte motorizado e o aumento nas taxas de ocupação. Seu planejamento é baseado em Polos Geradores de Viagens, objetivando o transporte mais eficiente e racional possível entre as principais origens e destinos da cidade. Porém o foco deste tipo de política é a viagem e não as atividades a serem desempenhadas pelo usuário (VASCONCELLOS, 2001). Ou seja, dissocia-se a mobilidade do planejamento da cidade.

Nesse contexto, ocorre o terceiro estágio que prioriza a habitabilidade, a qualidade de vida nas cidades e as atividades a serem desempenhadas pelas pessoas. Essas surgem como elemento principal, em detrimento da viagem. Ou seja, existe uma mudança de paradigma em que o planejamento deve focar nas pessoas e suas atividades e não mais no planejamento de viagens. Assim, se inserem conceitos de necessidade de viagem, integração da mobilidade com o uso do solo, ampliação da acessibilidade e inclusão social (PORTUGAL, 2017), que serão discutidos mais adiante neste trabalho. Para que a fase três seja iniciada e tenha sucesso nas políticas de mobilidade, é necessária uma quebra de paradigma, colocando o centro do planejamento nas atividades e não mais na mobilidade.

3.2 CONCEITOS DA MOBILIDADE SUSTENTÁVEL

Com a diversificação das necessidades de viagem, devido à globalização e aglomeração econômica, e à crescente saturação das infraestruturas, buscam-se alternativas para o planejamento e organização das cidades, levando em consideração que a configuração urbana é importante fator para a qualidade de vida e para a sustentabilidade. Logo, surge o conceito de mobilidade sustentável que tem sido o foco de diversos estudos na última metade do século XX (GRAHAM; MARVIN, 2001; VASCONCELLOS, 2001).

Nesse contexto, Gudmundsson e HiSjer (1996) verificaram como os transportes se encaixam nos princípios do desenvolvimento sustentável da seguinte maneira:

a) Preservação dos recursos naturais para as futuras gerações: os transportes, em sua maioria, utilizam combustíveis não renováveis emitindo NOx e COx. Os sistemas de transportes interferem diretamente na biodiversidade, seja pela emissão desses gases, ou por meio de suas infraestruturas (estradas, rodovias, ruas), ou construindo barreiras entre diferentes ecossistemas. Para chegar à sustentabilidade, novas fontes de energia devem ser estudadas e os impactos da construção e operação de novas infraestruturas devem ser mitigados.
b) Preservar o desenvolvimento de capital humano e produção para as futuras gerações: os transportes exercem um papel importante no desenvolvimento social e econômico devido a sua capacidade de conectar bens e serviços que são de extrema importância para as futuras gerações. Porém investir nos sistemas de transportes tradicionais motorizados pode ser destrutivo e custoso para a sociedade, pois quanto maior a rede de transporte, mais capital deve ser utilizado para preservá-la, o que pode chegar em uma condição em que os benefícios da rede não atendem aos seus custos. Sendo assim, sugere-se que para atingir a sustentabilidade devem ser verificadas outras formas de sistemas de mobilidade, com estilos de vida com menos demanda por deslocamentos físicos e menor necessidade de viagem.
c) Aumentar a qualidade de vida das pessoas: os modos de transportes fazem parte da paisagem urbana e da vida das pessoas, suas externalidades negativas perpassam a poluição do ar, sonora e visual, e a perda de capacidade de produção em congestionamentos. Por outro lado, os transportes trazem como benefício a mobilidade, o acesso, serviços e bens mais baratos. Sendo assim, um modelo de planejamento que aumente a qualidade de vida do indivíduo é essencial para o desenvolvimento sustentável.

d) Garantia da distribuição justa de qualidade de vida para as pessoas: pessoas têm diferentes opções de transportes, de acordo com sua condição econômica, social e legal. As pessoas mais vulneráveis socialmente têm menores condições de mobilidade, isso faz com que a desigualdade social entre ricos e pobres cresça, violando o princípio da sustentabilidade social.

Percebe-se que a mobilidade adequada ao desenvolvimento sustentável vai além dos sistemas de transporte e perpassam o contexto social, econômico e cultural da sociedade. Segundo Seabra *et al*. (2013), a mobilidade sustentável está caracterizada como a união dos conceitos de mobilidade urbana com o desenvolvimento sustentável.

A partir disso, algumas organizações tentaram definir a mobilidade sustentável. O *Sustainable Transport*, programa lançado pela Canadá Transportes, definiu como mobilidade sustentável "aquilo que leva em consideração nas suas atividades as esferas de meio ambiente, meio social e econômico" (MOST, 1999). O *World Bank Council for Sustainable Development* (WBCSD, 2001) argumenta que a mobilidade sustentável é a habilidade de suprir a necessidade social de mover-se livremente, ganhar acessibilidade, realizar comércio e convívio social, sem sacrificar valores humanos e ecológicos hoje ou no futuro. Kayal, Singh e Kumar (2014) definem que a mobilidade sustentável é, em sua essência, a aplicação simultânea dos conceitos de mobilidade e desenvolvimento sustentável e que seguem a seguinte agenda:

a) Remover ou mitigar os custos sociais, econômicos e ambientais das atividades relacionadas à mobilidade e aos transportes;
b) Minimizar os impactos, em relação a esses nesses três pilares, tendo em vista as futuras gerações.
c) Consoante com o conceito de desenvolvimento sustentável, Machado (2010) apresenta as seguintes características/objetivos da mobilidade sustentável:
d) Ambiental - os transportes utilizam tecnologias com recursos renováveis, reutilizáveis e recicla componentes, além de diminuir o uso dos modos que causam danos ao meio ambiente e à saúde;
e) Social: Promove a equidade social, dá acesso a bens e serviços de maneira universal, diminui a necessidade de viagem, e provê transporte seguro para as pessoas e produtos;

f) Econômica: Possui tarifa acessível, promove a competição econômica, e aumenta a eficiência do sistema.

Com base nisso, podem-se verificar na literatura as principais agendas da mobilidade sustentável e relacionar outros conceitos importantes para seus objetivos, como a interação entre os transportes e o espaço urbano, acessibilidade e escalas de planejamento (PORTUGAL, 2017), que serão discutidos mais à frente nesta dissertação. Além disso, é necessária a quebra de paradigma, pois com a camada de sustentabilidade adicionada à mobilidade, o planejamento dos transportes não é inerente somente às infraestruturas, como quando se tinha apenas no conceito de mobilidade, mas também, se relaciona com questões urbanas, sociais, econômicas e ambientais.

Segundo Portugal (2017) a mobilidade sustentável inclui novas dimensões e exige uma abordagem multimodal, intersetorial e interdisciplinar. Como consequência, deve ter como foco a integração dos transportes com o uso do solo em escalas globais e locais. Herce (2009) afirma que a cidade sustentável deve integrar a distribuição espacial com os transportes, estreitando as relações entre as atividades e os modos de transporte.

3.3 ESTRATÉGIAS PARA O PLANEJAMENTO DA MOBILIDADE SUSTENTÁVEL

Na sessão anterior, verificou-se como surgiu o conceito do movimento da mobilidade sustentável e que a quebra de paradigmas nos planejamentos urbanos é essencial para atingir seus objetivos. Neste sentido, Banister (2008) argumenta que a mobilidade sustentável requer a redução da necessidade de viagem, mudança no modo de viagem do automóvel particular para os de uso coletivos e alternativos, diminuir as distâncias de viagens e aumentar a eficiência dos transportes urbanos. No entanto, argumenta em 2011 que as distâncias e necessidade de viagens aumentaram nas décadas de 1990 e 2000, e que no planejamento da mobilidade tem predominado a lógica neoliberal baseada nas necessidades do mercado. Em uma sociedade em que “tempo é dinheiro”, os transportes têm sido planejados para que ofereça o menor tempo possível de viagem.

Essa lógica de planejamento deriva de dois princípios fundamentais: as viagens são derivadas da demanda e as pessoas minimizam os custos de viagem, levando em consideração o custo financeiro e o tempo de viagem. Como consequência dessa abordagem as distâncias e as

velocidades de viagem cresceram substancialmente. Dessa forma, o transporte público, o transporte por caminhada e bicicleta se tornaram menos atrativos no contexto urbano (BANISTER, 2008).

Com os constantes congestionamentos e a verificação de que o modelo de planejamento dos transportes baseado no automóvel individual era insustentável, uma abordagem alternativa começou a ser considerada a fim de se aproximar de um modelo sustentável. Com essa constatação, Banister (2008) sugere que deve haver uma mudança na abordagem dos elementos a serem considerados no planejamento dos transportes. O autor leva em consideração que as políticas de transportes devem tentar reduzir o uso do carro e promover o transporte público, a caminhada e o transporte por bicicleta. Entre as medidas necessárias estariam priorização do transporte público no espaço urbano, controle de estacionamentos, gestão de demanda e utilização das vias como espaços urbanos disponíveis para pessoas, estímulos aos modos verdes de transportes e ampliação e prioridade ao transporte público.

Nessa mesma direção, Hence (2009) sugere mudanças na maneira como se planeja o sistema para alcançar a mobilidade sustentável. Corroborando com Banister (2008), o autor diz que, no passado recente, o planejamento era baseado na previsão da demanda futura, ou seja, verificavam-se as atividades no espaço urbano, verificavam-se suas relações presentes e futuras, e planejavam-se as infraestruturas de modo a prever o crescimento da demanda nesses espaços.

Críticos desse tipo de abordagem, Plowden (1972) e Owen (1995) diziam que esse tipo de estratégia apenas solucionava temporariamente os problemas de mobilidade, pois ignorava a relação entre os transportes e usos do solo, não levando em consideração que ambos se influenciam mutuamente. Logo, os transportes dependem, não apenas da demanda, mas também das atividades dispostas no espaço (WADDEL *et al*. 2007). Nesse contexto, para que ocorra um planejamento e gestão sustentáveis das infraestruturas, a relação entre os transportes e uso do solo teria que ser revista com foco na oferta, planejando as infraestruturas de modo a influenciar as relações e as atividades do espaço urbano (HENCE, 2009).

Portanto a evolução do planejamento com foco na mobilidade sustentável deve ser tratada como uma quebra de paradigma na maneira de planejar e gerir os sistemas de transportes (BANISTER, 2008). É preciso que se abram espaços para os aspectos qualitativos da mobilidade (LITMAN, 2009) e para um planejamento integrado entre os transportes e a evolução do espaço urbano (HENCE, 2009; RIVAS 2014).

É possível perceber que essa quebra de paradigma norteou a política urbana de diversas cidades e a mobilidade desde os anos 1990 (GREIVING e KEMPER, 1999). Porém muitos gestores e planos de mobilidade ainda não chegaram nesse estágio no Planejamento Urbano. A exemplo disso tem-se o Brasil que ainda se encontra no primeiro estágio descrito por Jones (2014), devido às suas deficiências e fragilidades de planejamento e execução de políticas urbanas (PORTUGAL, 2017).

Em suma, percebe-se que a partir do início dos anos 1990, o desenvolvimento sustentável ganhou status de um movimento internacional, influenciando diversos setores e a economia internacional. Nos transportes, para ocorrer essa adequação é necessária uma quebra de paradigma no planejamento e na gestão dos transportes, integrando os sistemas de transportes com as atividades e consequentemente com o uso do solo. Abrem-se, assim, novos caminhos para uma mobilidade mais justa, economicamente viável e ambientalmente responsável.

3.4 INTERAÇÃO TRANSPORTES E USO DO SOLO E MOBILIDADE SUSTENTÁVEL

Diversos autores vêm relacionando a mobilidade sustentável com uma interação equilibrada entre transportes e uso do solo (HENCE, 2009; BANISTER, 2008; GORI, NIGRO E PETRELLI 2012). A mudança na forma urbana e na disposição das atividades vêm mudando os sistemas de mobilidade. A urbanização, o espalhamento das atividades e o incentivo ao automóvel particular aumentaram as distâncias de viagem, assim como as necessidades de viagem (VUCHIC, 1981). Nesse sentido, é importante entender como ocorre a relação do espaço urbano e os transportes com objetivo de atingir uma mobilidade sustentável.

Esses dois elementos têm uma forte relação dinâmica ao longo do tempo (LIMA, ANDRADE, MAIA, 2016) e mudanças nos sistemas de uso do solo podem causar modificações na demanda de transportes, levando ao ajuste da infraestrutura. Por outro lado, mudanças nas infraestruturas podem aumentar a acessibilidade de certo local, influenciando o fluxo de atividades e consequentemente o uso do solo (ROUKOUNI *et al*. 2012).

As viagens de pessoas e bens são resultado do equilíbrio entre a demanda e as condições de viagens, essas condições provem da interação entre atividades e o espaço. Isso irá determinar as escolhas em relação à distância, tempo e modo de viagens de cada indivíduo (GREIVING e KEMPER, 1999). Sendo assim, o transporte influencia a evolução do uso do solo e o uso do solo influencia a demanda por transporte, e essa influência se dá devida à acessibilidade e as

atividades desenvolvidas no espaço. Estudos vêm debatendo a intensidade dessas interações e quais variáveis do uso do solo interferem de maneira significativa nos transportes.

Badoe e Miller (2000), em uma revisão da literatura sobre o assunto referente às décadas de 70, 80 e 90 do século XX, encontraram que os diversos estudos têm resultados divergentes em relação à força dos fatores de uso do solo na mobilidade. Enquanto alguns autores chegaram à conclusão que fatores como alta densidade urbana e uso misto do solo diminuem a posse de automóvel particular e aumentam o uso de transporte público e caminhada, outros autores chegam à conclusão de que os fatores citados têm relação fraca com a propriedade do carro. Como ressalva, os autores apontam que os estudos realizados continham falhas metodológicas e de dados.

No entanto, pesquisas posteriores estudaram de maneira profunda, comparando diversos contextos. Sinha (2003) realizou uma pesquisa em que coletou dados de 46 cidades nos EUA, Canadá, Europa Ocidental e Ásia. A autora chegou à conclusão de que altas concentrações urbanas são um dos principais fatores para o aumento do uso de transporte público, enquanto que a quantidade de quilômetros de viagens de carro reduzia à medida que a concentração urbana aumentava.

Já Eidlin (2005) comparou as cidades de Los Angeles com Nova York e São Francisco, considerando suas regiões metropolitanas, com a finalidade de verificar se a densidade urbana influenciava no uso de transportes públicos. Ele encontrou que Los Angeles, a cidade com maior densidade populacional, levando em consideração a região metropolitana, tinha o menor uso de transporte público. Porém o autor também verificou a concentração de residências e atividades na cidade, encontrando que Los Angeles se configurava com uma maior concentração de apenas um tipo de uso do solo. Sendo assim, o autor concluiu que a demanda por transporte público não só depende da densidade urbana, mas também de sua distribuição de usos.

Giuliano e Dargay (2006) ao compararem cidades dos EUA e do Reino Unido chegaram à conclusão que devido ao maior custo dos transportes privados e ao uso do solo mais diversificado, os britânicos tendem a utilizar menos o automóvel particular. Eles postulam que é importante oferecer serviços de pequenas magnitudes nos diferentes bairros, para diminuir o uso do carro, porém esse tipo de política deve ser associado a políticas de restrições ao carro.

Vários estudos mostram que uma relação espacial equilibrada entre empregos e residências tendem a gerar viagens mais curtas e mais propensas a utilizar transportes

ativos (LEVINSON e KUMAR, 1994; LEVINSON, 1998; SULTANA, 2002; WANG e CHAI, 2009; ZHAO, LU, e ROO, 2011; MODARRES, 2011; ZHAO, 2013). Sun *et al*. (2016) dizem que o tráfego urbano está relacionado fundamentalmente às características de uso do solo, como tamanho da cidade, densidade populacional, se a cidade é policêntrica, e a relação entre empregos e residências.

Não só o uso do solo afeta a demanda por transportes, como foi verificado nos estudos citados, mas também os transportes influenciam diretamente no uso do solo. Alguns estudos verificaram que a construção de estações de trem aumentaram os valores imobiliários dos terrenos ao seu redor devido à maximização de acessibilidade da área (DEBREZION *et al*., 2011; CHEN e HAYNES, 2015). Já em outros estudos, o efeito foi contrário, devido ao aumento de ruídos, vibração e criminalidade (STRAND e VÅGNES, 2001; ARMSTRONG e RODRIGUEZ, 2006). Resultados similares podem ser verificados quando a infraestrutura de BRT é disponibilizada (DENG e NELSON, 2010; CERVERO e KANG, 2011). Ou seja, a facilidade de acesso a certa área pode mudar a dinâmica dessa área, assim como seu valor. A acessibilidade traz maiores opções de fluxos, trocas e oportunidades, fazendo com que ocorram mudanças no próprio espaço urbano.

Para Banister (2011), a mobilidade sustentável se relaciona diretamente com a acessibilidade. Uma vez que ocorre a falência do sistema baseado no automóvel particular e motorizado, é necessário fazer uma separação entre os espaços urbanos e rever qual é o papel do carro nesses espaços.

O projeto TRANSLAND, realizado pelos autores Greiving e Kemper. (1999), identificou políticas bem-sucedidas da integração dos transportes e uso do solo, em países da Europa Ocidental, que levaram a modelos de mobilidade mais sustentáveis. O projeto levanta os principais fatores para que isso ocorra:

a) Políticas de transporte e uso do solo só podem ser atingidas através do transporte urbano sustentável, isso quer dizer: redução das distâncias de viagens, redução nos tempos de viagem, redução do uso do carro, além disso, tornar o carro menos atrativo;
b) Políticas de uso do solo que aumentam a densidade urbana ou estimulam o uso misto sem medidas de controle de velocidade do carro e aumento do seu custo, têm baixo impacto, já que as pessoas tendem a maximizar suas oportunidades;

c) Políticas de transporte que tornam a viagem por carro menos atrativa são bastante efetivas em atingir a redução de distâncias de viagens e utilização de carro particular;
d) Políticas de transporte que aumentam a atratividade do transporte público normalmente não exercem grande efeito sobre a redução das viagens de carro, sendo necessário limitar o uso do automóvel de outras maneiras.

Sendo assim, verifica-se a relação entre a mobilidade sustentável e as políticas de uso do solo. Com a quebra de paradigmas, a oferta não mais serve à demanda e sim a demanda de transportes pode e deve ser influenciada por políticas urbanas de oferta de infraestruturas, influenciando o usuário em suas escolhas de modo a encurtar as distâncias de seus deslocamentos (BANISTER, 2011), oferecendo oportunidade de utilização dos transportes ativos (CERVERO, 2007; BANISTER 2008) e promovendo maior qualidade de vida.

3.5 ACESSIBILIDADE NO CONTEXTO DE POLÍTICAS SUSTENTÁVEIS DE TRANSPORTES

A integração do planejamento do uso do solo e dos transportes envolve pensar no planejamento da acessibilidade (CASCETTA *et al*. 2013). A acessibilidade se refere à facilidade com que se pode alcançar certa atividade urbana, a partir de uma origem (LITMAN, 2016). Ou seja, percebe-se que a medida de acessibilidade de certo espaço tem influência direta na interação entre transportes e uso do solo. Esse conceito vem sendo trabalhado por diversos autores que relacionam a acessibilidade não só como característica do espaço urbano, mas também com características individuais. Acessibilidade combina a qualidade do serviço, à capacidade e adequação da rede de transporte com as atividades existentes e sua distribuição espacial (LITMAN, 2016).

Cheng *et al*. (2007) configura o conceito como a facilidade de se alcançar atividades ou lugares de forma conveniente por meio dos transportes. Curt *et al*. (2011) e Litman (2016) argumentam que a acessibilidade é a capacidade de alcançar oportunidades, bens, serviços, destinos e lugares. Na mesma linha, Geurs e Van Eck (2001) definem acessibilidade como a extensão em que os transportes e o uso do solo possibilitam que grupos, indivíduos ou bens alcançam atividades ou destinos.

Em uma perspectiva integrada, Curtis e Scheurer (2010) distinguem mobilidade de acessibilidade. Enquanto a mobilidade estuda a performance dos transportes em seu próprio universo, a acessibilidade inter-relaciona os sistemas de transportes com o uso do solo e especificidades locais. No mesmo sentido, Litman (2003) diz que tradicionalmente o planejamento dos transportes e da mobilidade tem como foco principal o movimento motorizado de pessoas e bens, enquanto a acessibilidade consiste em adicionar questões de uso do solo, integração dos transportes e tempos de viagens diversas como indicadores.

Verifica-se através dessas definições que a acessibilidade se relaciona com a facilidade de alcançar atividades e não destinos. Estes são conceitos diferentes por poderem existir atividades que contemplam diversos destinos e a escolha deste destino será realizada de acordo com a condições de acessibilidade. Por exemplo, para um indivíduo realizar uma atividade de compras, este pode escolher diversos destinos, em diferentes pontos da cidade. O destino será escolhido de acordo com a facilidade de acesso e se a atividade naquele local será atendida. Isso muda a maneira como se vê o planejamento de transportes, já que a atividade de compras pode estar localizada em uma zona comercial, que poderia ser necessário um transporte motorizado para acessá-la, ou em uma zona mista que esta atividade pode ser acessada através de modos ativos de transporte, como a caminhada. Segundo Portugal (2017) a acessibilidade envolve alguns elementos:

a) Transportes - Se refere às infraestruturas e serviços que atendem às necessidades de deslocamento por meio de modalidades motorizadas e não-motorizadas;
b) Uso do solo - Relacionam as atividades: residência, trabalho, educação, saúde, comércio e lazer com os 5D utilizados por Cervero (2009): Densidade, Diversidade, Desenho urbano, Disponibilidade de transportes público, Destinos acessíveis, que serão discutidos mais à frente;
c) Escalas - As escalas permitem os diferentes recortes espaciais da realidade e também é considerada a medida de visibilidade de certo fenômeno. Com relação à acessibilidade, a escala territorial ganha relevância (RAFFRSTIN, 1993), pois a acessibilidade é uma medida importante para a mobilidade (BANISTER, 2008) e a escala apropriada é importante para atingir os objetivos da análise espacial.

A acessibilidade assegura que certo indivíduo de uma localidade, alcance a atividade desejada, através de um meio de transporte. Sendo assim, o planejamento centrado apenas no modo de transporte não engloba os problemas de acessibilidade e não considera os conflitos urbanos, sendo necessária a integração dos conceitos para melhor adequar o tipo de transporte com o uso do solo e consequentemente alcançar a mobilidade sustentável.

Cervero *et al*. (2009) propõem que para a melhoria da acessibilidade cinco fatores (5 Ds) devem ser considerados no planejamento urbano e de transportes:

a) Densidade - Medida de concentração de pessoas, residências e empregos em determinada área. Brandão (1975) *apud* Acioly e Forbes (1998) afirmam que o custo com a infraestrutura decresce quando a densidade aumenta. Além disso, altas densidades proporcionam taxas maiores de viagens a pé e de bicicleta (EWING e CERVERO, 2010). Porém, a densidade excessiva pode saturar os serviços de transportes, aumentando os custos e externalidades do sistema. Sendo assim, a densidade é um fator importante no planejamento, devendo ser considerada de modo integrado com o sistema de transportes (PORTUGAL, 2017). Quanto maior a densidade de residências, empregos e pessoas, maior a importância nos deslocamentos das viagens a pé e de bicicleta.
b) Diversidade - Medida de variedade do uso do solo em uma determinada área, mostrando a multifuncionalidade do espaço urbano. Segundo Portugal (2017), a mistura de atividades no espaço urbano, amplia a escolha do usuário em relação à certa atividade e estimula o uso de modos ativos.
c) Desenho urbano - Constitui a distribuição espacial de vias e quadras, disponibilidade das infraestruturas e configuração viária. Esse é um fator fundamental no planejamento, levando em consideração que cada modo de transporte deve ter seu espaço de acordo com o espaço urbano naquele meio. O desenho urbano pode influenciar no modo de viagens do usuário. Um desenho urbano com boas conexões e atratividades pode favorecer o uso de transportes ativos e sustentáveis, fornecendo melhores caminhos e encurtando trajetos (LITMAN, 2016).
d) Disponibilidade de transporte público - É um fator que leva em consideração o acesso ao sistema de transporte público e sua qualidade. Grieco (2015) verificou que à medida que as distâncias às estações e às paradas de ônibus diminuem o percentual de uso dos

transportes públicos aumenta. Hoje o tempo de acesso máximo aceitável ao sistema de transportes é de 10 minutos, segundo o ITDP (2014).

e) Destinos acessíveis - Facilidade de acesso a atividades essenciais, que garantem necessidades cotidianas dentro de uma área facilmente coberta a pé ou por bicicleta. Este fator está relacionado a outros fatores como diversidade, densidade e disponibilidade dos transportes.

Percebe-se que para conseguir uma mobilidade mais sustentável a adequação do espaço urbano tem papel fundamental. A mobilidade sustentável depende das adaptações e gestão do espaço urbano e as seguintes premissas devem ser consideradas no planejamento dos transportes (HENCE, 2009):

a) Todas as formas de deslocamentos são importantes para um sistema de transporte e devem-se atender as necessidades de cada um deles;
b) Adaptar o espaço urbano a deslocamentos ativos e curtos como a caminhada e a bicicleta;
c) Deve-se ter uma visão global do sistema de mobilidade e adaptar os modos de transporte aos espaços em que eles transitam; e
d) Integração dos modos de transportes, com a finalidade de gerar um sistema menos custoso e mais eficiente.

Ou seja, para a mobilidade sustentável, além de os transportes serem ambientalmente seguros, as formas de deslocamentos devem ser integradas, onde cada forma possa atender uma necessidade. Além disso, a visão global é fundamental ao adaptar cada modo de transporte aos espaços que eles ocupam (HENCE, 2009).

Como resultado da aplicação desses conceitos e estratégias, pode-se alcançar um sistema mais racional e mais acessível, já que ao adaptar os transportes ao espaço urbano, integrado não só ao ambiente, mas também a outros tipos de transporte, amplia-se o atendimento das mais diversas demandas e consequentemente amplia-se a acessibilidade. Desta forma, pode-se perceber que a escala em que se analisa o problema da mobilidade e da acessibilidade é fundamental. Uma vez que diferentes escalas de análise podem resultar em diferentes tipos de deslocamento, porém a análise de cada escala deve ser integrada à mobilidade global.

3.5.1 Indicadores de acessibilidade na direção de uma mobilidade sustentável

As condições de acessibilidade para promover a mobilidade sustentável são analisadas e avaliadas de acordo com suas escalas de influência. Essas podem ser classificadas e organizadas de acordo com esse propósito (PORTUGAL, 2017). Mello (2015) destaca que as escalas territoriais variam dentro de uma classificação de espaço, que vai de áreas bem restritas, até uma área mais abrangente. Diversos trabalhos levam em consideração as escalas para realizarem análises de acessibilidade (BOUSSAWN *et al*., 2010; ZHAO *et al*., 2011; ZHOU *et al*., 2012).

Nesta dissertação serão adotadas as escalas propostas por Portugal (2017), local e global. A global o autor classifica como as condições de acessibilidade de uma localidade em relação a um espaço geográfico mais amplo, ou seja, como uma localidade interage com as outras e está integrada no todo. Já a escala local define o quanto a autonomia da localidade é dependente das infraestruturas de transporte e da organização do espaço. A partir disso, o autor sugere medidas de acessibilidade, argumentando que as análises da mobilidade podem ser realizadas com foco na macro, meso e micro acessibilidade. Sendo a macro acessibilidade contida na escala global e a meso e micro na escala local:

a) Macro acessibilidade - Se refere à visão global da acessibilidade, da interação entre os espaços e como eles estão contidos no todo. Levam em consideração na análise, a multimodalidade e a conexão das diversas redes de transporte da cidade. Requer uma rede estruturante de transporte de grande capacidade de maneira a promover a equidade da acessibilidade ao espaço. Em termos espaciais, engloba toda uma região metropolitana e leva em consideração que os fluxos entre os espaços se dão através de uma rede estruturante (PORTUGAL, 2017).
b) Meso acessibilidade - Prioriza a autonomia local, combinando alguns elementos da macro e microacessibilidade. Caracteriza ainda, como a forma urbana exerce influência sobre as decisões de viagem, levando em consideração o equilíbrio entre emprego-moradia e densidades residencial, de empregos, etc. (ZEGRAS, 2005). Utiliza transportes principalmente motorizados, porém engloba os transportes ativos. Segundo Grotta (2007), a distância percorrida na mesoacessibilidade varia de 1 a 10 km.
c) Micro acessibilidade: Se refere ao acesso às atividades por transporte não motorizado com alcance apenas da vizinhança, caracterizadas por viagens curtas e frequentes (HANDY, 1993). Fatores do ambiente construído são determinantes para esse tipo de mobilidade.

Cervero (2010) argumenta que para viagens a pé e bicicleta o uso do solo é um fator determinante em sua demanda.

A partir dessas escalas podem-se analisar os transportes de maneira mais objetiva. Além do que, é possível verificar de maneira mais clara como os objetivos da mobilidade sustentável se configuram em cada escala, assim como definir seus indicadores.

Como verificado na literatura, a acessibilidade exerce papel importante na demanda por transportes, assim como, as medidas da acessibilidade dependem das escalas de mobilidade. Dessa forma, entender os indicadores em cada escala de mobilidade pode levar a explicar certa demanda de transportes. Por sua vez, os indicadores a serem considerados num estudo ou pesquisa devem ser selecionados de acordo com critérios distintos e devem seguir as seguintes premissas: a) relevante; b) representativo; c) fácil compreensão; d) disponível; e) mensurável; f) confiável; g) universal (PORTUGAL, 2017).

Com relação a acessibilidade Geurs' e Van Eck's (2001) entendem que ela pode ser medida de acordo com quatro componentes:

a) Transportes - considerando os tempos de viagens, custos e impedâncias do movimento no espaço;
b) Uso do solo - leva em consideração a distribuição de atividades, oportunidades e limites naturais da competição dos diferentes modos de transporte;
c) Tempo - examina os limites de tempo das experiências dos usuários em suas atividades, e disponibilidade das atividades relacionadas ao dia, semana ou mês;
d) Indivíduo - investiga as necessidades, habilidades e oportunidades dos usuários de transportes levando em consideração aspectos socioeconômicos.

Adicionalmente, Geurs e Van Wee (2004) propõem um checklist das recomendações de como a acessibilidade deve ser medida:

a) Deve se relacionar com os desafios ligados à oportunidade de viagem e qualidade;
b) Deve se relacionar aos fatores de uso do solo;
c) Deve se relacionar aos limites de demanda para uma determinada atividade;
d) Deve se relacionar com as capacidades pessoais e os limites dos indivíduos; e
e) Deve se relacionar com o acesso pessoal da área e às oportunidades de uso do solo.

Tendo isso em vista, devem-se verificar quais são os indicadores que podem demonstrar de maneira mais precisa a acessibilidade de um local, levando em consideração os fatores aqui expostos e relacionando-os com as escalas de mobilidade. Nesse contexto, Portugal (2017) propõe e indica uma série de indicadores para as escalas macro, meso e micro.

Na macroacessibilidade o autor parte do pressuposto de que se requer uma rede estruturante de transporte público e uma distribuição estruturada dos espaços urbanos de modo a trazer acesso de forma qualificada e equitativa ao território.

Já na mesoacessibilidade, o autor considera que o volume de empregos em certa área é a variável chave, uma vez que lida com o dinamismo social e autonomia local de certo lugar. Além de que, assume que o trabalho é um motivo fundamental nos deslocamentos diários das pessoas. Além disso, considera que para medir a mesoacessibilidade de certa área é necessário verificar a densidade de atendimento de transportes públicos na área. Uma vez que, uma área bem atendida por transporte público traz maiores opções de transportes para seus usuários.

Na microacessibilidade, o autor refere-se ao acesso às atividades por modos ativos, e coloca os 5D’s de Crevero *et al*. (2009), como principais fatores a serem medidos nessa escala.

Os indicadores propostos e indicados são relacionados às categorias de separação espacial e gravitacional relacionando os transportes com o uso do solo. Os principais indicadores propostos pelo autor são sumarizados na Tabela 1.

Tabela 1 - Indicadores de acessibilidade, macro, meso e micro

Tipo	Descrição	Formula	Variáveis
Macroacessibilidade	Entende-se acessibilidade como consideração um fator de fricção espacial como tempo ou uma característica inerente ao lugar, e leva em distancia.	Ingram (1971) $Ai = \sum_{j=1}^{n} aij$ (1)	Ai= Acessibilidade da I-ésima zona aij= acessibilidade relativa a zona, com base em F(Cij) F(Cij)= custo de viagem da zona i para todas as zonas
	É um aprofundamento do trabalho de Ingram que utiliza o tempo como fator de impedância.	Allien *et al*. (1993) $Ai = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^{n} Tij$ (2)	Ai= Acessibilidade integral normatizada Tij= tempo médio entre os locais i e j N= numero de locais
	Acessibilidade avaliada pelo número de oportunidades que podem ser atingidas dentro de um determinado tempo de viagem/intervalo de distância determinado partindo de uma origem	El-Geneidy e Levinson (2006) $Ai = \sum_{i=1}^{j} AjBj$ (3)	Ai= Acessibilidade da zona, para atividades comerciais da zona j Bj= valor binário 0 ou 1, para saber se a zona está dentro da área delimitadas

			Aj= oportunidades dispostas na zona j
	Inclui as atividades disponíveis em cada localidade e a integração de transporte público com uso do solo	Raia Jr, (2000) e Reggiani *et al*., (2011) $Aserv = \sum_{j=1}^{n} SjTij$ (4)	A serv= Macroacessibilidade da localidade i de acordo com a infraestrutura de transporte Sj= Expressa a oportunidade da disponibilidade de serviço Tij= Tempo despendido entre as localidade em n áreas
Mesoacessibilidade	Atendimento de transportes públicos na área. Uma vez que uma área bem atendida por transporte público traz maiores opções de transportes para seus usuários.	Kneib (2014) $DOi = \frac{\sum_{j=1}^{N} F}{Ari}$ (5)	DO= densidade de oferta de transporte público F= Frequencia diária da linha j Ar= área da zona
Microacessibilidade	Leva em consideração a diversidade do solo, solos mais diversos dão mais acessos aos resistentes dos bairros	Cervero e Kochelman (1997) $I\ de\ entropia$	Pk= porcentagem da área construída K= numero de categorias de uso do solo

$$= \frac{-\sum Pk * \ln(Pk)}{\ln(K)} \quad (6)$$

Fonte: Portugal (2017).

A seguir serão descritas a atuação dos indicadores, os índices descritos e os que são utilizados nesta dissertação. Esses indicadores foram escolhidos devido aos seus poderes de explicação, adaptação aos dados disponíveis, e facilidade de aplicação e interpretação no contexto estudado, a cidade do Recife:

a) Acessibilidade integrada, Índice de Allien *et al*. (1993) - Aprofunda o Índice de Ingram (1971), no qual a função F(C) (custo de viagem) utiliza o tempo. Tem relação com a sustentabilidade, devido à relação com que as pessoas escolhem os seus destinos e modos de transporte de acordo com o tempo. Ou seja, quanto menor o índice, mais facilidade, em termos de tempo, o residente de certa zona pode acessar as outras.
b) Índice de Atendimento de Transporte Público de Kneib (2014) - Investiga como ocorre a oferta de transporte em certa zona, verificando sua densidade. Está relacionado à sustentabilidade devido a que a oferta de transporte público é essencial para uma mobilidade mais eficiente e que minimize a atuação do automóvel particular. Além disso, se relaciona com o atendimento universal do transporte.
c) Índice de Entropia de Cervero e Kochelman (1997) - Verifica o quão misto é o uso do solo nos parâmetros entre zero e um. Quanto mais próximo de 1 mais diverso é o uso do solo. Quanto mais próximo de zero, mais homogêneo.

Sendo assim, define-se a acessibilidade, suas escalas e seus indicadores. Desta forma, conduz-se essa dissertação para as camadas da mobilidade sustentável levando em consideração os princípios expostos até aqui.

3.6 PLANEJAMENTO DA MOBILIDADE NAS DIMENSÕES SOCIAIS, ECONÔMICAS E AMBIENTAIS

Já tratado nesta dissertação, a mobilidade sustentável é a interação entre os conceitos de mobilidade e de desenvolvimento sustentável. Sendo assim, deve-se planejar a mobilidade urbana nas esferas econômica, social e ambiental de maneira sustentável. Segundo Portugal (2017), as dimensões mencionadas podem ser conectadas a atributos, que conduzem a uma mobilidade produtiva, inclusiva, segura, socialmente justa e verde.

3.6.1 Mobilidade produtiva como atributo

A mobilidade produtiva pode ser caracterizada como uma mobilidade sem congestionamentos e sem desperdício de recursos econômicos. Esse atributo está intimamente ligado à integração dos transportes com o uso do solo. De vos (2015); Ewing e Cervero (2010); Ewing, Tian e Lyons (2018) sustentam que um dos vetores para a mobilidade sustentável é diminuir distâncias de viagens por veículos. Para isso, o desenvolvimento de cidades densas, compactas e bem desenhadas favorece esse indicador e deve ser considerado no planejamento urbano. Nesse contexto, percebe-se que esses fatores de transportes e uso do solo a serem considerados no planejamento devem ser utilizados para ampliar o uso dos transportes ativos e de massa, de modo a induzir a uma mobilidade mais produtiva.

Reforçando essa argumentação, Portugal (2017) diz que deve ocorrer o balanceamento da oferta e da demanda das viagens nos diferentes contextos urbanos. Esses contextos e suas relações com a mobilidade produtiva são colocados a seguir:

a) Sistema territorial - Quando for abordado esse contexto devem-se levar em consideração os chamados “vazios urbanos”, que são territórios, infraestruturas ou serviços não aproveitados em nível satisfatório;
b) Sistema de transporte público - Deve ser considerada uma rede estruturante de transporte público que envolve todo o território, priorizando os modos de transportes mais produtivos e de maior capacidade de acordo com o espaço urbano adotado. Ou seja, um transporte acessível, com boa cobertura e adequado aos diferentes contextos viários e de uso do solo.
c) Sistema viário - Devem-se verificar as redes viárias e seus componentes de modo que o tráfego não recorra a vias locais e sim às principais. Essas redes são destinadas ao tráfego de alta intensidade. Também deve-se levar em consideração a proteção dos modos de transportes mais frágeis e priorizá-los.
d) Sistemas de estacionamentos - Deve-se verificar a demanda e a oferta desses nos setores centrais, de modo a minimizar esse componente nos espaços públicos e estimular as viagens que não requerem tal espaço. Busca-se a eliminação de estacionamentos irregulares e a concentração da demanda em lugares específicos e adaptados para esse fim.

Dessa forma, percebe-se que a adequação da mobilidade produtiva aos meios de transportes está intimamente ligada ao planejamento e à integração dos modos de transporte com o uso do solo. Hence (2009), por sua vez, discorre sobre os objetivos de um planejamento de transportes sustentável e suas diretrizes:

a) Aumentar a superfície destinada a itinerários e espaços para pedestres;
b) Potencializar o uso das bicicletas;
c) Melhorar as viagens por transportes públicos;
d) Introduzir controle de estacionamento em centros urbanos e comerciais;
e) Construir uma distribuição urbana eficaz e compatível com o espaço urbano; e
f) Aumento da taxa de ocupação dos carros.

Essas são medidas que podem tornar a mobilidade mais sustentável. Porém o autor também defende que a mobilidade sustentável depende da formação de redes de transportes integradas e multimodais. E ainda, que o automóvel particular pode ter seu espaço no contexto urbano. Para isso, Hence (2009) defende que deve existir uma rede básica de transportes, na qual vias podem ser destinadas para a circulação do automóvel particular de modo a dar acesso à cidade. Essa rede básica, se constitui como um acesso da periferia ao centro, onde a periferia se configura como um espaço urbano de espalhamento residencial e o centro onde se concentram as atividades. Porém essa rede básica destinada ao transporte individual deve ser limitada, bem como nos centros urbanos o uso do automóvel deve ser limitado. O autor admite que o acesso da periferia para o centro pode ser realizado por automóvel particular, porém as viagens dentro dos centros de alta densidade devem ser realizadas por outros modos de transporte para evitar os congestionamentos (*ibid*).

Drut (2018) diz que a acessibilidade deve levar em consideração todo o sistema de transporte e as necessidades individuais. Desta forma, por um lado o automóvel particular atende a necessidades individuais de conforto, flexibilidade e disponibilidade, porém suprime necessidades coletivas e gera mais congestionamentos. Nessa linha, De Palma *et al*. (2011), dizem que os congestionamentos urbanos são a principal externalidade dos transportes. Delucchi e McCubbin (2011) destacam que os congestionamentos nos centros urbanos são comuns, geram impactos no conforto dos usuários, na confiabilidade do sistema de transporte e prejuízos econômicos. Ou seja, quanto mais congestionamentos, mais improdutiva é a mobilidade,

principalmente nos centros urbanos.

Por outro lado, Banister (2011) avalia que para retirar os carros da rua, e consequentemente deixar o sistema com menos congestionamentos, é necessário diminuir as distâncias de viagens e mudar para modos eficientes de transporte. Ele também defende que para ocorrer uma mobilidade mais sustentável é necessário que se evite o espalhamento das cidades, adequando o planejamento urbano para que as cidades fiquem mais densas e com menores necessidades de viagem.

Ainda na questão da produtividade, os deslocamentos por automóvel ocasionam a necessidade de estacionamentos. Por sua vez, estacionamentos nas ruas ocasionam mais "vazios urbanos", uma vez que parte da rua ou avenida é destinada a carros que não estão em fluxo ou se movimentando, ocorrendo subutilização e improdutividade da infraestrutura (ANDERSON e DE PALMA, 2004). Shoup (2006) estima que 30% do congestionamento urbano decorre dos estacionamentos.

Do ponto de vista macro, esse tipo de multimodalidade, no qual existe uma rede básica para o transporte particular e nos centros urbanos ocorre a transferência para o transporte público ou ativo, pode ser benéfico e produtivo, porém cada trecho da mobilidade pode ser realizado de acordo com o uso do espaço urbano.

3.6.2 Mobilidade inclusiva e socialmente justa como atributo

A mobilidade inclusiva se relaciona com a perspectiva do direito à cidade, expondo a relação entre mobilidade e inclusão social. Os vínculos entre esses conceitos estão relacionados com o fato de que alguns grupos sociais podem ser privados de acessar oportunidades básicas em função de sua exclusão social ou por falta de acesso à rede de transportes.

Já a mobilidade socialmente justa está relacionada com a disposição das infraestruturas de modo que os impactos negativos e positivos dos sistemas de transporte sejam distribuídos no espaço urbano de maneira equânime e sustentável, com o foco em diminuir as desigualdades entre as regiões (PORTUGAL, 2017). Esse conceito leva em consideração o transporte como fomento para o desenvolvimento por trazer acessibilidade a regiões. Walzer (1983) diz que os bens com importância social devem ser distribuídos com critérios diferentes aos critérios de mercado, evitando sua mercantilização e garantindo sua distribuição entre os indivíduos sem influência do poder econômico.

Ambos os conceitos apresentados são de extrema importância na área social da mobilidade, levando em consideração que para alcançar certa atividade o indivíduo necessita deslocar-se, a exclusão do indivíduo do sistema de transporte pode excluí-lo de exercer atividades necessárias para o seu desenvolvimento.

Amartya Sen (Nobel da Economia em 1998) em seu livro Desenvolvimento e Liberdade (2000) argumenta que a pobreza não pode ser medida apenas pela comparação da renda entre indivíduos, mas sim pelas suas capacidades de realizar atividades. Em seu livro, Sen (*ibid*) infere que a falta de renda pode levar a privação das capacidades do indivíduo e a falta delas conduz a uma barreira para gerar renda, tornando um ciclo vicioso que dificulta a mobilidade social. Além disso, Sen defende que quanto mais privações de capacidade existem para um indivíduo, mais necessidade de renda ele tem. Pode-se tomar como exemplo, dentro da mobilidade urbana, o indivíduo que está inserido em um local com menos oferta de transporte público, esta pessoa tem menos capacidade de se locomover que alguém que dispõe de mais opções. Sendo assim, existe a necessidade de aquisição de um meio de transporte particular para que aquele cidadão cumpra as mesmas funções que o outro, a fim de estabelecer a mesma condição de locomoção. Como o transporte particular é mais custoso que o público, existe a necessidade de mais renda.

Tomando esse conceito de pobreza definido por Sen (2000), de que a pobreza é causada pela falta de capacidades e que o transporte aumenta a capacidade ao indivíduo, Melo e Andrade (2016) concluem que as limitações devidas às deficiências do transporte restringem as oportunidades do indivíduo de alcançar atividades. Essas restrições, isoladamente ou em conjunto, impedem ou dificultam o desenvolvimento econômico e social dos cidadãos. Sem a opção de deslocamento adequado, a busca por emprego se torna mais difícil, já que, o indivíduo tem opções reduzidas de lugares onde pode gerar renda. Além disso, a capacidade de combinar tarefas devida ao tempo, influencia diretamente na geração de renda, na educação, no direito à cidade e na formação de network do indivíduo, uma vez que, existe menos tempo disponível para desenvolver outras atividades.

Essa relação entre exclusão social e mobilidade também foi explorada por Lucas (2010). A autora defende que o impedimento de participar da vida econômica, política e social da sociedade por falta de acesso a oportunidades, serviços e network se dá, em parte ou completamente, por deficiências na mobilidade. Assim, pode-se concluir que restrições à mobilidade geram exclusão social. Church *et al*. (2000) aponta os fatores de transporte que

influenciam e/ou estão relacionados com a exclusão de certos grupos:

a) Exclusão física - por meio de barreiras físicas que inibem o acesso aos serviços de transportes, entre elas o design do veículo, a falta de lugares apropriados ou a falta de informação em relação aos horários;
b) Exclusão geográfica - ausência de oferta de serviços de transportes onde a pessoa vive, a exemplo de áreas rurais ou periferias urbanas;
c) Exclusão das instalações - grandes distâncias e dificuldade de acesso por meio de transporte a equipamentos sociais básicos, como mercados, escolas, hospitais ou locais de lazer.;
d) Exclusão econômica - Elevados custos de transportes podem impedir ou limitar o acesso do cidadão a equipamentos sociais básicos, ao emprego e a desenvolver outras atividades;
e) Exclusão relativa ao tempo - Outras demandas de tempo, como, combinar atividades reduzem o tempo disponível para a viagem e para desenvolver outras ocupações;
f) Exclusão por segurança - Onde a insegurança pública prejudica o uso dos espaços públicos e/ou o acesso ao transporte;
g) Exclusão especial - Devido ao impedimento de acesso a certos espaços por grupos específicos de pessoas.

Em síntese, nas sociedades modernas, o transporte é um vetor de inclusão na vida social, cultural, econômica e política de uma cidade (URRY, 2007; KAUFMANN, 2009), além de facilitar o desenvolvimento pessoal (PORTUGAL, 2017) e a formação de network (URRY, 2007). Ainda com relação à exclusão nos transportes, Hernandez (2012) coloca sua interpretação sobre os fatores que podem produzi-la:

a) Oferta - a exclusão ocorre devida à falta de oferta na localidade para aquele indivíduo, por inadequação de horários, regularidade e extensão temporal;
b) de institucionalidade - O individuo pode ser excluído de acordo com as decisões institucionais e governamentais sobre as redes de transporte, como estrutura tarifária, disposição e atendimento da rede. Como certo grupo de indivíduos não tem representação nas estruturas de tomada de decisão, não é ouvido, e consequentemente suas necessidades não são atendidas. Esta exclusão é bastante ligada à exclusão de participação política;

c) Riscos individuais - referentes a características individuais como o tempo disponível e sua forma de organizá-lo, habilidades e destrezas para dominar o sistema e seu funcionamento, além de limitação física;
d) Forma urbana - está ligada ao território e à localização das atividades, das oportunidades, dos serviços e da residência dos usuários.

Melo e Andrade (2016) sustentam a partir dos conceitos apresentados por Hernandez (2012), Church (2000) e Sen (2000), que a exclusão social adicionada à exclusão dos transportes fortalece um círculo vicioso da pobreza (Figura 1). Argumentam que de acordo com Hernandez (2012), a pobreza exclui os indivíduos dos transportes, que segundo Church *et al*. (*2000),* a exclusão dos transportes leva a exclusão social e, consequentemente, inibe as capacidades do indivíduo de gerar renda ou ter uma melhor condição de vida, resultando, segundo Amartya Sem (2000), na pobreza.

Figura 1 - Ciclo da pobreza

Fonte: Melo; Andrade (2016).

Além disso, percebe-se que pessoas de baixa renda tendem a se deslocar mais a pé ou de bicicleta, visto que, têm custos menores que outros transportes, como táxi e ônibus (LIMA, MAIA e LUCAS, 2016). Esse fato limita as opções de destinos e conduz a que essas pessoas consigam alcançar menos atividades.

Diante do exposto, percebe-se que existe uma relação entre mobilidade e exclusão social. Entende-se que uma mobilidade inclusiva e justa é aquela que busca eliminar as desvantagens dos mais pobres e a exclusão social dos indivíduos, ampliando seu direito à cidade e distribuindo

as infraestruturas e os serviços de transportes com o foco na diminuição das desigualdades. Considerando esses fatores, o Banco Mundial em 2002, pela primeira vez publicou relatórios que traziam o enfoque do planejamento urbano e de transporte como vetor para diminuição da pobreza e da exclusão social (GWILLIAN, 2002). Também segundo Lucas (2010), o *Social Exclusion Unit* (SEU) vem considerando em seus estudos a relação entre transportes e exclusão social, e que a preocupação com a falta de acessibilidade relacionada os níveis de desemprego, falta de acesso à saúde e à educação de certas áreas têm se tornado um fator relevante no planejamento urbano.

Nesse contexto, Portugal (2017) afirma que a mobilidade inclusiva está relacionada com a acessibilidade e uso do solo, pois o planejamento integrado desses conceitos são fatores fundamentais para evitar a exclusão. Ele propõe três medidas de planejamento para proporcionar uma mobilidade mais inclusiva:

a) Implementar políticas de planejamento urbano relacionadas com a distribuição espacial das atividades, ou seja, garantir a diversidade do uso do solo de modo a racionalizar os sistemas de transportes e oferecer atividades e oportunidades nas proximidades. Dessa forma, promove-se uma distribuição justa e democrática do espaço urbano e do seu uso e facilita o deslocamento daqueles que moram nas periferias;
b) Fornecer condições de acessibilidade universal que facilitem a realização de viagens para todos, ou seja, disponibilizar a infraestrutura adequada para os diversos grupos populacionais, incluindo crianças, idosos e pessoas com deficiências;
c) Implementar políticas sociais de modo a garantir o custeio do deslocamento do indivíduo na cidade, com o objetivo de atingir suas necessidades básicas. Modicidade das tarifas do transporte público e gratuidade para certos grupos sociais, são exemplos dessas medidas.

Por sua vez, a mobilidade justa é percebida no contexto do planejamento segundo a distribuição equitativa e integrada do transporte público, de modo a promover benefícios econômicos e sociais em torno dessas infraestruturas. Em adição, uma adequada distribuição das atividades na escala local através do uso do solo pode promover a distribuição de empregos, serviços e oportunidades aos residentes.

3.6.3 Mobilidade verde como atributo

Mobilidade verde representa o deslocamento utilizando energia limpa e com meios operacionais ambientalmente corretos, reduzindo a poluição atmosférica e sonora e com menor consumo energético (POTTER *et al*., 2013). Um fator importante relacionado a esse tema é o índice de emissões de CO_2 por passageiro/quilômetro. Carvalho (2011) levantou esse índice no Brasil e percebeu que o automóvel particular apresenta o maior índice com 36,1, vindo em seguida a motocicleta com 20,3.

Portugal (2017) destaca que as variáveis responsáveis pelo consumo de energia, e consequentemente, pelas emissões atmosféricas no setor de transportes são:

a) O número de viagens motorizadas;
b) Extensão das viagens motorizadas;
c) Tipo de modo de transporte utilizado;
d) Velocidade do veículo; e
e) Consumo de combustível do veiculo.

Os congestionamentos são um vetor que agrava os fatores acima, pois aumentam o tempo de operação do veículo e intensificam os impactos negativos (IPEA/ITDP, 2016). Sendo assim, nos planejamentos e planos de mobilidade são consideradas as seguintes estratégias (PORTUGAL, 2017):

a) Controle de emissão dos veículos automotores - consiste em estímulos governamentais para a redução das frotas de veículos nas cidades e para a utilização de combustíveis renováveis;
b) Uso de combustíveis limpos - estímulo ao uso de energia limpa, por isenções fiscais e medidas governamentais;
c) Investimentos em sistemas de transporte público - o fator emissão de CO_2 por passageiro/quilometro do transporte público é o menor entre os modos motorizados, então uma rede estruturada e com adesão de mais usuários típicos do transporte particular ajuda a reduzir impactos ambientais;
d) Controle e gerenciamento do tráfego urbano - medidas como o rodízio de carros, restrição à circulação de veículos e o estímulo a modos ativos de transporte reduzem congestionamentos e desestimulam o uso do automóvel particular.

Além disso, cidades compactas e menos espraiadas, apresentam melhor eficiência nos seus sistemas de transportes devido a menores distâncias de deslocamento, maior probabilidade do uso de transportes ativos e consequente menor consumo de energia e emissão de poluentes (BOARNET e CRANE, 2001; BENTO *et al*. 2005; KIM e BROWNSTONE, 2013). Por sua vez, Hickman *et al*. (2013) afirmam que para alcançar uma menor emissão de CO_2, deve-se reduzir o uso do carro através do planejamento urbano integrado com a mobilidade. Reforçam que, políticas de redução de emissão são difíceis e necessitam de estratégias bem-sucedidas de pesquisa, investimento e implementação.

Como conclusão do capitilo percebe-se que para o conceito da sustentabilidade ser aplicado a mobilidade é necessária uma mudança de na forma de planejamento dos transportes e infraestrutura, em que não se deve partir da previsão de demanda para ofertar a infraestrutura, mas sim, deve-se utilizar a infraestrutura para influenciar a demanda de transporte.

Para isso é necessário integrar o planejamento de uso do solo com a mobilidade, de modo a propiciar menores deslocamentos, menos necessidade do carro. Ademais, para que essa integração ocorra de maneira adequada, deve-se dar destaque a acessibilidade, em que o indivídou acessa certa atividade e não destinos. Assim é possível nortear através do planjamento desses fatores a mobilidade, de moda a deixa-la mais produtiva, equânime e verde.

Diante do exposto, os transportes compartilhados podem ter papel decisivo nestas relações. Seja por fomentar o transporte público com o transporte de última milha (viagem da parada de ônibus até a residência) (SHAHEEN E CHAEN, 2016), ou oferecer alternativa ao transporte particular e necessidade de estacionamento, como o *ridesourcing* e o carro compartilhado. Essas questões serão discutidas mais detalhadamente no próximo tópico, que disserta sobre as possíveis interações entre ambos os movimentos.

4 MOBILIDADE COMPARTILHA E MOBILIDADE SUSTENTÁVEL: O ENCONTRO DE DOIS MODELOS

Até o momento nesta dissertação foram apresentados conceitos, definições e características dos movimentos da economia compartilhada e do desenvolvimento sustentável. Além disso, limitaram-se ambos os temas com foco na mobilidade. Porém é necessário verificar o estado da arte em relação à interação desses dois movimentos.

Como visto, o movimento da mobilidade sustentável começa nos anos 1990 e os transportes compartilhados, de maneira incipiente, já eram utilizados com frequência nos anos 1980. Porém, a escalabilidade e a popularização da mobilidade compartilhada se deram a partir da revolução digital e tecnológica. Esse fato fez com que os transportes compartilhados ganhassem destaque na mobilidade a partir de 2010. Como as diretrizes da mobilidade sustentável têm balizado os planos de mobilidade ao redor do mundo, ainda é um desafio entender e colocar os transportes compartilhados como um elemento a ser considerado no planejamento.

Alguns estudos advogam que a mobilidade compartilhada traz benefícios nas esferas sociais, ambientais e aumentam o acesso aos transportes coletivos tradicionais. Esses funcionariam como transportes da primeira e da última milha, complementando os sistemas de transportes e reduzindo a necessidade do carro. Nessa argumentação, a mobilidade compartilhada influenciaria a redução dos índices de utilização e posse do carro, e produziria menos quilômetros viajados (SHAHEEN e CHAN, 2016).

A OECD/ITF (2017) realizou um estudo de simulação em Auckland e verificou as funcionalidades e os impactos da mobilidade compartilhada. Sendo assim, encontrou-se os seguintes impactos:

a) Alimentador de transportes de grande massa como mêtro, trens, BRT
b) Pode melhorar a equidade de acesso a oportunidades, consistindo em maior acesso a trabalho e serviços, principalmente onde o transporte público tem baixa frequência.
c) A mobilidade compartilhada pode trazer a diminuição dos congestionamentos e consequentemente das emissões de CO_2.

Drut (2018) diz que o objetivo dos transportes compartilhados é diminuir a posse do carro e aumentar a taxa de ocupação dos veículos. Podem reduzir congestionamentos e melhorar a

utilização do espaço, já que seriam necessários menos estacionamentos na cidade. Além disso o autor faz uma análise em relação ao espaço ocupado pelo modo de transporte e o tempo de viagem a ser despendido. Ele encontra que o carro compartilhado pode reduzir congestionamentos, conflitos no espaço urbano e a poluição em comparação com o carro particular. Além disso, essa alternativa de transporte promove funções adicionais em relação ao transporte de massa, sendo os modos compartilhados intermediários, em relação a escala espaço e tempo, entre os veículos particulares e o transporte de massa no geral. Ademais, segundo o autor, os transportes compartilhados aumentam as possibilidades de deslocamento e atendimento das necessidades de viagem individuais dos usuários.

Lane (2019) analisa os possíveis impactos na sustentabilidade das três revoluções na mobilidade que Sperling (2018) postula: combustíveis alternativos, carros autônomos e mobilidade compartilhada. O autor prevê a atuação desses elementos referente a mobilidade sustentável em cenários otimistas e pessimistas. Com relação aos transportes compartilhados o autor expressa como cenário otimista:

a) Maior taxa de ocupação por veículo e redução dos quilômetros rodados, contribuindo para a diminuição do consumo de combustíveis fósseis e para a redução da mudança climática;
b) Redução do número de veículos nas cidades e diminuição das taxas de acidentes automobilísticos, contribuindo assim para uma mobilidade mais segura;
c) Expansão da acessibilidade em áreas com pouca oferta de transporte público ou para pessoas que não podem pagar por veículos;

Já para cenário pessimista, Lane (*ibid*) prevê as seguintes possibilidades:

a) Aumento do consumo de energia e emissões por aumentar a mobilidade em si, contribuindo para a mudança climática;
b) Aumento da taxa de ocupação por veículo, devido à migração de usuários do transporte de massa para o individual, expondo mais pessoas a acidentes de trânsito;
c) Aumento da desigualdade de acessibilidade no contexto urbano, em virtude da mobilidade sustentável não chegar em todas as áreas da cidade.

Apesar de os transportes compartilhados serem um modelo integrado entre os modos e com características em comum, os modos de transportes e suas dinâmicas na mobilidade são

diferentes. Dessa forma, os modos de transportes compartilhados devem ser analisados de maneira separada, para entender como esses impactos afetam os contextos locais e globais da cidade. Porém, seu planejamento deve ser realizado em conjunto buscando a integração desses modos.

Dessa forma, nas próximas sessões foi abordadas as relações dos transportes compartilhados e as esferas da mobilidade sustentável de maneira separada. Busca-se, portanto, na literatura como cada um desses transportes se comportam no meio urbano e quais as suas relações com os diversos conceitos da mobilidade sustentável. Como esta dissertação abrange carros compartilhados, bicicletas compartilhadas e *ridesourcing*, as próximas sessões abordarão esse tema, cruzando com os principais atributos da mobilidade sustentável.

4.1 *RIDESOURCING* E MOBILIDADE SUSTENTÁVEL

O *ridesourcing* vem ganhando espaço na mobilidade das cidades e entender o seu papel é crucial para sua inserção adequada nos planos de mobilidade. Essa alternativa de transporte concorre diretamente com os táxis e alguns estudos apontam que pode concorrer também com o transporte público (CASSEL *et al*., 2018; RALEY *et al*., 2016). Por outro lado, outros autores defendem que o *ridesourcing* exerce um papel complementar no sistema de transportes, complementando as viagens de última milha e possibilitando o atendimento a lugares onde o transporte público não está presente de maneira satisfatória (BRUSTEIN, 2016). Nesse contexto, é importante entender qual a relação dessa alternativa de transporte com os conceitos da mobilidade sustentável, com o espaço urbano e com os demais modos presentes nos sistemas de transportes.

4.1.1 *Ridesourcing* e mobilidade produtiva

Como observado, a mobilidade produtiva tem relação com os fatores de acessibilidade, de uso do solo e maximização da utilidade das infraestruturas. Sendo assim, serão abordados esses fatores da mobilidade sustentável sob o ponto de vista do *ridesourcing*. Para verificar como o *ridesourcing* está mudando a eficiência urbana em uma cidade, é necessário verificar quais são os modos de transporte que o *ridesourcing* está substituindo ou se relacionando (LIGHT, 2017).

Diversos estudos mostram que o principal meio de transporte que está sendo afetado por esse modo é o táxi (ANDERSON, 2014; BIALIK, *et al*., 2015; GLÖSS, MCGREGOR, e

BROWN, 2016). Pesquisas em todo o mundo mostram que esses serviços concorrem diretamente entre si. Rayle *et al*. (2016) em San Francisco verificaram que 39% das viagens realizadas por *ridesourcing* seriam feitas por táxi. Em estudos similares, Cassel et. al. (2018), chegaram à proporção de 38% em Porto Alegre, Tirachini e Del Rio (2019) a 39,2% em Santiago - Chile; Tang *et al*. (2019) a 35% em diversas cidades na China; e Alemi *et al*. (2018) a 38% na Califórnia.

Essa competição acontece, segundo Jin *et al*. (2018), devido ao *ridesourcing* oferecer maior eficiência econômica ao sistema e os custos de transação serem menores, já que para procurar uma viagem não é necessário telefonar ou pegar um táxi na rua. Os passageiros de *ridesourcing* podem acompanhar a chegada do carro por GPS no conforto de suas casas (ROGERS, 2015; EDELMAN e GERADIN, 2016).

Porém essa eficiência econômica pode não se traduzir em redução de congestionamentos e em benefícios à mobilidade sustentável. Anderson (2014) verificou que o sistema de *ridesourcing* traz mais carros às ruas do que retira. Nie (2017) observou que o *ridesourcing* tem causado um impacto médio na contribuição dos congestionamentos em Shenzhen, China. Por outro lado, Bialik, Fischer-Baum, e Mehta (2015) encontraram que o *ridesourcing* adicionou somente 682 viagens, nos horários de picos entre as 16-17 horas na cidade de Nova York, o que consideram um pequeno impacto em relação ao total de viagens. Em resumo, as pesquisas mostram que o *ridesourcing* ou não muda o contexto de congestionamento do local ou aumenta de alguma forma esse problema.

Outro modo de transporte que está sendo afetado pelo *ridesourcing* é o transporte público de massa (RAYLE *et al*., 2016). Em primeiro momento, acreditava-se que esse se comportaria como alimentador dos transportes de massa, como BRT, ônibus e Metrô (SHAHEEN e CHAN, 2016). Porém diversos estudos vêm contestando essa hipótese e opinam que pode estar ocorrendo competição entre os dois modos. Cassel *et al*.(2018) estimaram que 28% das viagens de *ridesourcing* realizadas em Porto Alegre substituem viagens que seriam realizadas por transporte público. Rayle *et al*. (2016) em San Francisco encontrou 33%; Tirachini e Del Rio, (2019) em Santiago 37,6%; Tang *et al*. (2019) na China 37,4%; e Alemi *et al*.(2018) 45-56%. Em todos os estudos listados acima, foi verificado que as viagens por *ridesourcing* substituem mais viagens de transporte público do que de transportes particulares.

Em relação ao *ridesourcing* atuar como um alimentador dos sistemas de transportes

verifica-se que esse tipo de viagem é pouco representativo. Cassel *et al*. (2018) encontraram que apenas 8,22% das viagens seriam combinadas com transporte público. Tirachini e Del Rio (2019), em Santiago, encontrou apenas 3,9%. Em Denver Colorado apenas 5,5% (Henao & Marchall, 2018). No sentido oposto, estudos conduzidos pela própria Uber, observaram que em Los Angeles, quando novas estações de trem eram abertas ocorria um aumento significativo nas viagens ao local (WILLIAMS, 2017).

Clewlow e Mishra (2017) argumentam que a relação entre transporte público e *ridesourcing* depende do tipo de transporte público. Ônibus e VLT's em relação ao transporte compartilhado têm caráter competitivo, porém para metro e trens, o *ridesourcing* tem caráter complementar. Corroborando com esse argumento, Yang *et al*. (2018) pesquisou viagens de táxis requeridas por aplicativos, com as mesmas características das viagens de *ridesourcing*, e encontrou que em relação aos destinos das viagens, as estações de metrô se mostraram como variável significativa, enquanto que as paradas de ônibus não. Este fato sugere que estações de metrô geram demandas por *ridesourcing* de modo a conectar ambos os modos de transporte.

Esse transporte sob demanda parece complementar o sistema onde ocorre a falta de oferta e em horários em que o transporte público tem baixa frequência. O *ridesourcing* tem sido utilizado mais à noite, período em que a sensação de segurança é menor (CASSEL *et al*, 2018; BROWN, 2018; FEIGON e MURPHY, 2018; TIRACHINI e DEL RIO, 2019).

Por conveniência, algumas agências de transporte têm utilizado o *ridesourcing* como transporte público em horários e lugares em que a oferta de ônibus não é economicamente viável. *Pinnellas Suncoast Transit Authority* na Flórida começou a utilizar o *ridesourcing* como transporte público para pessoas de baixa renda que necessitavam realizar viagens após as 9 horas da noite (BRUSTEIN, 2016). *Miami-Dade County*, também na Flórida, realizou política similar e subsidiou viagens de Uber e *Lyft* entre duas estações de trem (*ibid*).

Em relação à quantidade de quilômetros-veiculo (VMT), o *ridesourcing* parece aumentar esse indicador. É o que demonstram os estudos de Clewlow e Mishra (2017); Schaller (2018); Gehrke *et al*., (2018); Henao e Marshall (2018); Erhardt *et al*. (2019); Wenzel *et al*. (2019). Schaller (2018) e Tirachini e Del Rio (2019) argumentam que o *ridesoucing* aumenta congestionamentos e consequentemente a quantidade de veículo-quilômetro, devido às horas em que o motorista do aplicativo está rodando sem nenhum passageiro. Além disso, Henao (2017) sugere que isso ocorre devido às viagens em que os usuários iriam de transporte público ou de

transporte ativo, mas substituíram essas viagens por *ridesourcing*. Segundo Schaller (2018), cerca de 60% das viagens de *ridesourcng* em cidades grandes e densas poderiam ser realizadas por transporte ativo ou transporte público.

Em relação aos estacionamentos, Henao (2017) sustenta que o *ridesourcing* amplia a acessibilidade a lugares em que o número de vagas de estacionamento é escasso e que otimiza a utilização do espaço urbano, devido a não haver a necessidade de estacionar. Além disso, a falta de estacionamento em certos lugares pode influenciar as decisões do usuário em utilizar o *ridesourcing*. Essa observação caracteriza uma mudança de comportamento em relação ao carro particular e pode levar o usuário a se tornar um viajante multimodal. Schaller (2018) verificaram que as razões mais citadas para a utilização de *ridesourcing* nas cidades americanas são o custo e a dificuldade para estacionar no destino. Nas pesquisas de Rayle *et al*. (2016), Henao (2017) e Cassel *et al*. (2018), a questão de estacionamento aparece como o sexto, quarto e terceiro motivo mais citado para a utilização de *ridesourcing*, respectivamente. Em adição, Drut (2018) diz que modos de transportes que não requerem estacionamento promovem a eficiência espacial da cidade e diminuem as zonas mortas, ou aquelas que não apresentam produtividade.

A partir dos pontos citados pelos autores revisados percebe-se que o *ridesourcing* pode contribuir em diferentes situações para a eficiência urbana. Em alguns pontos pode contribuir para uma mobilidade mais produtiva, em outros não tem atuação direta ou têm até uma atuação negativa.

Além da eficiência urbana do ponto de vista dos espaços e fluxos, deve ser levada em consideração a eficiência social dos meios de transporte. No tópico a seguir é abordada a questão da equidade ou eficiência social com relação ao *ridesourcing*.

4.1.2 *Ridesourcing* e a equidade social

Como descrito anteriormente, o perfil dos usuários de *ridesourcing* é formado por jovens, com educação superior e com renda mais alta (CLEWLOW e MISHRA, 2017; MCGRATH, 2015; RAYLE *et al*., 2016; SMITH, 2016). Este tipo de perfil de usuário pode indicar que ocorre uma exclusão parcial dos usuários de baixa renda, principalmente em deslocamentos diários corriqueiros.

Apesar dessa situação, o *ridesourcing* pode trazer ganhos à população de baixa renda que necessita desse tipo de serviço porta-porta e tem acesso ao meio digital. Como visto, a

competição entre o táxi e essa alternativa de transporte é alta e isso trouxe como resultado, o barateamento do serviço.

Um estudo da Uber realizado por Smart *et al*. (2015) observou que o UberX era mais barato e mais rápido na média dos deslocamentos entre bairros de baixa renda, em comparação com o serviço de táxi da cidade, além de o preço da viagem custar em média metade do preço, além do tempo de espera também ser menor. Em Nova Iorque, de 93 milhões de viagens de Uber e táxi entre abril e setembro de 2014, verificou-se que 22% das viagens de Uber partiam de fora da Ilha de Manhattan, enquanto que as viagens de táxi eram apenas 14%, ou seja, o Uber ligava mais a zona periférica com o centro, em comparação com os táxis (SMART *et al*., 2015). Sendo assim, se o *ridesourcing* provê um tipo de viagem similar ao táxi, porém com preço mais barato e com menor tempo de espera, essa alternativa pode aumentar substancialmente a acessibilidade das populações de baixa renda (NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE, 2016).

Relacionando o uso do *ridesourcing* com discriminação racial e de gênero, Ge *et al*. (2016) conduziram um estudo que levou em consideração a discriminação racial e de gênero nas cidades de Boston e Seattle nos Estados Unidos. Os autores perceberam que a taxa de cancelamentos para usuários com nomes descendentes de africanos era maior, assim como os tempos de espera. Os autores também verificaram que as mulheres tinham corridas mais longas e mais custosas, concluindo que alguns motoristas faziam itinerários mais longos com a finalidade de lucrar mais sobre elas (Ge *et al*., 2016). Por outro lado, Wang e Mu (2018) fizeram uma análise espacial na cidade de Atlanta com dados demográficos e perceberam que não há evidencias que raça e riqueza tenham relação com a acessibilidade ao UberX, corroborando com os resultados de Hughes e MacKenzie (2016) que encontraram resultado similar na cidade de Seattle.

Outro fator a ser considerado na relação entre *ridesourcing* e o contexto social é a relação de trabalho entre motoristas e plataformas. Alguns autores sustentam que este tipo de trabalho sob demanda aumenta o microempreendedoríssimo e dá mais liberdade ao trabalhador em gerar dinheiro para si, administrando seus horários, com o balanço ideal entre lazer e trabalho (HALL e KRUEGER, 2017; SUNDARARAJAN, 2016). Enquanto outros autores sustentam que ocorre uma precarização do trabalho, em que os riscos do negócio são transferidos para os trabalhadores,

elo mais fraco (SCHOLZ, 2016; ROSS, 2015). Os motoristas trabalham mais e recebem menos pelas horas trabalhadas, com menos estabilidade no trabalho, defende Reich (2015).

Sabouri *et al*. (2020) observam que a demanda por Uber está relacionada positivamente com a renda. O autor realizou uma análise de regressão espacial, encontrando que renda e demanda por Uber estão relacionadas positivamente, assim como com o nível de emprego por domicílio. Ou seja, aqueles que têm maior renda tendem a utilizar mais o *ridesourcing* e consequentemente desfrutam de mais mobilidade. Por outro lado, Brown (2018) lembra que o *ridesourcing* pode atender áreas de baixa renda, aonde o sistema de transporte não chega ou existe dificuldade de acessá-lo.

4.1.3 *Ridesourcing*, acessibilidade e uso do solo

Poucos estudos no mundo têm explorado a relação entre uso do solo e serviços de táxi e *ridesourcing* (YANG *et al*, 2018). Segundo Sabouri *et al*. (2020) essas pesquisas foram realizadas apenas considerando as variáveis de densidade urbana e densidade de acessibilidade. Yu e Peng (2019) perceberam que áreas com maior população, maior densidade de vias e maior densidade de calçadas, maior uso misto e maior acessibilidade ao transporte público estão associadas a maiores demandas de transporte, enquanto que a relação emprego/residências na zona são negativamente relacionados. Por sua vez, Gerte *et al*. (2018) verificaram que bairros em Nova York com maior área residencial ou de lojas influenciam positivamente na demanda por Uber. O autor também relacionou densidade de paradas de ônibus, paradas de metrô e porcentagem de estacionamentos, porém essas variáveis não foram significativas.

Bao *et al*. (2017) conduziu um estudo relacionado à demanda por Uber de uma zona em Nova York (zona 167), com o número de vagas de estacionamento e acessibilidade ao metrô. O autor chegou à conclusão que essas variáveis eram positivamente relacionadas. Correa *et al*. (2017), também em Nova York, verificaram que o número de empregos e a densidade de ruas e avenidas estavam relacionadas positivamente com a demanda.

Alemi *et al*. (2018), em estudo na Califórnia, verificaram que a diversidade de uso do solo e a acessibilidade aos destinos têm impactos positivos nas demandas de *ridesourcing*. Fora dos EUA, Li *et al*. (2019) realizaram um estudo que relaciona esses fatores, uso do solo e demanda de *rideosurcing*. Eles encontraram que instalações de lazer e bairros residenciais representam uma contribuição importante para as viagens de *ridesouring*.

Sabouri *et al*. (2020) relacionaram diversos componentes de uso do solo, que englobam os 5 D's de Cervero, já apresentados nesta dissertação, com a demanda por *ridesourcing* em 24 regiões dos Estados Unidos. Os autores verificam que a demanda por *ridesourcing* está negativamente relacionada com os tamanhos das famílias e com maiores médias de idade dos residentes. Em termos de tempo e distância de viagens, verificou-se que tipicamente o *ridesourcing* realiza viagens mais curtas, isso se deve a que viagens mais longas são viagens mais caras (*ibid*). Além disso, verificaram que a demanda está relacionada positivamente com a população e o emprego na zona. Em relação à densidade, quanto mais denso, maior o número de viagens de *ridesourcing*, ainda, quanto mais diverso o uso do solo, também maior o número de viagens. Os autores também preceberam que a demanda por *ridesourcing* está positivamente relacionada com a maior densidade de paradas de ônibus. Esta constatação corrobora com o argumento de que o modo de transporte pode ser um elemento complementar ao transporte público.

Em relação à acessibilidade, o *ridesourcing* amplia a acessibilidade por ser mais uma alternativa disponível e por ter diminuído os custos de transação em relação ao seu principal concorrente o táxi. Além disso, os serviços de táxi e *ridesourcing* funcionam como conectores entre bairros residenciais e estações de trem (YANG *et al*. 2018, JIN *et al*. 2018). Esses serviços também podem atender a viagens pendulares de zonas residenciais para zonas comerciais, ou zonas residenciais para estações de trem. Devido a essa característica, o *ridesourching* apresenta uma boa alternativa para linhas de ônibus que circulam em áreas de baixa densidade que são particularmente caras (JIN *et al*. 2018) para conectar as estações de trem ou centros comerciais. Por outro lado, alguns motoristas de Uber podem evitar certos bairros, devido à violência ou devido à demanda instável (BEGLEY, 2015; ROGERS, 2016).

Para pessoas com deficiência, o *ridesourcing* tem se mostrado como um ampliador da acessibilidade (BEGLEY, 2015). Assim como em dias de chuva, a demanda por *ridesourcing* aumenta cerca de 25% na cidade de Nova York (BRODEUR e NIELD, 2018). Em termos de acessibilidade física, Wang *et al*. (2020) verificaram que a nível de bairro, quanto maior o grau de conexões da rede viária, maior a acessibilidade do Uber, porém quanto mais próximo de uma centralidade pior a acessibilidade do Uber. No entanto, na escala macro, esses fatores não se mostraram significativos. Em termos de densidade de ruas e avenidas, a acessibilidade ao Uber se mostrou positiva à medida que este fator aumenta, significando que bairros com mais ruas

promovem maior conexão com a cidade (SABOURI *et al*., 2020).

4.2 BICICLETA COMPARTILHADA E A MOBILIDADE SUSTENTÁVEL

A bicicleta vem sendo defendida como um dos principais vetores para promover a mobilidade sustentável, pois representam um dos principais modos de transportes a ser utilizado em áreas de uso misto e para pequenas viagens (EWING e CERVERO, 2010). A bicicleta compartilhada tem diversos pontos em comum com a bicicleta particular, porém ambos as alternativas revelam diferentes dinâmicas de uso e de acesso no espaço urbano. Nesse contexto, é essencial verificar de que como esse modo de transporte se relaciona com o espaço urbano e consequentemente com a mobilidade sustentável.

Nos próximos tópicos foram discutidas as relações entre a bicicleta compartilhada e os atributos da mobilidade sustentável.

4.2.1 Bicicleta e mobilidade produtiva

Em essência a bicicleta compartilhada traz benefícios similares ao das bicicletas comuns para a eficiência dos sistemas de transportes. Zhang *et al*. (2015) destacam que as bicicletas têm função importante de modo complementar aos sistemas de transportes, e que com a bicicleta compartilhada existe a possibilidade de integrar o modo nas políticas de desenvolvimento urbano, já que sua disposição e acesso pode ser influenciada por políticas públicas de transporte.

Uma das principais funções da bicicleta compartilhada é diminuir o uso do carro, principalmente em áreas adensadas e de grandes conflitos urbanos. O programa de bicicleta compartilhada contribui para o menor uso do carro, diminuindo consequentemente a número total de viagens-quilômetros e congestionamentos, além de favorecer a intermodalidade nos sistemas de transportes (SHAHEEN *et al*.2010; FISHMAN *et al*.2013).

Fishman (2016), em uma revisão bibliográfica, apurou que na maioria dos estudos, o maior uso das bicicletas compartilhadas acontece entre 7 e 9 horas da manhã e entre as 16 e 18 horas. O autor também observou que a proximidade de uma estação com o local de trabalho é grande motivador para aderir ao sistema, comprovando que o sistema é uma boa alternativa para o deslocamento nos horários de pico.

Estudos que abordaram a relação do modo do transporte com o transporte público verificaram que a bicicleta compartilhada pode ter caráter complementar, concorrente ou não ter

relação alguma com o transporte público (CAMPBELL e BRAKEWOOD, 2017; SABERI *et al*., 2018). Viagens de bicicleta compartilhada podem complementar o sistema de transporte realizando a viagens de última milha, como podem em distâncias menores, substituir o transporte público, resultando no menor uso desse sistema, ou serem utilizadas como lazer e não terem relação alguma com o transporte público (ZHANG e ZHANG, 2018).

Na intenção de complementar o sistema, os operadores do programa tendem a localizar suas estações próximas a paradas de ônibus, metrô ou trem para facilitar a integração com esses modos, ademais, as bicicletas são meios de transportes verdes, com baixos impactos nos custos de manutenção e que atingem boas distâncias com baixos tempos de viagem (FISHMAN *et al*., 2013). Noland *et al*. (2016) verificaram na cidade de Nova York, que a demanda era maior nas estações que estavam localizadas próximas a estações de metrô. Corroborando com Noland *et al*., Ma *et al*.(2015) encontraram resultados similares em Washington, Lansell (2011) em Montreal, Austrália e González *et al*. (2015) em Santiago, Chile.

Já em relação ao caráter de modo substituto, Zhang e Zhang (2018) destacam que a bicicleta compartilhada é uma alternativa mais rápida e barata para pequenas distâncias em regiões muito adensadas. Em Londres, 35% dos usuários de bicicleta compartilhada substituíram viagens por transporte público (TRANSPORT FOR LONDON, 2018). Martin e Shaheen (2014) fizeram um estudo em duas cidades no EUA, Washington DC e Minneapolis, e verificaram que próximo a linhas de metrô e no centro das cidades, observou-se maior taxa de usuários que substituíram as viagens de transporte público por bicicletas compartilhadas. Lu *et al*. (2018) afirmam que em áreas com alta densidade urbana, a bicicleta compartilhada pode competir com os sistemas públicos de transporte, pois oferecem viagens rápidas, mais baratas e com conexões diretas.

Outro ponto em relação a mobilidade produtiva, é que as bicicletas compartilhadas também estimulam o uso de bicicletas particulares e o hábito do ciclismo na cidade. Pons *et al*. (2016) verificaram que na cidade de Palma na Espanha, a bicicleta compartilhada contribuiu para o aumento do ciclismo, trazendo o modo de transporte para perfis de pessoas que normalmente não utilizavam este tipo de transporte, o que resultou na implementação de ciclovias e estacionamentos para bicicletas.

4.2.2 Bicicleta e mobilidade justa

Como nas demais alternativas de mobilidade compartilhada, a literatura revela que o perfil do usuário da bicicleta compartilhada tem alto status socioeconômico (FISHMAN *et al*., 2013; LDA CONSULTING, 2012; VIRGINIA TECH, 2012). Em Washington - DC apenas 3% dos usuários são afro americanos, apesar desse corte demográfico representar 50% da população local (BUCK *et al*., 2013; FISHMAN, 2016). Na Austrália, os usuários de bicicletas compartilhadas têm maior renda que a população em geral (FISHMAN *et al*., 2014). O mesmo acontece em outras cidades, como Dublin, Montreal, Toronto, *Salt Lake City* e Minneapolis-Saint Paul (MURPHY e USHER, 2015; SHAHEEN *et al*., 2014).

Rixey (2013) verificou uma correspondência entre a demanda da estação de bicicletas e a renda em seu entorno, comprovando que em bairros com maior renda ocorre uma maior demanda do que aqueles de baixa renda. Caspi e Noland (2019) também verificaram na Filadélfia, que as estações localizadas em áreas de baixa renda também têm menor demanda que em áreas com maior renda. Em oposição, em zonas de baixa renda de Londres, a taxa de viagens por usuário é maior que em áreas de alta renda (OGILVIE e GOODMAN, 2012). Além disso, nessas áreas de baixa renda ocorrem mais usuários casuais (GOODMAN e CHESHIRE, 2014). Esta diferença pode ocorrer devida às poucas estações em bairros menos abastados. Nos EUA, apenas 25% das estações estão em bairros de baixa renda (SMITH *et al*., 2015), logo não existe uma rede acessível e estruturadas nessas áreas. Acredita-se que as principais barreiras para esta falta de acesso às pessoas de baixa renda são custo e acesso limitado a cartões de crédito e a smartphones (SMITH *et al*., 2015; MCNEIL *et al*., 2018).

Por outro lado, a bicicleta compartilhada, quando comparada com o uso de bicicleta particular pode aumentar a acessibilidade para certos grupos demográficos. Em Washington - DC, 65% dos usuários de bicicletas particulares são homens e 35% são mulheres, no entanto, esse número muda quando considerados os modos compartilhados, passando para 55% de homens e 45% de mulheres. Na mesma cidade, o mesmo acontece quando se verifica a renda, ciclistas de bicicleta comum têm, em média, renda maior que os usuários de bicicleta compartilhada (BUCK, 2013).

4.2.3 Bicicleta compartilhada, uso do solo e acessibilidade

Zhang *et al*. (2017) dizem que as características urbanas afetam a demanda por bicicletas compartilhadas. Buck e Buehler (2012) verificaram que na cidade de Washington DC a bicicleta compartilhada tem relação positiva com a proximidade de ciclofaixas, população residente total, porcentagem de domicílios sem a propriedade de automóvel e densidade de comércio. Em Barcelona e Sevilha, Hampshire e Marla, (2012) verificaram que população e empregos apresentam correlação positiva com a demanda por bicicletas compartilhadas.

Por sua vez, Noland *et al*. (2016) verificaram em Nova York, que estações próximas a infraestruturas relacionadas a bicicletas como ciclofaixas, ciclorotas e estacionamentos de bicicletas estão associadas a maiores demandas no final de semana e para usuários casuais. Os autores também concluíram que estações de bicicleta em áreas de alta população residencial têm maior demanda nos finais de semana, enquanto aquelas que têm mais empregos geram mais viagens apenas nos dias úteis. Outra conclusão dos autores é que espaços destinados à recreação não estão associados com a demanda por bicicletas compartilhadas.

Sun e Chen (2017) verificaram em Seattle que infraestrutura de transporte e densidade de empregos têm relação positiva com o uso de bicicleta pública. Locais com alta densidade populacional e de empregos, proximidade com estações de transporte público, ciclofaixas e pontos de interesse como restaurantes e lojas de varejo aumentam a demanda por bicicletas compartilhadas (BUCK e BUEHLER 2012; GONZALEZ *et al*., 2015)

As maiores demandas por bicicletas compartilhadas se encontram nos centros que têm as maiores concentrações populacionais e a variedade de tipos de uso do solo em volta da estação é associada a maior demanda destas estações, ou seja, o uso misto do solo contribui para o uso da bicicleta compartilhada (ZHANG *et al*., 2017). Estações próximas a comunidades residenciais mostram maiores demandas nos finais de semana e fora dos períodos de pico (ZHANG *et al*., 2017). Nessas áreas a bicicleta compartilhada pode promover melhor acesso ao uso dos transportes públicos complementando a viagem da última milha (MARTIN e SHAHEEN, 2014). Sendo assim, pode-se perceber que em áreas residenciais os usuários buscam a bicicleta compartilhada para acessar a rede de transporte e para momentos de lazer no fim de semana. Essa conclusão é corroborada por Buck e Buehler (2012), que diz que amenidades urbanas como espaços verdes, parques e árvores nas ruas estão positivamente relacionadas com a atratividade da estação de bicicleta. Os autores também encontraram correlação positiva no uso dessa

alternativa de transporte em áreas com mais bares e restaurantes.

4.3 CARRO COMPARTILHADO E MOBILIDADE SUSTENTÁVEL

Os carros compartilhados se apresentam como mais uma alternativa para a locomoção em automóvel individual. Apesar desse fato, alguns estudos verificam que esse modo de transporte pode retirar mais do que adicionar carros nas vias da cidade (MOSES, 2005; MARTIN, SHAHEEN e LIDICKER, 2010).

Sendo um transporte que comumente se apresenta com energia limpa, ou seja, elétrico, este transporte tem grande potencial de fomentar uma mobilidade sustentável. Porém é necessário verificar de que maneira ele se relaciona com o espaço urbano, para entender qual a melhor maneira de implementá-lo e maximizar sua utilidade convergindo para uma mobilidade sustentável.

4.3.1 Carro compartilhado e mobilidade produtiva

Um dos principais impactos da implementação do carro compartilhado é a mudança nos comportamentos de viagem dos usuários. Esse modo pode de forma direta ou indireta, ao diminuir a propriedade do carro e as viagens-quilômetros nas cidades, aumentar o uso do transporte público e de transportes ativos (CERVERO, 2003; LOOSE, 2010; MARTIN e SHAHEEN, 2010; STEININGER, VOGL, e ZETTL, 1996)

Martin e Shaheen (2010) perceberam que proprietários de carro particular, antes de aderirem ao carro compartilhado, rodavam cerca de 21.250 km/ano. Após a adesão ao programa, essa taxa diminuiu em 46%. Além disso, os autores perceberam que para as pessoas que ainda não tinham carro, ou deixaram de comprar o auto particular, ou adiaram sua compra.

Esse impacto no uso e propriedade do carro particular é evidenciado por diversos estudos. MOSES (2005) verificou em Bremen e na Bélgica, que um carro compartilhado substitui de 7 a 10 e 4 a 6 carros privados, respectivamente. Cervero e Tsai, (2004) avaliaram que 30% dos domicílios que entraram para o *City Carshare* em San Francisco, ou venderam seus carros ou adiaram a necessidade de comprar um, e que meios de transporte como bicicleta e caminhada aumentaram sua representatividade nos modos de deslocamentos. Resultados similares foram encontrados em Chicago (IBI, 2009). Martin, Shaheen, e Lidicker, (2010) observaram que cada carro compartilhado diminui de 9 a 13 automóveis particulares na América do Norte. Nijland e

Meerkerk (2017) encontraram em suas pesquisas que a razão veículo por quilometro diminuiu 27% para aqueles que usam carros compartilhados, na Holanda.

No entanto, Bocken *et al*. (2020) perceberam que nas cidades suecas os carros compartilhados mais complementam que substituem o uso dos carros particulares, sendo utilizados para viagens em que o carro compartilhado é mais conveniente, porém sem deixar de utilizar o carro particular no dia-dia. Clewlow (2016) verificou que em áreas mais periféricas da cidade de São Francisco, EUA, que os membros dos programas de carro compartilhado dirigiram menos que os não associados, porém em áreas mais urbanizadas não há diferença significativa.

Jain *et al*. (2020) estudaram os diversos tipos de grupos sociais e suas relações com o carro compartilhado. Os autores dividiram os grupos em cinco tipos: vendedores de carro, os que fazem uso limitado do carro, pessoas que evitam o carro, pessoas que querem comprar um carro, e pessoas que dependem do carro. Para os dependentes de carro, o uso de carro compartilhado não mudou seu dia-dia ou seu uso; para os aspirantes a ter um carro, o uso de transporte público diminuiu e o uso de carro aumentou, porém gerou um atraso no desejo da propriedade do carro. Para os que limitam o uso do carro no dia-dia e para os que evitam o uso do carro, esses dirigiram mais, principalmente nos fins de semana.

Esses estudos mostram que o modo de transporte tem relação com no uso e propriedade do carro, porém outras pesquisas verificam um maior uso de transporte público e transporte ativo. Shaheen *et al*. (1998) verificaram que na Suécia ocorreu um aumento no uso de transporte público após os usuários aderirem ao carro compartilhado. Na Holanda Meijkamp (1998) concluiu que o uso de bicicleta estava mais frequente em 14% e trem em 34%, em relação aos novos usuários de carro compartilhado.

Outro benefício desse modo de transporte é a diminuição no uso dos estacionamentos que ocupam grande parte da cidade. Por essa razão, locais com baixo número de vagas de estacionamento são bons lugares para a instalação desses serviços, pois aumentam a demanda do modo de transporte e dão mais acessibilidade ao local (KENT e DOWLING 2016). Chen *et al*. (2018) destacam que em relação aos estacionamentos de Shanghai, China, a demanda por carro compartilhado tem relação negativa com o número de vagas ofertadas na zona. Esse resultado implica que mais estacionamentos significa mais acesso ao carro particular. Os autores também verificam que estações próximas a estações de metrô têm demanda negativamente correlacionada nos dias de trabalho e positivamente correlacionadas no dia de não-trabalho. Paradas de ônibus

têm relação positiva com a demanda de transporte compartilhado.

Percebe-se em síntese, que a utilização de carros compartilhados tem como principal benefício a diminuição da propriedade e uso do carro. Porém deve-se verificar em quais grupos ou circustâncias essa mudança é mais efetiva.

4.3.2 Carro compartilhado e mobilidade inclusiva

A relação do carro compartilhado com a mobilidade justa e equânime é importante para que esse modo de transporte amplie sua sustentabilidade. Em relatório apresentado pelo *Nacional Center for Mobility Management* (NCMM) (2016), *Mobility Management in Pratice Series*, é definido o termo *equitable carsharing,* colocando que o carro compartilhado deve ter tarifa acessível para pessoas mais pobres, e que o programa esteja presente em bairros de baixa renda e onde essas pessoas trabalham. O estudo também aponta as cidades americanas onde operam programas com essas características: Indianapolis, Ithaca, Nova York, Minneapolis, Denver, e Los Angeles e Chicago com projetos piloto. Com essa mesma aborgagem, Sanchez (2016) levanta os principais programas de carro compartilhado nos EUA e verifica que Buffalo NY, Montpelier VT, San Francisco CA, Denver CO, Ithaca NY, e Los Angeles CA dispõem de medidas de incentivo governamental para o uso de carro compartilhado para pessoas de baixa renda.

Em Nova Yorque, Kim (2015) percebeu que a demanda em bairros de baixa renda não difere, significativamente, de qualquer outro bairro que tenha uma estação de carro compartilhado. Porém o autor destaca que o preço dos serviços é importante, e que se ocorrer uma implementação em bairros de baixa renda, a tarifa deve ser subsidiada para que seu uso não caia. Por sua vez, Lane (2005) percebeu que para usuários de menor renda, a principal motivação para utilizar o serviço é a capacidade de pagamento e a liberdade que o modo de transporte traz.

Segundo a NCMM (2016) poucos são os programas de carros compartilhados em áreas de baixa renda, isso ocorre porque os programas são normalmente geridos por companhias *for-profit,* consequentemente as empresas não tem interesse nesses bairros, sendo necessários subsídios. Bairros menos abastados normalmente têm menor infraestrutura para bicicletas e carros compartilhados. Isso ocorre devido aos governos que levam em consideração a taxa de utilização em ambientes densos e com maior uso misto do solo, por sua vez as empresas tomam suas decisões baseadas no lucro e no risco de sua implementação, assim o programa não é

considerado como uma política para enfrentar a desigualdade social, provocando uma assimetria de mobilidade (SANCHEZ, 2016).

Em síntese, o carro compartilhado pode se apresentar como boa alternativa para aqueles que não podem comprar ou adquirir um carro e necessitam do transporte porta-porta, porém verifica-se que o modo de transporte chega à população de baixa renda de maneira ainda muito incipiente e pouco incentivada.

4.3.3 Carro compartilhado e Uso do Solo

A maioria dos serviços de carro compartilhado situa-se em áreas de alta densidade populacional, permitindo o usuário ficar isento de problemas de estacionamento (DE LUCA e DI PACE, 2015). Shaheen *et al*. (2012) identificaram que em zonas residenciais e de subúrbio, o carro compartilhado é um mercado possível, principalmente fazendo a conexão entre bairros, ou seja, o aumento da rede do sistema para alcançar mais usuários, com isso, pode levar a uma maior sustentabilidade financeira.

As relações do uso do solo com o carro compartilhado incluem fatores de disponibilidade de estacionamento, densidades, uso misto do solo, presença de Polos Geradores de Viagens, entre outros. Chen *et al*. (2018), em Shanghai, relacionaram o uso de estações de carro compartilhado com variáveis de uso do solo e variáveis de acessibilidade a outros transportes. Os autores verificaram que o maior número de residências tem relação negativa com a demanda; áreas de recreação têm relação negativa em dias de trabalho e positivas em dias de não-trabalho. Além disso, os autores verificaram relação positiva com o uso misto do solo. Assim como, vias com maior densidade de interação (acessibilidade do modo individual) têm relação positiva com a demanda das estações.

Kang *et al*. (2016) realizaram uma regressão linear, com dados da cidade de Seul, relacionando características de uso do solo e de outros transportes com a demanda por transportes compartilhados. Os autores verificam que a única variável de uso do solo que entrou no modelo é a razão entre a área comercial e a área total do distrito que tem forte relação positiva com o uso de carro compartilhado.

Stillwater *et al*. (2018) verificaram que densidades ou fatores demográficos não têm relação significativa com a demanda por carros compartilhados, corroborando com os resultados encontrado por Celso e Millard-Ball (2007). Os autores encontraram que a demanda é explicada

em maior proporção por questões relacionadas à posse de carro particular e à acessibilidade ao transporte público. No entanto, poucos estudos encontraram fortes relações de variáveis de uso do solo com o uso de transporte compartilhado baseado nas estações.

Sendo assim, percebe-se as relações entre os transportes compartilhados e o ambiente urbano. Percebe-se que o acesso a oportunidades são fatores que influenciam a demanda positivamente na maioria dos estudos. Quando a complementariedade do transporte público, as correlações são diversas, dependendo do contexto urbano estudado e do tipo de transporte em questão.

Deve-se destacar que entre a literatura consultada poucos estudos são encontrados que relacionam os transportes compartilhados e o ambiente construído. Se torna ainda mais escassos estudos que levam em consideração o contexto de país subdesenvolvido, com diversas questões e situações que diferem dos desenvolvidos, onde se concentram a maioria dos trabalhos sobre o tema.

Ademais, a discussão entre transporte compartilhado e mobilidade sustentável é pouco colocada em relação aos fatores de uso do solo. Apesar de terem muitos estudos que relacionam essas duas questões, são poucos que o fazem com a bicicleta compartilhada, ridesourcing e carro compartilhado de maneira conjunta, e menos ainda levando como principal questão a interação com o uso do solo.

Sendo assim, este trabalho contribui pra cumprir com o papel de compor estas lacunas da literatura. Importantes para a discussão sobre os impactos positivos e negativos desses transportes, para os gestores em relação ao planejamento e para os operadores no sentido de integrar os transportes citados.

5 METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho está estruturada em três etapas. Em um primeiro momento é realizada uma análise exploratória dos dados disponíves. Essa tem finalidade de extrair informações dos dados de maneira simples, na qual a manipulação se dá apenas localizando os dados no espaço, agregando-os em grupos específicos e descrevendo-os em diversas formas. Nessa etapa são produzidos mapas, gráficos e tabelas. Objetiva-se assim, conhecer os perfis dos usuários dos transportes compartilhados, os perfis das viagens e localizá-las no espaço geográfico em estudo.

Em um segundo momento é proposta uma análise de regressão linear com os dados, sendo a demanda por transporte compartilhados a variável dependente. Diversas pesquisas têm utilizado métodos de regressão para relacionar fatores de uso do solo com demanda por transportes compartilhados (YANG *et al*. 2018; SABOURI, 2020; WANG *et al*.2020). Este tipo de análise tem como objetivo identificar a relação de causa e efeito entre as demandas de transportes compartilhados (variável dependente) e fatores de uso do solo, acessibilidade, infraestruturas (variáveis independentes).

Em uma terceira etapa é verificado se o modelo é influenciado por transbordamento espacial das variáveis (independentes, dependentes e o termo de erro) através da aplicação do Índice de Moran com os resíduos padronizados do modelo.

Além disso, propõem-se um método para identificar correlações que não seguem o modelo de regressão encontrado, fornecendo um diagnóstico em escala local. Para isso, utilizou-se o Índice de Moran Bivariado Local que observa a correlação espacial local entre a variável dependente em certo bairro e os valores das variáveis independentes nos bairros vizinhos.

Por fim, para verificar como as demandas de transportes compartilhados se comportam em um mesmo espaço, faz-se a análise de cluster pelo algoritmo K-means de algumas variáveis independentes e comparam-se as demandas por bicicleta compartilhada e por *ridesourcing*.

O procedimento adotado na metodologia está ilustrado no fluxograma da Figura 2.

Porém antes de começar a dissertar sobre os métodos empregados, é necessário expor e caracterizar as áreas de estudo onde será aplicado o método e os dados que foram selecionados para realizar este trabalho, como os dados foram extraídos e quais os procedimentos para tratá-los de modo a deixá-los prontos para aplicar as metodologias desta dissertação.

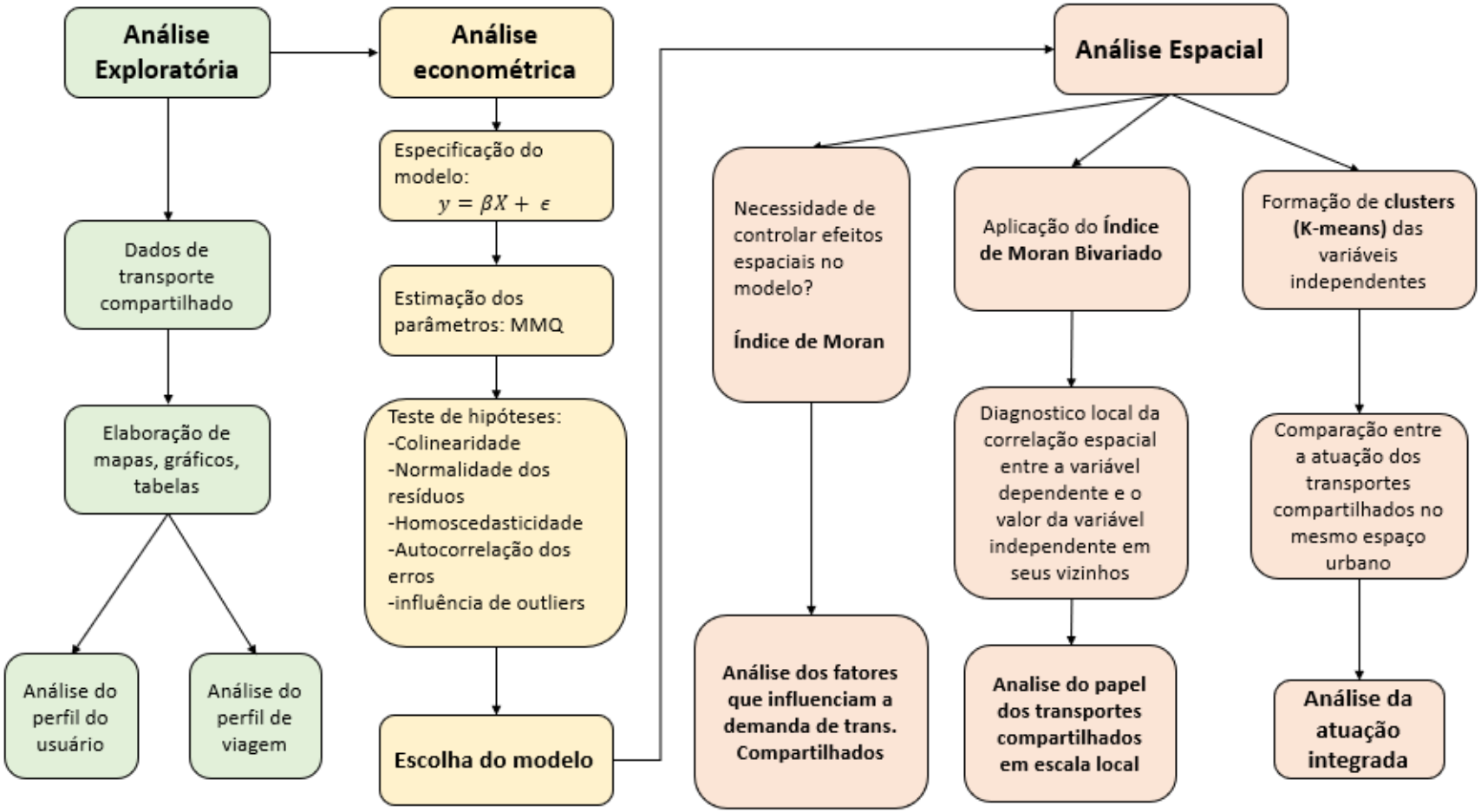
5.1 COLETA DE DADOS E CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

Para escolher que variáveis utilizar em uma pesquisa cientifica, deve-se verificar a literatura para selecioná-las, de modo que aquelas variáveis de alguma maneira possam influenciar o fenômeno estudado (PRODANOV e FREITAS, 2013). Porém antes da coleta de dados é necessário definir o recorte dos dados a serem levantados e qual a área de estudo em que o método será aplicado. Primeiro, devido à disponibilidade, facilidade de interpretação e por ser uma unidade administrativa das cidades, optou-se por fazer o recorte espacial dos dados por bairro.

Além disso, optou-se pelos municípios do Recife e de Fortaleza para estudar as questões levantadas. Esses municípios foram escolhidos por representarem uma capital brasileira média e em plenas condições de expandir os resultados para outras cidades de grande porte no contexto sulamericano. Também, optou-se por essas metrópoles devido à disponibilidade e acessibilidade aos dados de demanda dos transportes compartilhados, que são difíceis de serem levantados e pouco disponibilizados pelas empresas operadoras.

Verificando os dados utilizados nos diversos estudos, já expostos nesta dissertação, e verificando a disponibilidade dos dados em bases oficiais dos governos Federal, Estadual, Municipal e empresas operadoras de transporte optou-se pelas variáveis expostas na Tabela 2 apresentada no final deste tópico. Essas se relacionam com o espaço urbano, a disponibilidade de infraestrutura de transportes e fatores socioeconômicos de uso do solo às demandas de transportes compartilhados, conforme a literatura já citada neste trabalho.

Figura 2 - Fluxograma da metodologia aplicada nesta dissertação



Fonte: O Autor (2020).

5.1.1 Recife: Caracterização do espaço urbano e levantamento de dados

Recife, capital do Estado de Pernambuco, é o terceiro munícipio mais populoso do Nordeste, com população de 1.645.727 habitantes. Sua extensão territorial é de 218,435 km², resultando em uma densidade de 7534,17 hab/km², sendo a terceira cidade mais densa do Nordeste, atrás apenas de Olinda/PE e Fortaleza/CE, e a décima segunda cidade mais densa do Brasil (IBGE, 2019).

Caracterizado pelo desenvolvimento urbano natural e não planejado, a cidade apresenta paisagem descontínua e fragmentada, em que os aglomerados urbanos de baixa renda dividem o espaço com áreas mais abastadas da cidade (DA SILVA, 2008). Essa característica resulta em ruas estreitas e quadras despadronizadas, tornando o planejamento urbano ainda mais desafiador (*ibid*).

Deve-se destacar que a região metropolitada da cidade conta com uma frota de 1,374 milhões de carros e 1,134 milhões de motocicletas (CEPAM/PE, 2019 apud DIÁRIO DE PERNAMBUCO, 2019). Com isso, a combinação de ruas estreitas com uma grande frota de autos particulares, verificam-se congestionamentos diários na cidade. Segundo a empresa TomTom Traffic, Recife é a 10º cidade mais congestionada do mundo, em ranking realizado em 2018 (JORNAL DO COMERCIO, 2019).

Em relação à infraestrutura de transportes, a região metropolitana da cidade conta com um sistema de transporte público de ônibus, com 544 itinerários (URBANA, 2017) e metrô com 28 estações distribuídas em três linhas, e um sistema de trem urbano com apenas uma linha (CBTU, 2020).

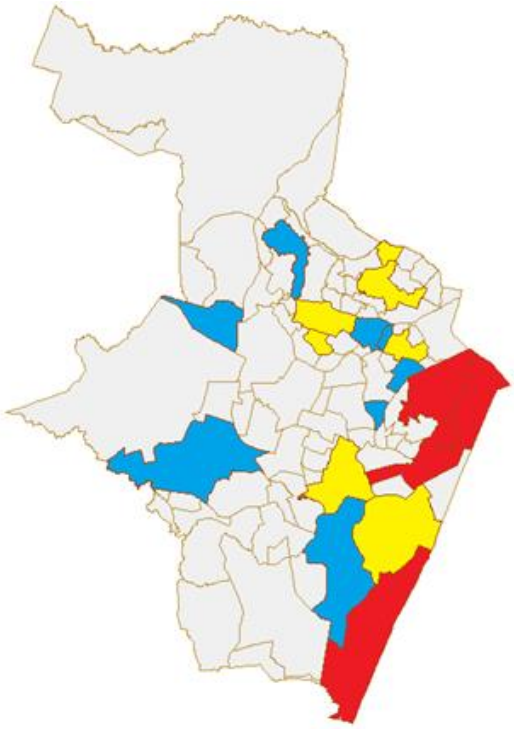
A cidade é atendida por serviços de *ridesourcing*, principalmente pelas empresas Uber, 99táxi (UBER, 2020; 99TÁXI). Também conta com o serviço de bicicleta compartilhada (BIKE-PE, 2020).

Em relação ao uso e ocupação do solo, até a década de 1970, o centro da cidade concentrava a maior parte das atividades econômicas e institucionais. Devido à influência do mercado imobiliário, outros bairros da cidade como Graças, Espinheiro e Boa Viagem, passaram a ganhar destaque e se caracterizam por bairros de grande uso misto. Porém, o centro ainda persiste como grande zona comercial (MELO,2013).

Na Figura 3, podem-se verificar os principais centros econômicos da cidade, Zonas Especiais de Dinamização Econômica (ZEDE), conforme definidas pela Lei Municipal Nº

17.511/2008 (RECIFE, 2008). Em vermelho, têm-se as zonas da centralidade principal, composto pelos bairros do Recife, Soledade, Santo Antônio, Santo Antônio, Cabanga e Boa Viagem, que exercem influência em toda a cidade. Os centros secundários, em amarelo, Encruzilhada, Casa Forte, Pina, Casa Amarela, Água Fria, Beberibe e Afogados, são caracterizados por terem influência em bairros vizinhos. E os centros locais, compostos pelos bairros Curado, Tacaruna, Caxangá, Imbiribeira, Nova Descoberta, Derby, Rosarinho, Tamarineira e Espinheiro (RECIFE, 2012).

Figura 3- ZEDE's da Cidade do Recife



O Centralidade principal O Centralidade secundária O Centralidade Local

Fonte: Recife (2018).

5.1.1.1 Dados dos transportes compartilhados

Os transportes compartilhados que serão trabalhados na cidade do Recife, serão o *ridesourcing* e a bicicleta compartilhada.

a) Bicicleta compartilhada

Os dados das bicicletas compartilhadas foram disponibilizados pela empresa SERTTEL que operou o programa Bike PE entre maio de 2013 a maio de 2017 (JORNAL DO

COMMERCIO, 2019). Os dados são referentes ao período de maio de 2016 a maio de 2017, composto por 263.752 viagens, com informações de estação de origem e destino, data da viagem, hora de retirada e devolução da bicicleta e sexo do usuário.

À época, o programa contava com 81 estações que contemplavam a cidade do Recife e sua região metropolitana. O projeto denominado BikePE, era coordenado pela Secretaria das Cidades do Governo do Estado, em parceria com o Banco Itaú e a Serttel.

Os dados foram tratados excluindo viagens inferiores a três minutos que registravam a estação de coleta e devolução iguais, além disso, foram desconsideradas as viagens com duração acima de 4 horas. Isso foi realizado a fim de eliminar possíveis erros operacionais do sistema, normalmente problemas na coleta e devolução das bicicletas. Além disso, esta pesquisa só leva em consideração as viagens em dias úteis, segunda a sexta, com a finalidade de captar apenas as viagens diárias e rotineiras. Também foi necessário excluir os dados da estação de Brasília Teimosa, já que ela deixou de operar durante o período em estudo oferecendo um pequeno número de viagens. Com essas exclusões restaram 156.557 viagens válidas.

b) Ridesouring

A base de dados utilizada para a demanda de *ridesourcing* foi extraída da pesquisa Origem-Destino referente ao ano de 2018 realizada pelo Instituto da Cidade Pelópidas Silveira (ICPS). Este instituto é o principal órgão de pesquisa em planejamento urbano e da mobilidade da cidade, produzindo estudos, planos e projetos territoriais. A pesquisa em questão foi realizada com o intuito de compor os planos diretores e de mobilidade da Cidade do Recife.

Sendo assim, a partir da base de dados, foram selecionadas as viagens que utilizaram o sistema de transportes por aplicativos nas categorias trabalho, estudo, compras, consultas e serviços, totalizando na amostra de 1.480 viagens válidas.

Os dados de uso do solo foram levantados de acordo com o Censo de 2010 do IBGE, com recortes por bairros conforme disponibilizado na página web da Prefeitura da Cidade do Recife, “portal de Dados Abertos da Prefeitura de Recife” (RECIFE, 2020). Estes dados são: Renda média, número de empregos e sua densidade, População e sua densidade, se o bairro tem uma ZEDE ou não, área de parques e praças, pontos turísticos. Todos os dados de uso do solo podem ser verificados na Tabela 2.

Foi necessário algum tipo de tratamento de espacialização na variável “densidade de empresas”, pois foram levantadas todas as 95.864 empresas registradas na Cidade do Recife, com

endereço, atividade e status. Através da ferramenta de tabela dinâmica do Excel na função de contagem de elementos, contabilizou-se a quantidade de empresas por bairro como filtro.

Além disso, por meio dos mapas disponibilizados na seção de Dados Abertos da Prefeitura do Recife (RECIFE, 2020), foram levantandas as áreas de parques e praças da cidade, além de pontos turísticos, com respectivamente 500 e 25 dados. Com o programa Qgis delimitaram-se essas informações por bairro.

As Zonas Especiais de Dinamização Econômica (ZEDE) também foram consideradas. Estas zonas representam "áreas qualificadas como centros de atividades múltiplas, potenciais ou consolidados, subdivididas" (LEI Nº 17.511/2008). Os tipos considerados foram: "ZEDE Centro Principal - CP, que tem um raio de influência regional e metropolitano"; e "ZEDE Centro Secundário - CS, que tem um raio de influência para um conjunto de bairros". Essa variável é considerada, tentando verificar como essas centralidades podem influenciar à demanda por transportes compartilhados.

Para medir a acessibilidade dos bairros, com a finalidade de entender como os transportes compartilhados são influenciados pela acessibilidade dos bairros em relação a outros modos de transporte, utilizaram-se indicadores que foram selecionados de acordo com os pressupostos propostos por Portugal (2017). São eles: (a) relevante; b) representativo; c) fácil compreensão; d) disponível; e) mensurável; f) confiável; g) universal) e a relação desses indicadores com a mobilidade sustentável.

Utilizou-se o indicador proposto por Allien *et al*. (1993), Acessibilidade Integral Normatizada, contemplando a escala de macroacessibilidade, verificando a acessibilidade por ônibus e por carro (Equação 2)[1].

Para calcular o tempo entre as zonas i e j foi utilizado o programa Pyton integrado com a plataforma *Googlemaps* API. Foi escrito um algoritmo (Apêndice A) para medir o tempo de viagem entre os centroides geométricos dos bairros, utilizando o modo de transporte selecionado, através da plataforma Google Maps. Deve-se salientar que o cálculo do tempo estimado de viagem leva em consideração a trajetória mais rápida, e no caso do transporte público, que a última milha da viagem ocorre a pé.

Sendo assim, foram levantados os tempos de viagem entre todos os bairros, gerando 8.556 interações. Através do uso da ferramenta Tabela Dinâmica do Excel, foram somados os tempos

[1] A Equação 2 está apresentada na Tabela 1 no Capítulo 3.

de viagem do bairro *i* para todos os outros bairros e aplicando-se a formula acima (Equação 7), gerou-se a acessibilidade integral de cada bairro.

Especificamente para o modelo em que a variável dependente é a demanda de *ridesourcing*, foi adaptado o índice de acessibilidade de Allien *et al*. (1993) trocando a impedância de tempo, pela impedância de preço do modo de transporte na cidade. Para isso, através do Pyton integrado ao GoogleAPI, foram levantados os tempos e distâncias entre todos os bairros de carro. Aplicou-se a fórmula fornecida pela empresa Uber (2020) para calcular o preço das viagens.

Preço do Uber= R$ 2,50 +Distância (km) *1,16+Tempo (min) *0,17 (7)

Após o cálculo dos preços nas viagens entre os bairros, aplicou-se a equação:

$$Aip = \frac{1}{n-1}\sum_{j=1}^{n} Pij \quad (8)$$

Sendo Aip a Acessibilidade Integrada Normatizada por preço, n o número de zonas em estudo e P o preço da viagem entre o bairro i e j.

Ainda sobre a acessibilidade, verificou-se o tempo de ônibus entre os bairros em estudo e as centralidades principais (ZEDE CP). Selecionou-se o menor tempo entre as viagens. Para isso também foi utilizado o *Python* integrado com o *Googlemaps* API. Esse indicador tem a finalidade de verificar a acessibilidade de ônibus entre os bairros e os principais centros de emprego.

Processo similar ao mencionado acima foi utilizado, porém para bicicleta compartilhada, medindo sua acessibilidade às principais centralidades. Nessa variável só foram considerados os bairros que dispõem de estações desse modo de transporte.

Levando em consideração a mesoacessibilidade, utilizou-se o indicador Kneib (2014) que mede a densidade de oferta do transporte público na área estudada (Equação 5)[2].

Para isso, obteve-se o *shapefile* das linhas de ônibus localizadas de acordo com as vias, disponibilizadas pelo Sindicato das Empresas de Transportes de Passageiros de Pernambuco (URBANA, 2017). Com o uso do Qgis verificou-se quais linhas passam em cada bairro. Verificou-se adicionalmente, a frequência de cada linha, e foram somadas as frequências de cada bairro e posteriormente dividiu-se pela área.

[2] A Equação 5 está apresentada na Tabela 1 no Capítulo 3.

Para este trabalho e a partir desse procedimento, foi considerada como variável independente, o número de linhas que passam em cada bairro, demonstrando as possibilidades de destinos de certo bairro. A disponibilidade de transportes no bairro (número de linhas x frequência de cada linha) aloca a disponibilidade absoluta de transporte em certo bairro e a densidade da oferta de transporte (indicador citado acima), que demonstra a oferta de transporte por km² de área do bairro.

Por fim, com o foco na microacessibilidade utilizou-se a medida de entropia, proposta por Cervero (2010) (Equação 6)[3]. No primeiro momento, através da fonte de Dados Abertos da Prefeitura do Recife (RECIFE, 2020), coletou-se o mapa dos lotes da Cidade do Recife. E através do Programa Qgis, associou-se cada lote a cada bairro, gerando 96.920 dados válidos. Sendo assim, foram somados os dados gerados por bairro, resultando em 21 categorias de uso do solo em cada bairro. Dessas 21 categorias, de forma mais agregada, classificou-as em residencial, comercial, industrial e serviços, a partir disso aplicou-se a equação de entropia proposta por Cervero e Kochelman (1997), já discutida na sessão de acessibilidade desta dissertação.

Aplicação foi feita em inicialmente com os quatro tipos de uso do solo: industrial, comercial, residencial e serviço, intitulada como Entropia Geral. Em seguida, com três tipos de solo: residencial, comercial e serviços, intitulada Entropia_Res_Com_Serv. E por fim, com apenas dois tipos de uso do solo residencial e comercial, intitulada de Entropia_Res_Com.

Os resultados se situam de forma contínua no intervalo de 0 a 1. Sendo nos limites, 0 para o uso do solo uniforme, ou seja, apenas uma das categorias está presente na área e 1 para solo de uso altamente diverso em que as categorias estão distribuídas de maneira igualitária.

Verificou-se a densidade de paradas por bairro objetivando verificar se o transporte compartilhado atende a áreas com deficiências na oferta de transporte. Para isso, foram escolhidos os dados da localização das paradas através do *shapefile* disponibilizado pela Sindicato das Empresas de Transportes de Passageiros de Pernambuco (Urbana-PE, 2020), utilizando o Qgis para agregar este atributo por bairro, similar a procedimentos já descritos. Foram, assim, gerados 2.686 dados. Outro fator considerado foi a inserção de uma variável dicotômica sobre a disponibilidade de metrô, a qual assume-se o valor zero para os bairros não atendidos e 1 para os bairros atendidos.

[3] A Equação 6 está apresentada na Tabela 1 no Capítulo 3.

E por fim, verificou-se a densidade de ruas e avenidas nos bairros. As ruas e avenidas foram levantadas através de *shapefiles* disponibilizado pelo *Openstreetmaps (*OPENSTREETMAPS, 2020*),* plataforma colaborativa de dados geodésicos. Através do Qgis foram calculadas as extenções em metros das ruas e avenidas por bairro, gerando 16.755 dados.

Além disso, apenas para o modelo de regressão com as bicicletas compartilhadas, foi considerada a infraestrutura do próprio programa como a quantidade de estações por bairro, quantidade de estações nos bairros vizinhos e quantidade de estações atendidas por ciclofaixa. Essas variáveis objetivam entender como a infraestrutura desse modo de transporte influencia a demanda.

Também foi levantada a extensão de ciclofaixas por bairro, através dos dados fornecidos pela Prefeitura do Recife (RECIFE, 2020). Essa variável tem a finalidade de verificar como a infraestrutura voltada para a bicicleta influencia na demanda por bicicleta compartilhada. Nesse indicador, foram levadas em conta ciclofaixas, ciclorotas e ciclofaixas móveis (que operam apenas nos domingos e feriados).

5.1.2 Fortaleza: Caracterização do espaço urbano e levantamento de dados

Fortaleza é a Capital do Ceará e uma das principais cidades do Nordeste. Sua população é de 2.452.185 habitantes e com área de 313,8 km², sendo a segunda cidade com maior densidade populacional do Nordeste, 7.786,44 hab/km² (IBGE, 2019).

Seu espaço urbano configura-se em 121 bairros, sendo o centro da cidade dotado de maior infraestrutura, porém nessa região ocorreu grande evasão de moradia e habitação, principalmente pelas classes mais abastadas, prevalescendo assim como zona comercial (PEREIRA, 2013).

A capital dispõe de um sistema composto por ônibus, metrô e VLT. O Metro é composto por três linhas e estações integradas aos sistemas de ônibus e VLT. O VLT tem 43,6 km de extensão. Já o sistema de ônibus, conta com 269 linhas regulares e 19 linhas complementares, transportando 1,2 milhões de passageiros/dia (METROFOR 2016; FORTALEZA, 2020a).

Além disso, sobre transportes compartilhados, a cidade dispõe do sistema de Carro Compartilhado, operado pela empresa VAMO, *ridesourcing* e bicicleta compartilhada, o Bicicletar (VAMO, 2020; BICICLETAR, 2020; UBER, 2020)

O programa de carros compartilhados da cidade de Fortaleza, VAMO, foi iniciado em setembro de 2016. Possui atualmente 4.239 cadastrados e já foram percorridos 122 mil

quilômetros nesses carros. O sistema conta com 12 estações físicas presentes em apenas 10 bairros e 6 vagas, que podem ser utilizadas apenas para devolução. Todos os 20 veículos em operação são elétricos (FORTALEZA, 2020a).

Os dados de carros compartilhados foram extraídos do Relatório: Dados de Uso – Vamo Fortaleza, Outubro de 2017 a Março de 2018, fornecidos pela Secretaria Municipal de Conservação e Serviços Públicos de Fortaleza. Com 2.311 viagens no período, o relatório também expõe dados, gráficos e tabelas do perfil do usuário que serão utilizados nesta dissertação. Os dados provêm das 12 estações existentes na cidade.

Os dados de empresas, renda média, população, e localização de shoppings foram retirados diretamente do *web site* da Prefeitura de Fortaleza (FORTALEZA, 2020b). A variável dicotômica de localização de shoppings centers assume o valor 0 se o bairro não tem shopping e 1 se o bairro tem shopping. Essa variável foi adicionada pela possível correlação entre a utilização de carros compartilhados e a proximidade das estações a *shoppings centers*.

Foram levantadas as estações de VLT e metrô nos bairros. Esse indicador também é dicotômico, assumindo valores de 0 ou 1.

Verificou-se a acessibilidade de carro com o indicador de Allien *et al*. (1993) entre as estações de carro compartilhado. Esse indicador foi calculado com o programa *Python* integrado ao *GoogleMaps* API.

Tabela 2 - Resumo dos dados levantados por cidade

Recife PE

Variáveis dependentes	Nº de dados	Tipo	Programa utilizado	Fonte	Modelo aplicado
Demanda de atratividade de Bicicleta compartilhada	263.752	Variável dependente	Excel	SERTTEL (operadora de transportes)	Bicicleta compartilhada
Densidade de atratividade de *Ridesourcing*	1.480			Instituto Pelopidas Silveira	*Ridesourcing*
Variáveis Independentes	**Nº de dados**	**Tipo**	**Programa utilizado**	**Fonte**	**Autores**
Renda média	94	Socioeconomico/ Uso do solo	Excel	IBGE censo 2010	Bicicleta compartilhada; *ridesourcing*
População	94				
Densidade Populacional					
Empresas	95.864			Prefeitura do Recife	
Densidade de empresas					

Vitalidade	16				
Áreas de parques e praças	500		Qgis		Bicicleta compartilhada
Pontos turísticos	25				
Entropia Geral: levando em consideração todos os tipos de solo: industrial, comercial e residencial				Prefeitura do Recife	Bicicleta compartilhada; *ridesourcing*
Entropia_Serv_Com_Res : Considera Serviços, comercio e residências	96.920		Qgis, Excel		
Entropia_Com_Res: Considera comércio e residências		Acessibilidade/ Uso do solo			
Acessibilidade de carro	8.556			Googlemaps	
Acessibilidade de ônibus	8.556				
Acessibilidade por preço de uber	17112		Python; Googlemaps API;Excel	Googlemaps ; Uber	*Ridesourcing*
Tempo de ônibus para a vitalidade mais próxima	89				
Acessibilidade de bicicleta	625			Googlemaps ; Prefeitura do Recife	Bicicletacompartilhada
Tempo de bicicleta para o centro	52				
Número de linhas					
Transporte disponível (N. linhas x Ferquencia)	2.676			Urbana (Sindicato das operadoras)	*Ridesourcing*; Bicicleta compartilhada
Densidade dos transportes disponíveis					
Densidade de paradas	2.686				
Metro	14				
Rede viária disponível	16.755	Infraestrutura de transportes	Qgis; Excel	Prefeitura do Recife	
Densidade Viária					
Ciclofaixa	366				
Estações de bicicleta				Serttel	
Estações vizinhas					
Estações atendidas pela ciclofaixa	81			Serttel; Prefeitura do Recife	Bicicleta compartilhada
Estações atendidas pela ciclofaixa móvel					

Fortaleza CE

Variável dependente	Nº de dados	Tipo	Programa utilizado	Fonte	Modelo aplicado
Demanda de Carro Compartilhado	2.311	Variável dependendte	Excel	Prefeitura de fortaleza	
Variável Independente	Nº de	Tipo	Programa	Fonte	Modelo

	dados		utilizado		aplicado
Renda média	120	Uso do solo	Excel	Prefeitura de Fortaleza	Carro compartilhado
População	120				
Densidade Populacional					
Empresas	120				
Densidade de empresas					
Shopping	3				
VLT/Metro	6	Infraestrutura de transportes	Excel	Prefeitura de Fortaleza	Carro compartilhado
Acessibilidade de carro entre as estaçõeos	144	Acessibilidade/ Uso do solo	Python; Googlemaps API;Excel	Googlemaps	Carro compartilhado

Fonte: O Autor (2020).

5.2 ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS

A análise de dados consiste em estudar os dados através da perspectiva inicial do estudo em que o pesquisador visa conhecer seus dados, formular hipóteses, conjecturar informações (BATANERO *et al*., 1991). Essa análise representa o que muitos denominam estatística descritiva, que consiste em resumir e organizar os dados através de tabelas, mapas, gráficos, medidas métricas e buscar um padrão nas observações (MEDRI, 2011). Sendo assim, utilizou-se a análise exploratória como etapa preliminar da regressão linear e também com a finalidade de determinar o perfil dos usuários e das viagens pelos modos compartilhados adotados nesta dissertação.

5.3 MODELOS DE REGRESSÃO LINEAR

Levando em consideração os objetivos desta dissertação, buscou-se uma metodologia que melhor se adequasse aos objetivos, com base científica e aceita pela comunidade acadêmica. Revisando a literatura, já exposta neste trabalho, escolheu-se a regressão linear para modelar as relações entre as demandas de transportes comartilhados e variáveis de uso do solo, acessibilidade e infraestrutura.

Sendo assim, este trabalho assume a hipótese de que as variáveis descritas no tópico anterior podem compor um modelo de regressão para explicar a demanda de transportes compartilhados.

A regressão linear, segundo Maroco (2003), é um conjunto de técnicas estatísticas utilizadas para modelar ou predizer a relação entre a variável dependente (y) e as variáveis

independentes (x).

Esta relação é representada por um modelo matemático, ou seja, uma equação, em que a variável dependente é função das variáveis independentes e de um fator de erro.

$$y = \beta X + \epsilon \quad (9)$$

Em que y é um vetor de dimensão n por 1, contendo as variáveis dependentes; X é uma matriz com n linhas e k colunas representando as variáveis independentes, β é um vetor com os coeficientes de regressão e ϵ um vetor que contém o termo de erro.

É importante salientar que para uma regressão ser linear apenas o vetor β deve ser linear, com isso X pode assumir diversas formas como ln X, $\frac{1}{X}$, X^2, etc. Utilizando-se sempre, a especificação funcional que melhor represente o modelo. Sendo assim, foram especificados vários modelos para as diferentes demandas de transportes compartilhados. Na especificação formam eliminadas as variáveis que não se mostraram significativas. Isso ocorre quando estatisticamente não se pode verificar que o coeficiente da variável é diferente de zero, ou seja, que tem influência sobre o modelo.

Em todos os modelos (bicicleta compartilhada, *ridesourcing* e carro compartilhado) utilizou-se o artifício matemático de realizar a linearização dos dados através da aplicação do logarítimo natural na variável dependente e em algumas variáveis independentes. Este artifício se mostra necessário para a melhor adequação do modelo à metodologia aplicada (GUJARATI e POTER, 2011).

Na estimação do modelo utilizou-se o método de estimação dos mínimos quadrados (MMQ). A demonstração da técnica matemática para a estimação dos parâmetros B não faz parte desta dissertação, para mais informações consultar Gujarati e Poter (2011).

5.3.1 Testes de Hipóteses

Para que os coeficientes estimados pela MMQ sejam a melhor estimação possível para o modelo, é necessário que uma série de hipóteses seja satisfeita (GUJARATI e POTER, 2011). Sendo assim, as hipóteses listadas abaixo devem ser satisfeitas para que o modelo amostral estimado corresponda de maneira mais próxima possível ao modelo real/populacional.

As Hipóteses de Gauss Markov no modelo convencional são (ALMEIDA, 2012):

a) $y = \beta X + \epsilon$; ou seja, a variável dependente é função de variáveis explanatórias mais um fator de erro. Os parâmetros são lineares, embora não seja necessário ser linear nas variáveis.
b) Não há colinearidade entre os X; não existe relação entres as variáveis explanatórias, ou seja, elas são independentes umas das outras e não ocorre função linear entre elas;
c) Média condicional do termo de erro seja zero; os erros se anulam, ou seja, termos de erros positivos ou negativos tem a mesma representação no modelo, de modo que o erro não influencie na equação adotada;
d) Variância constante (homocedasticidade); os erros não tem função linear com a variável dependente ou com qualquer uma das variáveis independentes;
e) O erro de uma região não depende de outra (autocorrelação);
f) O numero de observações n deve ser maior que o número de parâmetros.

Partindo dessas premissas, pode-se aplicar o Teorema de Gauss-Markov (ALMEIDA, 2012) “Dadas as premissas do modelo clássico de regressão linear, os estimadores de mínimos quadrados da classe dos estimadores lineares não viesados têm variância mínima, isto é, são o melhor estimador linear não viesado”. A demonstração deste teorema não faz parte do escopo desta dissertação, podendo ser obtido por completo em Gujarati e Poter (2011).

Foram utilizados testes para cada hipótese descrita acima, buscando o melhor modelo para descrever a relação proposta. Tendo em vista a verificação da normalidade dos erros foram aplicados os seguintes testes:

a) Gráfico P-P plot dos resíduos;
b) Histograma dos resíduos estandardizados;
c) Teste de Kolmogorov-Smirnov;
d) Teste de Shapiro-Wilk.

Para testar a colinearidade entre as variáveis independentes, verificou-se a matriz de correlação entre as variáveis independentes buscando correlações elevadas. Ou seja, se a correlação for acima de 0,8 indica um problema de colinearidade entre as variáveis.

Já para a a multicolinearidade, o indicador utilizado para identificar foi o *Variance Inflation Factor* (VIF). Segundo Maroco (2003) se o VIF > 5 percebe-se que as variáveis estão

correlacionadas o suficiente para sugerir um problema de estimação de B.

Para testar a homoscedasticidade utilizou-se o teste gráfico, analisando os resíduos padronizados versus os valores ajustados e o teste de Koenker. Este teste parte da hipótese nula de que o modelo é heterocedástico a partir do Multiplicado de Lagrange, se o teste for estatisticamente significante, ocorre a heterocedasticidade, se não ocorre a homocedasticidade.

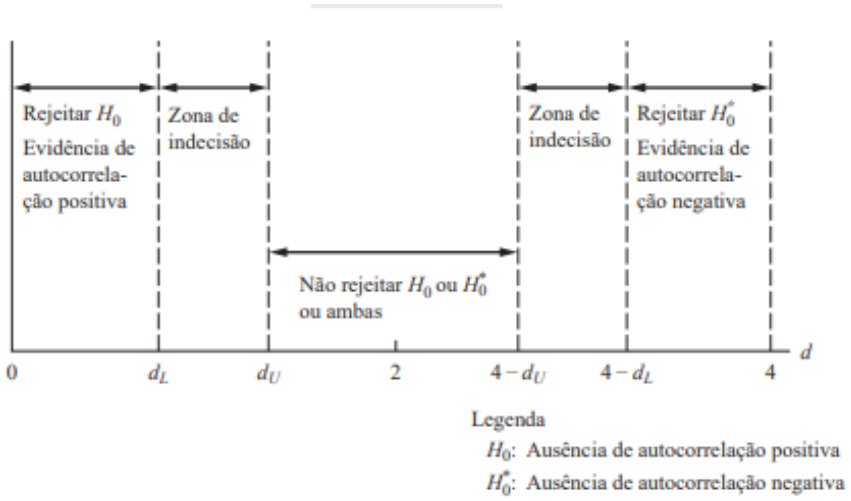
A variância constante equivale a supor que nos termos de erro não existe uma variável não incluída no modelo, que influencie de maneira intensa a variável dependente. Sendo assim, se o modelo é homocedástico, as variáveis independentes são suficientes e importantes para explicar a variável dependente, não carecendo de nenhuma outra variável que pode estar embutida no termo de erro (GUJARATI E POTER, 2011).

Para a autocorrelação dos erros utilizou-se os testes de Durbin-Watson (DW). Este teste parte da hipótese nula de que não existe autocorrelação entre os resíduos do modelo. A partir desse obtém-se um valor de 0 a 4. Através da matriz de decisão abaixo (Figura 4), verifica-se se os erros estão autocorrelacionados ou não.

Para a obtenção do DL e do DU deve-se consultar a tabela de Durbin-Watson. É importante salientar que o teste de autocorrelação é aplicado de maneira mais ampla em modelos temporais. Em modelos de corte transversal, que é o caso desta dissertação, parte-se do pressuposto que os erros não estão correlacionados já que os dados das variáveis independentes são colhidos de forma aleatória e independente.

Outro teste aplicado foi a verificação da ocorrência de *outliers*. Verificou-se através da distância de Cook e da análise gráfica. Com o teste de Cook, verifica-se se há ocorrência de *outlier* influente quando este é maior que 0,5 (COOK, 1977). Sendo maior, o modelo pode não ser o melhor a ser aplicado.

Figura 4- Ilustração de decisão: número de Durbin-Watson



Fonte: Gujarati; Poter (2011).

Mais informações sobre os testes descritos podem ser verificadas nos trabalhos de Gujarati e Poter (2011), Maroco (2003); Rodrigues (2012); e COOK, (1977). Com os testes validados, pode-se dizer que o modelo corresponde ao objetivo proposto e que o método dos mínimos quadrados é o melhor estimador dos parâmetros. A partir disso, faz-se a análise da variância constante.

5.3.2 Aplicação de regressão linear ao *Ridesourcing*

Para o modelo de regressão linear de *ridesourcing* aplicou-se como variável dependente a densidade de atratividade de *ridesourcing* da amostra levantada. A atratividade soma o número de viagens pelas suas origens e destinos e sua densidade é obtida pela divisão pela área da zona. Foi utilizado este indicador com o objetivo de verificar quais áreas promovem a maior utilização dessa alternativa de transporte, seja de origens ou destinos. Em síntese, este trabalho não visa verificar a dinâmica intrínseca das viagens de *ridesourcing*, separando as origens e destinos, mais sim a dinâmica do seu fluxo em relação às variáveis de uso do solo.

Para a aplicação da regressão linear para o *ridesourcing* foi necessário agregar áreas que se mostravam como *outliers* locais, *outliers* globais, *outliers* no gráfico de dispersão em grande parte das variáveis, e com valores zero. Esta agregação é necessária já que o dado de demanda se trata de uma OD de toda a cidade em relação a todos os modos de transportes, ao realizar o

recorte apenas do rideosuricing e especializar o dados, pequenas áreas podem não ser contempladas de maneira adequada, ocorrendo zero viagens naquele local, enquanto que os vizinhos tem alta demanda deste transportes. Logo é necessário realizar algum artifício para que quando for expandida a amostra não seja expandida em relação a zero. Sendo assim adotou-se os seguintes critérios para a agregação dos bairros:

a) O dado deve ser um *outlier* local, se sua medida difere substancialmente de suas vizinhas;
b) O dado deve apresentar-se como *outlier* no gráfico de dispersão, onde o y é a densidade de atratividade e o x são variáveis independentes;
c) O dado tem valor zero;
d) Se a área do bairro for muito pequena (<50 ha).

Essa estratégia foi necessária a fim de corrigir possíveis erros causados na coleta de amostras de dados em áreas muito pequenas, devido ao Problema de Unidade de Área Modificável, (ALMEIDA, 2012). Dessa forma, bairros pequenos foram agregados ao vizinho que tem maior similaridade de dados. Sendo assim, chegou-se ao número de 78 regiões.

5.3.3 Aplicação de regressão ao modelo de bicicleta compartilhada

Na aplicação ao modelo de bicicleta compartilhada foram incluídos apenas os bairros que continham estações. Foi utilizada como variável dependente a atratividade, calculada assim como no *ridesourcing*, porém não foi adotada como densidade, uma vez que as viagens não estão distribuídas no espaço, mas sim concentradas em estações.

5.3.4 Aplicação do modelo aos carros compartilhados

Na aplicação do modelo aos carros compartilhados foi utilizado o mesmo critério que já foi descrito para a bicicleta compartilhada. Porém, o modelo de regressão tem poucas variáveis, n=10, dessa forma, o problema de micronumerosidade limita o número de variáveis explicativas a duas.

Outra limitação do modelo é que, nas viagens de carro compartilhado, 2.331 viagens correspondem não a uma amostra, mas a todas as viagens realizadas no período de um ano. Número que se comparado aos deslocamentos diários da população, são pouco representativos.

Ou seja, o programa de carros compartilhados pode ser muito pequeno para captar relações entre as viagens de carro compartilhado e fatores de uso do solo em viagens rotineiras. Porém, pode sugerir possíveis fatores influentes na demanda para programas de maior magnitude, além de ser importante indicador do perfil de viagem e dos usuários.

5.4 ANÁLISE ESPACIAL

Alguns estudos que aplicaram os modelos de regressão linear também aplicaram a regressão espacial para controlar os efeitos espaciais dentro do modelo de regressão. Isso se faz necessário quando ocorre o transbordamento dos efeitos espaciais, ou seja, as variáveis independentes, dependentes ou os erros das regiões vizinhas influenciam de alguma forma a variável em estudo (ALMEIDA, 2012).

As variáveis escolhidas neste estudo contemplam de maneira indireta a relação entre a variável dependente e as características dos seus vizinhos com as variáveis de acessibilidade. É importante salientar que a utilização de regressão espacial só é necessária quando o transbordamento das características dos vizinhos é significativo para o modelo.

Dessa forma, Almeida (2012) propõe um procedimento para verificar se os efeitos espaciais devem ou não ser controlados. Para tal, o autor propõe a utilização do Índice de Moran nos resíduos padronizados no modelo de regressão linear clássica. Se este índice não for significativo, não é necessário aplicar o modelo espacial, pois os resíduos estão dispostos de maneira aleatória e não têm relação espacial, concluindo-se que o modelo linear é suficiente para descrever o fenômeno.

5.4.1 Índice de Moran

Moran (1948) propôs um coeficiente de autocorrelação espacial utilizando a medida de auto covariância na forma de um produto cruzado, resultando algebricamente em:

$$I = \frac{n}{So} \frac{\sum_i \sum_j wij * zi * zj}{\sum_{i=1}^{n} z^2} \tag{10}$$

Em que w é a matriz de peso espacial (vizinhança) [4]; z a variável de interesse padronizada, n o número de regiões em estudo e S_o é igual à operação $\sum\sum wij$, significando que todos os elementos da matriz de pesos devem ser somados.

A hipótese nula do Índice de Moran é a aleatoriedade espacial. Quando isso ocorre o Índice de Moran assume o valor –[1/(n-1)] (CLIFF e OLD, 1981), que em amostras muito grandes se aproxima de zero.

A interpretação do Índice de Moran se dá de modo que valores positivos demonstram correlação positiva, ou seja, existe autocorrelação positiva entre z_i e seus vizinhos. Se o Índice for negativo, existe autocorrelação negativa. Para verificar se o índice é estatisticamente significativo, assume-se a normalidade do índice no espaço estudado (Z(I)) e tem distribuição amostral normal com média zero e variância unitária. Algebricamente:

$$Z(I) = [\mathrm{I} - \mathrm{E(I)}]/\mathrm{DP(I)} \qquad (11)$$

Em que E(I) e DP(I) são o valor esperado e desvio padrão teórico de I, respectivamente.

Almeida (2012) diz que o Índice de Moran fornece três tipos de informação, o nível de significância sobre os dados estarem aleatoriamente distribuídos ou não, o sinal da correlação espacial da variável estudada e a magnitude da correlação.

Desta forma, utiliza-se o Índice de Moran para verificar a autocorrelação espacial entre os erros padronizados do modelo de regressão linear clássico. Se este for significativo, rejeita-se a hipótese nula de não correlação espacial e procede-se a regressão espacial para controlar estes efeitos. Por outro lado, se o índice não for significativo, os efeitos do transbordamento espacial não são significativos no modelo e os resultados da regressão linear clássicos são suficientes para descrever o fenômeno estudado (ALMEIDA, 2012).

[4] A matriz de ponderação espacial (vizinhaça) representa o grau de conexão entre as regiões segundo algum critério de proximidade, mostrando a influência da região zi na região zj. Ou seja, regiões próximas têm influência maior entre si que regiões afastadaa. A matriz de ponderação espacial tenta capturar este efeito (Almeida, 2012).

Entre os diversos tipos de Matriz de ponderação, escolheu-se para este trabalho a matriz resultante do procedimento descrito por Baumont (2004) em que: 1) estima-se a regressão linear clássica; 2) testam-se os resíduos padronizados para o Índice de Moran; e 3) escolhe-se a matriz de ponderação com maior valor do Índice de Moran.

5.4.2 Índice de Moran Bivariado Local

O Índice de Moran bivariado verifica a correlação espacial entre uma variável de interesse e o valor de outra variável nas regiões vizinhas à localização da variável de interesse. Os vizinhos são definidos conforme uma matriz de pesos escolhida. Sendo assim, somente os vizinhos da variável i são incluídos no cálculo.

$$I= f(z1*Wz2) \quad (12)$$

I é o Índice de Moran Bivariado Local, z1 é a variável y na região 1, W é a matriz de ponderação espacial (vizinhança) e z2 é a variável x nas outras regiões da área em estudos

Segundo Anselin (1995) esta estatística indica a associação linear entre o valor de uma variável y na localização i e o valor de uma variável x nas localizações vizinhas. Este índice faz a decomposição local das correlações espaciais em quatro categorias:

a) Alto-Alto: Significa que a variável y é alta e a média da variável x dos vizinhos também;
b) Alto-Baixo: Variável y é alta e valor médio da variável x dos vizinhos é baixo;
c) Baixo-Baixo: A variável y é baixa e a variável x nos vizinhos também é baixa;
d) Baixo-Alto: A variável y é baixa e a variável x dos vizinhos é alta.

Cada categoria corresponde a um quadrante no gráfico de dispersão de Moran.

É necessário lembrar que para cada local é computado um I de Moran. Sendo assim, mede-se a significância de cada I em n locais. Após esta verificação é plotado o mapa de significância LISA, que localiza os resultados de acordo com o quadrante do gráfico de dispersão do I de Moran levando em consideração apenas as correlações localizadas significantes.

Quando em certa localidade o I não é significativo, isso quer dizer que a região não se encontra em nenhum agrupamento das categorias listadas acima, porque o valor da variável não é diferente estatisticamente da média de todas as regiões (ALMEIDA, 2012).

Percebe-se que o Índice de Moran Local Bivariado tem o potencial de fornecer um diagnóstico local das correlações entre a variável dependente e as variáveis independentes de seus vizinhos no espaço.

Neste trabalho, essa metodologia será utilizada para perceber qual o papel dos transportes compartilhados em escala local, uma vez que o modelo de regressão clássico busca a relação

linear entre as variáveis de maneira global. Ou seja, levando em consideração todos os dados e buscando uma reta que se adeque melhor aos dados propostos. Porém, com o Índice de Moran Local Bivariado busca-se verificar como ocorre o comportamento local entre a variável de interesse e seus vizinhos.

5.4.3 Análise de *Cluster* pelo algoritmo *K-means*

De modo a integrar o estudo entre as demadas e o espaço urbano dos transportes compartilhados, será utilizada a análise de cluster, apenas para a bicicleta compartilhada e o *ridesourcing*, com o objetivo de verificar como a demanda de transportes desses modos compartilhados se comportam no mesmo espaço urbano. Isso pode dar subsídios e *insights* para a promoção da integração desses transportes, principalmente no contexto MaaS.

A técnica de *cluster* tem o objetivo de dividir os dados em grupos baseados nos dados fornecidos, em que os dados só podem fazer parte de um *cluster* e esses dados têm similaridade em relação aos seus valores (VORA e OZA 2013).

A metodologia de *cluster K-mens* é uma das mais utilizadas no meio acadêmico, devido à sua simplicidade, facilidade de utilização e eficiência para dados complexos (CHEN e YE, 2004). O algoritmo é utilizado criar a separação dos dados em k conjuntos , em que k é pré-definido de acordo com a aplicação do problema. O objetivo da metodologia é minimizar a distância intra-cluster e maximizar a distância entre os clusters baseado em distância Euclidiana (JAIN *et al*. 1999).

Esta metodologia depende inicialmente do número de clusters, a ser definido pelo pesquisador e pela fixação dos centróides iniciais dos *clusters* nas regiões (JINXIN e MINYONG, 2009). O algoritmo funciona da seguinte maneira, primeiro estabelece-se o número de *clusters* pretendidos, depois se fixam os centroides dos primeiros clusters, e então se calculam as distâncias entre os centroides dos clusters e de cada objeto (centróide do dado). Dessa forma, cada objeto é atribuído ao *cluster* mais próximo. Atualizam-se em seguida as médias de todos os clusters e obtém-se um novo centróide. Repete-se o processo até que ocorra uma convergência, tal que, não ocorra mudança entre o procedimento n-1 e n. O critério do erro para formar os clusters é colocado a seguir.

$$E = \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{ni} \left| ||xij - mi|| \right| \quad (13)$$

O cálculo da distância entre o centroide do cluster e o dado é assim realizado:

$$d(xi1 - mj1) = \sqrt{\sum_{j=1}^{d}(xi1 - mi1)} \quad (14)$$

Em que x corresponde ao dado; m corresponde ao centro do cluster; m*i* é o numero de dados na classe i; d (x*i*, m*j*) é a distância entre o dado e o centróide do *cluster*.

Para estimar m, calcula-se a média entre os dados em um cluster. Para mais informações sobre a metodologia, recomenda-se o trabalho de Vora e Oza (2013).

Dessa forma obtém-se os *clusters* dos dados em questão. Para este trabalho será considerada a formação de *clusters* de algumas variáveis independentes e o conjunto delas, verificando como as bicicletas compartilhadas e o *ridesourcing* se comportam nesses ambientes. Além disso, esta metodologia busca verificar em que ambientes a bicicleta compartilhada não está presente de acordo com o agrupamento colocado.

Para a escolha do número inicial de *clusters*, utilizou-se a metodologia do cotovelo, que consiste em executar o k-means para muitas quantidades diferentes de *clusters* e extrair dessas quantidades o número ideal de clusters. O que geralmente acontece é que, à medida que aumentamos o k, as diferenças entre os *clusters* diminuem, enquanto as diferenças entre as amostras dentro dos *clusters* também aumentam. Portanto, o objetivo é encontrar um ponto de equilíbrio no qual as amostras em um grupo sejam as mais homogêneas possíveis e os agrupamentos sejam os mais diferentes entre si (TEMPORAL, 2019).

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta sessão são apresentados e interpretados os resultados. Em um primeiro momento serão descritos os resultados obtidos pela análise exploratória dos dados, destacando informações sobre os perfis dos usuários e das viagens, bem como a localização das viagens no espaço.

Após este tópico, será apresentado o resultado da análise de regressão. A partir das variáveis independentes adotadas, será discutido como os conceitos de mobilidade sustentável se relacionam com cada uma das variáveis, seu sinal e sua intensidade. Além disso, o Índice de Moran Bivariado Local será aplicado para verificar a autocorrelação em escala local, e identificar possíveis regiões que diferem do modelo encontrado.

Por fim, com o objetivo de comparar como cada alternativa de transporte se comporta em um mesmo espaço, serão apresentados os *clusters* encontrados e verificado o comportamento das demandas por bicicleta compartilhada e por *ridesourcing* em cada um desses *clusters*.

6.1 PERFIL DO USUÁRIO E DA VIAGEM

Nesta seção são apresentados o perfil dos usuários e suas relações com a mobilidade sustentável. Serão apresentados separadamente os dados de cada alternativa analisada: bicicleta compartilhada, *ridesourcing* e carro compartilhado.

6.1.1 Bicicleta compartilhada

Em relação ao perfil de usuário de bicicleta compartilhada, foi possível apenas obter o sexo dos usuários que realizaram viagens no período estudado. Nas viagens relacionadas aos dias de semana de segunda a sexta, percebeu-se que 75% dos usuários são homens e 25% mulheres. Em princípio isso demonstra um grande desequilíbrio de gênero no uso da bicicleta compartilhada. Esse fato pode ser justificado por razões de segurança e criminalidade, já que as mulheres são mais vulneráveis, quando submetidas a riscos de violência.

Por outro lado, quando comparada com dados de uso de bicicleta comum, a bicicleta compartilhada parece aumentar o uso pelo gênero feminino. Segundo a Associação Metropolitana de Ciclistas do Recife - AMECICLO (2015), em contagens realizadas em três cruzamentos da cidade do Recife, a porcentagem de mulheres utilizando bicicletas não passou dos 9%. Apesar de esses resultados diferirem, em termos absolutos, dos resultados identificados por Buck *et al*. (2013) em Washington DC, que encontrou a taxa de utilização de bicicleta compartilhada de 45%

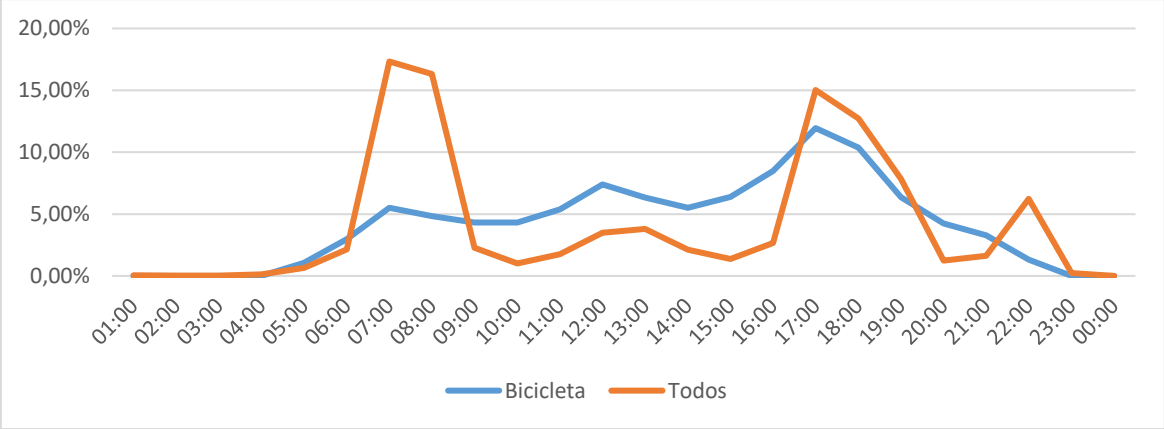
para mulheres, eles convergem em relação a tendência, pois o autor também encontrou que a bicicleta comum tem taxa de utilização de 35% para mulheres. Ou seja, em termos relativos, em ambos os estudos, o uso de bicicleta pelo modo compartilhado amplia a acessibilidade das mulheres quando comparado com a bicicleta comum.

Esse resultado se configura como uma exclusão especial, definido por Church *et al*. (2000), em que ocorrem barreiras a certos grupos a alternativas de transportes, nesse caso as mulheres, devido a características particulares de perfil. Como a bicicleta compartilhada, em termos relativos, amplia a acessibilidade do gênero em relação à bicicleta comum, pode-se concluir que essa alternativa de transporte cotribui para diminuir essa exclusão e converge para uma mobilidade mais justa. Porém é necessário destacar a necessidade de políticas públicas para incentivar a presença da mulher nesse tipo de transporte e no espaço urbano.

Em relação ao perfil de viagem, percebeu-se que a demanda por bicicleta compartilhada cresce ao longo do dia, começando a cair a partir das 17:00 horas. Existem picos de demanda entre as 7:00 e 8:00 horas da manhã, das 12:00 às13:00 horas e das 17:00 às18:00. Esses são concomitantes aos picos normais dos deslocamentos na cidade por todos os modos (extraídos da pesquisa origem destino do Instituto Pelópidas Silveira, 2018) (Figura 5). Esses resultados são similares aos encontrados por Fishman (2016), que, em revisão bibliográfica, constatou que, na maior parte dos estudos a que teve acesso, o maior uso das bicicletas compartilhadas acontece entre 7:00 e 9:00 horas da manhã e entre as 16:00 e 18:00 horas.

Verifica-se que a bicicleta compartilhada apresenta viagens com picos mais suavizados quando comparada com viagens dos outros modos de transportes. Enquanto que entre as 7:00 e 8:00 horas da manhã ocorrem 5,5% das viagens por bicicleta compartilhada, nos outros modos de transporte ocorrem 17,33 %; já entre às 17:00 e18:00 horas ocorrem 11,95% das viagens de bicicleta compartilhada, frente a 15,03% das viagens por outros meios de transporte. Os vales também se apresentam de maneira mais amena.

Figura 5- % de demanda de bicicleta compartilha e de todos os modos de transporte x horas do dia



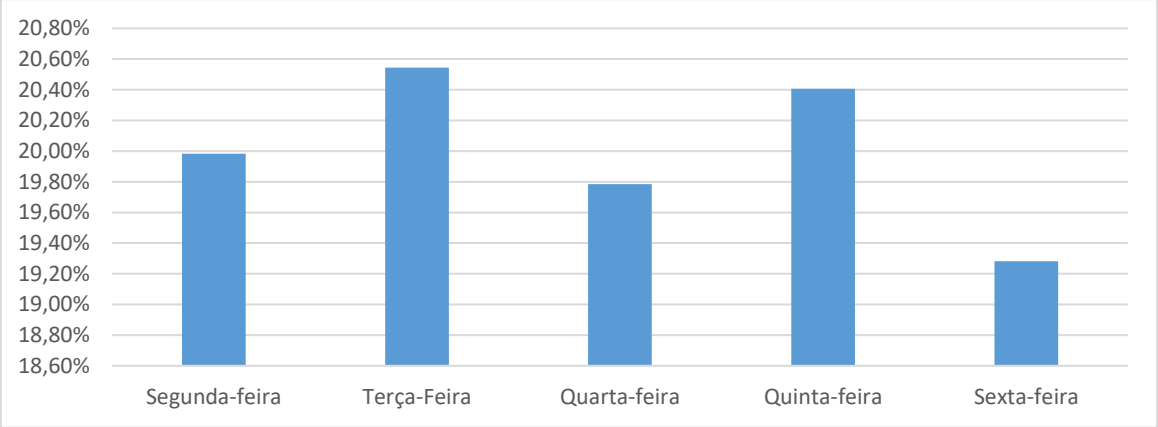
Fonte: Adaptado de Serttel (2018).

Esse comportamento da demanda horária contribui para uma mobilidade mais produtiva, uma vez que picos e vales mais amenos não sobrecarregam as infraestruturas viárias, distribuindo as viagens ao longo do dia e consequentemente, gerando menos acidentes e conflitos urbanos. Além disso, a bicicleta por si só já contribui para uma mobilidade mais produtiva, devido à baixa ocupação de espaço viário e à necessidade de infraestrutura menor quando comparada a outros modos.

Porém, percebe-se que o uso de bicicleta compartilhada difere dos usos dos outros modos de transportes no período da noite entre as 21:00 e 23:00 horas, período que normalmente os estudantes saem das escolas e faculdades. Isso pode ocorrer devido a questões de segurança na cidade. Uma vez que, se percebe a bicicleta como um modo que expõe os usuários a mais riscos, além da segurança do modo de transporte diminuir à noite com a visibilidade um pouco mais comprometida devido à iluminação deficiente.

Em relação ao uso nos dias úteis, de segunda a sexta, a demanda se mantém em torno dos 20%, com baixa variação durante esses dias (Figura 6). Pode-se concluir que o uso da bicicleta compartilhada é rotineiro, sendo, portanto, utilizada nas tarefas do dia-dia. Essa característica contribui para a acessibilidade geral da população que passa a dispor de mais uma alternativa de transporte para utilizar em suas viagens diárias.

Figura 6 - % de demanda de bicicleta compartilhada por dia da semana

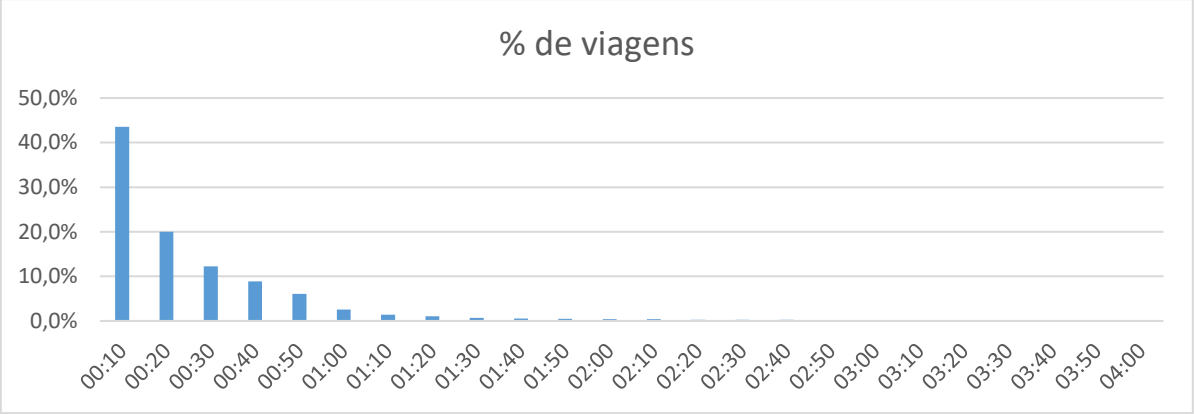


Fonte: Adaptado de Serttel (2018).

Em relação à duração das viagens, verifica-se que são mais frequentes as viagens menores que 10 minutos que correspondem a 43,6%. Tempos entre 10 e 20 minutos abrangem 20% das viagens (Figura 7). Desses números, percebe-se que a bicicleta compartilhada exerce um papel mais significativo na escala da microacessibilidade com viagens a destinos próximos e de curta duração. Em suma, como destaca Portugal (2017), ambientes urbanos com diversidade do uso do solo, presença de equipamentos urbanos e alta densidade urbana são atraentes para adoção de modos ativos de transportes. Isso mostra que a bicicleta compartilhada pode exercer um papel importante nas viagens locais e de última milha, contribuindo para uma mobilidade mais produtiva e verde, uma vez que sua utilização pode estar substituindo viagens de carro ou transporte público, amenizando a demanda por infraestrutura na escala local, ou servindo como viagem de última milha, alimentando o transporte público.

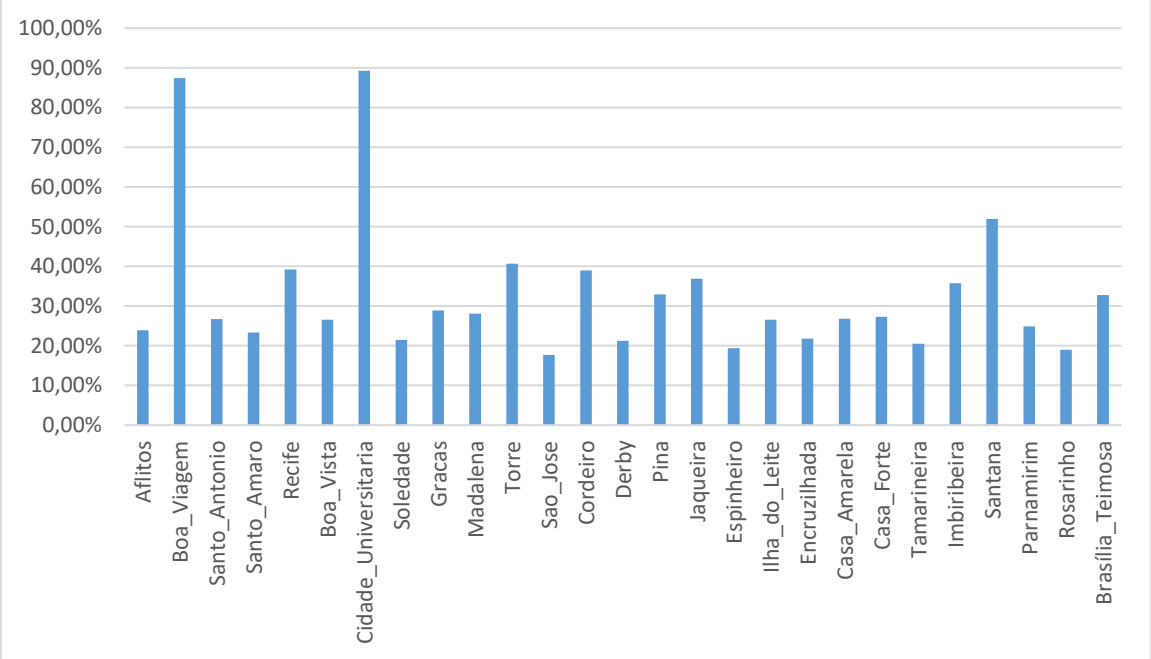
Ainda sobre o perfil de viagens, foram levantadas as viagens que têm origem e destino no mesmo bairro (Figura 8). Essa escala de uso atinge uma média de 32,96%, considerando todas as viagens. Percebe-se que Boa Viagem e Cidade Universitária se afastam dessa média, pois apresentam porcentagens acima de 85%, mostrando que ambos os bairros têm dinâmicas internas diferenciadas. A Cidade Universitária possivelmente devido ao fato das estações estarem localizadas exclusivamente no campus da Universidade Federal de Pernambuco pode ser um fator determinante para tantas viagens internas. E Boa Viagem por ser um bairro muito grande e bastante diverso, além de contar com ciclofaixa contínua na orla marítima e suas estações estarem localizadas à beira mar, indicando um possível motivo turístico e de lazer.

Figura 7 - % de demanda de bicicleta compartilhada por duração de viagem



Fonte: Adaptado de Serttel (2018).

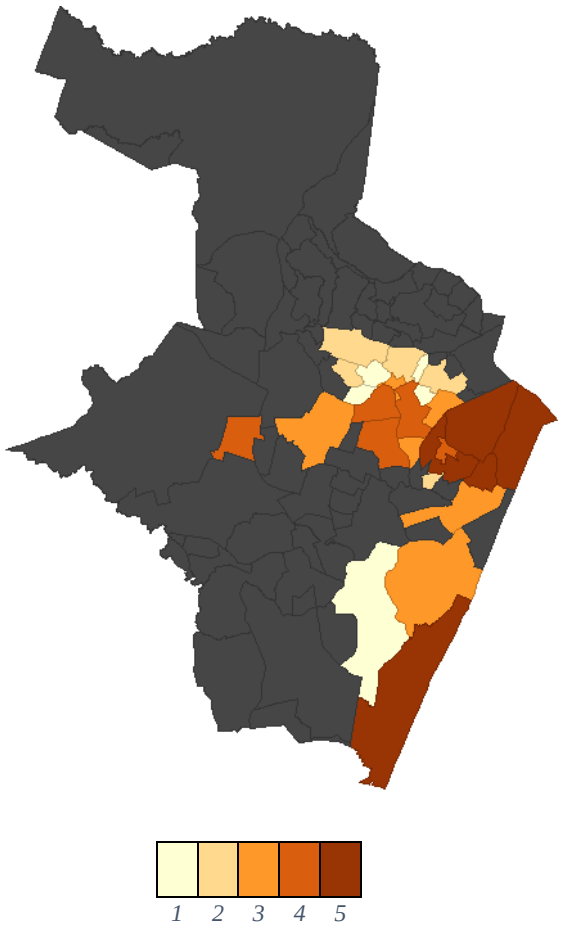
Figura 8 - *% de demanda de viagens internas por bairros*



Fonte: Adaptado de Serttel (2018).

Em relação à distribuição de viagens no espaço urbano, percebe-se que a bicicleta compartilhada está disponível em 26 bairros, tendo Recife 94 bairros no total. A disponibilidade desse modo de transporte está principalmente nas áreas centrais (Figura 9), o que beneficia diferenciadamente os moradores que vivem nessa região.

Figura 9 - Distribuição espacial da demanda de bicicleta compartilhada no espaço por bairro



Fontes: Adaptado de Serttel (2018); Recife (2020).

Deve-se perceber que considerando os 20 bairros com menor renda da cidade, apenas 2 deles são contemplados com o programa. No entanto, se considerarmos os 20 bairros mais ricos da cidade, 13 deles são contemplados pelo programa. Essa configuração é similar ao encontrado por Smith *et al*. (2015), que constatou que apenas 25% das estações de bicicleta compartilhada estão em bairros de baixa renda.

Sendo assim, observa-se exclusão de grande parte dos bairros populares desse modo de transporte, situação que contribui para uma mobilidade mais desigual, em que apenas certo grupo de pessoas tem acesso a esse meio de deslocamento, excluindo os moradores das periferias e os mais pobres.

Esse tipo de situação configura-se no conceito da exclusão geográfica de Church *et al*. (2000), em que o usuário é excluído da oferta de transporte. Sendo assim, percebe-se que a disponibilidade do sistema na cidade diverge dos conceitos de mobilidade justa e equânime, uma vez que exclui parte da cidade e principalmente os mais pobres.

6.1.2 Ridesourcing

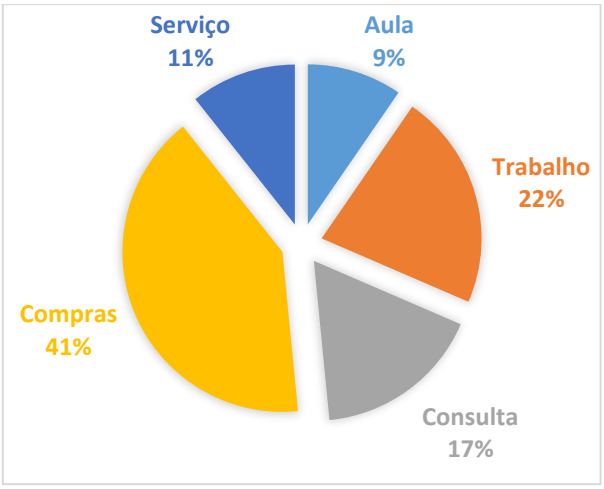
Em relação ao perfil de viagem de rideosurcing, partiu-se da pesquisa O-D do Instituto Pelópidas Silveira (2018). As viagens de *ridesourcing* revelam os seguintes motivos:

a) Serviços: correspondem a viagens de ida a bancos, cartórios, serviços públicos e particulares em geral;
b) Saúde: consultas médicas;
c) Compras: supermercados, lojas, feiras, etc.
d) Trabalho;
e) Aulas: quando o *ridesourcing* é utilizado para transportar menores de idade ou para transporte da própria pessoa maior de 18 anos.

Sendo assim, levantaram-se como as viagens estão distribuídas em relação ao motivo de viagem (Figura 10). Compras, como principal motivo justifica 41% das viagens demandadas, enquanto trabalho e estudo correspondem a 31% das viagens. Isso mostra que o *ridesourcing* é utilizado de maneira mais esporádica, para necessidades corriqueiras, porém não de frequência diária.

Em relação ao perfil do usuário, percebe-se que 41% das viagens são realizadas por homens e 59% por mulheres. Isso demonstra certa igualdade de acesso, porém com leve predominância feminina. O resultado converge para os resultados encontrados por Cassel et. al. (2018) em pesquisa realizada em Porto Alegre, com 53,2% para mulheres e 46,8% para homens. Já Rayle *et al*. (2016), em San Francisco, Califórnia encontrou predominância masculina no uso com 60% por homens; e Henao (2017), que em Denver, Colorado encontrou 52% para o sexo masculino e 48% para o sexo feminino.

Figura 10 - Demanda de ridesourcing por motivo de viagem



Fonte: Adaptado de Intituto Pelópidas Siveira (2018).

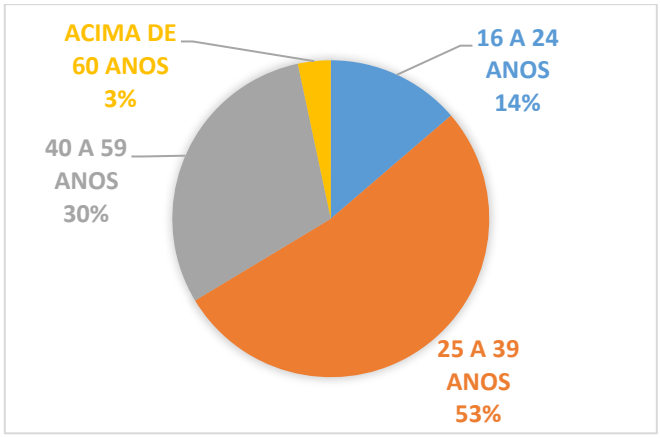
Esse resultado pode se explicado pela provável maior insegurança feminina no transporte público, onde está mais sujeita a assédio ou violência. Cassel *et al*. (2018) em Porto Alegre, encontraram que a segurança é o segundo fator mais importante na decisão da utilização de *ridesourcing*. Sendo assim, percebe-se que essa alternativa de transporte amplia a acessibilidade do gênero feminino, contribuindo para uma mobilidade mais justa e equânime.

A distribuição etária dos usuários pode ser verificada no gráfico abaixo. Percebe-se que a idade predominante é entre 25 a 39 anos com 53% das utilizações (Figura 11).

Os números convergem para os resultados encontrados em Porto Alegre por Cassel *et al*. (2018) que obtiveram 57,8 % para usuários entre 25 a 40 anos e apenas 5,7% para pessoas acima dos 60 anos. Porém, diferem em relação à faixa entre 40 a 59 anos, que no estudo das autoras foi de apenas 15,9%. Já em Santiago, Chile, Ticharine *et al*. (2019) encontraram 29% entre 18 a 29 anos, 20% entre 30 a 39 anos e 38% para usuários entre 40 a 60 anos, destacando-se a utilização de 12% entre os maiores de 60 anos.

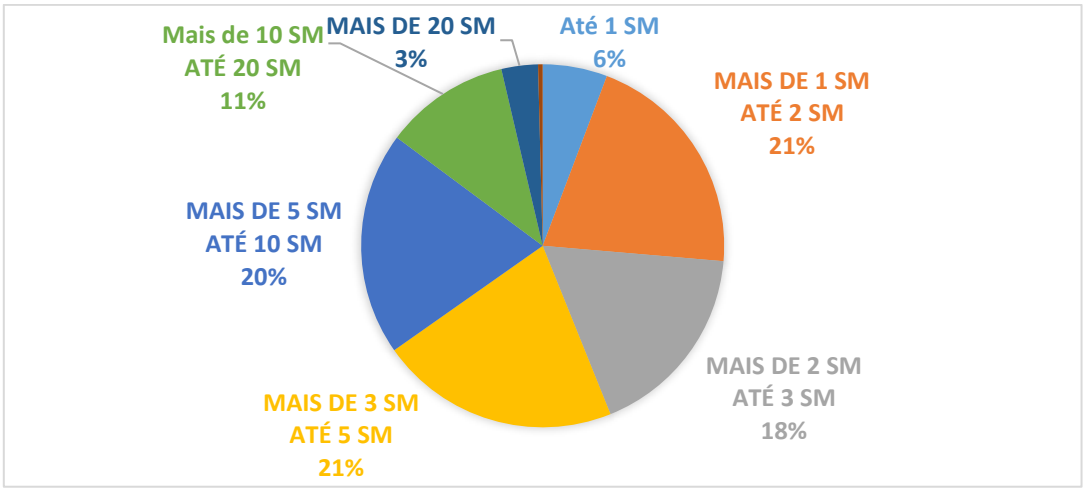
Em relação à faixa de renda dos usuários, buscou-se verificar esta questão sob várias perspectivas. Inicialmente, as faixas de renda são divididas entre: até 1 salário mínimo (SM); entre 1 e 2 SM; 2 A 3 SM; 3 A 5 SM; 5 A 10 SM; 10 A 20 SM; e mais de 20 SM (Figura 12).

Figura 11 - % da demanda de ridesourncig por faixa de idade



Fonte: Adaptado de Intituto Pelópidas Siveira (2018).

Figura 12 - % da demanda de ridesourcing por faixa de renda



Fonte: Adaptado de Intituto Pelópidas Siveira (2018).

De uma maneira geral, nas faixas de renda de 1 a 10 SM, as viagens estão distribuídas de maneira praticamente uniforme, entre 18 a 21%. Porém, pessoas com até um salário mínimo correspondem a apenas 6% das viagens realizadas e as viagens das camadas mais ricas da sociedade, com mais de 20 SM, correspondem a 3%.

Esse dado aponta para uma exclusão econômica (Church *et al*., 2000) do grupo com renda menor que 1 salário mínimo. Esta exclusão pode ocorrer principalmente em relação à capacidade de pagamento. Logo, nesse ponto o *ridesourcing* diverge em relação à mobilidade justa e equânime.

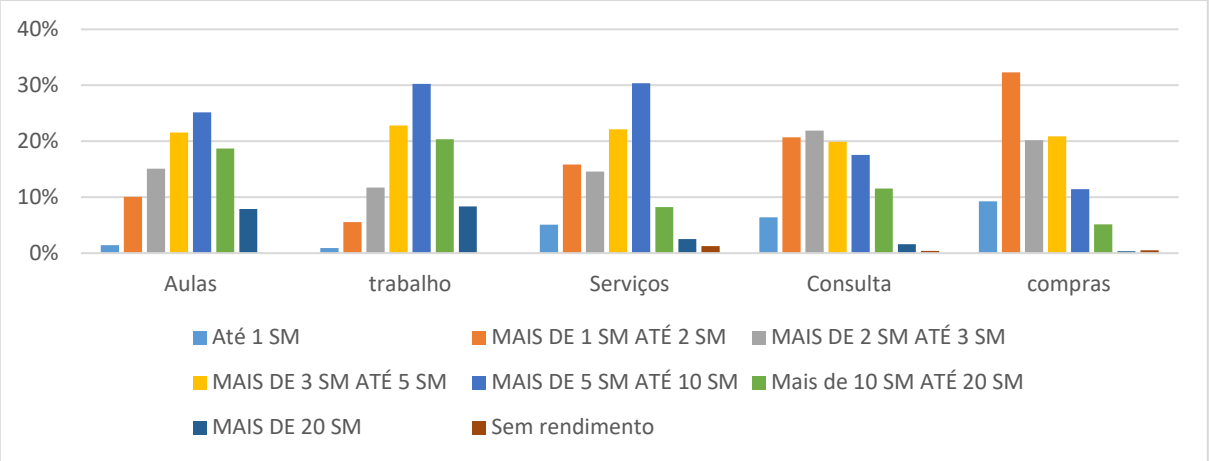
Quando se verifica a demanda por *ridesourcing* associando renda e motivo de viagem

(Figura 13) percebe-se que motivos trabalho, estudo e serviços predominam nas faixas de renda entre 3 a 10 SM. Já para o motivo compras, predominam usuários na faixa de renda de 1 a 2 salários mínimos. Percebe-se que para consultas médicas existe um equilíbrio entre os níveis de renda no intervalo de 1 a 10 SM.

Sendo assim, verifica-se a predominância de usuários da classe média em viagens de acesso ao desenvolvimento pessoal e educacional, trabalho e estudo. Esse fato pode acarretar em desigualdades de capacidades, em que aqueles mais abastados têm mais condições de acessar oportunidades de trabalho e estudo por *ridesourcing* do que os menos abastados, logo esses desfrutam de mais vantagens no desenvolvimento pessoal e ascensão social (SEN, 2000).

Além disso, dividiram-se os tipos de viagem em rotineiras (estudo e trabalho) e não rotineiras (acesso a serviços, saúde e compras), com a finalidade de verificar o comportamento de viagem do usuário de *ridesourcing* a partir de sua renda (Figura 14).

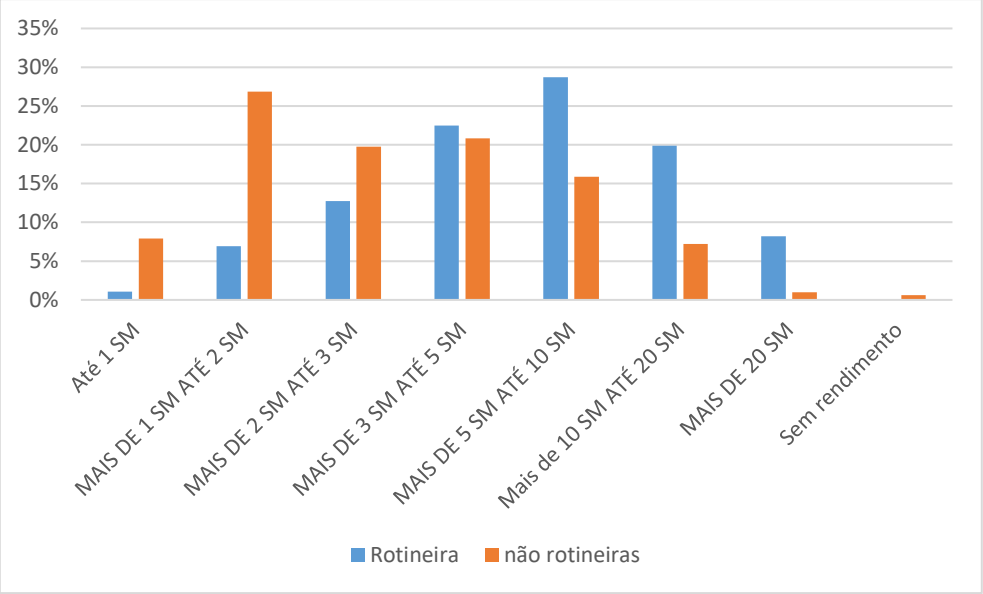
Figura 13 - % da demanda de por ridesourcing por motivo de viagem e faixa de renda



Fonte: Adaptado de Intituto Pelópidas Siveira (2018).

Para as classes com maior renda isso pode ocorrer porque esses indivíduos possuem veículo particular, porém preferem o *ridesourcing* como deslocamento diário por conveniência. Já para as classes com menor renda, a falta de acesso ao transporte individual é superada pela utilização do *ridesourcing*. Este grupo de renda apesar de não poder utilizar essa alternativa de transporte diariamente, devido a questões financeiras, opta por ela em situações menos frequentes e especiais. Como exemplos dessas situações, podem-se citar viagens a compras com produtos a transportar e viagens a consultas médicas e serviços não frequentes, com horários marcados e em pontos onde não se conhece bem a localização ou as alternativas de transporte público.

Figura 14 - % da demanda por ridesoucing classificadas em viagens rotineiras, não rotineiras por faixas de renda



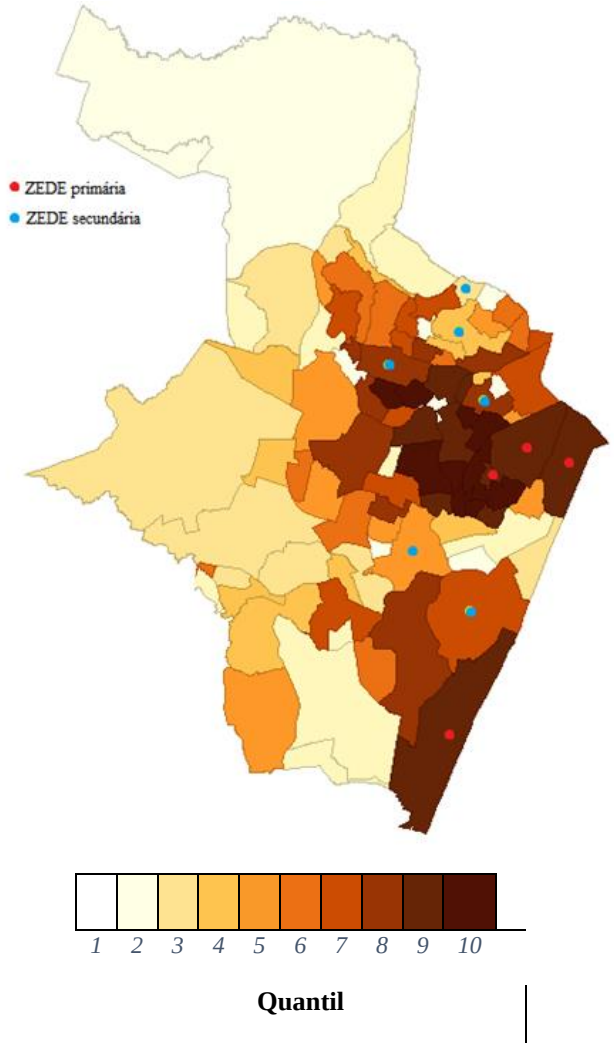
Fonte: Adaptado de Intituto Pelópidas Siveira (2018).

Nessa perspectiva, percebe-se que o *ridesourcing* contribui para a ampliação da acessibilidade dessas pessoas, dando acesso a um bem, de maneira temporária, que elas normalmente não poderiam possuir. Corroborando com a proposição do *National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine* (2016) de que o *ridesourcing* pode ampliar a acessibilidade de pessoas de baixa renda. Como consequência pode-se afirmar que nessas condições, essa alternativa de transporte pode ajudar a promover uma mobilidade mais justa e acessível.

Em relação à distribuição de viagens no espaço, plotou-se o mapa da cidade com a densidade de atratividade representada pela soma das viagens atraídas e geradas dividida pela área do respectivo bairro (Figura 15).

Dessa figura percebe-se que a maior concentração de viagens também está localizada próxima aos centros dinâmicos ou ZEDES. Observa-se também que as periferias carecem de demanda por essa alternativa de transporte. Logo, percebe-se que a utilização de *ridesourcing* não é distribuída geograficamente de maneira uniforme. Outra observação importante, é que as áreas de maior demanda estão localizadas nos mesmos bairros onde as bicicletas compartilhadas também estão disponíveis.

Figura 15- densidade de atratividade da demanda de bicicleta compartilhada localizada no espaço por bairro



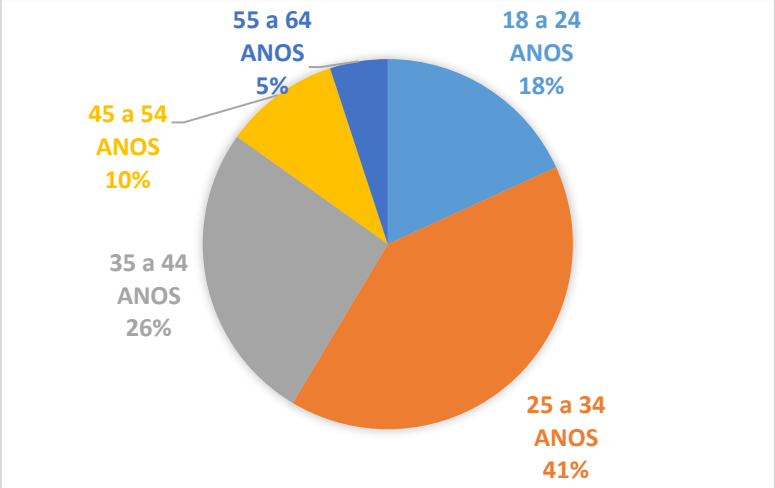
Fonte: Adaptado de Intituto Pelópidas Siveira (2018); Recife (2020).

6.1.3 Carro compartilhado

Em relação ao perfil de usuários do carro compartilhado, 91% são do sexo masculino e apenas 9% do sexo feminino. Verifica-se uma profunda desigualdade de uso ou talvez de preferência, mostrando que os homens dominam, também, a utilização deste modo de transporte. Esta taxa de utilização é muito diferente da constatada pelo DETRAN-CE, que observou que 30% dos condutores de carro particular no Ceará são do sexo feminino (TRIBUNA DO CEARÁ, 2016). Esse fato evidencia desigualdade de uso a esse modo de transporte.

As faixas etárias dos usuários podem ser observadas no gráfico da Figura 16.

Figura 16- % de demanda de carro compartilhado por faixa de idade



Fonte: : Adaptado de Fortaleza (2018).

Percebe-se a predominância da faixa etária de 25 a 34 anos, em segundo lugar está a faixa etária entre 35 e 44 anos, que juntas totalizam dois terços dos usuários. Percebe-se que usuários mais idosos não apresentam interesse em utilizar esse tipo de alternativa, já que na base de dados não há qualquer usuário com mais que 65 anos.

Esse resultado se mostra similar ao encontrado para o *ridesouring*, mostrando que nessa alternativa de transporte predomina o público jovem adulto. Isso pode acontecer devidos à facilidade com o uso da tecnologia e à independência financeira normalmente atingida nessa faixa etária.

Como síntese das diferenças por faixas etárias, percebe-se pouco acesso de idosos a alternativas de transportes compartilhados. Serviços de *ridesourcing são* utilizados por, apenas 3% de pessoas acima de 60 anos, e de carros compartilhados, não há usuários acima de 65 anos. Esse é um achado importante, já que essa faixa etária poderia se beneficiar de maneira mais substancial desses modos de transportes, uma vez que devido a possíveis limitações físicas, o transporte público pode ser considerado desconfortável e pouco acessível, tanto devido às suas características, como para o deslocamento de última milha. Sendo assim, percebe-se uma exclusão parcial dos idosos, auto imposta ou por dificuldades com as tecnologias intrínsecas a esses modos de transporte.

O tempo médio de utilização dos carros compartilhados por viagem é de 109 minutos, com uma média de 22,4 quilômetros percorridos. No entanto, mais de 50% das viagens têm duração menor que 60 minutos. E a maior frequência de distância percorrida é menor que 15 km.

Dessa forma, percebe-se então que os carros compartilhados são utilizados para atender viagens nas escalas da meso e macroacessibilidade.

É interessante comparar os custos de viagem entre o carro compartilhado e o ridesouring. Colocando uma viagem média de 10 km em 30 minutos, o custo de um *ridesourcing* pela empresa Uber em Fortaleza seria dada pela formula geral disponibilizada (Equação 15) (UBER, 2020):

$$\text{Preço do Uber}: \ \text{R\$2,50} + \text{R\$ 0,20 x tempo (min)} + \text{R\$ 1,20x distância(km)} \qquad (15)$$

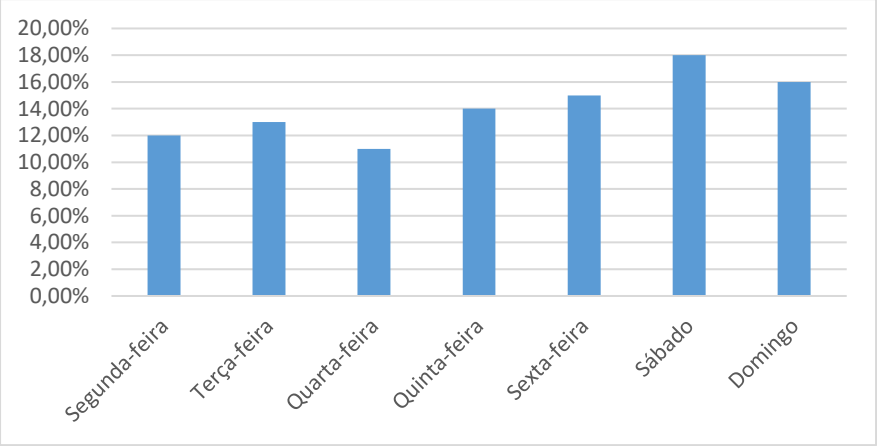
Logo, a viagem custaria cerca de R$ 20,50, no entanto, essa mesma viagem por carro compartilhado pela operadora VAMO custaria cerca de R$ 15,00. Considerando 60 minutos de utilização do carro compartilhado, seu custo seria de R$ 20,00. Sendo assim, percebe-se que para viagens acima de 30 minutos é mais vantajoso utilizar carro compartilhado e isso pode explicar a alta frequência de uso para viagens entre 30 a 60 minutos.

Em relação aos dias de maior utilização tem-se o gráfico de colunas (Figura 17). Percebe-se discretamente o maior uso nos finais de semana. Sobre a frequência do uso, percebe-se que a maioria utiliza os serviços de forma ocasional (Figura 18). Isso pode ser decorrente do tamanho do programa em estudo, que dispõe de apenas 12 estações e 20 veículos em operação, logo as possibilidades de deslocamentos são obviamente limitadas. Trata-se então, ainda de um programa em escala experimental.

Sobre a distribuição de viagens no espaço urbano de Fortaleza, verifica-se que o sistema atende a poucos bairros, que não estão conectados nem podem ser definidos como regiões, evidenciando o caráter experimental do programa. As maiores demandas situam-se em locais concentrados, não mostrando relação com os vizinhos (Figura 19).

Sendo assim, em resumo, percebe-se inicialmente, que os transportes compartilhados em relação ao perfil de viagem e de usuário indicam questões que convergem e divergem na direção de uma mobilidade sustentável. A bicicleta compartilhada contribui para uma mobilidade mais produtiva e inclusiva, devido às suas viagens estarem mais bem distribuídas ao longo do dia e sua contribuição relativa para atrair também as mulheres.

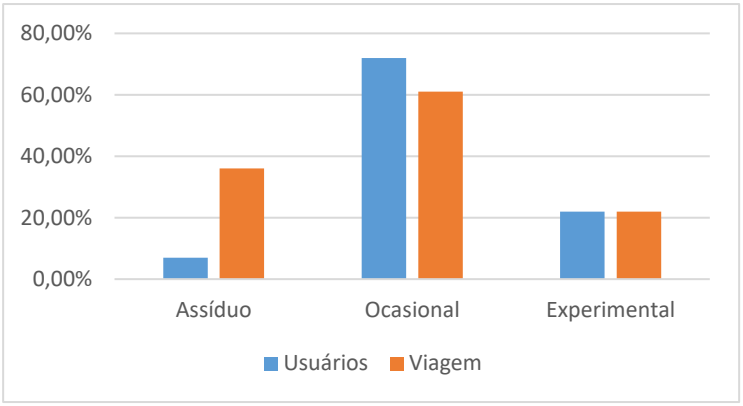
Figura 17- % de demanda de carro compartilhado por dia da semana



Fonte: Adaptado de Fortaleza (2018).

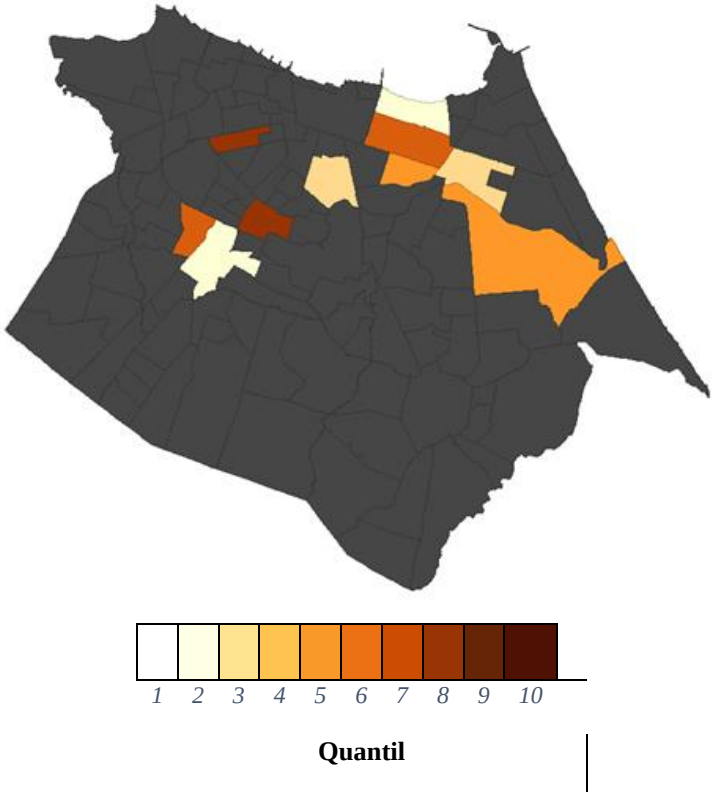
Já o *ridesourcing*, proporciona uma mobilidade mais justa, quando dá acesso, mesmo que temporariamente, aos mais pobres a um transporte particular para realizar viagens não recorrentes como compras e serviços. Por outro lado, diverge, quando se verifica que usuários com renda média abaixo de 1 SM tem apenas 6% de representação na demanda. E que, os mais idosos não utilizam este meio de transporte de maneira significativa, apesar de ser uma alternativa extremamente conveniente para essa faixa etária.

Figura 18 - *% de demanda de carro compartilhado por tipo de usuário e tipo de viagem*%



Fonte*:* Adaptado de Fortaleza (2018).

Figura 19- distribuição de viagens de carro compartilhado no espaço



Fonte: : Adaptado de Fortaleza (2018).

O carro compartilhado se mostra uma alternativa que se afasta da mobilidade justa e inclusiva, pois apenas 9% dos usuários são mulheres e nenhum maior de 65 anos utilizou o sistema no período estudado. Porém esse transporte é atraente nas escalas da meso e macroacessibilidade, por atender demandas individuais com custo mais acessível, quando comparado ao *ridesourcing*, convergindo para a mobilidade mais produtiva ao promover a competitividade dos modos e reduzir os custos de viagem para o usuário.

6.2 RELAÇÃO ENTRE OS TRANSPORTES COMPARTILHADOS E FATORES DE USO DO SOLO, INFRAESTRUTURA E ACESSIBILIDADE

Segue-se a análise agora com o foco na relação entre as variáveis de uso do solo, acessibilidade e infraestrutura com as variáveis de demanda dos transportes compartilhados em estudo. Sendo assim, nesta sessão serão apresentados os modelos de regressão propostos e se é necessário controlar seus efeitos espaciais. Será discutida a influência de cada variável significativa e sua relação com os conceitos da mobilidade sustentável. Além disso, serão

apresentados os diagnósticos locais através do Índice de Moran Bivariado, apenas para o *ridesourcing* e para a bicicleta compartilhada, já que a região de carro compartilhado estudada se apresenta em bairros desconectados.

6.2.1 Bicicleta compartilhada

Como descrito na metodologia, buscou-se o modelo que melhor se adequasse aos testes realizados, com variáveis significativas e de alto poder explicativo. Chega-se ao modelo descrito na Tabela 3.

Tabela 3 - Resultados do modelo de regressão linear para a bicicleta compartilhada

Modelo	*Unstandardized Coefficients*		*Standardized Coefficients*	t	Sig.
	B	*Std. Error*	Beta		
(Constante)	7,067	,557		12,686	,000
Número de Estacões	,467	,061	,824	7,714	,000
Metro 0/1	-,743	,309	-,230	-2,403	,026
Entropia Serviços, comércio e residências	1,430	,820	,187	1,744	,096
Ln (Densidade de empresas formais)	-,320	,148	-,246	-2,167	,042
Número de linhas	,011	,004	,321	2,494	,022

Fonte: O Autor (2020).

O restante das variáveis estudadas não se mostrou significativa. O modelo é Heterocedástico, já que o teste de Koenker- Bassett não se mostra significativo. Os resíduos do modelo têm distribuição normal, demonstrado pelos testes de Kolomogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk. Todas as variáveis são independentes e apresentaram o valor VIF menor que 3. O poder de explicação do modelo é de 84,9%, resultado dado pelo R^2. Os testes e diagrama obtidos podem ser consultados no Apêndice B.

Em que B é o coeficiente beta da variável. *Std Error* é o desvio padrão da variável. Beta é o beta normatizado, importante para medir a influência relativa de cada variável no modelo. t é o valor do teste T da variável. E Sig. é o nível de significância estatística da variável.

Sendo assim, o modelo pode ser descrito pela seguinte equação (Equação 16):

$$\text{Ln } (D\ Bicicleta\ compartilhada) = 7{,}067 - 0{,}320 \text{ x ln (Densidade de empresas formais)} - 0{,}011 \text{ x ln(Número de linhas)} - 0{,}743 \text{ x Metro} + 1{,}430 \text{ x Entropia Serv. Com. Res.} + 0{,}467 \text{ x (Número de Estações)} \quad (16)$$

Com o modelo, verificou-se se seria necessário controlar os efeitos espaciais aplicando-se aos resíduos normatizados, o Índice de Moran. Verificou-se que o Índice obtido não foi significativo, logo o modelo formulado é o melhor para explicar esta relação, não sendo necessário controlar seus efeitos espaciais.

6.2.1.1 Influência das variáveis de uso do solo e acessibilidade na demanda por bicicleta compartilhada

Pode-se interpretar através da Equação 16 que a densidade de empresas formais exerce influência negativa na demanda por bicicleta compartilhada. Também se percebe que essa variável é a terceira com maior influência no modelo quando se analisa pelo Beta normatizado, que tem valor de -0,246. Com todas as demais variáveis inalteradas, o aumento de 1% na densidade de emprego diminui em 0,32% a demanda por bicicleta compartilhada.

Este resultado contraria grande parte dos estudos revisados. Frishman (2016), Buck e Buehler (2012), Gonzalez *et al*.(2015), Noland *et al*.(2016) e Sun e Chen (2017) encontraram relação positiva entre a demanda por bicicleta compartilhada e a densidade de empregos em uma área.

É importante salientar que as estações de bicicletas compartilhadas no Recife estão presentes apenas em alguns bairros da cidade. E será visto na sessão 6.3, através dos *clusters* formados a partir da variável densidade de empresas, as estações de bicicleta compartilhada localizam-se em dois *clusters* com maior densidade média de empregos da cidade, exceto as estações localizadas no campus da UFPE. Logo, é importante pontuar que as estações já estão localizadas em pontos de maior densidade de empresas formais da cidade, assim na interpretação desse índice deve ser levada em consideração essa condição. A densidade de empresas formais tem relação negativa com a demanda de bicicleta compartilhada, em zonas de alto nível de empresas na cidade.

Ademais, os dados do número de empresas por bairro levantados são de empresas formais devidamente registradas, assim, não leva em consideração atividades informais. Na realidade

brasileira, a informalidade apresenta boa parcela da economia, e ocupa grande parte das pessoas de baixa renda. Assim, a maior proporção de empregos formais nessa realidade pode significar maior uso de automóveis, devido a esses trabalhadores terem mais renda, e transporte público, por conta do vale transporte oferecido pelas empresas como benefício. Logo, a correlação negativa pode indicar que parte dos usuários de bicicleta compartilhada podem ser estudantes ou exercerem atividades informais, sendo necessária uma pesquisa mais focada para confirmar a esta hipótese.

Um diagnóstico local com o Índice de Moran foi aplicado entre a demanda por bicicleta compartilhada e o valor da variável densidade de empregos nos bairros vizinhos, considerando apenas a área em estudo (Figura 20). A região em vermelho indica a relação Alta-Alta, em que o bairro tem alta demanda de bicicleta compartilhada e seus vizinhos alta densidade média de empresas formais. A região em azul indica a relação Baixa-Baixa, em que o bairro tem baixa demanda por bicicleta compartilhada e seus vizinhos, baixa densidade média de empresas formais. Já região em a rosa indica a relação Alta-Baixa, em que a região tem alta demanda por bicicleta compartilhada e baixa densidade média de empresas formais. Os bairros em cinza, não apresentaram correlação significativa.

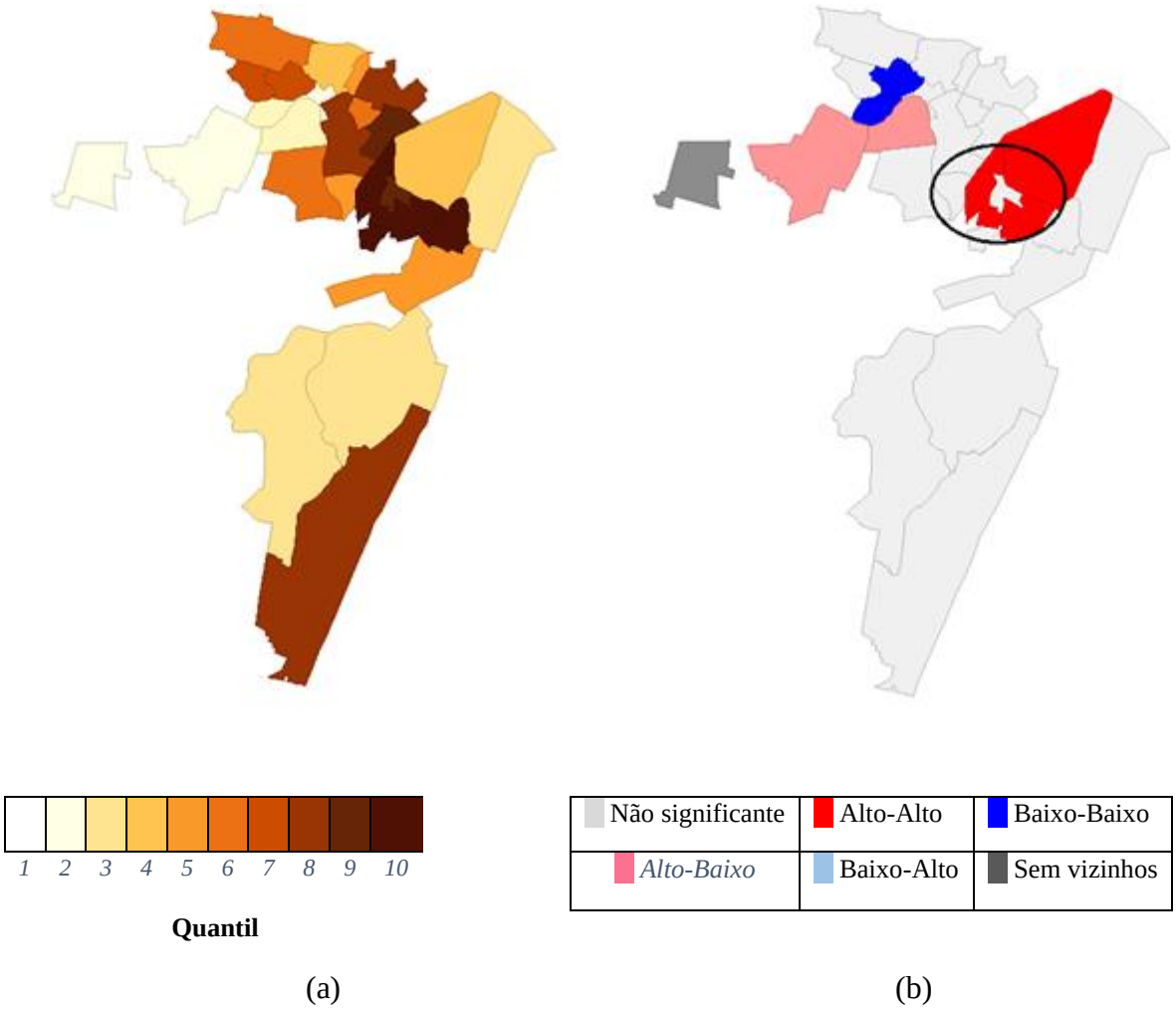
Ao analisar o mapa indicado no Índice de Moran Bivariado com o mapa da densidade de empresas formais por bairro, percebe-se que o bairro da Boa Vista (circulado) se destaca, já que tanto o próprio bairro como seus vizinhos apresentam alta densidade de empregos, e a atratividade neste local também é alta, diferente do que sugere o modelo. Esse resultado corrobora com o que foi levantado em relação aos usuários da bicicleta compartilhada de serem, em parte, trabalhadores informais e estudantes, uma vez que esse bairro se apresenta com um dos principais centros de trabalho informal da cidade (ARAUJO, 2012) e contém grande número de faculdades e escolas.

Também é significativa a relação entre a alta demanda por bicicleta compartilhada e a baixa densidade de empregos nos vizinhos nos bairros em rosa, corroborando o que foi encontrado no modelo.

Outra variável significativa de uso do solo é a entropia, que considera uma combinação de serviços, comércio e residências. Esta variável resulta em um B = 1,43, e um beta normalizado de 0,187, que indicam baixa influência no modelo. A correlação entre as variáveis é positiva, indicando que quanto mais diverso o uso do solo, maior a demanda por bicicleta compartilhada.

Esse resultado corrobora o estudo realizado por Zhang *et al*. (2017), que também encontram uma correlação positiva.

Figura 20 - a) disposição da densidade de empregos no espaço b) Aplicação do Índice de Moran Bivariado para de atratividade de bicicleta compartilhada (Z) e Densidade de Empregos (Z')



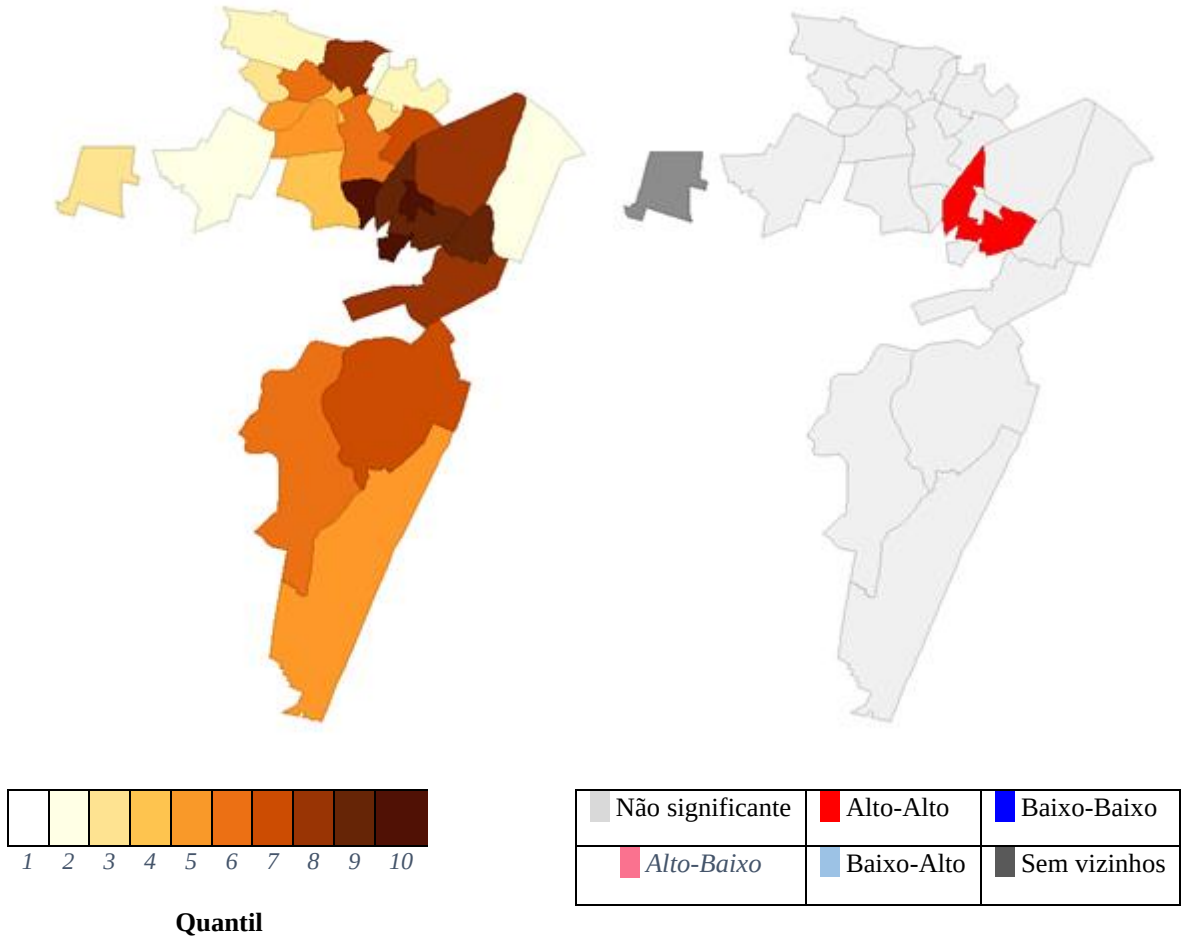
(a) (b)

Fontes: a) IBGE (2010); b) IBGE (2010); Instituto Pelópidas Silveira (2018). Adaptados pelo autor.

Aplicando o Índice de Moran Bivariado local (Figura 21), percebe-se que mais uma vez o Bairro da Boa Vista ganha destaque, com correlação alta-alta (em vermelho), em que tanto os vizinhos como o próprio bairro têm alta intensidade de uso misto do solo, seguindo o que está proposto no modelo.

A relação entre as duas variáveis de uso de solo, densidade de empresas formais e entropia, e a demanda por bicicleta compartilhada pode ser interpretada de maneira conjunta. Com os Betas encontrados fica claro que o papel da bicicleta compartilhada colabora com a mobilidade urbana na escala da microacessibilidade. Uma vez que, verificou-se uma relação negativa com a densidade de empresas formais, porém positiva com o uso misto do solo.

Figura 21- Disposição da Entropia, serviços, comercio e residências no espaço b) Aplicação do Índice de Moran Bivariado para de atratividade de bicicleta compartilhada (Z) e Densidade de Entropia, serviços, comercio e residências (Z')



(a) (b)

Fontes: a) IBGE (2010); b) IBGE (2010); Instituto Pelópidas Silveira (2018). Adaptados pelo autor.

Isso significa que apenas a disponibilidade de oportunidades formais não é fator suficiente para atrair viagens de bicicleta compartilhada, mas que quanto mais equilibrada a distribuição

entre comércio, serviços e residências, maior a demanda por bicicleta compartilhada. Assim, para essa alternativa de transporte, a mobilidade não se caracteriza por deslocamentos longos entre zonas residenciais e comerciais, mas sim por pequenos deslocamentos no interior de zonas mistas.

Esta característica converge para os conceitos da mobilidade sustentável, uma vez que fomenta os deslocamentos na escala da microacessibilidade e pode contribuir para transformações no uso do solo, tornando-o mais diversificado.

Além disso, corrobora com a proposição de Banister (2008) de que para atingir a mobilidade sustentável devem-se reduzir distâncias de viagem e substituir o automóvel particular por transportes ativos. Ao ocorrer relação positiva entre a propoção de uso misto do solo e a demanda de bicicleta compartilhada, pode-se inferir que parte dessas viagens poderiam ter sido realizadas por automóvel particular ou transporte público, e que esses não seriam absolutamente necessários para o deslocamento, aliviando a sobrecarga da infraestrutura e colaborando para uma mobilidade mais produtiva.

É importante pontuar que a o bairro da Boa Vista teve destaque em ambos os diagnósticos locais com o Índice de Moran Bivariado, e que apesar do alto índice de empresas formais do bairro e dos seus vizinhos, a atratividade da bicicleta compartilhada também se mostrou alta na região, contrariando a correlação negativa revelada no modelo. Porém, a mesma região teve relação Alta-Alta com o índice de entropia do solo. Isso pode indicar que a diversidade do uso do solo é fator determinante na atratividade da região para o uso da bicicleta compartilhada.

Este resultado também converge para uma mobilidade mais sustentável, uma vez que o uso misto parece ser um importante fator para atrair e consolidar usuários de bicicletas compartilhadas. Sendo assim deve-se estimular essa alternativa como política urbana para promover um transporte mais sustentável.

6.2.1.2 Influência da disponibilidade de infraestruturas de transporte na demanda por bicicleta compartilhada

Para estudar as relações entre o uso da bicicleta compartilhada e as infraestruturas buscou-se verificar sua relação com a rede viária, infraestrutura de transporte público, e com a própria infraestrutura para bicicletas. As variáveis significativas neste sentido foram número de estações no bairro, número de linhas de ônibus no bairro e se o bairro dispõe de metrô ou não.

O número de estações destacou-se como fator preponderante para explicar a demanda por bicicleta compartilhada. O parâmetro beta normatizado de 0,824 demonstra sua grande influência no modelo. O fato de B igual a 0,467 apresentar sinal positivo, mostra a relação positiva entre o número de estações e a demanda por bicicleta compartilhada.

Esse resultado corrobora com os resultados de alguns autores que encontraram correlação positiva entre o número de estações e a demanda por bicicleta compartilhada (GAUTHIER *et al*., 2013; CHARDON *et al*, 2017). Argumenta-se que a proximidade entre estações e um maior número de estações aumentam a demanda devido ao efeito de conexão. Isso se deve ao fato de que se na estação que o usuário desejar devolver a bicicleta estiver totalmente ocupada, outra estação próxima pode ser uma alternativa conveniente. Outra explicação é que quanto maior a quantidade de estações maior a possibilidade de destinos (CHARDON *et al*, 2017).

Como se pode perceber, as viagens por bicicleta compartilhada apresentam características de suporte à microacessibilidade, nelas as viagens intrabairros e interbairros desempenham um papel mais relevante nos deslocamentos. Nesse contexto, bairros com mais estações, assim como seus vizinhos, oferecem maiores possibilidades de destinos e diminuem a distância entre a estação de devolução e o destino da viagem (última milha).

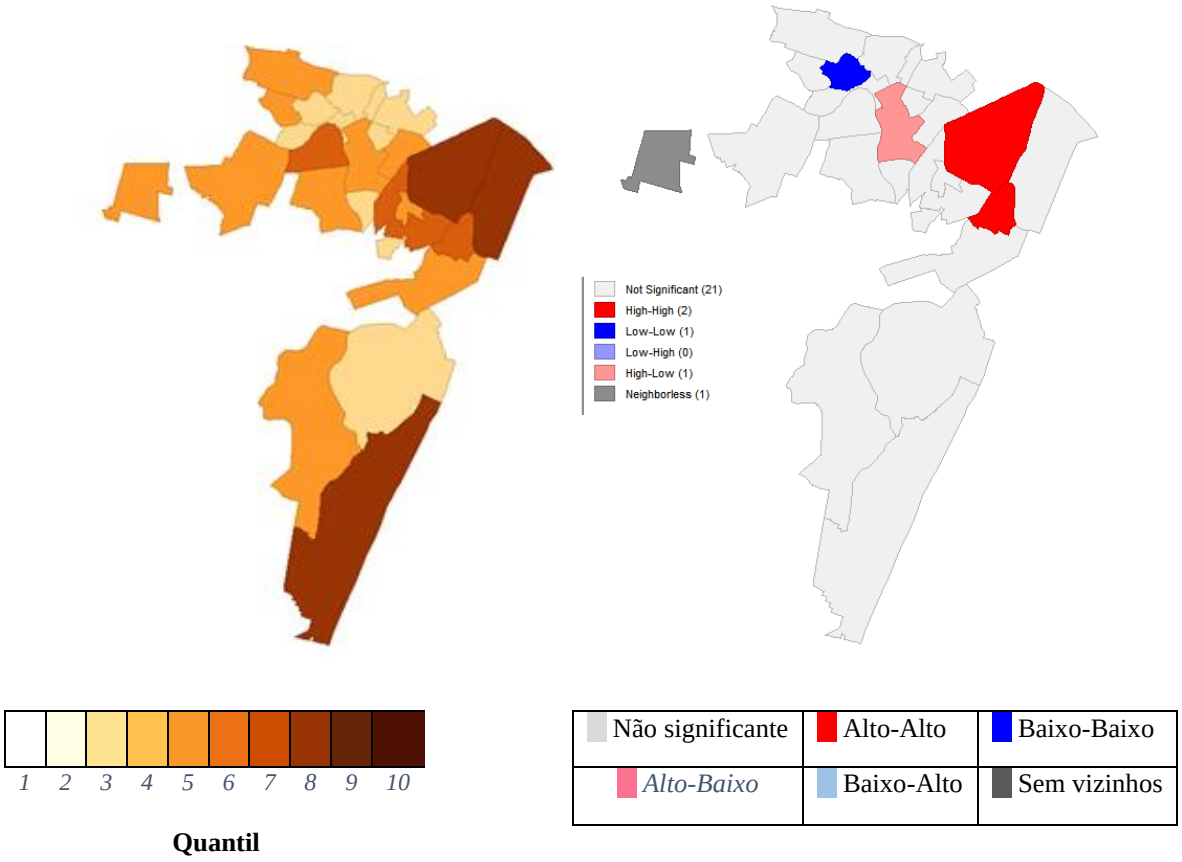
Aplicando o Índice de Moran Bivariado (Figura 22), percebem-se que os bairros de Santo Amaro e Santo Antônio (em vermelho) apresentam uma relação Alto-Alto entre a demanda por bicicleta compartilhada e o número médio de estações nos bairros vizinhos. Além disso, pelo alto número de estações nesses bairros demostra-se que essa região apresenta alta conectividade, sendo também a de maior demanda do sistema.

Na mesma lógica, encontra-se o bairro de Parnamirim (azul) que apresenta uma relação Baixo-Baixo revelando que tanto seus vizinhos, quando o próprio bairro dispõe de poucas estações. Nesse contexto apresentam as menores demandas do sistema.

Também é interessante verificar o bairro das Graças (rosa), que apresenta relação Alto-Baixo, revelando que possui alta demanda por bicicleta compartilhada e baixo número de estações em seus vizinhos, percebe-se também que o bairro possui poucas estações, contrariando o modelo encontrado. Porém, é interessante verificar que esse bairro apresenta a maior conectividade na região estudada, sendo interligado por 10 bairros vizinhos. Assim, apesar de a média de estações nesses bairros ser baixa, esses, em conjunto, constituem um grande número de possibilidade de destinos. Logo, percebe-se que as Graças, apesar do baixo número de estações,

têm alta conectividade do sistema de bicicleta compartilhada, por isso destoa do modelo formulado.

Figura 22- Distribuição de Estações no espaço b) Aplicação do Índice de Moran Bivariado para de atratividade de bicicleta compartilhada (Z) e Densidade de Distribuição de Estações (Z')



(a) (b)

Fontes: a) Serttel (2018); b) IBGE (2010); Instituto Pelópidas Silveira (2018). Adaptados pelo autor.

Sendo assim, a variável número de estações pode ser considerada uma *proxy* para expressar a conectividade das estações. Essa relação é importante, pois leva à conclusão de que quanto mais capilaridade tiver o sistema, maior a conectividade e maior a atratividade por esse tipo de alternativa de mobilidade. Isso é particularmente interessante para os formuladores de política de mobilidade, que podem esimular o aumento da demanda por bicicleta, aumentando a oferta de estações no bairro e em seus vizinhos, tornando a mobilidade na região mais sustentável, com maior acessibilidade na escala micro, e possivelmente contribuindo para diminuir o uso do carro.

Já em relação à oferta de transporte público, encontrou-se a variável número de linhas de ônibus no bairro como significativa. Essa tem alta influência sobre o modelo, com beta normatizado de 0,321. Já o B tem valor de 0,011, destacando-se seu sinal positivo, ou seja, quanto maior o número de linhas no bairro, maior a demanda por bicicleta compartilhada.

A correlação positiva entre essas duas variáveis deve ser interpretada de maneira cuidadosa, uma vez que dependendo do tipo de viagem, pode indicar concorrência entre a bicicleta compartilhada e o transporte público ou complementariedade dos sistemas. Uma vez que, a correlação positiva indica que apesar de ocorrer a disponibilidade de transporte público, o número de viagens pelo modo compartilhado também é alto. Porém, esta correlação positiva também pode ser interpretada como complementar, com a função de transportar o usuário da origem até o ponto de acesso ao transporte público mais próximo ou do ponto de desembarque do transporte público até o destino. Assim, a intepretação depende do contexto social e urbano da região e do tipo de viagem que o modo compartilhado disponibiliza.

Tendo em vista que viagens de bicicleta compartilhada têm características de curta duração e de microacessibilidade, pode-se inferir que essa alternativa de transporte é complementar. Essa interpretação se alinha com as conclusões de Portugal (2017) de que viagens de microacessibilidade ocorrem em sua maioria a pé ou de bicicleta para deslocamentos curtos, dentro do próprio bairro, ou para bairros vizinhos.

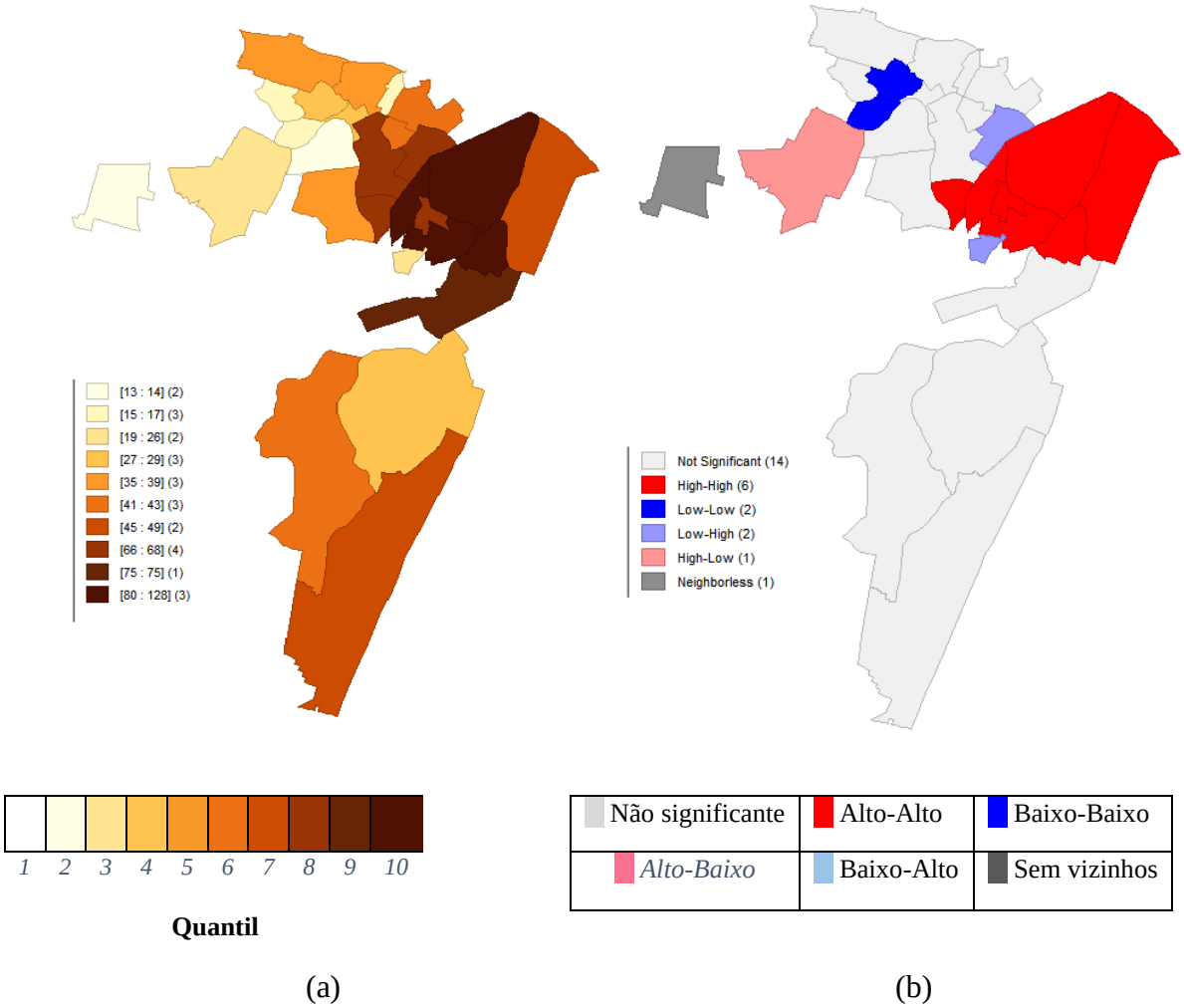
Esse caráter complementar indica que a bicicleta compartilhada pode ser utilizada para alimentar a rede de transporte público, fomentando-o e aumentando sua acessibilidade. Além disso, estimula a intermodalidade. Este resultado corrobora os estudos de outros autores que chegaram à conclusão que a bicicleta compartilhada pode assumir esta característica nos sistemas de transportes (ZHANG E ZHANG, 2018; CAMPBELL E BRAKEWOOD, 2017; SABERI *ET AL*., 2018).

Adicionalmente, essa característica pode se diferenciar do uso da bicicleta particular, uma vez que, nessa pode existir a preocupação do usuário em deixar sua bicicleta na rua, sujeita a roubo e depredação, enquanto que na bicicleta compartilhada não há esse problema.

Aplicando o Índice de Moran Bivariado (Figura 23), percebe-se que a região central, Boa Vista, Soledade, Bairro do Recife e Santo Antônio (vermelho) apresentam uma relação Alta-Alta, entre a demanda de bicicleta compartilhada e o número de linhas nos próprios bairros e nos bairros vizinhos, classifica-se assim, como uma área de alta conectividade. E os bairros Santana e

Parnamirim (azul escuro), tem relação Baixo-Baixo. Ambos os resultados corroboram com o modelo formulado.

Figura 23- Distribuição de Linhas de ônibus no espaço b) Aplicação do Índice de Moran Bivariado para a atratividade de bicicleta compartilhada (Z) e Densidade de Distribuição de Linhas de ônibus (Z')



Fontes: a) Urbana (2017); b) IBGE (2010); Instituto Pelópidas Silveira (2018). Adaptados pelo autor.

No entanto, Ilha do Leite e Espinheiro, apresentam relação Baixo-Alto, indicando que apesar do grande número médio de linhas nos bairros vizinhos, a demanda por bicicleta compartilhada é baixa. Percebe-se também que apenas o bairro da Ilha do Leite tem baixo número de linhas no próprio bairro, porém este se apresenta com área muito reduzida, enquanto que o Espinheiro tem alto número de linhas no próprio bairro. É preciso também interpretar que

em muitas áreas a grande oferta de linhas de ônibus decorre da concentração de itinerários, não necessariamente se alinham perfeitamente às demandas locais.

Para especular sobre os motivos dessa ocorrência, deve-se perceber que para ocorrer a viagem de última milha entre transporte público e a origem ou o destino, existem dois fatores principais. Primeiro, deve existir uma estação próxima ao ponto de ônibus da linha desejada. Segundo, próximo à origem/destino deve existir uma estação de bicicleta compartilhada disponível, pois só através delas é possível acessar o sistema. Sendo assim, deve-se adicionar à análise, a relação entre estações e número de linhas nos bairros, e perceber que quanto maior o número de estações, mais viagens de última milha podem ser atraídas.

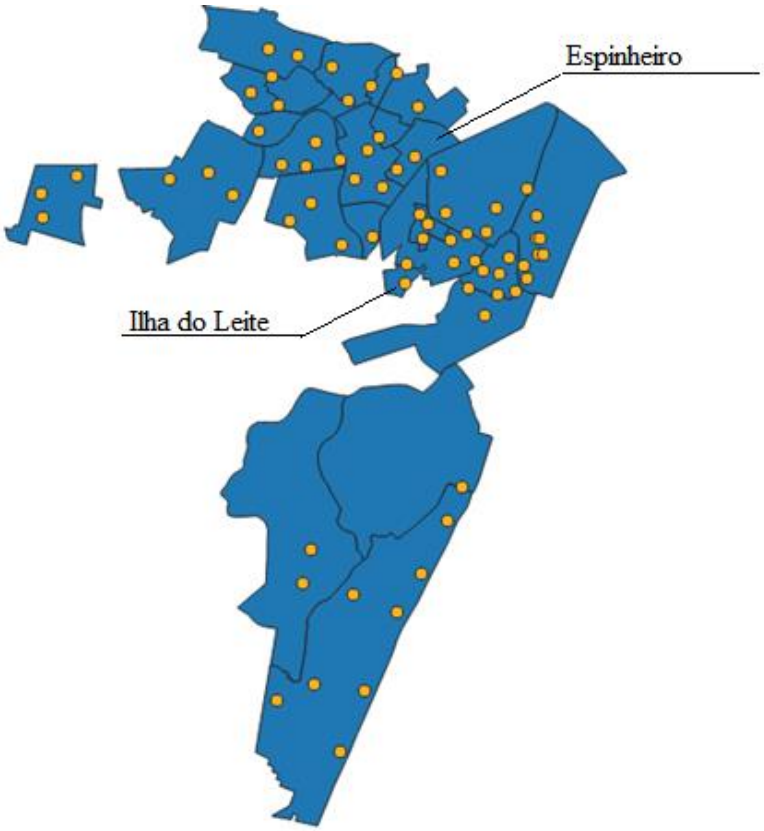
Investigando-se o número de estações de ambos os bairros e seus vizinhos (Figura 24), percebe-se que o Espinheiro possui apenas duas estações no bairro, porém com 15 estações nos bairros vizinhos, enquanto que a Ilha do Leite possui apenas uma estação tendo apenas a Boa Vista como vizinho que tem apenas quatro estações.

Logo, percebe-se que apesar de esses bairros estarem bem irrigados de linhas de ônibus, o número de estações não permite que ocorra grande magnitude de viagens de última milha, dessa maneira atraem menos viagens, logo esses podem ser os motivos pelos quais os resultados nos bairros destoam do modelo encontrado.

Sendo assim, percebe-se que a bicicleta compartilhada contribui positivamente para a mobilidade sustentável ao servir como transporte de última milha para o sistema de ônibus, complementando-o e consequentemente aumentando a sua eficiência, capilaridade e acessibilidade, já que proporciona uma viagem similar à porta-porta. Porém é importante salientar que para que isso aconteça, também é necessária a ampliação do número de estações adensando a rede ao longo do espaço urbano.

Ainda sobre transporte público, foi testado se o atendimento direto do metrô no bairro tem influência sobre a demanda por bicicleta compartilhada ou não. Como resultado, o modelo mostra que a disponibilidade do metrô tem correlação negativa com a demanda por bicicleta compartilhada. O valor de B foi de -0,743, e o beta normatizado foi de -0,230, sendo a penúltima variável menos influente. Essa relação negativa propõe que o sistema de metrô não atrai usuários de bicicleta compartilhada, sendo assim, a bicicleta compartilhada com os dados locais, não complementa esse sistema. É importante salientar que tampouco concorre devido às características de viagem de ambos os modos.

Figura 24- Disposição de estações no espaço



Fonte: Adaptado de Serttel (2018).

Nesse aspecto, esse resultado contraria grande parte dos estudos revisados, como os de Noland *et al*. (2016) em Nova York; Ma *et al*.(2015) em Washington; Lansell (2011) em Montreal; e González *et al*. (2015) em Santiago, que verificaram que a bicicleta compartilhada funciona como alimentadora do sistema de metrô.

Justifica-se o resultado encontrado devido às características do sistema de metrô do Recife e às características urbanas no entorno das estações. No sistema de metrô da cidade, cerca de 65% dos passageiros que circularam no ano de 2016 são integrados (CBTU 2018), em que a viagem se inicia no ônibus e se integra ao metro, assim grande parte do acesso ao sistema não ocorre por meio das estações de metrô.

Além disso, segundo Oliveira e Maia (2009), os entornos das estações do Metrô do Recife são caracterizados por habitantes de baixa renda, comércio local de baixa escala, baixo IDH em relação à média da cidade, baixo nível de infraestrutura sanitária, ocupações irregulares e baixa

qualidade do espaço urbano, ou seja, as áreas de entorno das estações normalmente não se mostram boas atratoras de viagens. Logo, no caso estudado, a existência de metrô no bairro não contribui para a demanda por bicicleta compartilha. Esse fato contraria os conceitos de mobilidade sustentável, uma vez que, a improdutividade dessas estações de bicicleta compartilhada onera o sistema e não cumpre com seus objetivos.

Ademais, percebe-se que em todo o sistema, inclusive em outras cidades da região metropolitana, as estações de bicicletas integradas ao Metrô estão significativamente abaixo da demanda média de todas as estações. Por essa razão, alguma política é necessária para estimular a utilização integrada de bicicletas compartilhadas e o sistema metroferroviário, como em diversas partes do mundo.

6.2.2 Ridesourcing

Em relação ao *ridesourcing*, buscou-se utilizar a densidade de atratividade (origens + destinos) / área do bairro, já que as viagens estão distribuídas no espaço de maneira igualitária em toda a área. Além disso, devido a alguns bairros serem muito pequenos e se apresentarem como *outlier* no gráfico de dispersão em grande parte das variáveis, agregou-se o bairro ao vizinho com características de uso do solo e socioeconômicas similares.

Reproduzindo esta adaptação no espaço, tem-se o mapa da densidade de demanda por *ridesourcing* (Figura 25) no Recife.

No modelo resultante, o B é o coeficiente beta da variável. Std Error é o desvio padrão da variável. Beta é o beta normatizado, importante para medir a influência relativa de cada variável no modelo. t é o valor do teste T da variável. E Sig é o nível de significância estatística de cada variável.

O restante das variáveis testadas não se mostrou significativo. O modelo é heterocedástico, já que o teste de Koenker- Bassett não resultou significativo. Os resíduos do modelo apresentam distribuição normal, demonstrado pelos testes de Kolomogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk. Na verificação da multicolinearidade, todas as variáveis são independentes e apresentaram o valor VIF menor que 3. O poder de explicação do modelo é de 77,8%, resultado dado pelo R^2. Os testes e o diagrama obtidos podem ser consultados no Apêndice C.

Sendo assim, chegou-se no seguinte modelo (Tabela 4):

Tabela 4- Resultado do modelo de regressão linear para a demanda de *ridesourcing*

Modelo		*Unstandardized Coefficients*		*Standardized Coefficients*	T	Sig.
		B	*Std. Error*	Beta		
1	(Constante)	5,678	,772		7,358	,000
	Ln (Densidade de empresas formais)	,271	,085	,309	3,201	,002
	Ln (Tempo de ônibus para uma ZEDE principal)	-,176	,065	-,183	-2,698	,009
	Ln (Densidade populacional)	,209	,081	,184	2,566	,012
	Acessibilidade Integrada por carro	-,175	,034	-,321	-5,221	,000
	Entropia Comércio e Residência	,487	,277	,122	1,760	,083
	Presença de estação de bicicleta compartilhada 0/1 (*dummy*)	,630	,225	,244	2,798	,007
	Ln (Densidade de oferta de ônibus)	,165	,081	,155	2,034	,046

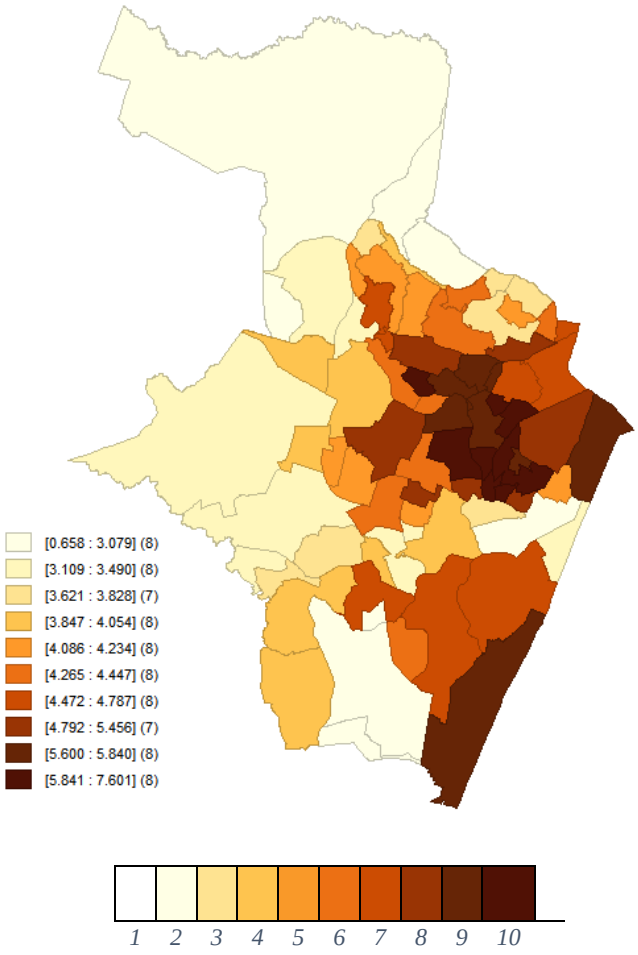
Fonte: O Autor (2020).

Sendo assim, o modelo pode ser descrito pela seguinte equação (Equação 17):

$$\text{Ln}\ (Densidade\ Ridesourcing) = 5{,}678 + -0{,}176 \text{ x ln (Tempo de ônibus para um centro principal)} + 0{,}209 \text{ x ln(Densidade populacional)} + 0{,}487 \text{ x Entropia comercia e residencial} + 0{,}271 \text{ x ln (Densidade de emprego).} + 0{,}165 \text{ x ln (Densidade de oferta de ônibus)} - 0{,}175 \text{ Acessibilidade Integrada por carro} + 0{,}63 \text{ x Presença de estação de bicicleta compartilhada} \quad (17)$$

Com o modelo, verificou-se se é necessário controlar os efeitos espaciais aplicando o Índice de Moran aos resíduos normatizados. Neste caso, verificou-se que o Índice não foi significativo, logo o modelo encontrado é o melhor para explicar esta relação, não sendo necessário controlar os efeitos espaciais.

Figura 25- Disposição da demanda de ridesourcing na cidade do Recife em bairros adaptados



Fonte: : Adaptado de Intituto Pelópidas Silveira (2018).

6.2.2.1 Influência das variáveis de uso do solo e da bicicleta compartilhada na demanda por *ridesourcing*

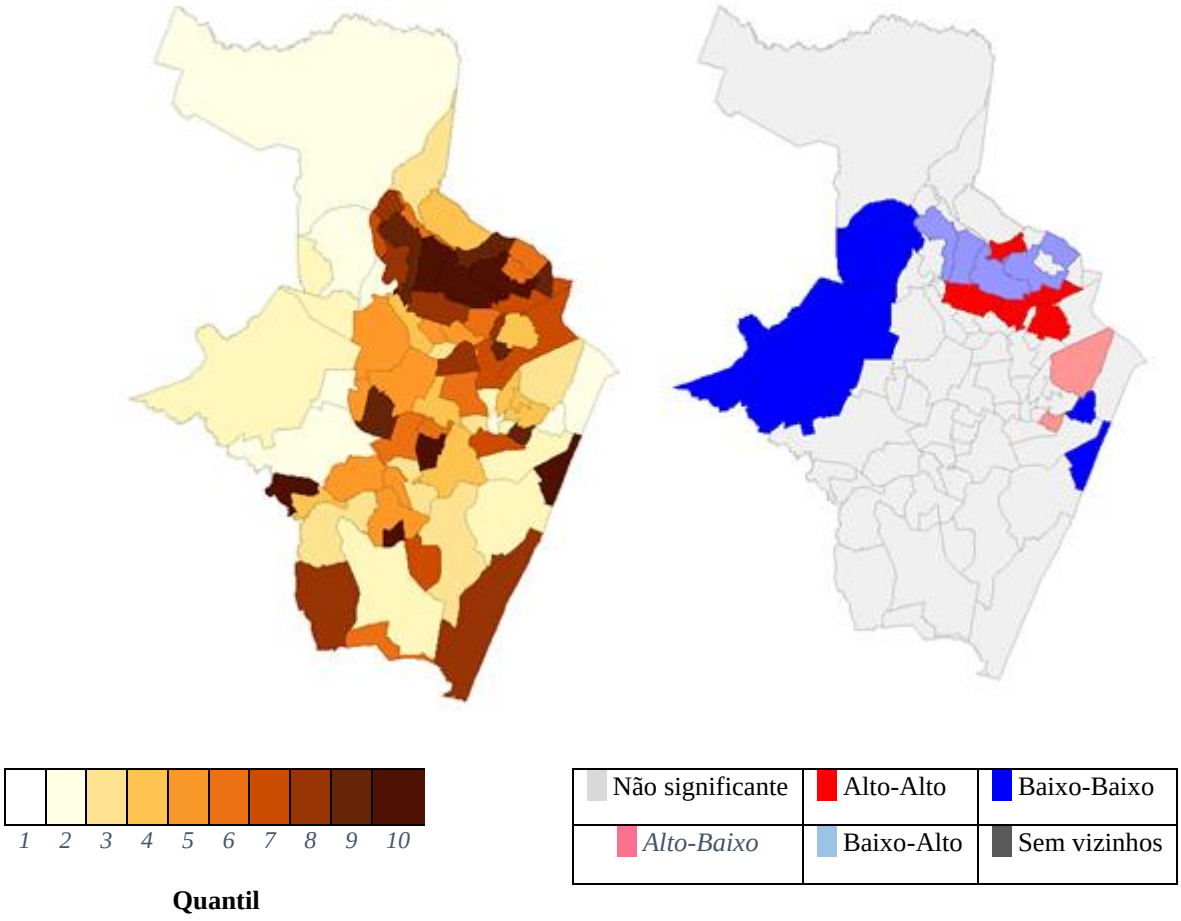
As variáveis de uso do solo e socioeconômicas significativas foram a Densidade Populacional, Densidade de Empregos e Entropia levando em consideração o uso residencial e comercial apenas.

Sobre a densidade populacional, encontrou-se um B no valor de 0,209, beta normatizado de 0,184, sendo a quarta variável mais influente do modelo proposto. Já o sinal positivo demostra uma correlação positiva entre as variáveis. Esse resultado corrobora com os resultados encontrados com Yu e Peng (2019) e Sabouri, *et al*. (2020), que também encontraram correlações positivas.

A correlação encontrada parece intuitiva, uma vez que quanto mais residentes nos bairros, maior a demanda por *ridesourcing*, mantidas as outras variáveis inalteradas. Ou seja, locais com alta densidade populacional tendem a atrair e gerar mais viagens por *ridesourcing*.

A Figura 26 ilustra a aplicação do Índice de Moran Bivariado entre a variável dependente e o valor da densidade populacional nos vizinhos e a distribuição da densidade populacional no espaço.

Figura 26- a) Disposição da Densidade de população no espaço b) Aplicação do Índice de Moran Bivariado para de atratividade de bicicleta compartilhada (Z) e Densidade de Densidade de população (Z')



Fontes: a) IBGE (2010); b) IBGE (2010); Instituto Pelópidas Silveira (2018). Adaptados pelo autor.

Das imagens percebem-se três grandes *clusters* a partir do Índice de Moran. Primeiro a região Baixo-Baixo em azul escuro formada por Dois Irmãos, Córrego do Jenipapo, Sítio dos Pintos e Várzea, em que tanto os vizinhos como os próprios bairros têm baixa população e baixa

demanda. Esses bairros são caracterizados por terem grandes áreas cobertas por vegetação e sem construções urbanas. Essa análise corrobora com o que foi revelado pelo modelo.

O segundo *Cluster* bem definido é o da região Alto-Alto (Vermelho) representado por bairros com alta densidade populacional, assim como seus vizinhos e têm alta demanda de *ridesourcing*. Os bairros que compõem esse *cluster* são: Casa Amarela, Encruzilhada, Hipódramo, Ponto de Parada, Arruda e Tamarineira. Esses bairros se caracterizam por serem populosos e com certa quantidade de oportunidades e serviços, servindo como ponto de empregos e centralidades para os bairros em seu entorno.

Em terceiro tem-se o *cluster* Baixo-Alto (Lilás) que apesar de o próprio bairro e seus vizinhos apresentarem a maior densidade populacional da cidade, estes têm baixa demanda por *ridesourcing*. Deve-se salientar que estes bairros se situam em zonas de morro, caracterizados por serem habitados por famílias de baixa renda, baixa oferta de emprego, baixo nível de serviços, topografia acidentada, baixo nível de organização urbana, alta concentração urbana e baixo nível de infraestrutura. Por essas características, percebe-se certo afastamento da região em relação à demanda por *ridesourcing*.

Várias implicações podem ser observadas com relação à mobilidade sustentável de acordo com os resultados acima.

Primeiro, percebe-se que uma correlação positiva entre a variável densidade populacional e densidade de demanda por *ridesourcing.* Nesse caso, verifica-se uma convergência no sentido da mobilidade sustentável, por fornecer mais uma alternativa de transporte para altas densidades e solucionar alguns típicos problemas de viagem. Além disso, regiões de alta densidade de população e de emprego, normalmente, apresentam maior demanda por estacionamento (KENNEDY, 2016). Assim, o *ridesourcing* surge como alternativa para os residentes dessas áreas, uma vez que, podem associar o *ridesourcing* às dificuldades com estacionamentos, em consequência diminuindo a posse carro particular. Logo, nesse aspecto contribui com os conceitos de mobilidade sustentável.

Por outro lado, o *ridesourcing* poderia ser mais eficiente no contexto da mobilidade sustentável em locais de grande espraiamento urbano, em zonas residenciais onde o transporte público não é eficiente (JIN *et al*., 2018). Assim, elevadas densidades populacionais são um fator importante para a demanda por transporte público, que é muito mais eficiente nesse contexto.

Logo, mais viagens de *ridesourcing* em áreas com grandes densidades populacionais podem impactar negativamente por substituirem viagens por transporte público por viagens individuais.

Já em relação à mobilidade justa e acessível, percebe-se que a área de morros é na prática excluída do transporte por *ridesourcing*. No entanto, esse contexto urbano apresenta diversos aspectos que poderiam beneficiar a eficiência da mobilidade pelo uso de *ridesourcing*. Justifica-se essa observação por serem áreas é de difícil acesso ao transporte público, devido ao desenho urbano típico de morro, com vias estreitas e irregulares, alta densidade populacional e baixa concentração de emprego, tornando o *ridesourcing* uma opção mais acessível, se subsidiado. Além disso, as áreas vizinhas dispõem de alta concentração de empresas (Figura 27a), podendo gerar viagens curtas entre essa área populosa de morros e os bairros vizinhos que ofertam oportunidades.

Outra variável significativa encontrada no modelo foi a de densidade de empresas formais. O B teve valor de 0,271 e o Beta normalizado com 0,309, representando a segunda variável mais influente do modelo. Assim, a correlação entre as duas variáveis é forte e positiva. Esses resultados corroboram os resultados encontrados na maioria dos estudos revisados (CORREA *et al*., 2017; SABOURI, *et al*., 2020).

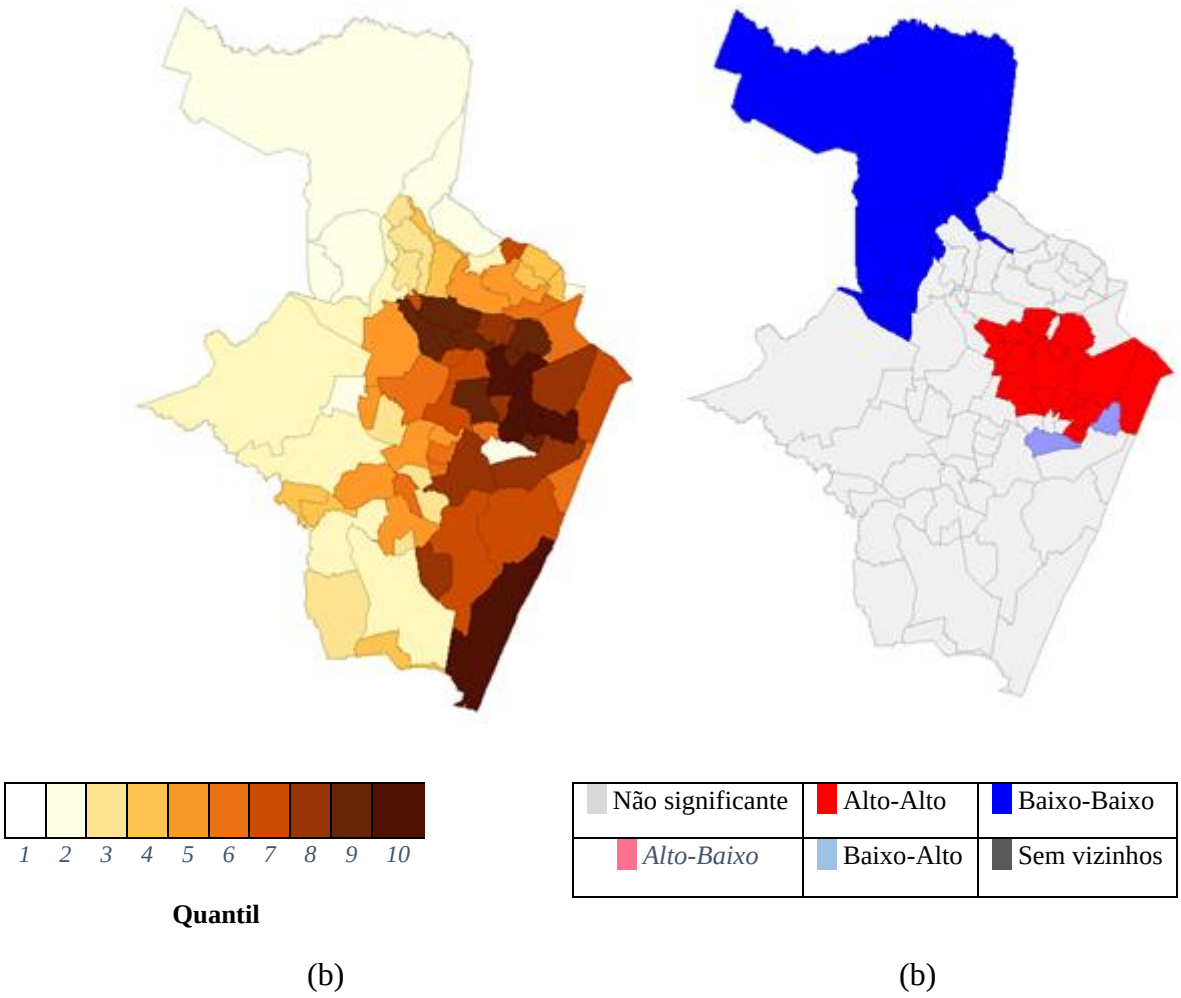
Como esta dissertação está analisando os deslocamentos diários, a relação positiva, entre ambas as variáveis, é natural. Como observado nos dados, os motivos de viagens por *ridesourcing* são estudo, trabalho, saúde, serviços e compras, logicamente, os empregos expressam relação direta com eles. Além disso, a correlação positiva pode aumentar a acessibilidade às oportunidades por fornecer uma alternativa de transporte mais barata que o táxi. Além do que já foi observado sobre a densidade populacional, que em contexto de alta densidade de empresas os estacionamentos são escassos, o *ridesourcing* pode contribuir para que a demanda por vagas diminua. Ambos os argumentos citados contribuem para uma maior eficiência das infraestruturas e uma mobilidade mais produtiva.

A aplicação do Índice de Moran Bivariado está ilustrada na Figura 27. Percebe-se um grande *cluster* com relação Alta-Alta (Vermelho) entre a variável demanda por *ridesourcing* e a densidade de empresas no bairro e seus vizinhos. Essa região é composta pelos bairros: Aflitos, Boa Vista, Coelhos, Casa Forte, Derby, Espinheiro, Hipódramo, Encruzilhada, Ponto Parada, Graças, Madalena, Parnamirim, Jaqueira, Bairro do Recife, Santana, Santo Amaro e Soledade, Tamarineira e Torre, esses bairros se caracterizam por alta densidade urbana, grandes

congestionamentos, intensa diversidade no uso do solo, e alta disponibilidade de transporte público. A região em azul apresenta uma relação Baixa-Baixa, composta pelos bairros Passarinho, Pau Ferro, Guabiraba, Sítio dos Pintos, Dois Irmãos, Corrego do Jenipapo, Caxangá, Brejo Beberibe, Brejo Guabiraba, corroborando ao que foi encontrado no modelo.

A intensa atuação do *ridesourcing* na área em vermelho pode contribuir negativamente para uma mobilidade sustentável, pois contribui para o uso do carro nessas regiões, que se caracterizam por serem altamente adensadas e com elevada oferta de transporte público como pode ser verificado na Figura 33a.

Figura 27- a) Disposição da Densidade de empregos no espaço b) Aplicação do Índice de Moran Bivariado para Densidade de atratividade (Z) e Densidade de empregos (Z')



(b) (b)

Fontes: a) IBGE (2010) b) IBGE (2010); Instituto Pelópidas Silveira (2016). Adaptados pelo autor.

É interessante verificar que os bairros em lilás, Ilha de Joana Bezerra e Santo Antônio, revelam baixa demanda por *ridesourcing*, no entanto, seus vizinhos dispõem de alta oferta de empregos. Como exemplo dessa situação, a Ilha Joana Bezerra, uma região rodeada por bairros de alta densidade de empregos, porém se caracteriza como um bairro residencial de extrema exclusão social (MAIA *et al*., 2016). Esse bairro insere-se em um contexto sócio econômico similar às áreas de morros, discutida na variável de população, fortalecendo que o *ridesourcing* não é inclusivo na prática para certos contextos urbanos, afastando-se dos pressupostos da mobilidade sustentável.

Percebendo a relação dessas duas variáveis, densidade de empresas e densidade populacional, com a demanda por *ridesourcing*, fez-se uma análise adicional de correlação entre o logaritmo natural da demanda por *ridesourcing* com o logaritmo natural da relação População/ Empregos (esta variável não foi incluída no modelo devido a sua alta correlação com as variáveis de população e emprego, não passando no teste VIF).

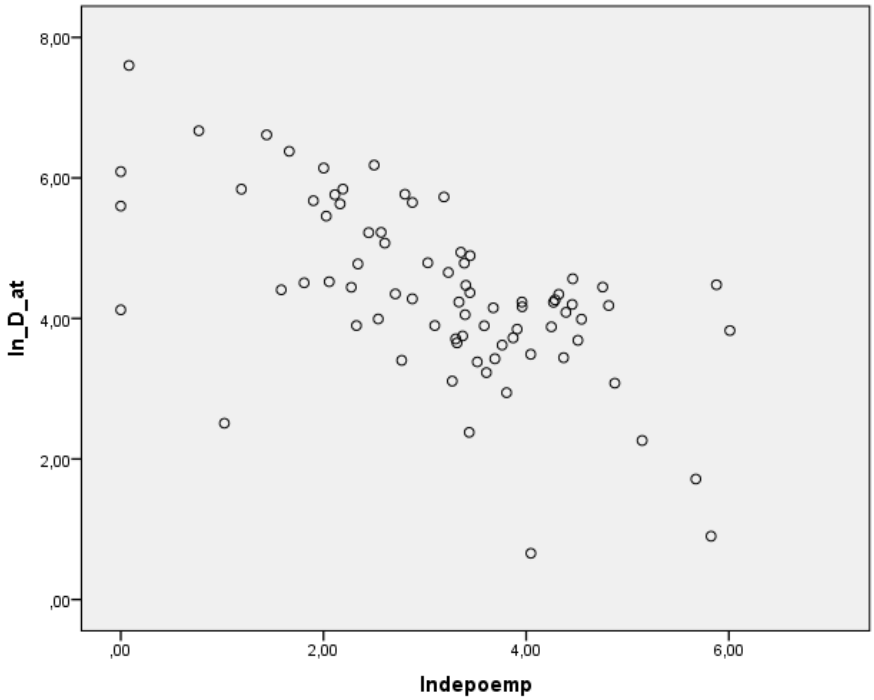
Como resultado, percebe-se uma correlação forte de -0,619, negativa e significativa (significância menor que 0,01%). Na Figura 28 pode-se verificar o gráfico de dispersão, em que o eixo x contém o ln (população/ empresas formais) e o eixo y, o ln (densidade de atratividade do *ridesourcing)*.

Com base no gráfico, percebe-se que quanto maior a demanda, menor a relação população/empresas formais, mostrando que o número de empresas formais tem mais força de influência, como já visto na comparação do beta normatizado. Além disso, verifica-se que locais predominantemente residenciais revelam baixa demanda por *ridesourcing*, mostrando que esse atende menos zonas puramente residenciais e mais zonas mais comerciais. Assim, percebe-se que a hipótese do *ridesourcing* atender regiões de densamente habitadas e periféricas onde a oferta de transporte público não é eficiente, não se confirma na cidade do Recife. Nessa abordagem, essa alternativa de transporte diverge da mobilidade sustentável.

Outra variável de uso do solo/acessibilidade significativa no modelo foi a Entropia, considerando apenas residências e comércio. Essa difere da relação população/emprego, primeiro porque mede a diversidade, onde o valor máximo se dá quando ocorre uma distribuição meio a meio e segundo que essa variável incorpora apenas o comércio quando se fala em empresas. Sendo assim, o B foi de 0,670, com beta normatizado de 0,122 mostrando que a variável se revela com baixa influência no modelo. O sinal positivo do B, mostra que existe correlação positiva

entre as variáveis. Os resultados do modelo corroboram com os achados dos autores Yu e Peng (2019) e Gerte *et al*. (2018) em Nova York, Alemi *et al*. (2018) na California e Sabouri, *et al*. (2020) nos Estados Unidos.

Figura 28- Dispersão entre ln (população/ empresas formais) e no eixo y o ln (densidade de atratividade do ridesourcing).



Fontes: IBGE (2010); Instituto Pelópidas Silveira (2018). Adapitado pelo autor.

Sendo assim, com a correlação positiva dessa variável percebe-se que o *ridesourcing* realiza grande número de viagens em espaços de uso do solo mais diverso, que segundo Ewing e Cervero (2010), devem estimular o transporte ativo na escala da microacessibilidade. Logo, o *ridesourcing*, transporte mais adequado para as escalas de acessibilidade nos níveis meso e macro, pode estar atuando na escala micro, dessa forma estimulando o uso do carro, divergindo assim também da mobilidade sustentável.

Entretanto, a interpretação dessa variável em relação à mobilidade sustentável não é tão simples. A variável de entropia, considerando residência e comércio, se relaciona diretamente com as viagens para fins de compras e trabalho. Percebeu-se na análise exploratória, que o motivo compras é um dos mais representativos nos dados analisados. Quando se leva em consideração as condições de viagem e suas necessidades, percebe-se que para o motivo compras,

na viagem de retorno, o *ridesourcing* pode melhorar a acessibilidade para aqueles que não possuem veículo particular para transportar as compras de forma mais confortável.

Além disso, diversos autores argumentam que o uso do solo misto é um fator essencial para viagens de *ridesourcing* (ALEMI *et al*., 2018; LI *et al*., 2019; e YU E PENG 2019), uma vez que, usos mistos revelam grande diversidade de oportunidades, serviços, restaurantes, lojas, supermercados, etc. Logo esses locais atraem diversos tipos de viagem em que pessoas podem fazer várias atividades com apenas um trajeto. Ademais, pessoas que vivem em locais com intenso uso misto tendem a não necessitar da posse de um carro, já que dispõem de serviços e oportunidades próximos às suas residências, demandando o *ridesourcing* apenas quando necessitam sair de sua zona de residência.

Nesse contexto, o *ridesourcing* cumpre a função de aumentar a acessibilidade para pessoas que vivem em locais de uso misto contribuindo para uma mobilidade mais justa, além disso, diminui a necessidade da posse do carro, podendo converter usuários de automovéis particulares em usuários ocasionais de *ridesourcing*, o que contribui para a diminuição de utilização do carro e consequentemente para uma mobilidade mais produtiva.

Deve-se ter em vista que o carro cumpre uma função importante na mobilidade. Pois se por um lado esse contribui para os congestionamentos e para a improdutividade do espaço urbano devido aos estacionamentos, por outro, atende a necessidades individuais (conforto, disponibilidade e flexibilidade) (DRUT, 2018). Logo, deve-se levar em consideração que os indivíduos tendem a suprir essas necessidades de forma mais conveniente, e o *ridesourncing* ou o carro compartilhado podem se mostrar como alternativas para suprir essas necessidades e terem menor impacto na eficiência urbana, quando comparado com o carro particular.

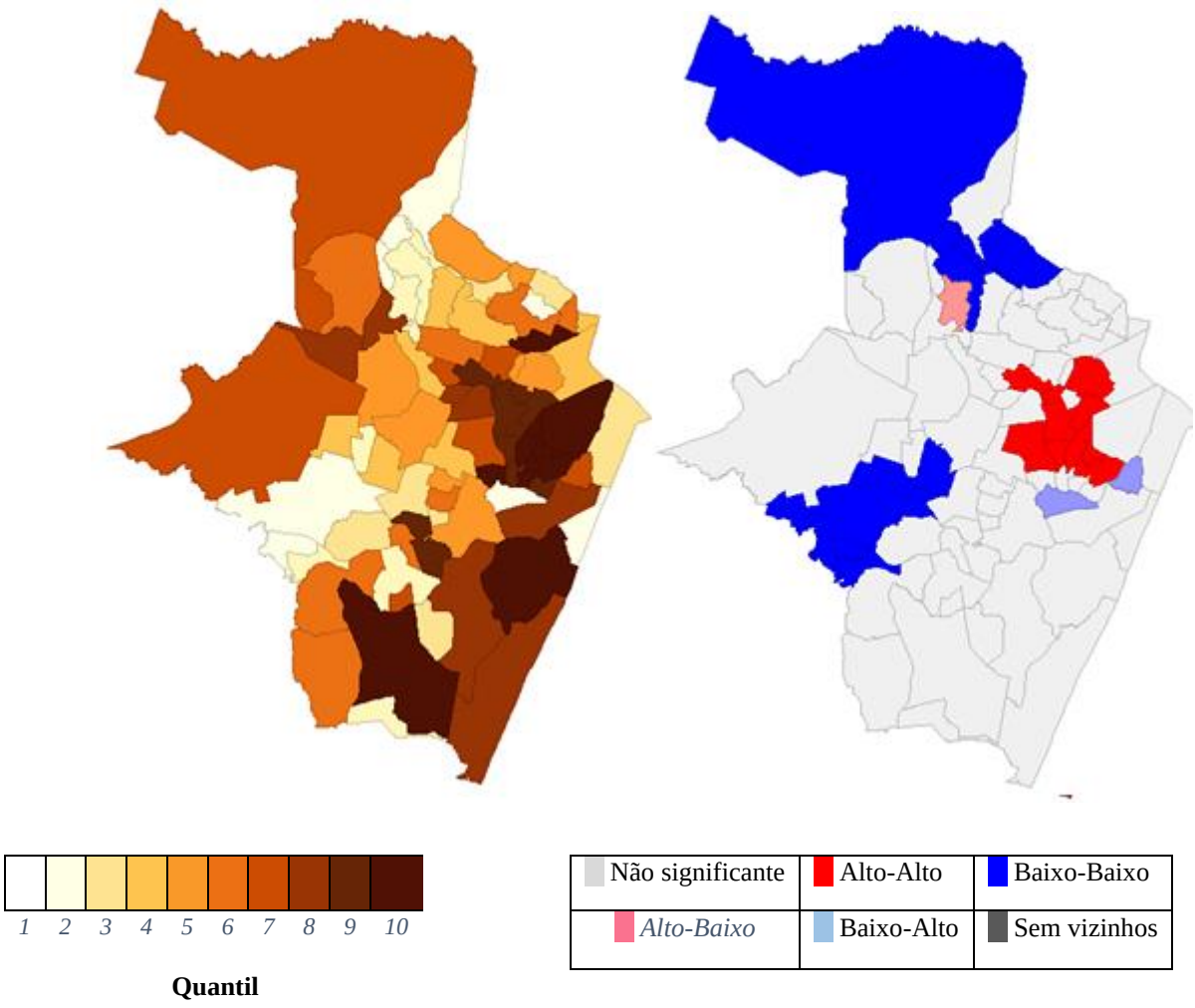
Para a análise espacial local aplicou-se o Índice de Moran Bivariado Local e plotou-se a distribuição do índice de entropia no espaço, como pode ser verificado na Figura 29.

Percebe-se na análise do Índice e nos valores da Entropia nos bairros que as regiões em vermelho que expõem a relação Alto-Alto, composta pelos bairros da Boa Vista, Derby, Espinheiro, Hipódromo, Encruzilhada, Ponto de Parada, Graças, Madelana, Parnamirim, Jaqueira e Soledade, e a região azul que mostra a relação Baixo-Baixo, composta pelos bairros Brejo da Guabiraba, Bejo de Beberibe, Curado, Dois Unidos, Guabiraba, Pau Ferro, Nova Descoberta, Sancho, Tejipió, Torroes, Totó e Coqueiral coincidem com o que foi encontrado no modelo.

A região em lilás, composta pela Ilha de Joana Bezerra e Santo Antônio, a mesma

encontrada no Índice de Moran da variável anterior, corrobora com o argumento de que a Ilha de Joana Bezerra é uma região excluída dessa alternativa de transporte.

Figura 29- Disperção da Entropia Comercial e Residencial no espaço b) Aplicação do Índice de Moran Bivariado para Densidade de atratividade (Z) e Entropia Comercial e Residencial (Z')



(a) (b)

Fontes: a) IBGE (2010); b) IBGE (2010); Instituto Pelópidas Silveira (2018). Adaptado pelo autor.

É interessante observar a região em rosa, representada pelo bairro da Macaxeira, em que tanto no bairro como nos seus vizinhos predominam uma baixa diversidade no uso do solo, apresenta alta demanda por *ridesourcing*. Ao analisar a densidade populacional e a densidade de empregos, percebe-se que o bairro, apresenta alta densidade populacional e baixa densidade de

empregos. Sendo assim, especificamente nesse bairro, o *ridesourcing* pode cumprir uma função de atender a viagens nas escalas meso e macro, ligando um bairro predominantemente residencial às oportunidades disponíveis nos bairros do entorno. Converge nessas condições para uma mobilidade sustentável.

Observa-se também que a existência de estações de bicicleta compartilhada revela-se uma variável *dummy* significativa, com valor de B de 0,63 e beta normatizado de 0,244, sendo a terceira variável mais relevante do modelo. Resultado similar foi verificado por Gerte *et al*. (2018) em Nova York, que verificou que na ilha de Manhattan, a presença do programa de bicicleta compartilhada é uma variável preditora, positiva e significativa para explicar a demanda por *ridesourcing*.

Esse resultado surpreende, uma vez que, ambos têm funções diferentes na mobilidade. Desta forma, devem-se verificar os motivos dessas correlações positivas e quais as implicações dessa interação para a mobilidade sustentável. Em primeiro momento, deve-se perceber que as estações de bicicleta compartilhada estão localizadas nas zonas com maior oferta de empregos e a demanda por *rideourcing* é fortemente influenciada por essa variável. No entanto, de acordo com o teste VIF, essas variáveis não apresentam colinearidade e são independentes entre si. Além disso, mesmo com a inclusão de outras variáveis o nível de significância, influência e não colinearidade se mantém intactos.

Sendo assim, a correlação positiva entre as variáveis no modelo pode mostrar que o perfil dos usuários de ambos os serviços pode ser similar, ou seja, jovens com acesso a *smartphone*, que não possuem carro ou bicicleta própria, residentes nos centros das cidades e com maior média de renda (FISHMAN 2016; BUCK *et al*, 2013; CASSEL *et al*, 2018). Além disso, mostra que usuários de *ridesourcing* tendem também a utilizar a bicicleta compartilhada, fortalecendo a tendência de aceitação por esses grupos dos conceitos de *mobility as a service*.

Deve-se perceber que esta relação se mostra interessante em um contexto de uso do solo misto. Dessa forma, para deslocamentos na escala da microacessibilidade, o usuário pode utilizar a bicicleta compartilhada, e para distâncias maiores, nas escalas meso e macro, utilizar o *ridesourcing*. Faghih-Imani *et al*. (2017), ao compararem viagens por bicicleta compartilhada e por táxi em Nova York, concluíram que para distâncias maiores, os usuários de bicicleta compartilhada costumavam utilizar o táxi, atendendo suas necessidades de deslocamentos nos níveis meso e macro.

Assim, para a mobilidade de residentes em áreas de uso misto intenso com disponibilidade de bicicleta compartilhada e *ridesourcing*, o carro particular perde importância. Esse argumento se alinha com a discussão sobre a relação entre demanda por *ridesourcing* e uso do solo misto, realizada anteriormente.

Ademais, não residentes nesses bairros, podem escolher bairros com maior uso misto e com disponibilidade de bicicleta compartilhada, quando desejam realizar diferentes atividades no mesmo espaço urbano. Como exemplo, um indivíduo que vive em uma zona predominantemente residencial e necessita ir ao banco e ao supermercado, o destino por *ridesourcing* pode ser escolhido de acordo com a existência ou não de bicicleta compartilhada. Uma vez que, o ridesroucing pode transportar o indivíduo para uma das atividades e a bicicleta compartilhada pode ser utilizada para o deslocamento entre as atividades. Utiliza-se assim a demanda de deslocamento em nível de mesoacessibilidade ou macroacessibildiade pelo *ridesourcing* para acessar o bairro com serviços, e a bicicleta compartilhada em nível de microacessibilidade para acessar diferentes serviços nessa mesma área. Logo, esta relação pode se mostrar convergente à mobilidade sustentável, uma vez que facilita a intermodalidade, utilizando os modos de transportes mais sustentáveis a partir da escala de mobilidade requerida. Além disso, favorece a diminuição da necessidade e da propriedade de carro particular.

6.2.2.2 Influência das variáveis de acessibilidade e transporte na demanda por *ridesourcing*

Além da variável de entropia, que observa a acessibilidade em escala micro, verificou-se como variável significativa a Acessibilidade Integrada por Carro, que mede a acessibilidade em escala macro. Este índice mede através do tempo de viagem por carro, quais bairros são mais acessíveis em relação a todos os outros bairros. Por esse indicador, quanto maior o índice, menos acessível é o bairro, pois o tempo para acessá-lo é maior em relação aos demais.

Para esta variável estimou-se o B com coeficiente de -0,175, beta normatizado de -0,321 mostrando que esta variável é a que tem mais influência no modelo. Sua correlação é negativa, portanto, quanto mais acessível o bairro (menor valor do índice), maior a demanda por *ridesourcing*.

Na literatura não se encontrou qualquer estudo que utilizou esse indicador de acessibilidade de maneira direta, porém alguns trabalhos relacionaram a demanda por *ridesourcing* com a acessibilidade da zona. Sendo assim, esses resultados corroboram com os

resultados encontrados por Correa *et al*. (2017) e Sabouri, *et al*. (2020), que revelaram correlação positiva entre a densidade de ruas e avenidas (proxy da acessibilidade por carro) com a demanda por *ridesourcing* em Nova York. Já Alemi *et al*. (2018) em estudos na Califórnia encontraram correlação positiva entre acessibilidade da zona e demanda por *ridesourcing*.

Esses resultados mostram que quanto mais acessível uma zona é ao carro particular, maior é a demanda por *ridesourcing*. Assim para avaliar a convergência ou divergência ao paradigma da mobilidade sustentável, é necessário levar em consideração o modelo formulado por Hence (2009), sobre o uso racional do automóvel particular e do transporte ativo. Nesse modelo, o carro deve se limitar à ligação da periferia, com baixa densidade urbana, aos grandes centros, porém, nesses centros, a viagem deve ser substituída por um modo ativo e a velocidade do alto particular diminuída, criando um ambiente seguro para pedestres e ciclistas.

Sendo assim, verificando-se em que contexto, na área em estudo, a acessibilidade por carro se mostra mais forte, nas periferias como rede básica ou dentro dos centros urbanos, a Figura 30a ilustra, que quanto mais clara a cor do bairro, mais acessível é o local. Percebe-se então, que os locais mais acessíveis ao carro na cidade são também os que dispõem de mais empresas (Figura 27a), de maior diversidade de uso do solo (Figura 29a), e de maior densidade de oferta de ônibus (Figura 33a). Nesse contexto, a acessibilidade do carro na cidade, contraria o modelo desejado por Hence (2009).

Porém existe uma região que demonstra dispor de uma rede básica eficiente, circulada no mapa, que é o bairro do Curado e Jardim São Paulo. Possivelmente, devido a atravessarem esses bairros grandes avenidas de média velocidade, como a BR-101, que os conecta com os bairros periféricos do Recife; Avenida Abdias de Carvalho, que os conecta com o centro da cidade e zona norte; e a Avenida Recife, que os conecta com a zona sul. Essas avenidas justificam as vantagens do modelo defendido por Hence (2009) de rede básica de transportes.

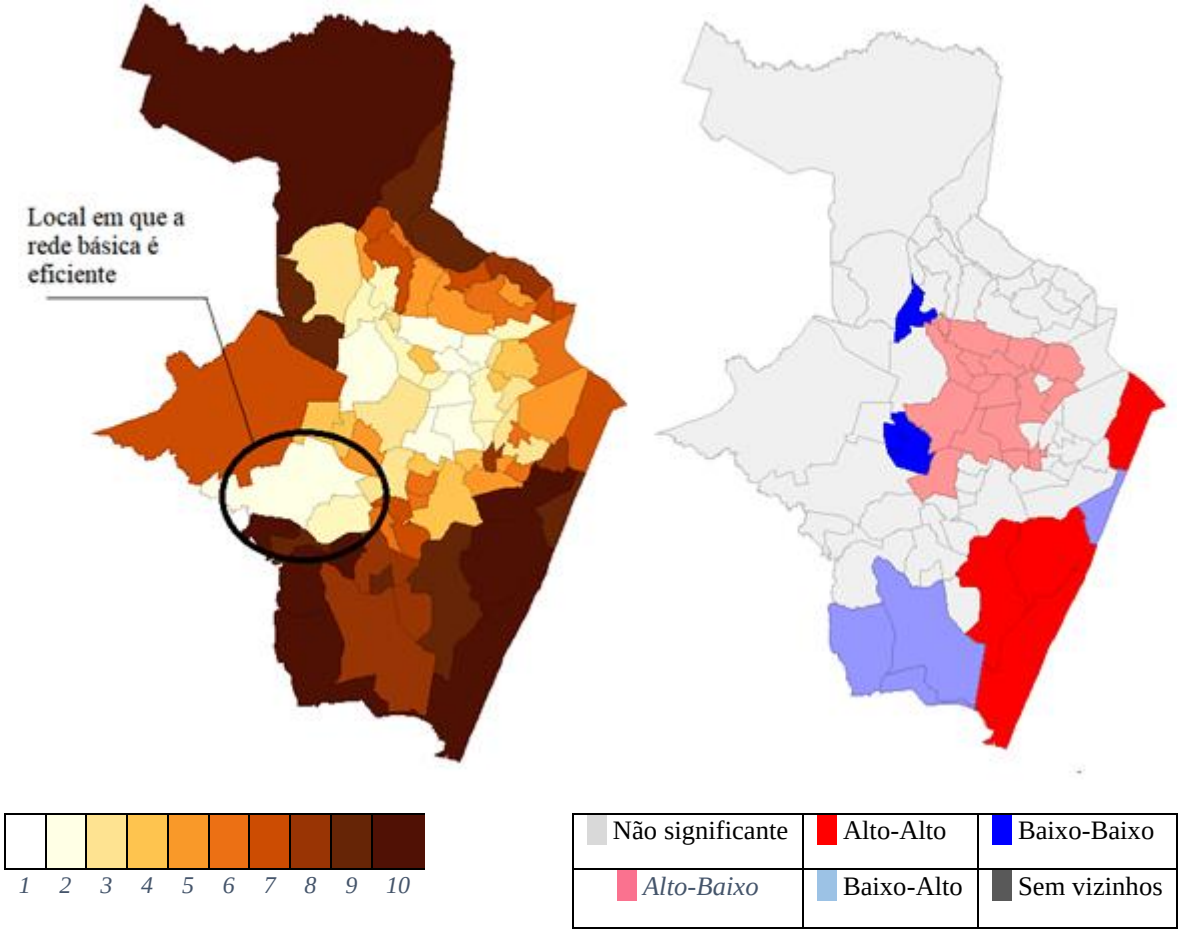
Essa análise confirma um sintoma das cidades brasileiras, onde o planejamento ainda é voltado ao uso do automóvel particular, assegurando, a esse, mais facilidades em acessar os grandes centros. Mostrando que a cidade do Recife ainda se encontra na primeira fase definida por Jones (2014), em que o planejamento da mobilidade é voltado para o automóvel. No entanto, essa prática vem saturando o sistema de circulação e a cidade se tornando cada vez mais imobilizada.

Sendo assim, verificando a correlação positiva entre a acessibilidade do carro e o *ridesourcing*, percebe-se que essa alternativa de transporte pode contribuir para os congestionamentos, comportando-se da mesma forma que um carro particular. Deve-se salientar que uma política de restrições ao auto particular em bairros adensados, com alta diversidade de uso do solo e bem atendido por transporte público, pode ajudar o *ridesourcing* a cumprir seu papel na rede básica de transportes, uma vez que, o *ridesourcing* poderia transitar na rede básica, colocada por Hence (2009), e dentro dos centros urbanos se integrar ao transporte ativo, como a bicicleta compartilhada. Essa alternativa nesse contexto, seria mais eficiente que o automóvel particular para a mobilidade sustentável, pois suprime a necessidade de estacionamentos nestes pontos de integração entre a rede básica e as grandes aglomerações urbanas.

Outra sugestão, levando em consideração os conceitos colocados do uso de *ridesourcing* nas zonas de alta densidade populacional e emprego e de elevada diversidade de uso do solo, é estabelecer restrições nessas regiões à circulação de autos particulares e flexibilizar o acesso de *ridesourcing*. Assim, essa alternativa pode servir aos residentes e trabalhadores desses locais, dando acessibilidade a outras zonas e cumprindo funções que automóveis podem cumprir na mobilidade com mais conveniência para o usuário.

Para essa variável também foi aplicado o Índice de Moran Bivariado (Figura 30). Percebem-se três regiões com correlação significativa. Primeiro, a região em rosa representa os bairros que revelam alta acessibilidade ao automóvel particular e alta demanda por *ridesourcing*, composta pelos bairros do Alto do Mandu, Casa Amarela, Casa Forte, Cordeiro, Espinheiro, Hipódromo, Encruzilhada, Ponto de Parada, Graças, Ilha do Retiro, Madalena, Paissandu, Parnamirim, Poço da Panela, Monteiro, Prado, Zumbi, Rosarinho, San Martin, Santana, Tamarineira e Torre. Segundo, a região lilás que apresenta baixa acessibilidade ao carro e baixa demanda por *ridesourcing*, composta pelos bairros de Brasilía Teimosa, Cohab, Ibura e Jordão. Ambas as análises corroboram com o que foi encontrado no modelo.

Figura 30 - a) Disposição da Acessibilidade Integrada por Carro no espaço b) Aplicação do Índice de Moran Bivariado para Densidade de atratividade (Z) e Acessibilidade Integrada por Carro (Z')



(a) (b)

Fontes: a) IBGE (2010); b) IBGE (2010); Instituto Pelópidas Silveira (2018).

Por fim a região em vermelho, onde se verifica baixa acessibilidade ao carro, e alta demanda por *ridesourcing*, composta pelos bairros do Recife e Boa Viagem. Isso pode ser explicado porque Boa Viagem e Bairro do Recife são considerados centros econômicos importantes da cidade, ou seja, apesar da acessibilidade desses bairros por carro em relação aos outros bairros ser baixa, não há limitação na acessibilidade às oportunidades, uma vez que a região dispõe de mais empregos e serviços. Outro ponto a destacar é que essa variável pode se relacionar com o custo da viagem por *ridesourcing*, uma vez que, o preço da viagem é função de um valor fixo, do tempo e da distância percorrida (UBER, 2020). Sendo o tempo de viagem função da distância, percebe-se que os bairros menos acessíveis ao *ridesourcing*, são indiretamente os bairros que apresentam os maiores custos de viagem em relação a todos os

outros. Assim, relacionando de maneira indireta, percebe-se que bairros mais acessíveis, possivelmente desfrutam de viagens mais baratas, logo se pode relacionar a variável da demanda aos custos de viagem ao consumidor. Em síntese, nas periferias os custos de *ridesourcing* são mais altos e nos bairros mais centrais os mais baixos.

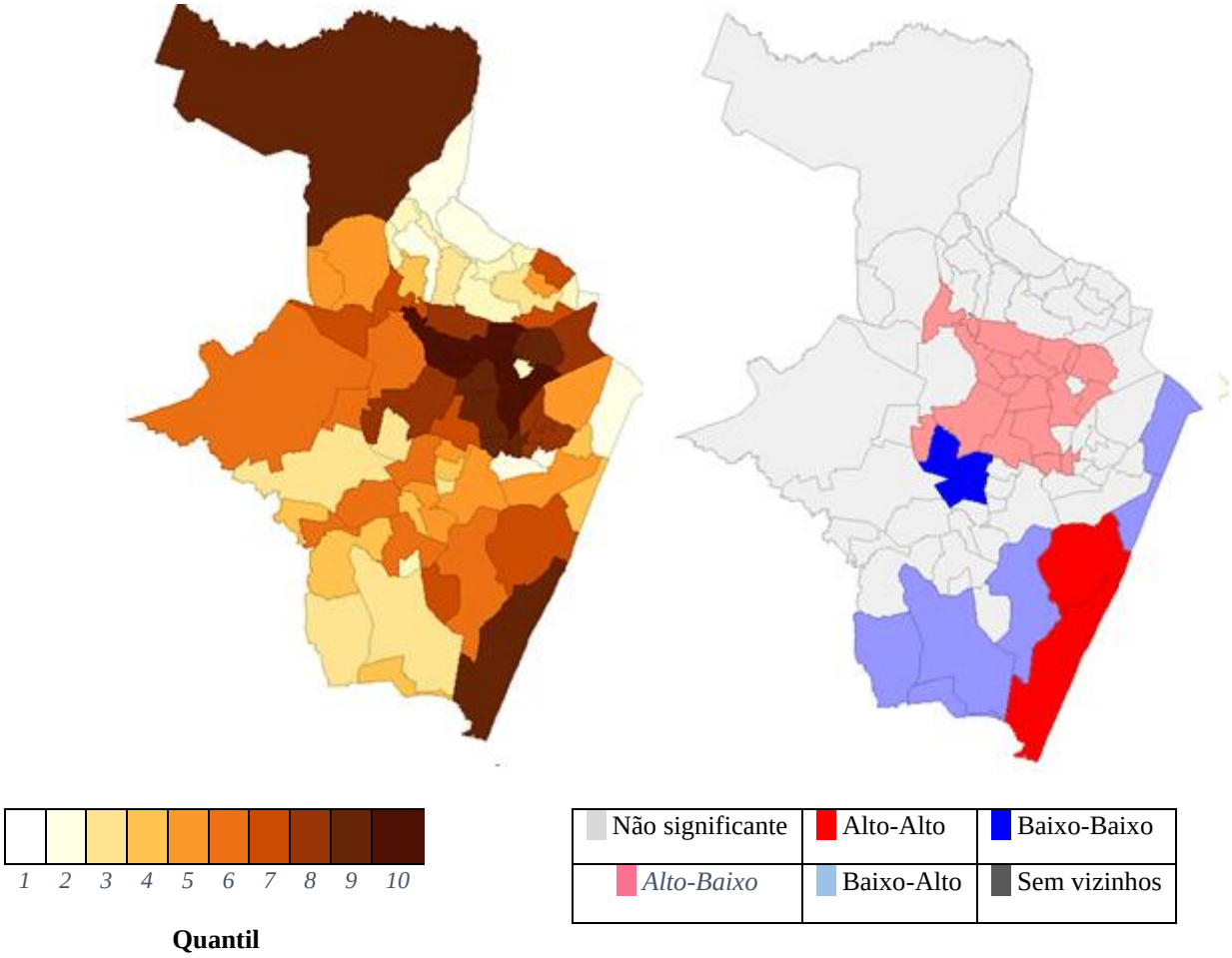
Ao aplicar-se o Índice de Moran Bivariado entre a variável renda e acessibilidade integrada por carro (Figura 31), percebe-se uma correlação positiva nas regiões em rosa e lilás. Assim, os bairros mais acessíveis ao *ridesourcing* são aqueles onde vivem as pessoas que dispõem de maior renda na cidade. Assim, nessa abordagem, o *ridesourcing* não contribui para reduzir desigualdades, pois as viagens mais baratas são realizadas em geral por usuários de maior renda, e mais caras para os que têm menos.

Outra variável de acessibilidade encontrada no modelo, desta vez relacionada ao transporte público é o tempo de viagem por esse modo a um centro principal, Boa Viagem ou o Centro Expandido, ZEDE principal. Ou seja, quanto maior o valor dessa variável, mais dificuldades as pessoas no bairro têm para acessar os principais centros econômicos do Recife. O B encontrado foi de -0,176, com Beta normatizado de -0,183, sendo a terceira variável menos influente do modelo. Seu sinal negativo mostra que quanto menor o tempo de ônibus para acessar o centro, maior a demanda por *ridesourcing*.

Esse resultado deixa claro que essa alternativa de transporte não supre as carências deixadas pela ineficiência do transporte público, já que, não há demanda significativa por *ridesourcing* em locais distantes e com baixa acessibilidade por transporte público. Pelo contrário, quanto maior a acessibilidade por transporte público em relação ao tempo às zonas centrais, maior a demanda por *ridesourcing*, indicando que pode está havendo concorrência entre esses modos de transportes.

Este resultado corrobora o que foi encontrado por Cassel *et al*. (2018) em Porto Alegre, onde o *ridesourcing* mais concorre que complementa o transporte público. Resultados similares foram relatados também em San Francisco por Rayle (2016), em Santiago por Tirachini e Del Rio (2019), na China por Tang *et al*. (2019), e na Califórnia por Alemi *et al*. (2018).

Figura 31 - a) Dispersão da renda média no espaço b) Aplicação do Índice de Moran Bivariado para acessibilidade de carro (Z) e renda média (Z')



(a) (b)

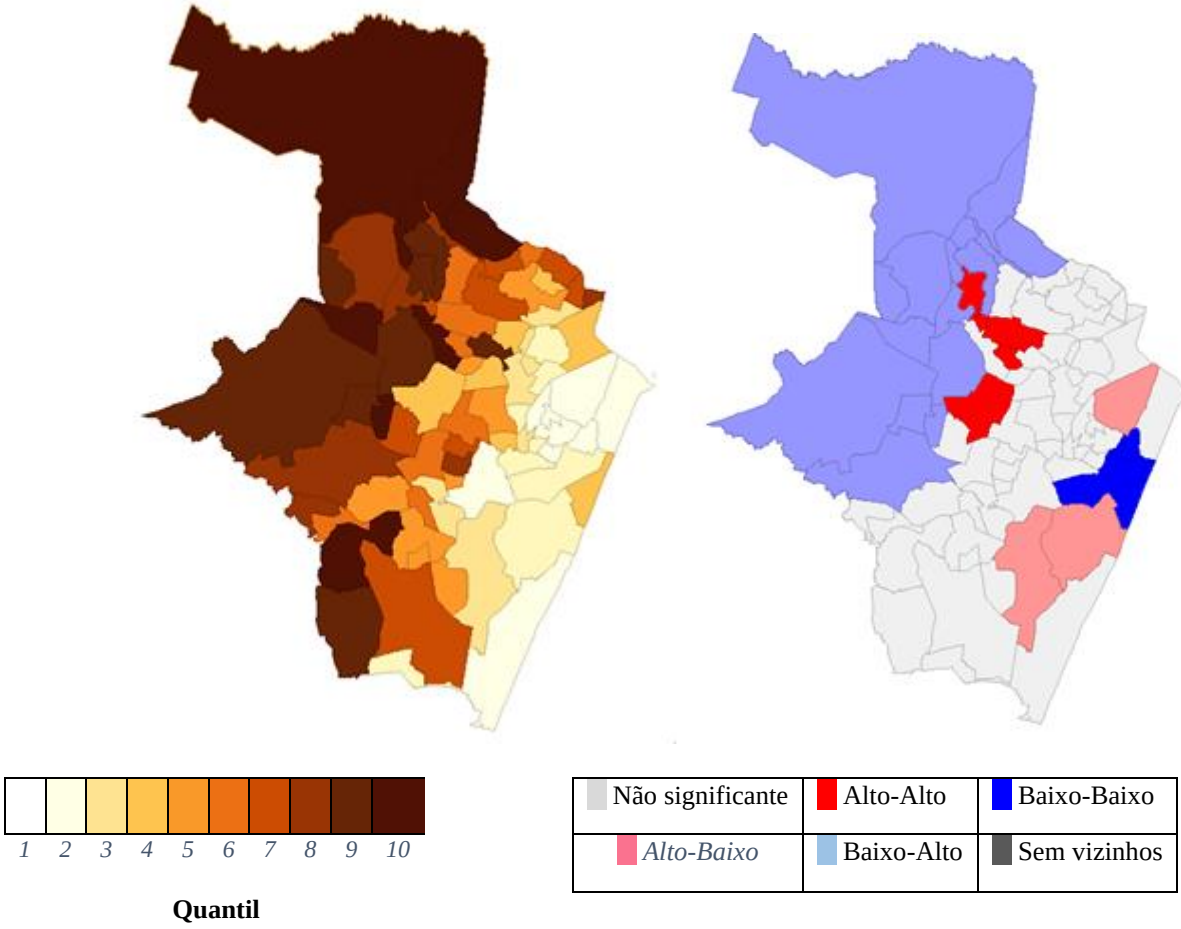
Fontes: a) IBGE (2010); b) IBGE (2010); Instituto Pelópidas Silveira (2018).

Logo, se percebe que o *ridesourcing* não converge para uma mobilidade produtiva, uma vez que não supre os espaços não cobertos pelo transporte público, e conduz a uma concorrência modal, dessa forma, contribuindo com mais congestionamento e diminuição na demanda por transporte público.

As regiões em lilás, compostas pelos bairros de Apipucos, Brejo da Guabiraba, Brejo de Beberibe, Caxangá, Cidade Universitária, Córrego do Jenipapo, Curado, Dois Irmãos, Dois Unidos, Engenho do Meio, Guabiraba, Iputinga, Nova Descoberta, Sítio dos Pintos e Várzea, e a região em rosa, formada pelos bairros do Pina, Imbiribeira e Santo Amaro, corroboram com o que foi encontrado no modelo, principalmente nas periferias da cidade.

A aplicação do Índice de Moran Bivariado entre as variáveis pode ser verificada na Figura 32.

Figura 32- a)Disperção do Tempo de ônibus para uma ZEDE principal b) Aplicação do Índice de Moran Bivariado para Tempo de ônibus para uma ZEDE principal (Z) e Densidade de atratividade do ridesourcing (Z')



(a) (b)

Fontes: a) IBGE (2010); b) IBGE (2010); Instituto Pelópidas Silveira (2018). Adapitado pelo autor.

A região em vermelho mostra que a demanda por *ridesourcing* é alta e os tempos de viagem por ônibus para um centro principal no bairro e nos vizinhos também é alto, esta região é composta por Casa Amarela, Casa Forte, Cordeiro e Macaxeira. Sendo assim, percebe-se que nessas regiões, especificamente, o *ridesourcing* é eficiente para a mobilidade urbana, suprindo deficiências do sistema em relação ao tempo. Na região em azul, composta por Cabanga, São José e Brasília Teimosa, percebe-se que a demanda por *ridesourcing* é baixa e a distância ao centro também é baixa. Os resultados nessa região também contrariam o que foi revelado pelo modelo.

Ainda sobre transporte público, a densidade de oferta de ônibus revelou-se como uma variável significativa para a demanda de *ridesourcing*. O B encontrado foi de 0,165, com beta normatizado de 0,155, representando a segunda variável menos influente do modelo. Esse resultado corrobora os resultados de Yu e Peng (2019) e Circella *et al*. (2018), que encontraram correlação positiva entre a demanda por *ridesourcing* e a acessibilidade do transporte público.

A interpretação deste resultado pode se dar de várias formas, dependedo do contexto em que está inserida. Yu e Peng (2019) explicam que isso indica que o *ridesourcing* complementa o transporte público como viagem de última milha. Outra interpretação dada pelos autores é que regiões com alta acessibilidade de transporte público, normalmente são regiões que dispõem de uma grande gama de oportunidades para as pessoas.

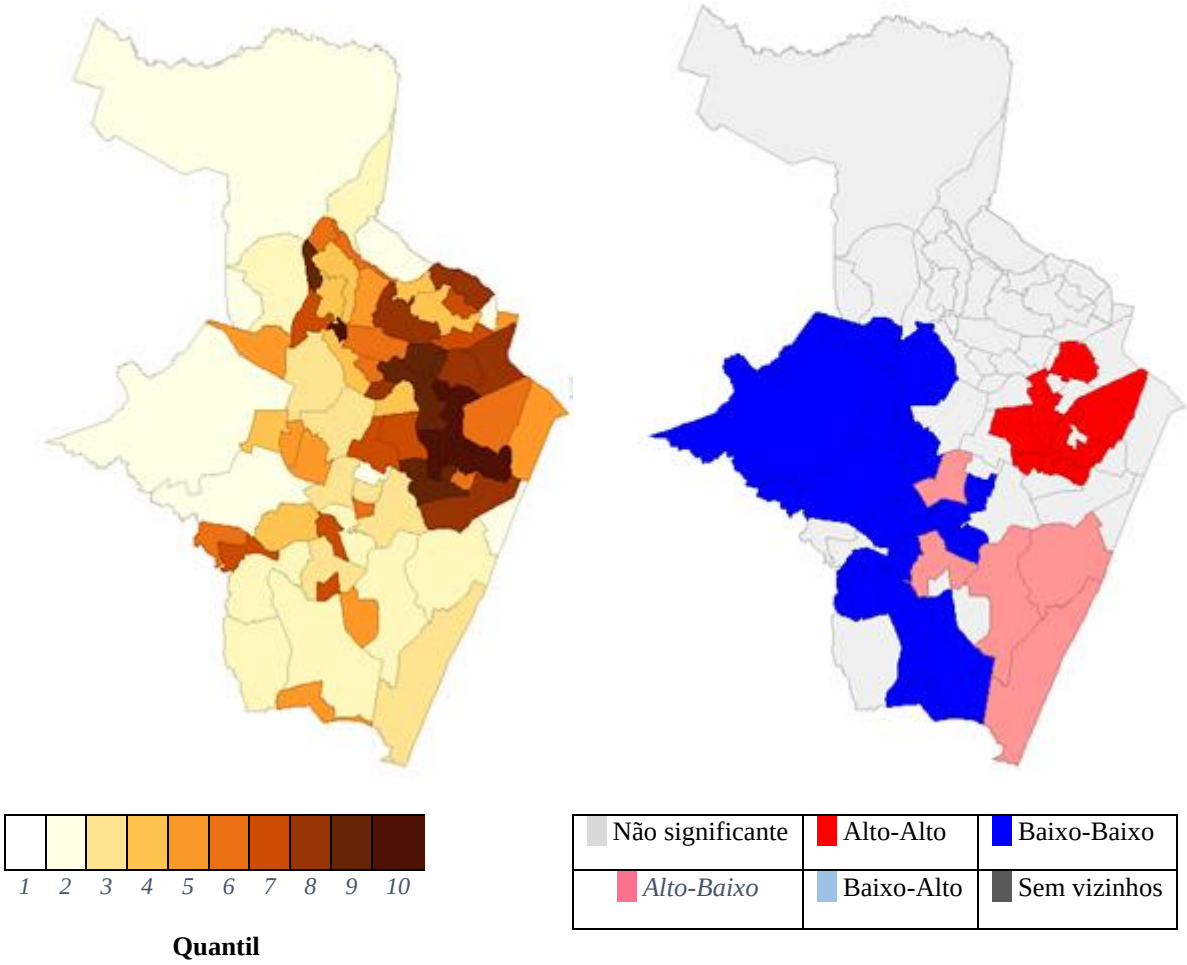
Porém, no contexto do Recife e do Brasil no geral, percebe-se que é pouco provável que o *ridesourcing* complemente viagens de transporte público como última milha. Cassel *et al*. (2018) encontraram, em Porto Alegre, que apenas 8,22% das viagens são complementadas por outro tipo de transporte. As autoras também observaram que a maior parte das viagens realizadas por *ridesourcing* são mais eficientes, em relação ao tempo de viagem quando comparadas ao transporte público. Onde o sistema de ônibus é ineficiente, parece pouco provável que os usuários utilizem um modo mais rápido (*ridesourcing)*, para acessar de forma complementar, um modo mais lento (ônibus).

Ademais, Clewlow e Mishra (2017) colocam que a competição ou complementariedade dessa alternativa de transporte com o transporte público, depende de qual tipo de transporte público se relaciona com o modo compartilhado. Os autores argumentam que em relação ao ônibus, é pouco provável que o *rideosurcing* complemente esse sistema.

Sendo assim, pode-se interpretar que o *ridesourcing* compete com os ônibus nos deslocamentos entre bairros de alta densidade de oferta, já que apesar de a densidade por transporte público ser alta, ainda assim, viagens por *ridesourcing* estão ocorrendo. Como essa abordagem demonstra-se um afastamento do paradigma mobilidade sustentável.

Essa conclusão pode ser confirmada pela verificação pelo Índice de Moran Bivariado conforme ilustra a Figura 33. Nela observa-se que a região em vermelho, se caracteriza como uma região altamente adensada, com grande oferta de transporte público, com alto uso misto, porém com alta demanda por *ridesourcing*.

Figura 33- a) Dispersão da Densidade de ônibus no espaço b) Aplicação do Índice de Moran Bivariado para Densidade de atratividade do ridesourcing (Z) e Densidade de ônibus (Z')



(a) (b)

Fontes: a) IBGE 2010; b) IBGE 2010; Instituto Pelópidas Silveira (2018). Adapitado pelo autor

Porém, percebe-se que a região em rosa, composta pelos bairros de Boa Viagem, Pina, Imbiribeira, Areias e San Martin, tem relação Alto-Baixo, em que tanto os vizinhos como o bairro apresentam baixa densidade de oferta de ônibus e alta demanda por *ridesourcing*. Deve-se perceber que Boa Viagem, uns dos centros econômicos da cidade, faz parte dessa região. Logo, esse modo de transporte contribui para a acessibilidade e mobilidade das pessoas especificamente nesses bairros, uma vez que a falta de transporte público é suprida por essa alternativa, tornando a mobilidade urbana mais acessível e contribuindo para a mobilidade sustentável, especificamente nesses locais.

Por outro lado, verifica-se a região em azul, formada pelos bairros da Iputinga, Jardim São Paulo, Jiquiá, Jordão, Mangueira, Mustardinhas, Torrões e Várzea, que apresenta baixa densidade de oferta de ônibus e baixa demanda por *ridesourcing* numa zona periférica da cidade que se caracteriza como de baixa renda e de exclusão social parcial. Assim, percebe-se que essa zona é mal atendida por ambas alternativas de transportes. Assim, agrava-se o contexto de exclusão e nessa região o *ridesourcing* se afasta de uma mobilidade mais justa e equânime.

6.2.3 Carro Compartilhado

A regressão envolvendo a demanda por carro compartilhado em Fortaleza limitou-se a apenas duas variáveis explicativas para que o modelo não tivesse um viés de especificação. Sendo assim, encontrou-se o seguinte modelo (Tabela 5):

Tabela 5 - Resultado do modelo de regressão linear para a demanda de carro compartilhado

Modelo		*Unstandardized Coefficients*		*Standardized Coefficients*	T	Sig.
		B	*Std. Error*	Beta		
1	(Constante)	4,041	,901		4,485	,003
	Presenção de Shopping 0/1 (*dummy*)	,480	,183	,630	2,624	,034
	Ln (Densidade populacional)	,200	,105	,456	1,900	,099

Fonte: O Autor (2020).

Em que B é o coeficiente beta da variável. *Std Error* é o desvio padrão da variável. Beta é o beta normalizado, importante para medir a influência relativa de cada variável no modelo. t é o valor do teste T da variável. E Sig. É o nível de significância estatística da variável.

O restante das variáveis testadas não se mostrou significativo. O modelo é Heterocedástico, já que o teste de Koenker- Bassett não se mostrou significativo. Os resíduos do modelo apresentam distribuição normal, demonstrado pelos testes de Kolomogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk. Além disso, as variáveis são independentes e apresentaram o valor VIF menor que 3. O poder de explicação do modelo é de 59,6%, resultado dado pelo R^2. Os testes e diagrama obtidos podem ser consultados no Apêndice D.

Sendo assim, o modelo é descrito a partir da seguinte equação (Equação 18):

$$\text{Ln} \quad (atratividade\ de\ carro\ compartilhado) = \quad (18)$$

4,041+ 0,480 x (*dummy* da Presença de shopping no bairro) + 0,2 x ln (Densidade populacional) .

Não foi aplicado o Índice de Moran para verificar relações espaciais, já que o número de bairros estudados é muito pequeno e as regiões, que têm a presença dessa alternativa de transporte são desconectadas. Esse contexto faz com que o Índice de Moran não tenha significância prática.

Ao analisar as variáveis significativas encontradas, percebe-se que ambas apresentam sinal positivo e estão positivamente correlacionadas com a demanda.

A variável Densidade populacional teve B com valor de 0,2 e beta normatizado de 0,456, sendo a variável menos influente no modelo. A correlação positiva mostra que bairros com população mais adensada aumentam a demanda por transporte compartilhado. Isto é particularmente esperado, uma vez que a maior predominância de uso residencial induz ao aumento no número de usuários. No entanto, esses resultados divergem dos resultados encontrados por Chen *et al*. (2018) em Shanghai, que encontrou correlação negativa entre a densidade residencial e a demanda por carro compartilhado.

Porém é importante observar que a variável Densidade populacional indica a aglomeração urbana relativa e não o número absoluto de habitantes. Assim, analisando sobre esse viés, pessoas que vivem em maiores aglomerações urbanas e de uso misto tendem a dispensar a posse do carro, devido a congestionamentos e problemas com estacionamento (SHAHEEN *et al*.,2012; YU e PENG, 2019). Nesse contexto, o uso de carro compartilhado pode atender a demandas de pessoas residentes desses locais que em outras condições utilizariam veículos particulares, colaborando assim como os objetivos da mobilidade sustentável pela redução da necessidade de posse de automóvel particular.

Ademais, a relação positiva indica que a estratégia proposta por De Luca e Di Pace, (2015) e Shaheen *et al*. (2012) de inserir programas de carro compartilhado em locais com alta densidade populacional para que o sistema seja economicamente viável, utilizada em diversas cidades, são acertadas, já que maiores densidades indicam mais usuários e maior sustentabilidade financeira.

A variável *dummy*, se o bairro possui shopping ou não, se mostrou significativa. Seu B tem o valor de 0,48 e beta normatizado de 0,63, sendo a variável mais influente no modelo. Além disso, percebeu-se que as estações de maior demanda estavam localizadas em estacionamentos dos shoppings ou em seus arredores.

A correlação entre a variável "*shopping*" e a demanda por carro compartilhado pode estar relacionada com o motivo compras. Nesse motivo de viagens, as pessoas que não possuem um carro, utilizam o serviço compartilhado por questões de conforto e para facilitar o transporte de suas compras. Nessa situação, corrobora com a mobilidade sustentável por dar mais acessibilidade a essas pessoas.

Também se pode colocar a variável estudada como uma *proxy* de um polo gerador de viagem. Desta forma a demanda por carro compartilhada poderia estar positivamente correlacionada demandas de polos geradores de viagens comerciais. Porém maiores estudos são necessários para sustentar essa hipótese.

Além disso, foi realizada uma estatística simples de correlação entre as variáveis independentes e a variável dependente. Percebeu-se que além das já citadas no modelo, nenhuma outra variável se apresentou com correlação significativa. O que evidencia as conclusões encontradas por Stillwater *et al*. (2018), Celso (2007) e Kang *et al*. (2016), de que poucas variáveis de uso do solo se relacionam com a demanda de carro compartilhado.

6.3 ANÁLISE DE CLUSTERS

Nesta análise buscou-se verificar como os transportes, *ridesourcing* e bicicleta compartilhada, se comportam em um mesmo espaço urbano. Sendo assim, formaram-se os clusters, na cidade do Recife, considerando variáveis que não foram significantes no modelo, porém alguns autores encontraram relação significante, e variáveis que foram encontradas nos modelos e necessitam ser interpretadas de maneira mais ampliada e em conjunto, que estão relacionadas aos dois modos modelos.

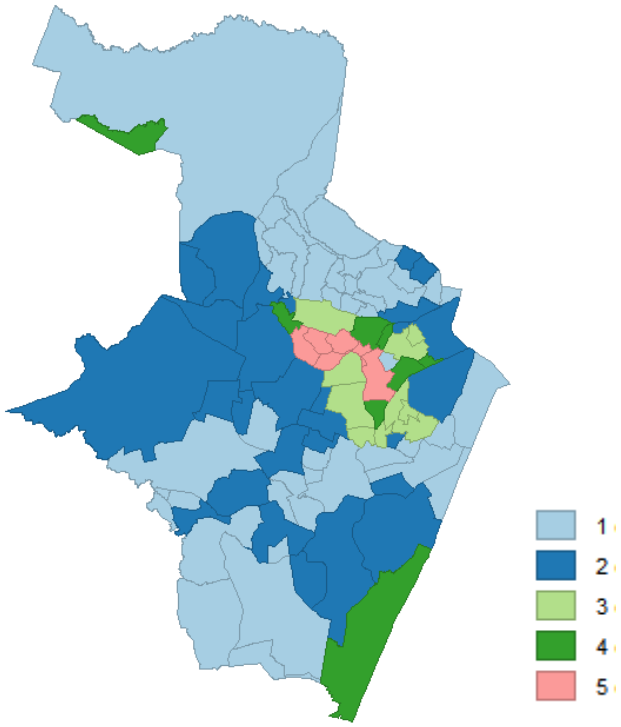
6.3.1 Renda

Como verificado na análise exploratória dos dados, a renda é importante fator na adoção do *ridesourcing*. Segundo Cassel *et al*. (2018) e Rayle *et al*. (2016), o usuário de *ridesourcing* tem renda maior que a média. Para a bicicleta compartilhada, Fishman (2016) diz que os usuários

de bicicleta compartilhada normalmente têm renda maior. Rixey (2013) encontrou correlação positiva entre a demanda de bicicleta compartilhada e a renda em torno das estações. Caspi e Noland (2019) observaram que a demanda por bicicleta compartilhada é maior em áreas de alta renda, quando comparada com bairros de baixa renda.

Sendo assim, aplicou-se o algoritmo *k-means* para gerar os clusters de renda da Figura 34 com os agrupamentos formados, verificou-se em cada *cluster* a média de renda, a média da demanda da bicicleta compartilhada e demanda por *ridesourcing* nos bairros e plotou-se o gráfico da Figura 35, em que a linha em cinza é a média de renda, as colunas em laranja representam a demanda por bicicleta compartilhada e as colunas em azul, a demanda por *ridesourcing*. Todas as médias foram normalizadas para escala de 0 a 1, em que 1 é a maior média dos *clusters*. Utilizou-se essa estratégia para que as médias dos três grupos de dados estivem em uma mesma escala.

Figura 34- Cluster por Renda Média



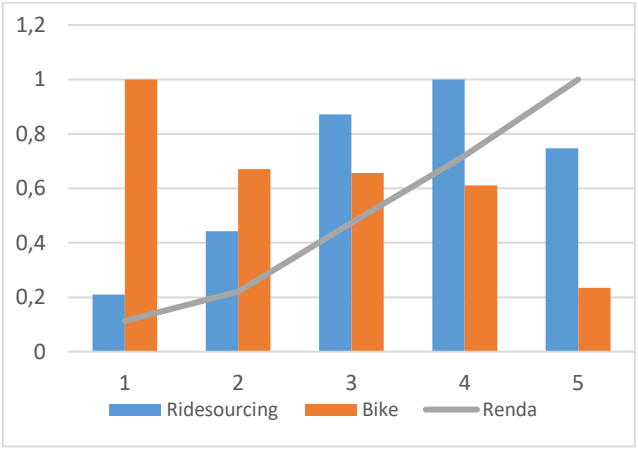
Fonte: Adaptado de IBGE (2010).

Ao avaliar o gráfico, percebe-se que a demanda por *ridesourcing* ascende à medida que a renda média dos bairros dos *clusters* é maior, porém no *Cluster* 5, composto por bairros mais abastados e tradicionais, como Aflitos, Jaqueira, Parnamirim e CasaForte, a demanda cai. Este

resultado corrobora com o que foi encontrado na pesquisa exploratória, na qual os mais pobres são os que menos utilizam o *ridesourcing*, seguidos pelos de rendas mais elevadas, mas até certo limite, a partir do qual a demanda decresce. Na análise de *cluster* o resultado foi similar, porém ainda se percebe o *Cluster* 5, como o de terceira maior demanda. Essa leve diferença, entre o perfil do usuário e o perfil dos bairros, pode se dar pela disponibilidade de oportunidades nos bairros ricos, assim a demanda relativamente alta nessa região deve-se provavelmente não a seus moradores, mas a pessoas de outras áreas que acessam esses bairros.

Ao avaliar o gráfico, percebe-se que a demanda por *ridesourcing* ascende à medida que a renda média dos bairros dos *clusters* é maior, porém no *Cluster* 5, composto por bairros mais abastados e tradicionais, como Aflitos, Jaqueira, Parnamirim e CasaForte, a demanda cai. Este resultado corrobora com o que foi encontrado na pesquisa exploratória, na qual os mais pobres são os que menos utilizam o *ridesourcing*, seguidos pelos de rendas mais elevadas, mas até certo limite, a partir do qual a demanda decresce. Na análise de *cluster* o resultado foi similar, porém ainda se percebe o *Cluster* 5, como o de terceira maior demanda. Essa leve diferença, entre o perfil do usuário e o perfil dos bairros, pode se dar pela disponibilidade de oportunidades nos bairros ricos, assim a demanda relativamente alta nessa região deve-se provavelmente não a seus moradores, mas a pessoas de outras áreas que acessam esses bairros.

Figura 35- Avaliação do cluster de renda



Fontes: IBGE (2010); Settel (2018); Instituto Pelópidas Silveira (2018). Adaptado pelo autor

Já com relação à bicicleta compartilhada, percebe-se o contrário, à medida que nos limites a renda aumenta, a demanda diminui também se percebe certa indiferença nos *clusters* 2, 3 e 4.

Fica clara assim, uma alta demanda no cluster 1 e inversamente, uma baixa demanda no cluster 5. Deve-se levar em consideração que a bicicleta compartilhada não está disponível em toda a cidade e os poucos bairros de baixa renda que dispõem do sistema, são bairros centrais com alto uso misto e disponibilidade de oportunidades. Assim, deve-se tomar cuidado na interpretação de que os moradores de bairros de baixa renda são os que mais utilizam esse modo de transporte.

Levando isso em consideração, percebe-se que essa alternativa de transporte é utilizada por pessoas de diversos níveis de renda, contribuindo para uma acessibilidade universal e diminuindo os fatores de exclusão dos transportes. Já para o *ridesourcing*, percebe-se que a renda é um importante fator para sua utilização, ou seja, a demanda cresce à medida que a renda do bairro é maior, exceto em alguns bairros de maior renda da cidade pelas razões já expostas.

Outro resultado interessante é que tanto a bicicleta compartilhada, quanto o *ridesourcing*, os bairros mais ricos apresentam utilização menor, quando comparados a bairros de classe média. Esse fato pode ocorrer devido à maior taxa de propriedade de veículos dessa população (FGV, 2014).

6.3.2 Entropia, empregos e população

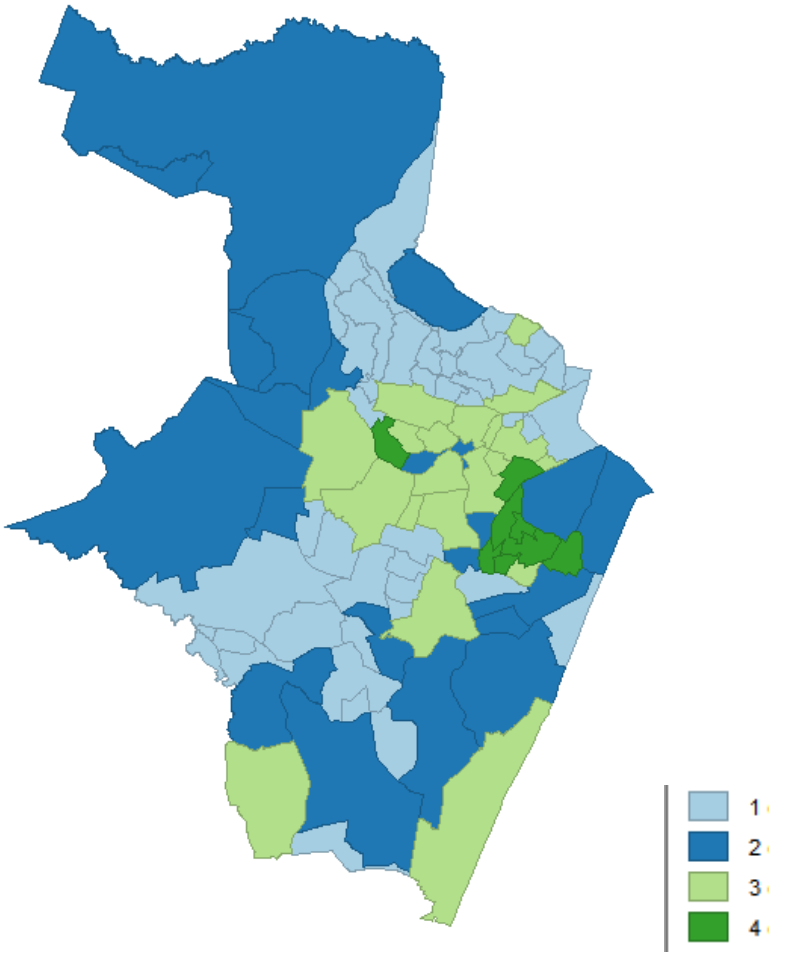
Em ambos os modelos, o uso misto do solo e empregos se mostraram variáveis significativas. Para explorar de maneira mais completa e comparativa a relação dos modos de transportes nesses espaços, elaborou-se uma análise de *cluster* envolvendo as variáveis de empregos, população e uso misto (Figura 36), com a finalidade de verificar as características desses transportes em espaços urbanos envolvendo as variáveis descritas.

Consultando o gráfico (Figura 37), percebe-se que o *Cluster* 1 com pouco uso misto, baixa densidade de empresas e alta densidade populacional apresenta baixa demanda por *ridesourcing* e não apresenta estação de bicicleta compartilhada em sua região. Ao consultar o mapa, percebe-se que compõem o *Cluster* 1, regiões de vulnerabilidade social, como as áreas de morro, já comentadas nesta pesquisa, a Ilha de Joana Bezerra e Brasília Teimosa, comunidades em regiões centrais próximas aos centros econômicos. Essas regiões se caracterizam por ocupações irregulares, alta densidade populacional e carências em infraestrutura.

Analisando-se o Cluster 2, composto por bairros como Pina, Imbiribeira, Bairro do Recife, Santo Amaro, percebe-se que apesar de a região ter alto uso misto, apresenta baixa densidade de empregos e baixa densidade demográfica. A demanda por *ridesourcing* é baixa e a

demanda por bicicleta compartilhada alta. Isso mostra que para a bicicleta compartilhada, o uso misto é fator determinante na demanda, enquanto que para o *ridesourcing*, quando o uso misto é associado à densidade de empresa sua demanda aumenta. Outra observação é que ambos as alternativas de transporte apresentam seu máximo potencial de demanda em bairros de maior diversidade no uso do solo e de maior densidade de empregos.

Figura 36 - Clusters da Entropia, emprego e população

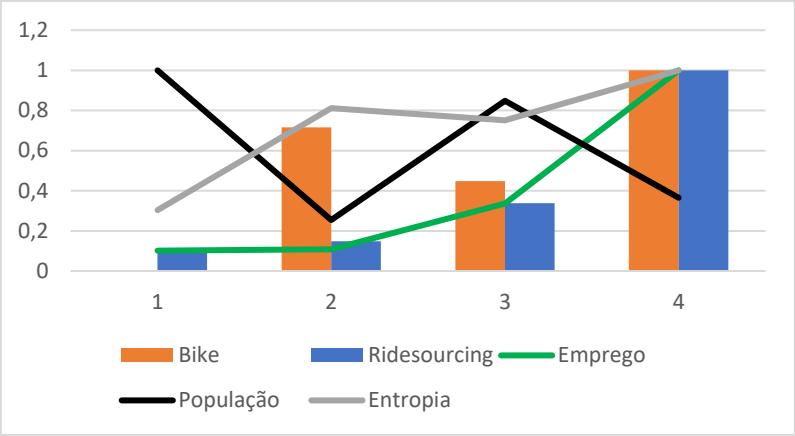


Fontes: IBGE (2010); Recife (2016). Adaptado pelo autor

Esse resultado corrobora com que foi sugerido no tópico da análise econométrica, de que as viagens de *ridesourcing* são atraídas pela disponibilidade de oportunidades e pelo uso misto. Além do que, nas regiões de uso misto, a bicicleta compartilhada pode complementar o *ridesourcing*.

Por outro lado, percebe-se que os bairros em situação de exclusão social e de alta densidade populacional estão excluídos de ambos os transportes compartilhados, tornando seus moradores cada vez mais prejudicados em relação aos outros bairros e reduzindo suas capacidades de realizar tarefas. Nessa abordagem, se afastam da mobilidade sustentável.

Figura 37- Avaliação do cluster da Entropia, emprego e população



Fontes: IBEGE (2010); Prefeitura do Recife (2016); Settel (2018); Instituto Pelópidas Silveira (2018). Adaptado pelo autor.

6.3.3 Densidade de parada e Densidade de oferta de ônibus

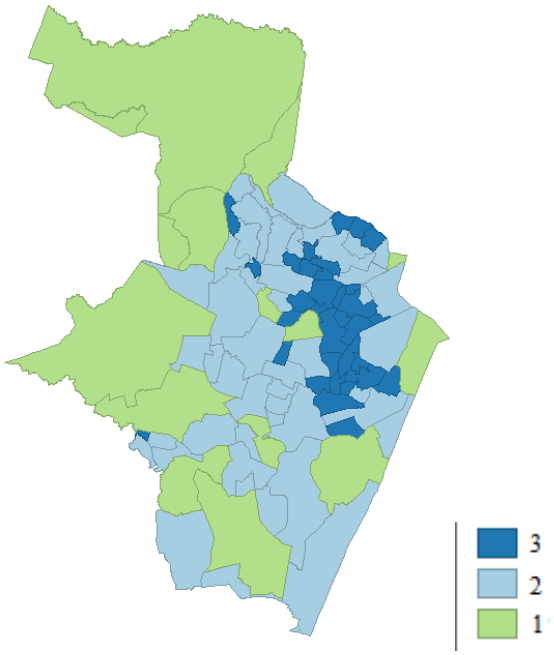
Para verificar a relação dos transportes compartilhados com a infraestrutura de transporte público, formou-se uma estrutura de *clusters* associando a densidade de paradas de ônibus com a densidade de oferta de ônibus. Para minimizar o efeito de *outlier* e não formar *clusters* com apenas um bairro, utilizou-se o logaritmo natural das variáveis a fim de diminuir a escala. Sendo assim, formam-se os *clusters* da Figura 38.

Pode-se perceber através do gráfico (Figura 39), que a demanda por bicicleta compartilahda pouco varia nos *clusters* formados, já no *ridesourcing* percebe-se que a demanda aumenta nos *clusters* com maior densidade de oferta de ônibus e densidade de paradas. Esse resultado corrobora o que foi encontrado nos modelos econométricos.

Em relação à bicicleta compartilhada deve-se fazer uma distinção entre o Número de Linhas e a Densidade de Oferta de Ônibus. Percebe-se que o Número de Linhas foi significativo para o modelo econométrico, porém nesta análise percebe-se que a demanda pouco varia em relação a densidade de ônibus. Esta distinção é importante pois o Número de Linhas se refere à

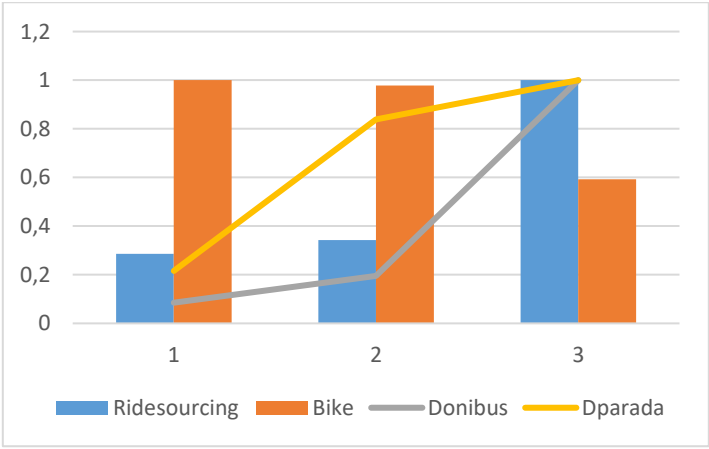
possibilidade de destinos (acessibilidade), enquanto que a oferta de ônibus se refere a disponibilidade de oferta de transporte público em um bairro.

Figura 38- Cluster do ln da densidade de parada e ln da densidade de oferta de ônibus



Fonte: Adaptado de Urbana (2017).

Figura 39- Avaliação do cluster da Entropia, emprego e população



Fontes: IBGE (2010); Prefeitura do Recife (2016); Settel (2018); Instituto Pelópidas Silveira (2018), adaptados pelo autor.

O fato de a relação entre a Densidade de Parada, Densidade de Oferta de Ônibus e a demanda por bicicleta compartilhada não se mostrar significativa pode ser porque a bicicleta

compartilhada, tanto pode funcionar como transporte de última milha, quanto como transporte de microacessibilidade dentro do bairro e de seus vizinhos. Assim, alta densidade de oferta de ônibus e alta densidade de paradas, minimiza a necessidade de transporte de última milha. No entanto, verifica-se também que os bairros que dispõem de bicicleta compartilhada no *Cluster* 3 são as zonas de maior uso misto da cidade, o que contribui para o aumento da demanda de bicicleta compartilhada.

Assim, fica ainda mais evidente a convergência da bicicleta compartilhada para a mobilidade produtiva. Uma vez que cumpre diversas funções em diferentes espaços urbanos.

Como o *ridesourcing* apresenta alta demanda em *clusters* bem atendidos por redes de transporte e baixa demanda onde há carência na oferta de transporte público, evidencia-se que pode haver uma concorrência entre os modos e que é difícil a possibilidade de o *ridesourcing* servir como transporte de última milha. Assim, percebe-se que essa relação diverge dos objetivos da mobilidade sustentável, pois o *ridesourcing* concorre com o transporte público e não atende áreas com deficiência de oferta de transporte público.

6.3.4 Emprego

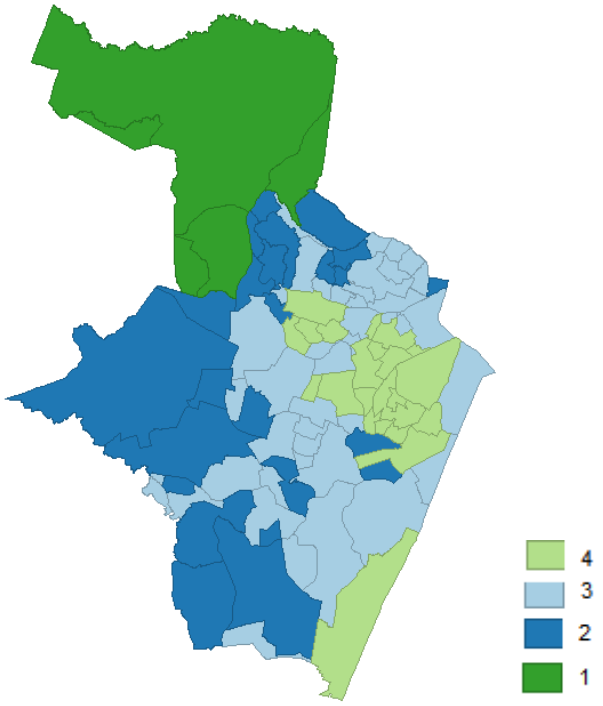
A variável de densidade de emprego foi significativa em ambos os modelos, sendo na demanda por bicicleta compartilhada negativamente correlacionada e de *ridesourcing* positivamente correlacionada. Assim, através de análise de *clusters* buscou-se entender melhor a relação entre as variáveis e auxiliar em sua interpretação (Figura 40 e Figura 41). Nessa análise também se utilizou o recurso do logaritmo natural para minimizar efeitos de escala

A partir dessa formação e da análise do gráfico na Figura 41, fica clara a correlação direta entre a demanda de *ridesourcing* e a densidade de emprego, corroborando com o que foi encontrado no modelo. Nos *clusters* 1 e 2, compostos basicamente por bairros periféricos e de morros, pela baixa densidade de empregos, sua demanda por *ridesourcing* é ínfima.

Já para a bicicleta compartilhada, percebe-se que 25 dos 26 bairros que dispõem de bicicletas compartilhadas estão inseridos nos *clusters* com maior densidade de emprego. Destaca-se que no cluster 1 com menor densidade de empregos existe apenas a Cidade Universitária que dispõe de bicicleta compartilhada e suas estações estão dentro da Universidade Federal de Pernambuco, e as viagens correspondem a 89% das viagens deste bairro.

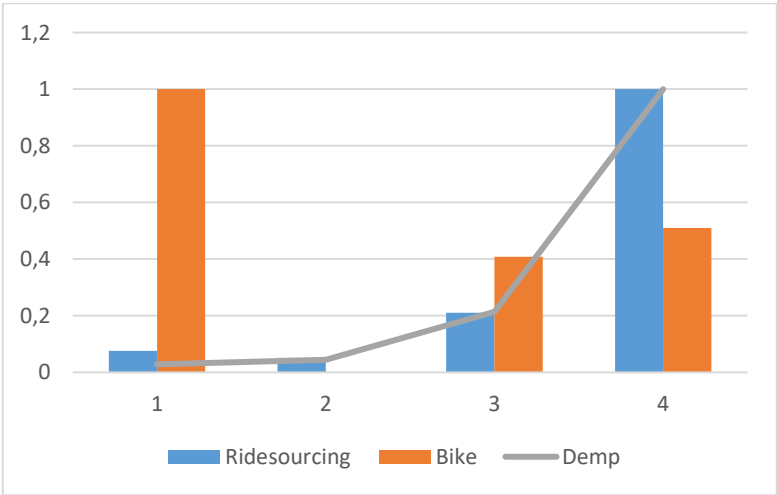
Sendo assim, deve-se considerar na análise do modelo de regressão que as estações de bicicleta compartilhada estão majoritariamente em zonas de alta densidade de empregos.

Figura 40- Clusters da Densidade de Emprego



Fonte: Adaptado de IBGE (2010).

Figura 41- Avaliação do cluster da Densidade de empregos



Fontes: IBGE (2010); Prefeitura do Recife (2016); Settel (2018); Instituto Pelópidas Silveira (2018), adaptados pelo autor.

7 CONCLUSÃO

Esta dissertação se propôs a investigar as relações entre os princípios norteadores da mobilidade sustentável e os efeitos da atuação do transporte compartilhado no meio urbano. Buscou-se, portanto, avaliar em que medida os efeitos conjuntos de ambos os movimentos convergem ou divergem.

Partindo-se dos conceitos de mobilidade sustentável, no âmbito social, econômico e ambiental pode-se tecer as principais conclusões sobre os casos estudados, transportes compartilhados no Recife e Fortaleza, que podem em princípio serem estendidas a qualquer grande metrópole brasileira.

Em um primeiro momento, verificou-se que os transportes compartilhados em geral produzem resultados, que tanto convergem quanto divergem de uma mobilidade produtiva. Chegou-se a essa conclusão, levando em consideração conceitos que dão suporte à mobilidade sustentável no enfoque econômico e ambiental, como a maximização da utilidade das infraestruturas, redução do uso e propriedade de veículos privados e diminuição de congestionamentos.

Nesse enfoque, destaca-se a bicicleta compartilhada. Essa alternativa de transporte demonstra características de distribuir viagens durante o dia, e de amenizar picos e vales de demanda, quando comparada aos deslocamentos por todos os demais modos de transporte na cidade do Recife, contribuindo para amenizar sobrecargas nas infraestruturas. Além disso, as viagens por este tipo de transporte se caracterizam por trajetos de microacessibilidade intrabairros ou entre bairros vizinhos, ou seja, curtas e de baixa duração. Dessa forma, cumpre com a função proposta por Ewing e Cervero (2010), de que os transportes ativos devem exercer o papel principal da mobilidade na escala da microacessibildiade, para assim atingir uma mobilidade mais sustentável.

Essa constatação ficou clara, quando se demonstrou uma correlação positiva entre o índice de diversidade do uso do solo e a demanda por bicicleta compartilhada. Assim, infere-se que quanto mais diversa a área, maior a demanda, deduzindo-se que zonas unicamente residenciais ou comerciais não são atrativas à utilização desse transporte. Esse resultado contribui com os objetivos da mobilidade sustentável, uma vez que, a bicicleta compartilhada ajuda a diminuir o uso do carro e possivelmente do transporte público em viagens curtas,

amenizando as demandas por infraestruturas de transportes e por espaço urbano, além de contribuir para uma mobilidade mais verde.

Percebe-se ainda, que a utilização desse modo de transporte revela correlação positiva com a oferta de de linhas de ônibus nos bairros. Esse resultado corrobora com o argumento de que, por sua vantagem na escala da microacessibilidade, a bicicleta compartilhada pode complementar viagens por transporte público por ônibus, em relação à última milha.

Essa hipótese é corroborada pela análise do Índice de Moran Bivariado Local entre as variáveis e o mapa de distribuição do número de linhas no espaço. Percebeu-se que os bairros da Ilha do Leite e Espinheiro, como exceções, destoam do modelo, pois dispõem de alto número de linhas com baixa demanda por bicicleta compartilhada em relação à média. Isso ocorre devido à baixa disponibilidade de estações nesses bairros, dificultando viagens de última milha.

Ainda sobre transporte público, contrariando a maior parte da literatura, no Recife a disponibilidade de estações de Metrô nos bairros apresenta correlação negativa com o uso de bicicleta compartilhada, demonstrando que não está havendo uma necessária complementariedade entre essas alternativas de transportes. Assim, pode-se concluir que como ponto positivo, percebe-se que a bicicleta compartilhada tem de alguma forma alimentado o transporte por ônibus, contribuindo para que esse seja mais permeável no espaço urbano, atraia mais usuários e ajude a diminuir o uso do automóvel particular.

Propõe-se, como forma de maximizar os benefícios da bicicleta compartilhada para uma mobilidade economicamente mais sustentável, a ampliação do número de estações, principalmente em bairros com alta oferta de transporte público por ônibus, altamente urbanizadas e de intenso uso misto do solo, promovendo maior conectividade entre estações e mais possibilidades de destinos.

Já o *ridesourcing* apresenta influências tanto positivas quanto negativas, ou seja, que podem convergir ou divergir de uma mobilidade produtiva e verde, sendo assim necessárias políticas de ajustes para atingir sua máxima utilidade para a mobilidade sustentável.

Como o *ridesourcing* apresenta correlação positiva com o uso misto do solo, logo pode ser utilizado de forma socialmente desvantajosa para atender viagens na escala da microacessibilidade, o que contribui para aumentar congestionamentos e sobrecarregar as infraestruturas viárias. Ademais, verificou-se que o *ridesourcing* atende menos regiões com usos predominantemente residenciais, não se caracterizando como uma opção usual na escala da meso

e macroacessibilidade, para ligar as zonas residenciais e comerciais da cidade. Corroborando com esse argumento, encontrou-se correlação positiva entre a acessibilidade do carro particular e o uso de *ridesourcing*, porém essa acessibilidade não é proporcionada por uma rede básica de transporte levando em consideração o uso racional do auto particular (HENCE, 2009), mas sim, o modo de transporte está presente em zonas de alto uso misto, alta densidade urbana e com infraestrutura viária sobrecarregada. Logo essa alternativa de transporte, nessa configuração contribui para os congestionamentos e diverge da mobilidade sustentável.

Ao analisar a relação entre os transportes públicos e o *ridesourcing*, percebeu-se que neste contexto, o modo de transporte diverge dos objetivos da mobilidade sustentável. A razão é que se observam sinais de concorrência entre o sistema de ônibus e o *ridesourcing*. Além disso, o modo compartilhado tem baixa demanda em regiões onde os ônibus se mostram ineficientes para acessar os centros econômicos da cidade. Ou seja, além de competir com o transporte público, retirando usuários desse sistema, a alternativa por *ridesourcing* não ajuda a atenuar os problemas de mobilidade onde o ônibus é ineficiente.

Analisando-se sobre outra perspectiva, em situação de regiões de uso misto, alta densidade populacional e de empregos, deve-se entender que o automóvel particular atende necessidades individuais de conforto, disponibilidade, flexibilidade e acessibilidade, logo é inerente à mobilidade de qualquer cidade a utilização do carro como modo de transporte. Levando-se essas premissas em consideração, o *ridesourcing* pode convergir para uma mobilidade sustentável com maior aproveitamento das infraestruturas, desde que colocado no espaço urbano de maneira adequada, uma vez que, não requer estacionamentos. Nesse quesito, o *ridesourcing* se propõe como uma alternativa ao carro particular com a vantagem de não demandar espaços estáticos para estacionamentos e contribuir para a diminuição da posse do carro.

Ainda neste sentido, outro fator a ser considerado, é que moradores de regiões de uso misto mesmo que tendam a realizar a maioria de suas atividades nas escalas meso e micro, muitas vezes precisam sair desses espaços mais restritos. Assim, a utilização de *ridesourcing* nessas situações pode contribuir para que esse cidadão não necessite efetivamente de possuir um automóvel.

Contribuindo para explicar essa hipótese, encontrou-se correlação positiva entre a presença de estações de bicicleta compartilhada no bairro e a demanda por *ridesourcing*,

mostrando que a presença de bicicleta compartilhada no bairro, pode ser fator para a decisão do destino pelo modo. Assim, de forma ambiental e socialmente mais vantajosa, o *ridesourcing* seria utilizado na escala da meso e macroacessibilidade entre a residência e as oportunidades, e a bicicleta compartilhada para o deslocamento entre as oportunidades, mostrando assim, uma característica de complementariedade entre essas alternativas e consequentemente diminuindo a necessidade de possuir um automóvel particular.

Assim, para maximizar a utilização desse modo de transporte compartilhado, propõe-se que em zonas de uso misto do solo e de alta densidade de oportunidades deve-se aplicar políticas de restrição à circulação do carro particular e de priorização dos transportes públicos, já recomendada por diversos autores apontados neste estudo. No entanto, pode-se flexibilizar o acesso de *ridesourcing* a essas regiões de maneira controlada, pois esses atendem as funções de flexibilidade, confiabilidade e conforto que só o automóvel pode prover, porém a alternativa consome menos espaço urbano e contribui para a diminuição da posse e uso do carro. No entanto, essa flexibilização não deve reduzir a prioridade ao transporte público e aos transportes ativos, sendo seu objetivo apenas suprir a demanda de pessoas, que por necessidade individual, já utilizariam o automóvel particular de qualquer forma.

Recomenda-se ainda, aplicar o conceito de *mobility as a service* entre os programas de bicicleta compartilhada e os serviços de *ridesourcing* de modo a integrar essas alternativas de deslocamento, com o objetivo de diminuir a necessidade do uso do carro e aumentar a sustentabilidade econômica de ambos os sistemas. Assim, estímulos públicos para a integração desses são benéficos à sociedade, pois além de ampliar a acessibilidade das pessoas, pode trazer mais eficiência às cidades, principalmente em áreas de uso do solo misto.

Por fim, apesar do carro compartilhado ainda ser um serviço em fase incipiente e experimental no Brasil, já se pode inferir algumas possibidades de convergência ou divergência dos conceitos da mobilidade sustentável. O carro compartilhado pode assumir papel similiar ao *ridesourcing* em zonas de uso misto do solo e em regiões adensadas, como foi discutido no tópico anterior. Isso se comprova por sua correlação positiva com a densidade populacional. Em bairros de alta densidade populacional que sofrem com dificuldades de estacionamentos, essa alternativa pode contribuir com uma menor demanda por posse de carro. Essa constatação também corrobora com com a revisão da literatura, que sustenta que o carro compartilhado contribui para a retirada dos carros particulares das ruas, principalmente nesses contextos.

Além disso, esse modo de transporte oferece mais uma alternativa de transporte ao sistema de mobilidade. Como verificado, especificamente na cidade de Fortaleza, o carro compartilhado demonstra ser uma alternativa economicamente mais vantajosa para viagens acima de 30 minutos que o *ridesourcing*. Dessa forma, ao propociar maior competitividade entre esses modos de transporte é possível o barateamento dos preços ao consumidor.

Verificou-se ainda, que shopping centers, como proxy de um polo gerador de viagens (PGV), apresenta correlação positiva com a demanda. Isso é particularmente interessante, pois aumenta a acessibilidade a esses PGVs, logo se adequando melhor às necessidades individuais de não proprietários de automóveis em situações especiais. Assim, os resultados indicam que para ampliar a eficiência do sistema em direção à mobilidade sustentável produtiva e verde, deve-se ampliar o uso desse modo próximo a PGVs e em regiões de alto adensamento populacional.

A outra esfera da mobilidade sustentável estudada é a social, em que uma mobilidade justa, equânime e acessível a todos são seus requisitos. Deve-se tentar entender os fatores de exclusão, características que afetam certos indivíduos ou grupos sociais, e as desigualdades de acesso, para verificar qual a relação dos transportes compartilhados com o meio social. A bicicleta compartilhada converge para uma mobilidade justa quando se relaciona quanto a sua utilização por gênero. Apesar de a bicicleta compartilhada apresentar utilização desigual entre homens, 75%, e mulheres, 25%, quando se compara com dados de uso de bicicletas comuns no Recife, com taxa de utilização de 9% por mulheres, percebe-se que o modo compartilhado amplia essa acessibilidade ao gênero feminino.

Ainda nesse sentido, de acordo com a análise de *clusters* por nível de renda na cidade, percebe-se que os poucos bairros de baixa renda contemplados pelo programa de bicicletas compartilhadas apresentam alta demanda, porém é necessário levar em consideração que esses bairros estão localizados em zonas comerciais. No entanto, a demanda se mostrou constante em *clusters* de outras faixas de renda, pouco variando, mostrando que esse modo é acessível a bairros de qualquer nível de renda. Porém, deve-se verificar que apesar dos resultados indicarem que existe demanda para pessoas de baixa renda utilizarem esse transporte, a maior parte dos bairros de baixa renda da cidade estão excluídos dessa alternativa. Dos 20 bairros de menor nível de renda da cidade, apenas 2 são atendidos pelo programa. Nessa perspectiva é necessário expandir o programa para regiões planas de baixa renda, uma vez que, oferece uma alternativa barata de transporte, que essa população pode usufruir em seus deslocamentos diários. Essa recomendação

pode ser estendida para situações típicas de cidades brasileiras em que os aglomerados urbanos de baixa renda dividem espaços com áreas mais abastadas da cidade, onde há oportunidades de empregos e serviços. Adicionalmente se propõem programas sociais de inclusão digital para facilitar o acesso ao sistema a todos os demandantes e um programa de inclusão de gênero na alternativa de transporte, uma vez que a bicicleta compartilhada pode contribuir para a acessibilidade das mulheres à mobilidade.

Por outro lado, o *ridesourcing*, apresenta maior demanda nos bairros mais abastados. Porém de acordo com o perfil do usuário, esse modo de transporte contribui para as pessoas de baixa renda utilizarem um bem, do qual normalmente não poderiam pagar, para viagens esporáticas e pontuais, atendendo necessidades específicas, e ampliando as possibilidades de acessibilidade para essa população. Entretanto, a demanda é significativamente menor em zonas de baixa renda, onde poderiam extrair mais utilidade, como o bairro de Joana Bezerra e as áreas de morro, principalmente devido a barreiras econômicas de acesso e acessibilidade ao carro. Ademais, percebe-se que bairros de famílias mais abastadas, são mais acessíveis aos carros e consequentemente têm, na média, menores preço de viagens por esse modo de transporte, enquanto que bairros da periferia têm, na média, preços maiores para acessar outros bairros, configurando em uma situação que o mais rico paga menos e o mais pobre paga mais, aumentando a desigualdade na mobilidade. Além disso, esse modo de transporte é pouco utilizado por idosos, grupo que poderia ser extremamente beneficiado por suas condições físicas individuais.

Sendo assim, propõem-se programas sociais para a inclusão dos mais pobres e dos idosos nesse tipo de transporte. Em relação aos mais pobres, a criação de ônibus sob demanda poderia ser uma possibilidade para que estes tenham acesso a um transporte porta-porta, similar ao serviço oferecido pelo *ridesourcing*, porém com menor custo por indivíduo. Já que, esse grupo se mostra adepto da alternativa de transporte para atender necessidades específicas.

Já o uso do carro compartilhado na prática revela forte desigualdade de gênero. Esse fato precisa ser investigado em futuras pesquisas para entender porque as mulheres não são atraídas por esse tipo de alternativa de transportes. Além disso, similar ao encontrado no *ridesourcing*, o carro compartilhado não registrou usuários maiores de 60 anos. Sendo assim, conclui-se que este modo de transporte tem um perfil de usuário fortemente centrado, no jovem e homem, sendo assim, não equanimamente atrativo a todos.

Além de verificar as relações entre os transportes compartilhados e a mobilidade sustentável, buscou-se propor a análise do Índice de Moran Bivariado Local em conjunto com o mapa de dispersão da variável de interesse, como uma metodologia de diagnóstico local, buscando áreas que destoassem do modelo de regressão validado. Verificou-se que a análise logrou identificar situações locais que diferiam do modelo, e que, nesses casos, a disparidade local de alguma maneira se baseava em questões teóricas ou confirmavam os resultados propostos na dissertação.

Deve- se entender que o espaço urbano é complexo, com dinâmicas de fluxos locais e globais, assim é difícil determinar, de maneira geral, correlações entre as características urbanas e a demanda de transportes em uma cidade inteira sem correr o risco de deixar de contemplar especificidades locais. Assim a análise desenvolvida consegue mitigar esse risco, mostrando-se uma ferramenta que além de verificar correlações significativas entre variáveis, leva em consideração as relações espaciais, que são essenciais nos planejamentos urbanos e de transportes. Sendo assim, a análise se mostra eficaz em nível de diagnóstico local, para aplicação de políticas públicas locais e focadas.

Para futuras pesquisas esta dissertação propõe que se estude mais a fundo as relações entre a bicicleta compartilhada e o *ridesourcing*, no conceito de *mobility as a service*, em zonas de uso do solo misto. Os resultados atuais, com base em dados secundários, demonstraram certa complementariedade, porém é necessário pesquisar o comportamento dos usuários por meio de métodos de preferência declarada para verificar se esta hipótese se confirma.

Além disso, propõe-se um estudo mais aprofundado dos possíveis efeitos das políticas públicas de transportes para modos compartilhados sobre o espaço urbano, de modo a entender se essas políticas podem de fato contribuir para uma mobilidade mais sustentável.

Ademais, percebe-se que as populações de baixa renda estão de certa forma excluídas, economicamente ou geograficamente, dos transportes compartilhados, sendo assim, deve-se estudar de que forma essa exclusão afeta as possibilidades de desenvolvimento desses cidadãos, e de que maneira pode-se inseri-los nesses transportes de forma eficiente.

Por fim, seria interessante formular modelos econométricos com dados em painel de demanda em diferentes anos, buscando verificar como as variáveis independentes e dependentes de uso do solo têm evoluído ao longo do tempo. Dos resultados obtidos podem-se perceber as

tendências para melhor ajustar as políticas públicas visando aproveitar as vantagens dos modos compartilhados e mitigar seuas efeitos negativos.

REFERÊNCIAS

ACIOLY, C.; FORBES, D. **Densidade urbana "densidade urbana e gestão urbana"**. Rio de Janeiro: Mauad Editora, 1998.

AKYELKEN N; BANISTER D.; GIVONI M. The Sustainability of shared mobility in London: the dilemma for governance. **Sustainability**. 2018. 10. 420. 10.3390/su10020420.

ALBINSSON, P.A.; PERERA, Y. B. Alternative marketplaces in the 21st century: building community through sharing events. **J. Consum. Behav**. 2012. 11 (4), 303–315, http://dx.doi.org/10.1002/cb.1389.

ALEMI, F.; CIRCELLA, G.; HANDY, S.; MOKHTARIAN, P. What influences travelers to use Uber? Exploring the factors affecting the adoption of on-demand ride services in California. **Travel Behav. Soc**. 13, 88–104. 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.tbs.2018.06.002. Acesso em: Acesso em: 12 jun. 2020.

ALLEN, W.B.; LIU, D.; SINGER, S. Accesibility measures of U.S. metropolitan areas. **Transportation Research Part B**: Methodological, 27, 6, 1993, 439-449, ISSN 0191-2615.

ALMEIDA, E. S. **Econometria espacial aplicada**. Campinas: Alínea Editora, 2012.

ALVES P.; RAIA JR. F. A. A. Mobilidade e acessibilidade urbanas sustentáveis. *In*: VI CONGRESSO DE MEIO AMBIENTE DA AUGM, 6., 2009, São Carlos. **Anais** [...]. São Carlos: PPGEU- IFSCAR, 2009.

AMECICLO (2015). Disponível em: https://www.ameciclo.org/projetos_1. Acesso em: 17 jun. 2020.

ANDERSON, D. N. "Not just a taxi"? For-profit ridesharing, driver strategies, and VMT. **Transportation**, 41(5), 2014, 1099–1117.

ANDERSON, S.; DE PALMA, A. (). The economics of pricing parking. **Journal of Urban Economics**. 55. 2004. 1-20. 10.1016/j.jue.2003.06.004.

ANSELIN. **SpaceStat vertion 1.80 user's guide**. Working paper. Regional Research Institute, Western Virginia University. 1995

ARAÚJO, M. S. P. O Comércio Informal no Centro Expandido do Recife. **Cadernos de Estudos Sociais**, Recife, v. 27, n o. 1, p. 029-048, jan./jun., 2012

ARMSTRONG, R.; RODRIGUEZ, D. An Evaluation of the Accessibility Benefits of Commuter Railin Eastern Massachusetts using Spatial Hedonic Price Functions. **Transportation**. 33. 2006. 21-43.

BADOE, D.; MILLER, E. Transportation-land-use interaction: Empirical findings in North America, and their implications for modeling. **Transportation Research Part D**: Transport and Environment. 5. 2000

BANISTER, D. The sustainable mobility paradigm. **Transport Policy** 15. 2008. 73–80.

BANISTER, D. The trilogy of distance, speed and time, **Journal of Transport Geography** 19. 2011. 950–959

BAO, J.; LIU, P.; YU, H.; WU, J. **Spatial analysis for the usage of ride-sourcing services, an application of geographically weighted regression**. 17th COTA International Conference of Transportation Professionals. 2017.

BAPTISTA, P.; TAVARES, J.; GONÇALVES, G. Energy and Environmental Impacts of Potential Application of Fully or Partially Electric Propulsion Vehicles: Application to Lisbon and São Miguel, Portugal. **Transportation Research Procedia**, 3, 2014, 750-759.

BARDHI, F.; ECKHARDT, G. M. Access-based consumption: the case of car sharing. **Journal of Consumer Research**, 39, Dez. 2012, 881–898.

BATANERO, C., ESTEPA, A. Y GODINO, J. Análisis exploratorio de datos. Sus posibilidades en la enseñanza secundaria. **Suma**, 9, 1991, 25-31.

BAUMONT, C. Spatial effects in housing price models: do house prices capitalize urban development policies in the agglomeration os Dijon (1999)? **Mimeo**. Université de Bourgogne, 2004.

BAUM-SNOW, N.; MATTHEW; KAHN. The effects of new public projects to expand urban rail transit, **Journal of Public Economics**, 77, 2, 2000, 241-263, ISSN 0047-2727.

BEGLEY, D. **For disabled or people in remote areas**, Uber service hard to come by. 2015. Disponível em: https:// www.houstonchronicle.com/news/transportation/article/For-disabled-or-people-in-remote-areas-Uber-6534879.php. Acesso em: 15 jun. 2020.

BELK R. (a) Sharing Versus Pseudo-Sharing in Web 2.0. **The Anthropologist**, 18:1, 2014, 7-23.

BELK, R. (b) You are what you can access: sharing and collaborative consumption online. **Journal of Business Research**, 67, 8, 1595–1600, 2014.

BELK, R. Sharing. **Journal of Consumer Research**, 36, 5, 2010, 715–734.

BENTO, A.M.; CROPPER, M.L.; MOBARAK, A.M.; VINHA, K. The impact of urban spatial structure on travel demand in the United States. **Review of Economics and Statistics** 87. 2005 : 466-478.

BERTOLINI, L. Integrating mobility and urban development agendas a manifesto disp. **The planning review**, 48 (1). 2012, 16-26.

BIALIK, C.; FISCHER-BAUM, R.; MEHTA, D. Is Uber making NYC rush-hour traffic worse? **FiveThirtyEight**. 2015. Disponível em: https://fivethirtyeight.com/features/isUber-making-nyc-rush-hour-traffic-worse/. Acesso em: 15/06/2020.

BIALIK, C.; FLOWERS, A.; FISCHER-BAUM, R.; MEHTA, D. (2015). **Uber Is Serving New York's Outer Boroughs More Than Taxis Are.**

BICICLETAR. 2020. Disponível em: http://www.bicicletar.com.br/. Acesso em: 12 jun. 2020.

BIKE-PE. 2020. Disponível em: https://bikeitau.com.br/bikepe/. Acesso em: 6 jun. 2020

BOARNET, M.; CRANE, R.; The influence of land use on travel behavior: Specification and estimation strategies. **Transportation Research Part A** 35. 2001. Pag: 823-845.

BOCKEN, N.; JONCA, A.; SÖDERGREN, K.; PALM, J. Emergence of Carsharing Business Models and Sustainability Impacts in Swedish Cities. **Sustainability** 2020, *12*, 1594.

BÖCKER, L.; MEELEN, T. Sharing for people, planet or profit? Analysing motivations for intended sharing economy participation. **Environ. Innov. Soc. Trans.** 23. 2017. Pag: 28–39.

BOESLER, M. The rise of the renting and sharing economy could have catastrophic ripple effects. **Business Insider**, 12 ago. 2013.

BONNETTE, B. **The implementation of a public-use bicycle program in Philadelphia**. Urban studies senior thesis. University of Pennsylvania, 2007

BOTSMAN, R. Defining the sharing economy: what is collaborative consumption - and what isn't? **Fast Company**, 2015. Disponível em: <https://www.fastcompany.com/3046119/defining-the-sharing-economy-what-is-collaborative-consumption-and-what-isnt>. Acesso em: 05/06/2020.

BOTSMAN, R.; ROGERS, R. **What's mine is yours: how collaborative consumption is changing the way we liv**e. Harper Collins, 2010.

BOUSSAUW, K., NEUTENS, T., WITLOX, F. Spatial variations of the mimimun home-to-work distance in the north of Belgium. **TRB Annual Meeting**, 2010.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Curso de gestão integrada da mobilidade urbana**. Brasilia: Ministério das Cidades, 2006

BRODEUR, A. NIELD K. An empirical analysis of taxi, Lyft and Uber rides: Evidence from weather shocks in NYC. **Journal of Economic Behavior & Organization**, 152, 2018, 1-16, ISSN 0167-2681

BRONS, M.; GIVONI M., RIETVELD P. Access to railway stations and its potential in increasing rail use. **Transportation Research Part A**: Policy and Practice, 43, 2, 2009, 136-149, ISSN 0965-8564.

BROWN, A. **Ridehail revolution**: ridehail travel and equity in Los Angeles. 2018. Tese (Doutorado) - University of California, Los Angeles, 2018.

BRUSTEIN, J. Uber and Lyft want to replace public buses. **Bloomberg**, August 15. 2016.

Disponível em: https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-08-15/Uber-andlyft-want-to-replace-public-buses. Acesso em: 15 jun. 2020.

BUCK D. BUEHLER R. Bike lanes and other determinants of capital bikeshare trips. Proceedings of Transportation Research Board 91st **Annual Meeting**. 2012. Washignton, DC

BUCK, D.; BUEHLER, R.; HAPP, P.; RAWLS, B.; CHUNG, P.; BORECKI, N. Are Bikeshare Users Different from Regular Cyclists?. **Transportation Research Record**: Journal of the Transportation Research Board. 2387. 2013. Pag: 112-119. 10.3141/2387-13.

BURKHARDT, J.; MILLARD-BALL, A. Who Is Attracted to Carsharing?. **Transportation Research Record**. 2006. 98-105. 10.3141/1986-15.

CAMPBELL, K.B.; BRAKEWOOD, C. Sharing riders: How bikesharing impacts bus ridership in New York City. **Transp. Res. Part A Policy Pract**. 2017, 100, 264–282

CARACTERÍSTICAS técnicas e operacionais do metrô. CBTU (2020). Disponível em**:** https://web.archive.org/web/20141110164657/http://www.cbtu-sturec.gov.br/?page_id=172. Acesso em: 12 jun. 2020.

CARVALHO C. H. R. Emissões relativas aos poluentes do transporte motorizado de passageiros nos grandes centros urbanos brasileiros. Diretoria de Estudos Regionais e Urbanos- DIRUR. **Instrumentos de Pesquisa Aplicada** – IPEIA. nº 5. 2011. pag 123-139.

CARVALHO, A. **Desenho universal, acessibilidade e integração modal** - estudo exploratório no transporte coletivo no Rio de Janeiro. 2005. Dissertação (Mestrado) - Programa de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

CASCETTA, E.; MONTANINO, M.; CARTENÍ, A. A new measure of accessibility vased on perceived opportunities. **Procedia** – Social an Behavioral Sciences.. 2013. 10 October

CASPI, O.; NOLAND, R. (). Bikesharing in Philadelphia: Do lower-income areas generate trips? **Travel Behaviour and Society**. 16. 2019, 143-152.

CASSEL L. C.; LADEIRA M. C. M.; CYBIS H. B. B. Caracterização dos serviços de *ridesourcing* e sua relação com o transporte coletivo: estudo de caso em porto alegre. *In*: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE DA ANPET, 32., 2018. **Anais** [...]. Gramado: ANPET, 2018.

CBTU 2018. Disponível em: https://www.cbtu.gov.br/images/gaplo/gestaoanual/gestao2018.pdf. Acesso em: 17 jun. 2020.

CELSOR C.; MILLARD-BALL, A. “Where does carsharing work? Using geographic information systems to assess market potential,” **Transportation Research Record**: Journal of the Transportation Research Board, vol. 1992, pp. 61–69, 2007.

CERVERO, R. City car share: longer-term travel-demand and car ownership impacts. **Transp. Res. Rec.** 2007, 70–80.

CERVERO, R. City CarShare: First-Year Travel Demand Impacts. **Transportation Research Record.** V. 1839. 2003. pag 159-166.

CERVERO, R..; TSAI, Y. (). City carshare in San Francisco, California: Second-year travel demand and car ownership impacts. **Transportation Research Record**: Journal of the Transportation Research Board. V. 1887. 2004. pag. 117–127.

CERVERO, R.; KOCKELMAN, K. Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. **Transportation Research Part D**: Transport and Environment, Volume 2, Issue 3, 1997, Pages 199-219, ISSN 1361-9209.

CERVERO, R.; KANG, C. D. Bus rapid transit impacts on land uses and land values in Seoul, Korea. **Transport Policy**. 18 (1), 2011, 102– 116

CERVERO, R.; SARMIENTO, O.; JACOBY, E.; GÓMEZ, L.; NEIMAN, A.; SOCIAL, F.; COLOMBIA, B. Influences of Built Environments on Walking and Cycling: Lessons from Bogotá. **International Journal of Sustainable Transportation**. V. 3. 2009. pag 203-226.

CHARDON, M. C.; CARUSO, G.; THOMAS, I. (). Bicycle sharing system 'success' determinants. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**. V. 100. 2017. Pag 202-214. 10.1016/j.tra.2017.04.020.

CHEN CY, YE F. Particle swarm optimization algorithm and its application to clustering analysis. *In*: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON NETWORKING, SENSING AND CONTROL, 2004. **Proceedings** […]. Taipei, Taiwan, 2004. p. 789–794,

CHEN, M.; WANG, D.; SUN, Y. A comparison of users' characteristics between station-based bikesharing system and free-floating bikesharing system: case study in Hangzhou, China. **Transportation**. V. 47. 2020. pag 689–704. https://doi.org/10.1007/s11116-018-9910-7

CHEN, X.; ZHAO, J. Bidding to drive: Car license auction policy in Shanghai and its public acceptance, **Transport Policy**, V. 27, 2013, pag 39-52, ISSN 0967-070X.

CHEN, Z.; HAYNES, K. Impact of high speed rail on housing values: An observation from the Beijing-Shanghai line. **Journal of Transport Geography**. V 43. 2015. pag 91-100.

CHENG, D. **Barriers to growth in the "sharing economy".** A Vision for the Economy of 2040, p. 1–14, 2015.

CHENG, J.; BERTOLINI, L.; CLERCQ, F. Measuring Sustainable Accessibility. **Transportation Research Record**. 2007. pag 16-25. 10.3141/2017-03.

CHURCH, A.; FROST, M.; SULLIVAN, K. Transport and social exclusion in London. **Transport Policy.** V. 7. 2000. pag 195-205.

CLEWLOW, R. Carsharing and sustainable travel behavior: Results from the San Francisco Bay Area. **Transport Policy**. V. 51. 2017.

CLEWLOW, R.R.; MISHRA, G.S. **Disruptive Transportation**: the Adoption, Utilization, and Impacts of Ride-Hailing in the United States. Research Report – UCD-ITS-RR-17- 07. UC Davis Institute of Transportation, 2017

CLIFF, A. D.; ORD, J. K. **Spatial autocorrelation**. London: Pion Press, 1973. 178 p.

CODAGNONE, C.; MARTENS, B. Scoping the sharing economy: origins, definitions, impact and regulatory issues. **SSRN Electronic Journal**. 2017.

COHEN, B.; KIETZMANN, J. Ride On! Mobility Business Models for the Sharing Economy. **Organization & Environment**., 27(3), 279–296, 2017.

COHEN, B.; MUNOZ, P. Sharing cities and sustainable consumption and production: towards an integrated framework. **J. Clean. Prod**.. 2017. Disponível em: http://dx.doi. org/10.1016/j.jclepro.2015.07.133. Acesso em: 15 jun. 2020.

COOK, R. D. **Detection of influential observations in linear regression**. Technometrics (American Statistical Association). February 1977.

CORREA, B. D.; XIE, K.; OZBAY, K. **Exploring the taxi and uber demand in New York City**: an empirical analysis and spatial modelling. 2017.

CORRÊA, R. L. **O Espaço urbano**. São Paulo: Ed. Atica, 2002.

CURL, A.; NELSON, J.D.; ANABLE, J. Does Accessibility Planning address what matters? A review of current practice and practitioner perspectives. **Research in Transportation Business & Management** . 2011. ISSN 2210-5395

CURTIS, C. SCHEURER, J. Planning for sustainable accessibility: Developing tools to aid discussion and decision-making. **Progress in Planning** - PROG PLANN. V. 74. 2011. pag 53-106.

DE LUCA, S.; DI PACE, R.Modelling users' behaviour in inter-urban car sharing program: a stated preference approach. **Transportation Research Part A**, V. 71. 2015. pag. 59-76.

DE PALMA, A.; LINDSEY, R.; QUINET, E.; VICKERMAN, R. **Handbook Of Transport Economics**. 2011

DE VOS, J. The influence of land use and mobility policy on travel behavior: A comparative case study of Flanders and the Netherlands. **Journal of Transport and Land Use**. V. 8. 2011. pag 171-190. 10.5198/jtlu.2015.709.

DEBREZION, G.; PELS, E.; RIETVELD, P. The impact of rail transport on real estate prices an empirical analysis of the Dutch housing market. **Urban Stud**. V. 48 (5). 2011. pag 997-1015.

DELUCCHI, M.; MCCUBBIN, D. **External costs of transport in the U.S. Institute of Transportation Studies**. UC Davis: Institute of Transportation Studies, 2010. (Working Paper Series).

DEMAIO, P. J. **Bike-sharing**: Its History, Models of Provision, and Future. In: VELO-CITY 2009 CONFERENCE, Brussels: 2009.

DENG, T. T.; NELSON, J. D. The impact of bus rapid transit on land development: A case study of Beijing, China. **World Academy of Science, Engineering and Technology**. V. 42. 2010. pag: 1182–1192

DIAO, M. Towards sustainable urban transport in Singapore: Policy instruments and mobility trends. **Transport Policy**, Elsevier, V. 81(C). 2019. pag 320-330.

DIÁRIO DE PERNAMBUCO. **Frota de motos em PE cresce 110% em dez anos**. 2019. Disponível em: https://www.diariodepernambuco.com.br/noticia/vidaurbana/2019/07/frota-de-motos-em-pe-cresce-110-em-dez-anos.html. Acesso em: 12 jun. 2020.

DRATH, R.; HORCH, A. Industrie 4.0: Hit or hype? **IEEE Industrial Electronics Magazine**, V. 8. N. 2, pag 56-58, 2014.

DRUT M Spatial issues revisited: The role of shared transportation modes. **Transport Policy**, 66, 85–95, 2018.

DUBOIS, E.; SCHOR, J.; CARFAGNA, L. New cultures of connection in a Boston time bank. *In*: SCHOR, J.; THOMPSON, C. (eds.) **Sustainable lifestyles and the quest for plentitude**: case studies of the new economy. New Haven, CT: Yale University Press, 2014. p. 95-124.

ECKHARDT, G. M.; BARDHI, F. The sharing economy isn't about sharing at all. **Harvard Business Review**, jan. 2015.

EDELMAN, B.; LUCA, M. Digital discrimination: the case of Airbnb.com. **Harvard Business School Working Paper**, 2014.

EIDLIN, E. The Worst of All World: Los Angeles, California, and the Emerging Reality of Dense Sprawl. **Transportation Research Record**, 1902, 1-9, 2005.

EL-GENEIDY, A. M.; LEVINSON, D. M. Access to Destinations: Development of Accessibility Measures. **Retrieved from the University of Minnesota Digital Conservancy**. 2006. Disponível em: http://hdl.handle.net/11299/638. Acesso em: 15 jun. 2020.

ERHARDT, G.D.; ROY, S.; COOPER, D.; SANA, B.; CHEN, M.; CASTIGLIONE, J.. Do transportation network companies decrease or increase congestion? **Sci. Adv**., 5 (5), 2019.

ERVING, E. E. The sharing economy: exploring the intersection of collaborative consumption and capitalism. **Scripps Senior Theses**, 2014

EUROFORUM. **Darft paper state of the art of reseach and development in the fild of urban mobility**. Euroforum. 2007

EWING, R.; CERVERO, R. Travel and the Built Environment. **Journal of the American Planning Association**, 76, 3:265-294, 2010.

EWING, R.; TIAN, G.; LYONS, T. Does compact development increase or reduce traffic congestion? **Cities**, 72: 94–101, 2018. doi: 10.1016/j.cities.2017.08.010

FAGHIH-IMANI, A.; Anowar, S.;. Miller, E. J; Eluru, N.. Hail a Cab or Ride a Bike? A Travel Time Comparison of Taxi and Bicycle-Sharing Systems in New York City. **Transportation Research Part A**: Policy and Practice, Vol. 101, 2017, pp. 11–21.

FEIGON, S.; MURPHY, C. **Broadening understanding of the interplay among public transit, shared mobility, and personal automobiles**. TCRP Research Report 195, Transit Cooperative Research Program. National Academy of Sciences. 2018

FELSON M.; SPAETH J. L. Community Structure and Collaborative Consumption:" A Routine Activity Approach"[J]. **The American Behavioral Scientist**, 1978, 21(4): 614.

FGV. **Mobilidade urbana e cidadania**: percepções dos usuários de transporte público no Brasil. 2014. ISBN 978-85-68823-04-0

Fishman E. Bikeshare: a review of recent literature. **Transport Reviews**, 36:1, 92-113, 2016. DOI: 10.1080/01441647.2015.1033036

FISHMAN, E. Bkeshared: A review of recent literatu. **Transport Reviews**. V. 36 (1). 2016. pag 92-113.

FISHMAN, E.; WASHINGTON, S.; HAWORTH, N. Bike Share: A Synthesis of the Literature. **Transport Reviews**. V. 33. 2013. pag 148-165.

FISHMAN, E.; WASHINGTON, S.; HAWORTH, N. Bike Share: A Synthesis of the Literature. **Transport Reviews**. V. 33:2. 2013. pag 148-165.

FISHMAN, E.;WASHINGTON, S.; HAWORTH, N.; MAZZEI, A. Barriers to bikesharing: An analysis from Melbourne and Brisbane. **Journal of Transport Geography**. V 41. 2014.

FORTALEZA. Canal de mobilidade: onibus e vans. 2020a. Disponpivel em: https://mobilidade. fortaleza.ce.gov.br/transporte/%C3%B4nibus-e-vans.html. Acesso em: 12 jun. 2020.

FORTALEZA. **Secretaria do Desenvolvimento Econômico de Fortaleza- SDE**. 2020b. Disponível em: https://public.tableau.com/profile/secretaria.de.desenvolvimento.economico.sde # !/. Acesso em: 12 jun. 2020.

FRANCKX L. **Future trends in mobility**: the rise of the sharing economy and automated transport, MIND-sets. 2016. Disponível em: www.mind-sets.eu. Acesso em: 16 jun. 2020.

FRANCKX L.; MAYERES I. **Future trends in mobility**: the rise of the sharing economy and automated transport - Annex A. European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 640401. 2016

FRENKEN K.; SCHOR, J. Putting the sharing economy into perspective. **Environmental**

innovation and societal transitions. V. 23. 2017. Pag 3-10, ISSN 2210-4224.

FRENKEN, K. Political economies and environmental futures of the sharing economy. In: Innovation Studies Utrecht (ISU) **Working Paper Series**. 2017. Disponível em: http://www.geo.uu.nl/isu/pdf/isu1701.pdf. Acesso em: 16 jun. 2020.

GANSKY, L. **The Mesh**: why the future of business is sharing. Portfolio Trade, London. 2010

GAUTHIER, A.; HUGHES, C.; KOST, C; LI, S; LINKE, C.; LOTSHAW, S.;MASON, J.; PARDO, C.; RASORE, C.; SCHROEDER, B.; TREVIÑO, X. **The Bike-Share Planning Guide**. 2014.

GE, Y.; KNITTEL, G.R.; MACKENZIE, D.; ZOEPF, S. Racial and gender discrimination in transportation network companies. **NBER Working Paper** No. 22776. Disponível em: http://www.nber.org/papers/w22776. Acesso em: 16 jun. 2020.

GEHRKE, S.R.; FELIX, A.; REARDON, T. **Fare Choices, a Survey of Ride-Hailing Passengers in Metro Boston**. Report #1. Metropolitan Area Planning Council (MAPC), Boston. 2018.

GERTE, R.; KONDURI, K. C.; ELURU, N. Is There a Limit to Adoption of Dynamic Ridesharing Systems? Evidence from Analysis of Uber Demand Data from New York City. **Transportation Research Record**: Journal of the Transportation Research Board. 2018.

GEURS, K.; RITSEMA VAN ECK, J. **Accessibility Measures**: Review and Applications. 2001

GEURS, K.; WEE, B. Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: Review and research directions. **Journal of Transport Geography**. V. 12. 2004. pag 127-140.

GIULIANO, G. & DARGAY, J. (2006). Car ownership, travel and land use: A comparison of the US and Great Britain. **Transportation Research Part A**: Policy and Practice. 40.

Glöss, M., McGregor, M., & Brown, B. **Designing for labour**: Uber and the ondemand mobile workforce. 2016 CHI conference on human factors in computing systems, Santa Clara, California. USA. V. 7-12 Maio 2016. pag. 1632–1643). .

GOEL, S. **Capitalism versus the sharing economy**. UC Berkeley: UC Berkeley Library, 2014.

GONZÁLEZ, F.; MELO-RIQUELME, C.; DE GRANGE, L. A combined destination and route choice model for a bicycle sharing system. **Transportation**. 43. 2015.

GOODMAN, A.; CHESHIRE, J. Inequalities in the London bicycle sharing system revisited: impacts of extending the scheme to poorer areas but then doubling prices. **J. Transp. Geogr**. V. 41. 2014. pag 272–279

GORI, S.; NIGRO, M.; PETRELLI, M. The impact of land use characteristics for sustainable mobility: The case study of Rome. **European Transport Research Review**, 4. 2012

GRAHAM, S.; MARVIN, S. **Splintering Urbanism**. Networked infrastructures, technological

mobilities and the urban condition. 2001

GREENFILD, M. Social change, cultural evolution, and human development. **Current Opition in Psychology**. V. 8. 2016. pag 84-92
GREIVING, S.; R. KEMPER. **Integration of Transport and Land Use Policies**: State of the Art. Deliverable 2b of EU project TRANSLAND. 1999

GRIECO, E. **O Índice do ambiente construído orientado a mobilidade sustentável**. 2015. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015. p. 154.

GROTTA C. A. D. Teoria espacial de acessibilidade: uma abordagem geográfica voltada ao transporte coletivo urbano. **Revista de Transporte Público**, ano 30, 4º semestre. 2007

GUDMUNDSSON, H.; HÖJER, M. Sustainable development principles and their implications for transport. **Ecological Economics**, V. 19, Issue 3, 1996, Pages 269-282, ISSN 0921-8009.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria básica**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

GWILLIAM, KENNETH M. **Cities on the move**: a world bank urban transport strategy review (English). Washington, D.C. : World Bank Group. 2002

HALL R. **Undestanding and applying the concept of sustainable development to transportation planning and decision-making in US**. [Tese de Doutorado em Engenharia Civil]. Boston: Massachusetts Institute of Technology. 2006

HALL, J.; KRUEGER, A. An Analysis of the Labor Market for Uber's Driver-Partners in the United States. **ILR Review**. V 71. 2017.

HAMARI, J.; SJÖKLINT, M.; UKKONEN, A. The sharing economy: why people participate in collaborative consumption. **Journal of the Association for Information Science and Technology**, p. 1–19, 2015.

HAMPSHIRE R. C.; MARLA L. **An analysis of bike sharing usage**: Explaining trip generation and attraction from observed demand. 91st Annual Meeting of the Transportation Research Board. 2012. Washington, DC

HANDY S. L. Regional versus local accessibility: implications for non-work travel. **Transportation Reseach Record**. 1993

HENAO, A. **Impacts of *Ridesourcing* –LYFT and UBER—**On Transportation Including VMT, Mode Replacement, Parking and Travel Behavior. [Tese de Doutorado]. University of Colorado. 2017.

HENAO, A.; MARSHALL, W.E. The impact of ride-hailing on vehicle miles traveled. **Transportation**. V. 46. 2019. pag: 2173–2194.

HENCE Sobre la Movilidad en la ciudad: propuestas para recuperar un derecho ciudadano.

Revertté. 2009. D. L.: Barcelona.

HERNÁNDEZ D. Activos y Estructuras de Oportunidades de Movilidad. Una propuesta analítica para el estudio de accesibilidad por transporte público, el bienestar y equidade. **EURE**, 38,115:117-135, 2012.

HESS, D.B. Access to public transit and its influence on ridership for older adults in two U.S. cities. **J. Transp. Land Use** 2 (1). 2009.

HICKMAN, R.; HALL, P.; BANISTER, D. Planning more for sustainable mobility. **Journal of Transport Geography**. V. 33. 2013. pag 210–219.

HILL, S. **Raw deal**: How the "Uber economy" and runaway capitalism are Screwing American workers. New York, NY: St. Martin's Press. 2015.

HU, S. R.; LIU, C. T. An optimal location model for the bicycle sharing system: A case study of the KaoSiung City-bike system. **Transportation Planning Journal**. V. 43. 2014. pag 367–392.

HUGHES, R.; MACKENZIE, D. Transportation network company wait times in Greater Seattle, and relationship to socioeconomic indicators. **Journal of Transport Geography**. V. 56. 2016. pag 36–44.

IBGE. **IBGE Cidades**. 2019. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/panorama. Acesso em: 12 jun. 2020

IBGE. **Censo demográfico de 2010**. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/. Acesso em: 12 jun. 2020.

IBI. **On-Street Parking Carshare Demonstration Project**. 2009

INGRAM D. R. The concept of accessibility: A search for an operational form. **Regional Studies**, 1971, 5:2, 101-107.

BALBIM, R., KRAUSE, C., CUNHA LINKE, C (orgs). **Cidade e movimento**: mobilidades e interações no desenvolvimento urbano. Brasilia: IPEIA/ITDP, 2016. p. 326.

ITDP- Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento. **Guia de Planejamento de Seistemas de Bicicleta Compartilhada**. 2014.

ITDP TOD standard - **Instituto de politicas transporte e desenvolvimento**. 2014. Disponível em: www.itdp.org. Acessado em: 09/06/2020

JAIN, M.; MURTY; P. FLYNN, "Data Clustering: A Review", **ACM Computing Surveys**. V. 31. No. 3, Sep 1999, pag 264–323

JAIN, T.; JOHNSON, M.; ROSE, G. Exploring the process of travel behaviour change and mobility trajectories associated with car share adoption. **Travel Behaviour and Society**. V. 18. 2020. pag 117-131.

JÄPPINEN, S.; TOIVONEN, T.; SALONEN, M. Modelling the potential effect of shared bicycles on public transport travel times in Greater Helsinki: An open data approach. **Applied Geography**. V. 43. 2013. pag 13-24.

JIN, S. T.; KONG, H.; WU, R.; SUI, D. Z. *Ridesourcing*, the sharing economy, and the future of cities. **Cities**, V. 76. 2018. pag 96-104.

JINXIN D.; MINYONG Q. "A new Algorithm for clustering based on particle swarm optimization and k-Means". **International Conference Intelligence**. 2009, pag 264-268.

JONES, P. The evolution of urban mobility: The interplay of academic and policy perspectives. **IATSS**. 38(1). 2014. pag 7-13.

JORNAL DO COMERCIO. **Recife tem 10º pior trânsito do mundo**, segundo pesquisa feita em 403 cidades. 2019. Disponível em: https://jc.ne10.uol.com.br/canal/cidades/jc-transito/noticia/2019/06/07/recife-tem-10-pior-transito-do-mundo-segundo-pesquisa-feita-em-403-cidades-380593.php. Acesso em: 12 jun. 2020.

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

KANG, K.; HWANG, J.; PARK, S. "Finding factors that infuence carsharing usage: Case study in seoul," **Sustainability**. V. 8. no. 8. 2016. pag 709.

KAUFMANN, V. Mobility: Trajectory of a concept in the social sciences. *In:* G. MOM, G. PIRIE, L. TISSOT (eds.). **Mobility in history**: the state of the art in the history of transport, traffic and mobility. Neuchâtel: Alphil. [s.d.]. p. 41-60.

KAYAL P.; SINGH R.; KUMAR M. **Defining sustainable urban mobility**. The Energy and Resouces Institute. TERI-NFA Nº 11. 2014.

KENNEDY, P. **Parking vs. people**. 2016. Disponível em: https://www.dmagazine.com/urbanism-transportation/2016/05/parking-vs-people/. Acesso em: 16 jun. 2020.

KENNEY, M.; ZYSMAN, J. The rise of the platform economy. **Issues in Science and Technology**. V. 32(3). 2016. pag 61–69.

KENT, J.L.; DOWLING, R. Puncturing automobility? Carsharing practices. **J. Transp. Geogr**. V. 32. 2013. pag 86–92.

KIM, J.; BROWNSTONE, D. The impact of residential density on vehicle usage and fuel consumption: Evidence from national samples. **Energy Economics**. V. 40. 2013. pag 196-206.

KIM, K. Can carsharing meet the mobility needs for the low-income neighborhoods? Lessons from carsharing usage patterns in New York City. **Transportation Research Part A**: Policy and Practice. V. 77. 2015.

LANE, B. Revisiting 'An unpopular essay on transportation:' The outcomes of old myths and the

implications of new technologies for the sustainability of transport. **Journal of Transport Geography**. V. 81. 2019.

LANE, C. PhillyCarShare: First-Year Social and Mobility Impacts of Carsharing in Philadelphia, Pennsylvania. **Transportation Research Record**: Journal of the Transportation Research Board. V. 1927. 2005. Pag158-166. Washington, D.C.

LANGLEY, P.; LEYSHON, A. 'Platform capitalism : the intermediation and capitalisation of digital economic circulation.', **Finance and society**. V. 3 (1). 2017. pag 11-31.

LANSELL, K. **Melbourne bike share and public transport integration**. Melbourne, Australia: University of Melbourne, 2011.

LAPOWSKY, I. Couchsurfing Dilemma: Going for Profit. Inc. Magazine. 2012 Disponível em: http://www.inc.com/magazine/201206/issielapowsky/couchsurfing-new-profit-model.html. Acesso em: 16 jun. 2020.

LDA Consulting. **Capital bikeshare 2011 member survey report**. Washington, DC, 2012.

LE VINE, S., ZOLFAGHA; RI A. r POLAK, J. **Carsharing**: Evolution, Challenges and Opportunities, 22th ACEA Scientific Advisory Group Report 2014.

LEVINSON, D. M. Accessibility and the journey to work. **Journal of Transport Geography**. V. 6(1). 1998. pag 11–21.

LEVINSON, D.; KUMAR. A. The Rational Locator: Why Travel Times Have Remained Stable. **Journal of the American Planning Association**, Summer 1994. V. 60:3. 1994. pag 319-332.

LI, T.; JING, P.; LI, L.; SUN, D.; YAN, W. Revealing the Varying Impact of Urban Built Environment on Online Car-Hailing Travel in Spatio-Temporal Dimension: An Exploratory Analysis in Chengdu, China. **Sustainability** 2019, *11*, 1336.

LIGHT, S. E. Precautionary federalism and the sharing economy. **Emory Law Journal**. V. 66(2). 2017. pag 333–394.

LIMA, J.H.; ANDRADE, M.O.; MAIA. M.L.A. Como medir a variação de acessibilidade causa pela implantação de um território gerador de viagens. **RevistaTransportes** v. 24, n. 2 (2016), p. 68-76.

LIN, J.; YANG, T. Strategic design of public bicycle sharing with service level constraints. **Transportation Research Part E**., v.47, p. 284-294, 2011.

LITMAN T. **Evaluating accessibility for transport planning**. Victoria, Canada: Victoria Transport Policy Institute, 2016

LITMAN, T. Measuring transportation: Traffic, mobility and accessibility. **Social Research in Transport (SORT)** Clearinghouse, 73(10), 2003.

LITMAN, T. Well Measured Developing Indicators for Comprehensive and Sustainable Transport Planning. **Transportation Research Record**. 2007. 10-15.

LITMANN, T. **Well Measured**: Developing Indicators for Comprehensive and Sustainable Transport Planning. Victoria, Canada: Victoria Transport Policy Institute, 2009.

LLER, S. S.; WEIKL, S.; MÜLLER, J.; BOGENBERGER, K. Empirical analysis of free-floating 125 carsharing usage: The Munich and Berlin case. **Transportation Research Part C** - Emerging Technologies. V. 56(C). 2015. pag 34–51.

LOOSE, W. **The State of European Car-Sharing**, Project Momo Final Report D 2.4 Work Package 2. Brussels. 2010.

LU, M.; HSU, S.; CHEN, P.; LEE, W. Improving the Sustainability of Integrated Transportation System with Bike-Sharing: A Spatial Agent-Based Approach. **Sustainable Cities and Society**. V. 41. 2018. pag 44-51.

LU, M.; HSU, S. C.; CHEN, P. C.; LEE, W. Y. Improving the Sustainability of Integrated Transportation System with Bike Sharing: A Spatial Agent-Based Approach. **Sustainable Cities and Society**. V. 41. 2018. pag 44-51.

LUCAS K. **Transport and social exclusion**: where are we now? Lisbon, Portugal: WCTR 12, 2010.

LYONS, G.; HARMAN, R. The UK public transport industry and provision of multi-modal traveller information. **International Journal of Transport Management**. V. 1(1). 2002. pag 1-13.

MA, T.; LIU, C.; ERDO G., S. Bicycle sharing and public transit: Does Capital Bikeshare affect Metrorail ridership in Washington, DC? **Transp. Res. Rec. J. Transp. Res**. Board 2015, 2534, 1–9.

MACHADO, L. **Indice de mobilidade sustentável para avaliar a qualidade de vida urbana**. 2008. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

MAIA, M. L.; LUCAS, K.; MARINHO, G.; SANTOS, E.; LIMA, J. H. Access to the Brazilian City—From the perspectives of low-income residents in Recife. **Journal of Transport Geography**, 2016.

MANGIARACINA R.; MARCHET G.; PEROTTI S. TUMINO A. A review of the environmental implications of B2C e-commerce: a logistics perspective. **Int J Phys Distrib Logist Manag**. V. 45(6). 2015. pag 565–591

Maroco, J. **Análise estatística** – com utilização do SPSS. 2. ed. Lisboa: Edições Sílabo, 2003.

MARSHALL, S.; BANISTER, D. Travel reduction strategies: intentions and outcomes. **Transportation Research Part A**: Policy and Practice. V. 34(5). 2000. pag 321-338

MARTIN, C. J. The sharing economy: a pathway to sustainability or a nightmarish form of neoliberal capitalism? **Ecological Economics**, v. 121, p. 149–159, fev. 2015.

MARTIN, E.; SHAHEEN, S. A. The impact of carsharing on public transit and non-motorized travel: An exploration of North American carsharing survey data. **Energies**. 2011

MARTIN, E.; SHAHEEN, S. Evaluating Public Transit Modal Shift Dynamics in Response to Bikesharing: A Tale of Two U.S. Cities. **Journal of Transport Geography**. V. 41. 2014.

MARTIN, E.; SHAHEEN, S. **Greenhouse gas emission impacts of carsharing in North America**. Final Report. Mineta Transportation Institute. 2010

MARTIN, E.; SHAHEEN, S.; LIDICKER, J. The impact of carsharing on householdvehicle holdings: Results from a North American shared-use vehicle survey. **Transportation Research Board**: Journal of the Transportation Research Board. V. 2143. 2010. pag 150–158.

MARTINS, D. L.; MEIRA H. M.; MAIA M. L. A.; Brasileiro A. Análise sobre o impacto dos aplicativos de *ridesourcing* nas ações dos planos de mobilidade urbana. *In*: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE DA ANPET, 33., 2019, Bauneário Camburiú- SC. **Anais** [...].Bauneário Camburiú: ANPET, 2019.

MCGRATH, F. The demographics of Uber's US users. In: **GlobalWebIndex**. 2015. Disponibilidade em: <https://www.globalwebindex.net/blog/the-demographics-of-Ubers-us-users>. Acesso em: 16/06/2020.

MCNEIL, N.; BROACH, J.; DILL, J. Breaking barriers to bike share: Lessons on bike share equity. **ITE Journal** (Institute of Transportation Engineers). V. 88. 2018. pag 31-35.

MEDRI W. Análise Exploratória de Dados; Professor: Dr.; Centro de Ciências Exatas – Cce Departamento de Estatística; Universidade Estadual de Londrina. 2011.

MEIJKAMP, R. Changing consumer behaviour through eco-efficient services: an empirical study of car sharing in the Netherlands. **Business Strategy Environ**. V. 7. 1998. pag 234–244.

MELLO A. J. R. **Acessibildiade ao emprego e sua relação com a mobilidade e o desenvolvimento sustentável**: o caso da região metropolitana do Rio de Janeiro. 2015. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) - Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

MELO M. F. S. **Sistema de bicicletas públicas**: uma alternativa para promoção da mobilidade urbana sustentável no município de Recife. 2013. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

MELO, R. R.; ANDRADE, M. O. Mobility as a service: necessidade de regulação e papel dos atores relevantes no contexto brasileiro. *In*: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 32. , 2018, Gramado/ RS. Anais [...]. Gramado: ANPET, 2018.

METROFOR. Gestor da Companhia Cearense de Transportes Metropolitanos. 2016. Disponível em: https://web.archive.org/web/20160901084607/http://www.metrofor.ce.gov.br/index.php/gestores. Acesso em: 12 jun. 2020.

MIDGLEY, P. **Bicycle-sharing schemes**: enhancing sustainable mobility in urban areas. Nineteenth Session. New York: United Nations. Department of Economic and Social Affairs, 2011.

MODARRES, A. Polycentricity, commuting pattern, urban form: The case of Southern California. **International Journal of Urban and Regional Research**. V. 35(6). 2011. pag 1193–1211

MORAN, P. The statistical distribution of the length of a rubber molecule. **Mathematical Proceedings of the Cambridge Philosophical Society**. V. 44(3). 1948. pag 342-344.

MOSES. Mobility Services for Urban Sustainability. **Moses deliverable** 6.2. 2005

MOST Moving on Sustainable Transportation, Transport Canada. 1999. Disponível em: www.tc.gc.ca/envaffairs/most . Acesso em: 8 jun. 2020.

MOVIMO e CSA (Carsharing Association). 2019. Disponível em: https://movmi.net/carsharing-market-growth/. Acesso em: 5 jun. 2020.

MURILLO, D.; BUCKLAND, H.; VAL, E. When the sharing economy becomes neoliberalism on steroids: Unravelling the controversies. **Technological Forecasting and Social Change**. 2017

MURPHY, C. **Shared mobility and the transformation of public transit**. 2016. Disponível em: https://www.apta.com/resources/reportsandpublications/Documents/APTA-Shared-Mobility.pdf. Acesso em: 5 jul. 2018.

MURPHY, E.; USHER, J. The role of bicycle-sharing in the city: Analysis of the Irish experience. **International Journal of Sustainable Transportation**. V. 9(2). 2015. pag 116–125.

NACIONAL CENTER FOR MOBILITY MANAGEMENT (NCMM). **Carsharing**: Providing vehicle access for people with low incomes. Mobility Management In Practice Series. 2016. Disponível em: https://nationalcenterformobilitymanagement.org/wp-content/uploads/2014/09/Car_Sharing_Final.pdf. Acesso em: 11 jun. 2020.

NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE. **Between public and private mobility**: examining the rise of technology-enabled transportation services. Washington, DC: The National Academies, 2016.

NIE, Y. (). How can the taxi industry survive the tide of *ridesourcing*? Evidence from Shenzhen, China. **Transportation Research Part C**. V. 79. 2017. pag 242–256.

NIJLAND, H.; MEERKERK, J. Mobility and environmental impacts of car sharing in the Netherlands. **Environmental Innovation and Societal Transitions**. V. 23. 2017.

NOLAND R. B.; SMART M. J.; GUO Z. Bikeshare Trip Generation in New York City. **Transp Res A.,** 94:164–181, 2016.

99TÁXI. 2020. Disponível em: https://99app.com/. Acesso em: 12 jun. 2020.

NEW YORK CITY. Department of Transportation. **Strategic Plan 2016**. New York: NYC DOT, 2016. Disponível em: https://www.nycdotplan.nyc/sites/default/files/2017-07/Strategic-plan-2016.pdf. Acesso em: 05 jun. 2020.

OECD. **Policies for the tourism sharing economy oecd tourism trends and policies.** Paris: OECD Publishing, 2016.

OGILVIE, F.; GOODMAN, A. Inequalities in usage of a public bicycle sharing scheme: socio-demographic predictors of uptake and usage of the London (UK) cycle hire scheme. **Prev. Med**. V. 55. 2012. pag 40–45

OOMAP. 2020. Disponível em: https://bikesharemap.com/#/3/-60/25/. Acesso em: 05 jun. 2020.

OPENSTREETMAPS, 2020. Disponível em: https://www.openstreetmap.org/. Acesso em: 12 jun. 2020.

OWENS, S. From 'Predict and Provide' to 'Predict and Prevent'?: Pricing and Planning in Transportation Policy. **Transport Policy**. V. 2 n. 1. 1995. pag 43-49.

PAL, A.; ZHANG, Y. Free-floating bike sharing: Solving real-life large-scale static rebalancing problems. **Transportation Research Part C**: Emerging Technologies. V 80. 2017. pag 92-116.

PEREIRA F. S. M. **Habitação em áreas centrais**: as contradições do/no espaço urbano no centro antigo de Fortaleza. 2013. Disseração (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará, 2013.

PICKETT, J. P. **The American Heritage Dictionary of the English Language**. 4. ed. Boston: Houghton Mifflin, 2000.

PLOWDEN, S. **Towns Against Traffic**. London: Andre Deutsch, 1972.

PONS, J. M. S.; MATEU LLADÓ, J.; RUIZ PÉREZ, M.; MARTÍNEZ REYNÉS, M. R. Los sistemas de bicicleta pública y la movilidad urbana sostenible. Un análisis en la ciudad de Palma (Mallorca, Islas Baleares). **Boletín De La Asociación De Geógrafos Españoles**. V. 71. 2016.

PORTER, C.D.; BROWN, A.; DEFLORIO, J.; MCKENZIE, E.; TAO, W.; VIMMERSTEDT, L. **Effects of travel reduction and efficient driving on transportation**: energy use and Greenhouse Gas Emissions. Transportation Energy Futures Series. Prepared by the National Renewable Energy Laboratory (Golden, CO) and Cambridge Systematics, Inc. (Cambridge, MA), for the U.S. Department of Energy, Washington, DC. 2013. DOE/GO-102013-3704. 98 pp.

PORTUGAL, L. S. **Transporte, mobilidade e desenvolvimento urbano**. São Paulo: Elsevier, 2017

POUSHTER, J. Smartphone ownership and internet usage continues to climb in emerging economies. In: **Pew Research Center**. 2016. Disponível em: <http://www. pewglobal.org/2016/02/22/smartphone-ownership-and-internet-usage-continuesto-climb-in-emerging-economies>. Acesso em: 16/06/2020.

POUSHTER, J. Smartphones are common in advanced economies, but digital divides remain. In: **Pew Research Center**. 2017. Disponível em: <http://www.pewresearch.org/facttank/2017/04/21/smartphones-are-common-in-advanced-economies-but-digitaldivides-remain/>. Acessibilidade em: 16/06/2020

PRAKASH, A. B.; OLIVER, E. H. D'. A.; BALCOMBE, K. Does building new roads really create extra traffic? Some new evidence. **Applied Economics**. V. 33. 2001. pag 1579e1585.

PRODANOV, C.C; FREITAS, E.C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2ª ed. Universidade Feevale – Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul, 2013.

PROTHERO, A.; DOBSCHA, S.; FREUND, J.; KILBOURNE, W.E.; LUCHS, M.G.; OZANNE , L.K.; THØGERSEN, J. "Sustainable consumption: opportunities for consumer research and public policy", **Journal of Public Policy & Marketing**, V. 30 No. 1. 2011. pag 31-38.

PRUD'HOMME, R.; BOCAREJO, J. P. The London Congestion Charge: A Tentative Economic Appraisal. **Transport Policy**. V. 12. 2005. pag 279-287.

PWC Shared Economy 2017, **The New Business Model.** 2017. Disponível em: < https://www.pwc.de/de/digitale-transformation/share-economy-report-2017.pdf>. Acesso em: 06/06/2020

RAFFESTIN, C. **Por uma geografia do poder. Tradução de Maria Cecília França**. São Paulo: Ática, 1993.

RAIA JR. A. A. **Acessibilidade e mobilidade na estimativa de um índice de potencial de viagens utilizando redes neurais artificiais e sistemas de informação geográficas**. [Tese de Doutorado] Escola de Engenharia São Carlos. 2000.

RAVENELLE, A. J. Hustle: **The lived experience of workers in the sharing economy** (Unpublished doctoral dissertation). The Graduate Center, CUNY, New York, NY. 2016.

RAYLE, L., DAI, D., CHAN, N., CERVERO, R. & SHAHEEN, S. Just a better taxi? A survey-based comparison of taxis, transit, and *ridesourcing* services in San Francisco, **Transport Policy**, V. 45. 2016, pag 168-178,.

RECIFE. **Lei nº 17.511/2008**. 2008.

RECIFE. Prefeitura Municipal. **Plano de mobilidade do Recife**. Recife, 2012.

RECIFE. Prefeitura Municipal. **Portal de dados abertos da Prefeitura de Recife**. 2020. Disponível em: http://dados.recife.pe.gov.br/. Acesso em: 12 jun. 2020

REDES de bicicletas sem estações chegam ao Brasil: solução ou novo problema para as cidades?. 2018. **BBC**. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/brasil-45039832. Acesso em: 6 fev. 2020.

REGGIANI, A.; BUCCI, P.; RUSSO, G.; HAAS, A.; NIJKAMP, P. **Regional Labour Markets and Job Accessibility in City Network Systems in Germany**. 2011.

REICH, R. B. The share-the-scraps economy. In: **Robert Reich.** 2015. Disponível em: <http://robertreich.org/post/109894095095>. Acesso em: 16/06/2020.

RICHARDSON L. Performing the sharing economy[J]. **Geoforum**, 2015, 67:121-129.

RIVAS, G. S. Hacia una nueva consideración de las infraestructuras del transporte en el planejamento territorial. XI **Congresso de Ingenieria del Transporte** (CIT, 2014). Santander Espanha. 2014.

RIXEY, R. A. Station-level forecasting of bike sharing ridership: station network effects in three US systems. In: **Transportation Research Board 92nd Annual Meeting**. 2013.

RODRIGUES S. C. **A.Modelo de Regressão Linear e suas Aplicações. Relatório de Estágio para obtenção do Grau de Mestre em Ensino de Matemática no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário**. Covilhã. 2012

ROGERS, B. (). Uber's algorithms could spot crimes in progress. But do we want them to? 2016. Disponível em: <https:// www.washingtonpost.com/posteverything/wp/2016/02/24/uber-could-do-more-to-prevent-crimes-in-progress-but-we-might-not-want-itto/?noredirect=on&utm_term=.f432d5442b73>. Acesso em: 16/06/2020

ROGERS, B. The social cost of Uber. **Temple University Legal Studies Research paper** no. 2015-28. 2015

ROSS, H. Notes and Comments, *Ridesharing's House of Cards: O'Connor v. Uber Technologies, Inc. and the Viability of Uber's Labor Model in Washington*, 90 **Wash. L. Rev**. 1431. 2015.

ROUKOUNI, A., BASBAS, S.; KOKKALIS, A. Impacts of a metro station to the land use and transport system: the Thessaloniki Metro case. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, V. 48. 2012. pag. 1155 – 1163.

SABERI, M.; GHAMAMI, M.; GU, Y.; SHOJAEI, M.H.S.; FISHMAN, E. Understanding the impacts of a public transit disruption on bicycle sharing mobility patterns: A case of Tube strike in London. **J. Transp. Geogr**. V. 66. 2018. pag 154–166.

SABOURI, S.; PARK, K.; SMITH, A.; TIAN, G. Exploring the influence of built environment on Uber demand. **Transportation Research Part D Transport and Environment**. V. 81. 2020.

SANCHEZ, A. T. **Car sharing as an alternative to car ownership: opportunities for carsharing organizations and low-income communities**. [Dissertação de Mestrado]. Faculty of the Graduate School of The University of Texas at Austin. 2016

SANTOS, G.; BEHRENDT, H; TEYTELBOYM, A. Part II: Policy instruments for sustainable road transport. **Research in Transportation Economics**. V. 28. 2010. pag 46-91.

SCHALLER, B. The New Automobility: Lyft, Uber and the Future of American Cities. **Report. Schaller Consulting**. 2018.

SCHOLZ, T. Uberworked and underpaid: How workers are disrupting the digital economy. Cambridge, UK: **Polity Press** . 2016

SCHOR J. B. Does the sharing economy increase inequality within the eighty percent?: findings from a qualitative study of platform providers**. Cambridge Journal of Regions, Economy and Society**. V. 10. 2017. pag 263–279

SCHOR, J. B.; ATTWOOD-CHARLES, W. The Sharing Economy: labour, inequality and sociability on for-profit platforms, **Sociology Compass**. forthcoming. 2017

SCHOR, J. B.; FITZMAURICE, C. J. Collaborating and connecting: the emergence of the sharing economy. In L. Reisch and J. Thogersen (eds.) **Handbook of Research on Sustainable Consumption**. 2015. pag 410– 425. Cheltenham: Edward Elgar.

SCHOR, J. **Debating the sharing economy**. A Great Transition Initiative Essay, p. 1–19, out. 2014.

SILVA, L. H. **A Verticalização do espaço urbano**: o caso do bairro do Prado. 2008. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

SEABRA, L. O., GONALES T. W., DOMINGUEZ, E. M. Sustentabilidade em transportes: do conceito às políticas úblicas de mobilidade urbana. **Revista dos Transportes Públicos**- ANTP. ano 35. 2013 2º quard., pag 103-122.

SEN, A.. **Desarrollo y Libertad** ; Planeta Argentina,Buenos Aires Argentina. 2000.

SERTTEL (2018) Dados obtidos pelo autor junto a empresa Serttel

SFCTA. San Francisco Transportation Plan 2040. San Francisco County Transportation Authority. 2017. Disponível em < https://www.sfcta.org/projects/san-francisco-transportation-plan#panel-background> Acesso em: 05/06/2020.

SHAHEEN, S. A.; CHAN, N. D.; MICHEAUX, H. One-way carsharing's evolution and operator perspectives from the Americas. **Transportation**. V. 42. 2015. pag 519–536

SHAHEEN, S. A.; MALLERY, M.; Kingsley, K. Personal Vehicle Sharing Services in North America. **Research in Transportation Business & Management**. 2012. Vol. 3

SHAHEEN, S.; CHAN, N. D.; MICHEAUX, H. One-way carsharing's evolution and operator perspectives from the Americas. **Transportation**. V. 42 (3). 2015. pag 519-536

SHAHEEN, S.; CHAN, N. Mobility and the Sharing Economy: Potential to Facilitate the First- and Last-Mile Public Transit Connections. **Built Environment**. V. 42. 2016. pag 573-588.

SHAHEEN, S.; CHAN, N.; BANSAL, A.; COHEN, A. **Shared Mobility: Definitions, Industry Developments, and Early Understanding Bikesharing, Carsharing, On-Demand Ride Services, Ridesharing.** 2015,

SHAHEEN, S.; COHEN, A. Carsharing and Personal Vehicle Services: Worldwide Market Developments and Emerging Trends. **International Journal of Sustainable Transportation - INT J SUSTAIN TRANSP**. V 7. 2012

SHAHEEN, S.; COHEN, A.; ZOHDY, I**. Shared mobility**: Current practices and guiding principles. Report, U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration. 2016

SHAHEEN, S.; GUZMAN, S.; ZHANG, H. Bikesharing in Europe, the Americas, and Asia: Past, Present, and Future**. Institute of Transportation Studies**, UC Davis, Institute of Transportation Studies, Working Paper Series. 2143. 2010.

SHAHEEN, S.; SCHWARTZ, A.; WIPYEWSKI, K. Policy Considerations for Carsharing and Station Cars: Monitoring Growth, Trends, and Overall Impacts. **Transportation Research Record**. V. 1887. 2004. pag 128-136.

SHAHEEN, S.; SPERLING, D; WAGNER, C. A Short History of Carsharing in the 90's. **J World Transp Policy Pract**. 5. 1999

SHAHEEN, S.; SPERLING, D; WAGNER, C. Carsharing in Europe and North America: Past, Present, and Future. **Transportation Quarterly**. V. 52. 1998

SHAHEEN, S.A.; MALLERY, M.A.; KINGSLEY, K. J. Personal vehicle sharing services in North America. **Research in Transportation Business & Management**. V. 3. 2012. pag 71-81.

SHOUP, D. Cruising for parking. Transport Policy. V. 13. 2006. pag 479-486.

SILVA, L. A. S. ; ANDRADE, M. O. ; MAIA, M. L. A. How does the ride-hailing systems demand affect individual transport regulation?. **Research in Transportation Economics**. V. 69. 2018. pag 600-606, 2018.

SINHA, K. Sustainability and Urban Public Transportation. Journal of Transportation Engineering-asce - **J TRANSP ENG-ASCE**. 2003

SIOUI, L., MORENCY, C., TREPANIER, M. How car sharing affects the travel behaviour of households: a case study of Montreal, Canada. Int. **J. Sustain. Transp**. V. 7 (1). 2012. pag 52–69.

SIUHI, S.; MWAKALONGE, J. Opportunities and challenges of smart mobile applications in transportation. **Journal of Traffic and Transportation Engineering** (English Edition) V. 3, Issue 6. 2016. pag 582-592

SLEE, T. **What's Yours is Mine: Against the Sharing Economy.** New York: OR Books. 2015

SMALL, K. A. **Road pricing and public transport. In G. Santos (Ed.), Road pricing: Theory**

and evidence (pp. 133e158). Oxford: Elsevier. 2004

SMART, R.; ROWE, B.; HAWKEN, A. Faster and cheaper: How ride-sourcing fills a gap in low-income Los Angeles neighborhoods. **Report, BOTEC Analysis Corporation**, July. 2015.

SMITH, A. Shared, collaborative and on demand: The new digital economy. In: Pew Research Center. 2016.

SMITH, C. S.; OH, J. S.; LEI, C. "Exploring the Equity Dimensions of US Bicycle Sharing Systems," in Report # 14–01. **Transportation Research Center for Livable Communities**. (Kalamazoo, MI: Western Michigan University). 2015.

Social Exclusion Unit (SEU). **Making the Connections: Final report on Transport and Social Exclusion** (2003). Office of the Deputy Prime Minister, London

SPERLING, D. Three Revolutions Steering Automated, Shared, and Electric Vehicles to a Better Future: Steering Automated, Shared, and Electric. **Vehicles to a Better Future**. 2018.

STEININGER, K.; VOGL, C.; ZETTL, R. Car-sharing organizations: The size of the market segment and revealed change in mobility behavior, **Transport Policy**. V. 3, Issue 4. 1996. pag 177-185.

STEPHANY, A. The Business of Sharing. Palgrave Macmillan; 2015 edition. 2015.

STILLWATER, P.; MOKHTARIAN, L. T.; SHAHEEN, S. A. "Carsharing and the built environment: Geographic information system based study of one U.S. operator," **Transportation Research Record**: Journal of the Transportation Research Board, vol. 2110, pp. 27–34, 2009.

STRAND, J.; VÅGNES, M. The relationship between property values and railroad proximity: A study based on hedonic prices and real estate brokers' appraisals. **Transportation**. V. 28. 2001. pag 137-156.

SULTANA, S. Job/housing imbalance and commuting time in the Atlanta metropolitan area: Exploration of causes of longer commuting time. Urban Geography. V. 23(8). 2002. pag 728–749.

SUN F.; CHEN, P. Impact of Built Environment and Temporal Factors on Public Bike-Sharing. 96st **Annual Meeting of the Transportation Research Board**. 2017. Washington, DC

SUN, B. HE, Z.; ZHANG, T.; WANG R. Urban spatial structure and commute duration: An empirical study of China, **International Journal of Sustainable Transportation**. V. 10:7. 2016. pag 638-644.

SUNDARARAJAN, A. **The Sharing Economy**: the End of Employment and the Rise of Crowd-Based Capitalism. Cambridge, MA: MIT Press. 2016

TANG, B. J.; LI, X. Y.; YU, B.; WEI, Y. M; How app-based ride-hailing services influence travel behavior: an empirical study from China. Int. J. Sustain. Transport. 1–15. 2019

TEMPORAL J. How to define the optimal number of clusters for KMeans. 2019. Disponível em: https://jtemporal.com/kmeans-and-elbow-method/. Acesso em: 12/06/2020

TIRACHINI A.; DEL RÍO M. Ride-hailing in Santiago de Chile: Users' characterisation and effects on travel behaviour, **Transport Policy**. V 82. 2019. pag 46-57.

TRANSPORT FOR LONDON. **Travel in London Report 3**; Transport for London: London, UK, 2010. Disponível em: <http://content.tfl.gov.uk/travel-in-london-report-3.pdf> . Acesso em: 16/06/2020

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD. Between Public and Private Mobility: Examining the Rise of Technology-Enabled Transportation Services (p. 63). **Transportation Research Board**. 2016

TRANSPORTE ATIVO. Bike Rio, 4ª Geração já está nas ruas. 2018. Disponível em: < http://transporteativo.org.br/ta/?p=11115>. Acesso em: 06/06/2020.

TRIBUNA DO CEARÁ. Somente 30% das habilitações no Ceará são de mulheres. 2016 Disponível em: <https://tribunadoceara.com.br/noticias/cotidiano-2/somente-30-das-habilitacoes-no-ceara-sao-de-mulheressomente-30-das-habilitacoes-no-ceara-sao-de-mulheres/>. Acesso em: 16/06/2020.

TUSSYADIAH, I.P.; PESONEN, J.; Impacts of peer-to-Peer accommodation use on travel patterns. **J. Travel Res**. 2015.

UBER (2020). Disponível em: <https://www.uber.com/pt-BR/newsroom/fatos-e-dados-sobre-uber/>. Acesso em: 05/06/2020

UK COMMISSION FOR INTEGRATED TRANSPORT. (2000). Physical integration. London. Disponível em: <http://www.cfit.gov.uk/docs/2000/physical/physical/index.htm>.

URBANA. Dados obtidos pelo autor junto a empresa Urbana. 2017

URRY. Mobilities. Cambridge. Malden, MA: Polity. 2007

VAMO 2020. Disponível em: < http://www.vamofortaleza.com/>. Acesso em: 12/06/2020

VASCONCELLOS, E. A. **Transporte urbano, espaço e equidade**: análise das políticas públicas. São Paulo. Annablume. 2001

VIRGINIA TECH. **Capital bikeshare study**: A closer look at casual users and operation. Arlington: Virginia Tech. 2012

VORA, P.; OZA, B. A survey on k-mean clustering and particle swarm optimization. **International Journal of Science and Modern Engineering** (IJISME) ISSN: 2319-6386, V. 1, Issue-3. 2013.

VUCHIC, Vukan., **Urban Public Transportation**. Cap 1. Prentice-Hall, New Jersey, USA,

1981.

WADDELL, P.; ULFARSSON, G.; FRANKLIN, J.; LOBB, J. Incorporating land use in metropolitan transportation planning. **Transportation Research Part A**: Policy and Practice. V. 41. 2007. pag 382-410.

WALZER M. **Spheres of Justice**: A Defense of Pluralism and Equality, Basic Books (1983)

WANG, D.; CHAI, Y. The jobs-housing relationship and commuting in Beijing, China: The legacy of Danwei. **Journal of Transport Geography**. V 17(1). 2009. pag 30–38.

WANG, M.; CHEN, Z.; MU, L.; ZHANG, X. Road network structure and ride-sharing accessibility: A network science perspective. **Computers, Environment and Urban Systems**. 2020.

WANG, M.; MU, L. Spatial disparities of Uber accessibility: An exploratory analysis in Atlanta, USA. **Computers, Environment and Urban Systems**. V. 67. 2018. pag 169–175.

WENZEL, T.; RAMES, C.; KONTOU, E.; HENAO, A. Travel and energy implications of *ridesourcing* service in Austin, Texas. **Transp. Res. D Transp. Environ**. V. 70. 2019. pag 18–34.

WILLIAMSON, O. **The Economics of Organization**: The Transaction Cost Approach. ajs. 1981.

WU, X.; ZHANG, R. The popularization and application of bicycle sharing system in urban transportation system. In: PROCEEDINGS OF THE 10TH INTERNATIONAL CONFERENCE OF CHINESE TRANSPORTATION PROFESSIONALS, Out. 2010, Beijing. **Integrated Transportation Systems – Green, Intelligent, Reliable**, 2010. p. 2616-2628

XUE, M. M.; YU, B.Y.; DU, Y.F.; WANG, B.; TANG, B.J.; WEI, Y.M. Possible emission reductions from ride-sourcing travel in a global megacity: the case of Beijing. **J. Environ**. 2018. Dev. 27, 156–185. <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/1070496518774102>

YANG, J.; LIU, Y.; QIN, P.; LIU, A. A. A review of Beijing′s vehicle registration lottery: Short-term effects on vehicle growth and fuel consumption,**Energy Policy**. V. 75. 2014. pag 157-166.

YANG, Z. Analysis of Washington, DC taxi demand using GPS and land-use data. **Journal of Transport Geography**. 66. 2018

YU, H., PENG, Z. R. 2. The impacts of built environment on *ridesourcing* demand: A neighbourhood level analysis in Austin, Texas. **Urban Stud**. 2019.

YU, H.; PENG, Z. R. The impacts of built environment on *ridesourcing* demand: A neighbourhood level analysis in Austin, Texas. **Urban Stud**. 2019

ZEGRAS, C. **Sustainable Urban Mobility: Exploring the Role of the Built Environment**. 2005. 265 p. Tese (Doctor of Philosophy in Urban and Regional Planning)— Massachusetts

Institute of Thecnology, 2005.

ZHANG, L.; ZHANG, J.; DUAN, Z; BRYDE, D. Sustainable bike-sharing systems: Characteristics and commonalities across cases in urban China. **Journal of Cleaner Production**. 97. 2015.

ZHANG, Y.; THOMAS, T.; BRUSSEL, M.; MAARSEVEEN, M.F.A.M. Exploring the impact of built environment factors on the use of public bikes at bike stations: Case study in Zhongshan, China. **Journal of Transport Geography**. V. 58. 2017. pag 59-70.

ZHANG, Y.; ZHANG, Y. Associations between Public Transit Usage and Bikesharing Behaviors in The United States. **Sustainability**.V. 10. 2018. 1868.

ZHAO, P. The impact of the built environment on individual workers' commuting behavior in Beijing**. International Journal of Sustainable Transportation**. V. 7(5). 2013. pag 389–415

ZHAO, P., LU, B., ROO, G. de. Impact of the Jobs-housing balance on urban commuting in Beijing in the transformation era. **Journal of Transport Geography**, 19, pp. 59-69, 2011.

ZHAO, P.; LU, B.; ROO, G. Impact of the jobs-housing balance on urban commuting in Beijing in the transformation era. **Journal of Transport Geography**. V. 19(1). 2011. pag 59–69.

ZHOU, J., WANG, Y., SCHWEITZER, L. Jobs-housing balance and employer-based travel demand management program returns to scale: evidence from Los Angeles. **Transport Policy**, 20, pp.22-35, 2012.

ZHU, Y. MI DIAO, The impacts of urban mass rapid transit lines on the density and mobility of high-income households: A case study of Singapore, **Transport Policy**, Volume 51, 2016, Pages 70-80, ISSN 0967-070X.

ZIPCAR. **Millennials & the "New American Dream"**: A Survey Commissioned by Zipcar (pp. 1–13). 2014

APÊNDICE A - Código de programação do python integrado ao GoogleApi Directions

```
import googlemaps
import pandas as pd
import xlrd

gmaps = googlemaps.Client(key='xxxxxxxxxxxxx (chave confidencial) xxxxxxxxxxx ')

origem = pd.read_excel(r'G:\Mestrado\Dissertação\Dados\python\arquivos/origem.xlsx')
destino= pd.read_excel(r'G:\Mestrado\Dissertação\Dados\python\arquivos/destino.xlsx')

for index, l_origem in origem.iterrows():
    for index, l_destino in destino.iterrows():
        try:
            consulta = gmaps.distance_matrix (l_origem ['origem'],l_destino ['destino'])

            distancia = consulta ['rows'][0]['elements'][0]['duration'] ['value']

        except:
              distancia = ' '

print(l_origem ['origem'],
      l_destino ['destino'],
      distancia)
```

APÊNDICE B – Resultados da regressão linear da demanda de bicicleta compartilhada

Modelo encontrado:

Variables Entered/Removed[a]

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Nlinhas, Metro, Ent_serv, Estacoes, ln_demp[b]	.	Enter

a. Dependent Variable: Ln_Atrat

b. All requested variables entered.

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,918[a]	,843	,804	,46559	2,112

a. Predictors: (Constant), Nlinhas, Metro, Ent_serv, Estacoes, ln_demp

b. Dependent Variable: Ln_Atrat

ANOVA[a]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	23,321	5	4,664	21,517	,000[b]
	Residual	4,335	20	,217		
	Total	27,656	25			

a. Dependent Variable: Ln_Atrat

b. Predictors: (Constant), Nlinhas, Metro, Ent_serv, Estacoes, ln_demp

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	7,067	,557		12,686	,000
	Estacoes	,467	,061	,824	7,714	,000
	Metro	-,743	,309	-,230	-2,403	,026
	Ent_serv	1,430	,820	,187	1,744	,096
	ln_demp	-,320	,148	-,246	-2,167	,042
	Nlinhas	,011	,004	,321	2,494	,022

a. Dependent Variable: Ln_Atrat

Teste de colinearidade VIF<5:

Collinearity Statistics	
Tolerance	VIF
,686	1,458
,855	1,170
,680	1,471
,609	1,643
,473	2,112

Teste de cook e outilier:

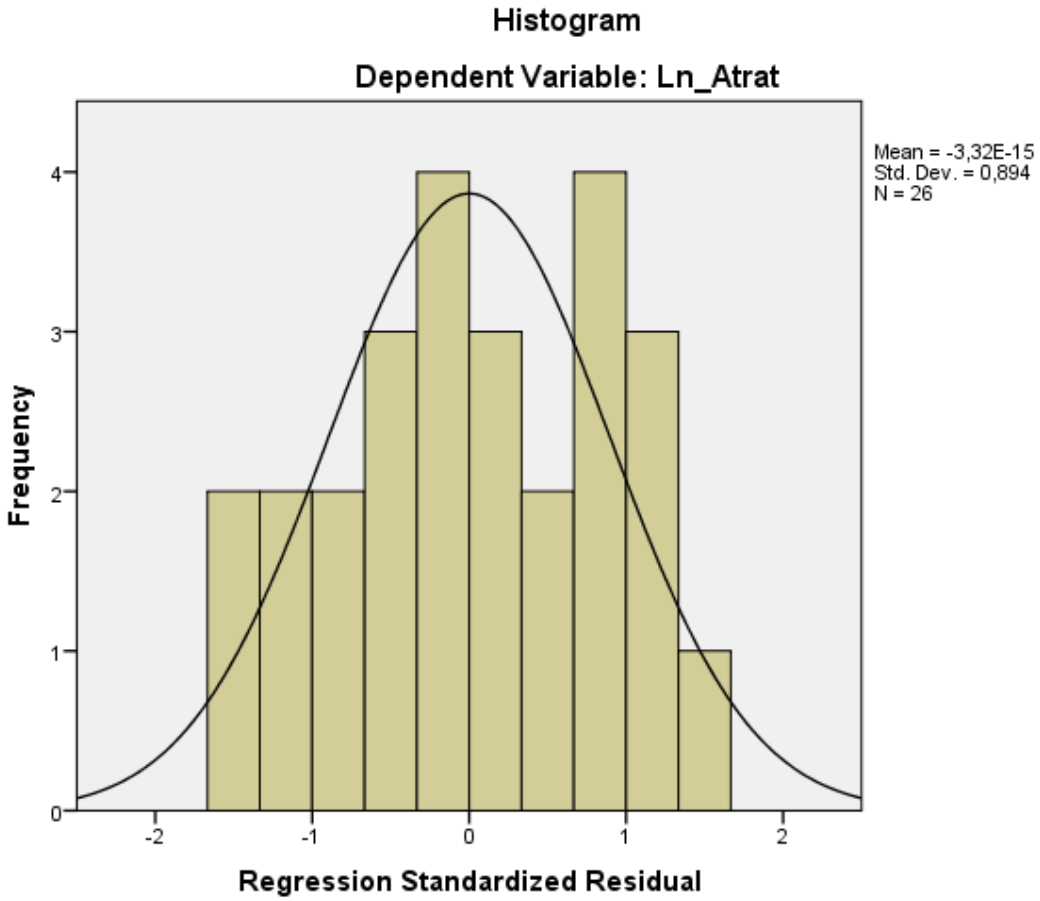
Residuals Statistics[a]

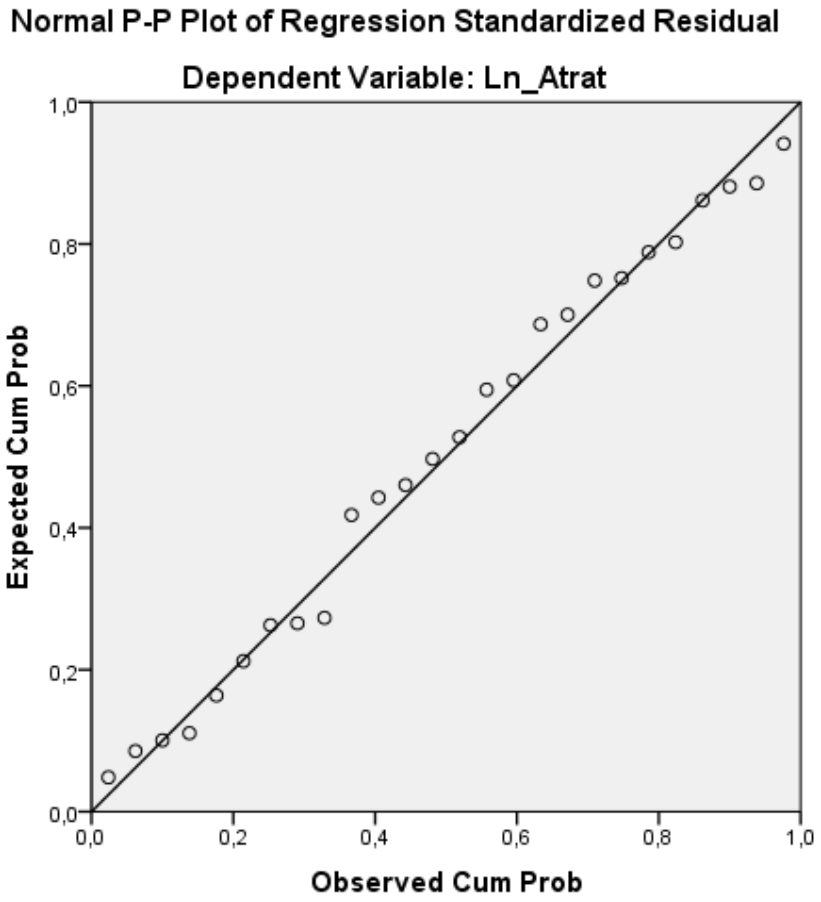
	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	7,6378	11,1525	8,8845	,96584	26
Std. Predicted Value	-1,291	2,348	,000	1,000	26
Standard Error of Predicted Value	,124	,372	,212	,071	26
Adjusted Predicted Value	7,4806	11,5045	8,8483	,99476	26
Residual	-,77356	,72939	,00000	,41643	26
Std. Residual	-1,661	1,567	,000	,894	26
Stud. Residual	-2,004	2,078	,030	1,037	26
Deleted Residual	-1,12558	1,28340	,03616	,57452	26
Stud. Deleted Residual	-2,185	2,287	,030	1,076	26
Mahal. Distance	,802	14,997	4,808	3,940	26
Cook's Distance	,000	,547	,072	,132	26

Centered Leverage Value	,032	,600	,192	,158	26

a. Dependent Variable: Ln_Atrat

Teste de normalidade:





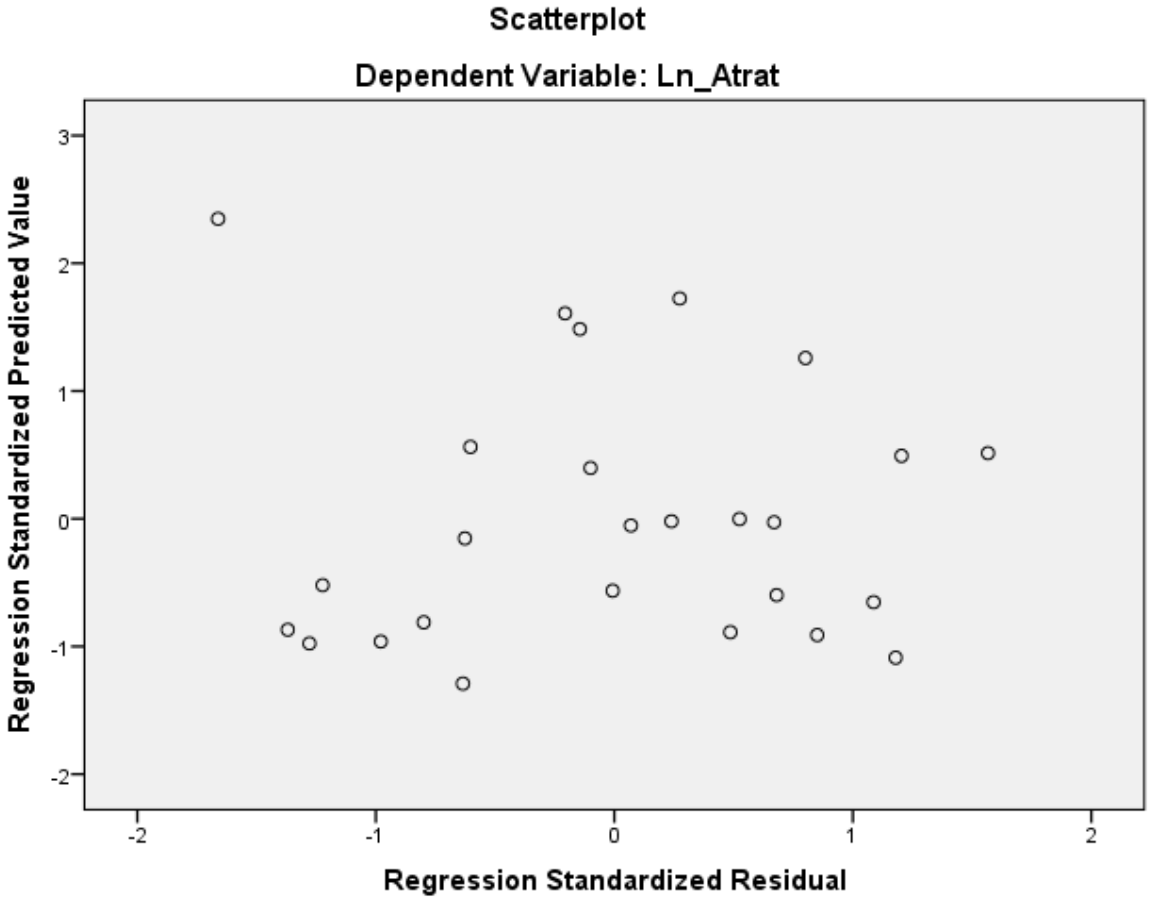
Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Standardized Residual	,096	26	,200*	,970	26	,626

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Teste de Heterocedasticidade



==========

Breusch-Pagan and Koenker test

==========

The tests use the scaled residuals from the original OLS above with no adjustment to standard errors.

OLS outputs

	b	se	t	sig	95%LB	95%UB
constant	,636	1,174	,542	,594	-1,664	2,937
ln_demp	-,592	,311	-1,903	,072	-1,202	,018
Estacoes	,037	,128	,289	,776	-,213	,287
Metro	-,844	,651	-1,296	,210	-2,120	,432
Ent_serv	2,848	1,728	1,649	,115	-,538	6,235
Nlinhas	-,002	,009	-,205	,839	-,020	,016

R-square
,260

------- ANOVA TABLE --------

	SS	df	MS	F	Sig
Model	6,761	5,000	1,352	1,405	,000
Residual	19,244	20,000	,962	-999,000	-999,000

------- Breusch-Pagan and Koenker test statistics and sig-values --------

	LM	Sig
BP	3,380	,642
Koenker	6,759	,239

Null hypothesis: heteroskedasticity not present (homoskedasticity).

If sig-value less than 0.05, reject the null hypothesis.

Note: Breusch-Pagan test is a large sample test and assumes the residuals to be normally distributed.

------ END MATRIX -----

APÊNDICE C - Resultado da regressão linar da demanda de *Ridesourcing*

Modelo encontrado:

Variables Entered/Removed[a]

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Ln_dpop, Acarro, Entropia_Com_Res, ln_distc, ln_onibus, bikepe, Ln_demp[b]	.	Enter

a. Dependent Variable: ln_D_at

b. All requested variables entered.

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,882[a]	,778	,756	,60572	1,752

a. Predictors: (Constant), Ln_dpop, Acarro, Entropia_Com_Res, ln_distc, ln_onibus, bikepe, Ln_demp

b. Dependent Variable: ln_D_at

ANOVA[a]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	90,183	7	12,883	35,114	,000[b]
	Residual	25,683	70	,367		
	Total	115,865	77			

a. Dependent Variable: ln_D_at

b. Predictors: (Constant), Ln_dpop, Acarro, Entropia_Com_Res, ln_distc, ln_onibus, bikepe, Ln_demp

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	5,678	,772		7,358	,000
	Ln_demp	,271	,085	,309	3,201	,002
	ln_distc	-,176	,065	-,183	-2,698	,009
	bikepe	,630	,225	,244	2,798	,007
	Acarro	-,002	,000	-,321	-5,221	,000
	Entropia_Com_Res	,487	,277	,122	1,760	,083
	ln_onibus	,165	,081	,155	2,034	,046
	Ln_dpop	,209	,081	,184	2,566	,012

a. Dependent Variable: ln_D_at

Teste de colinearidade

Collinearity Statistics	
Tolerance	VIF
,339	2,948
,689	1,451
,417	2,396
,836	1,197
,664	1,507
,549	1,822
,616	1,622

Teste de cook e outilier:

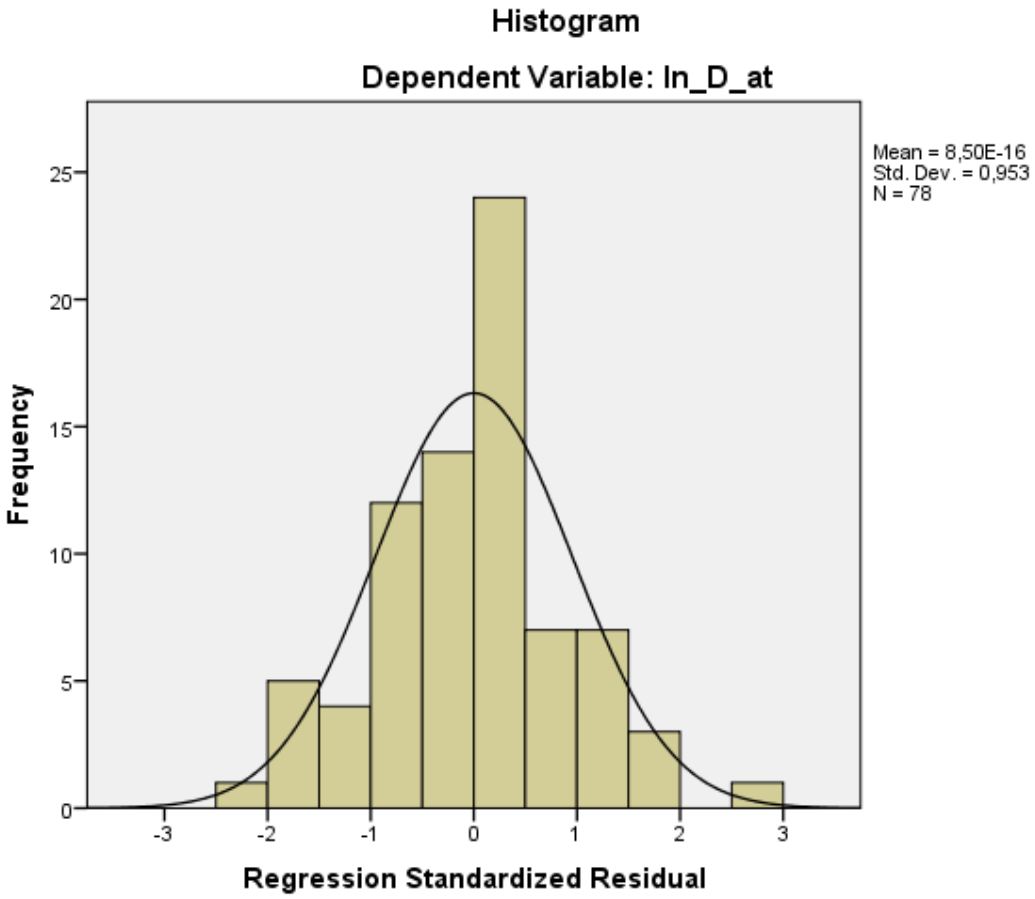
Residuals Statistics[a]

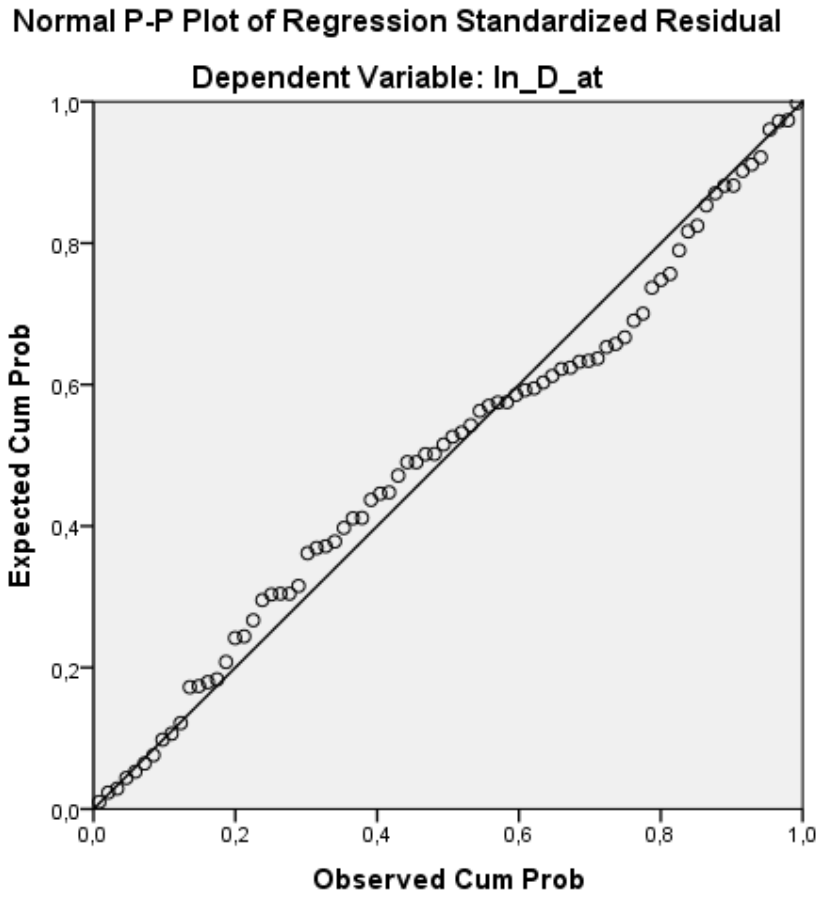
	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	,5439	6,2878	4,3514	1,08222	78
Std. Predicted Value	-3,518	1,789	,000	1,000	78
Standard Error of Predicted Value	,103	,461	,181	,070	78
Adjusted Predicted Value	,4836	6,2624	4,3559	1,08599	78
Residual	-1,41178	1,73478	,00000	,57753	78
Std. Residual	-2,331	2,864	,000	,953	78

Stud. Residual	-2,483	2,978	-,003	1,016	78
Deleted Residual	-1,77194	1,87524	-,00445	,66045	78
Stud. Deleted Residual	-2,582	3,163	-,003	1,036	78
Mahal. Distance	1,253	43,530	6,910	7,769	78
Cook's Distance	,000	,342	,019	,048	78
Centered Leverage Value	,016	,565	,090	,101	78

a. Dependent Variable: ln_D_at

Teste de normalidade





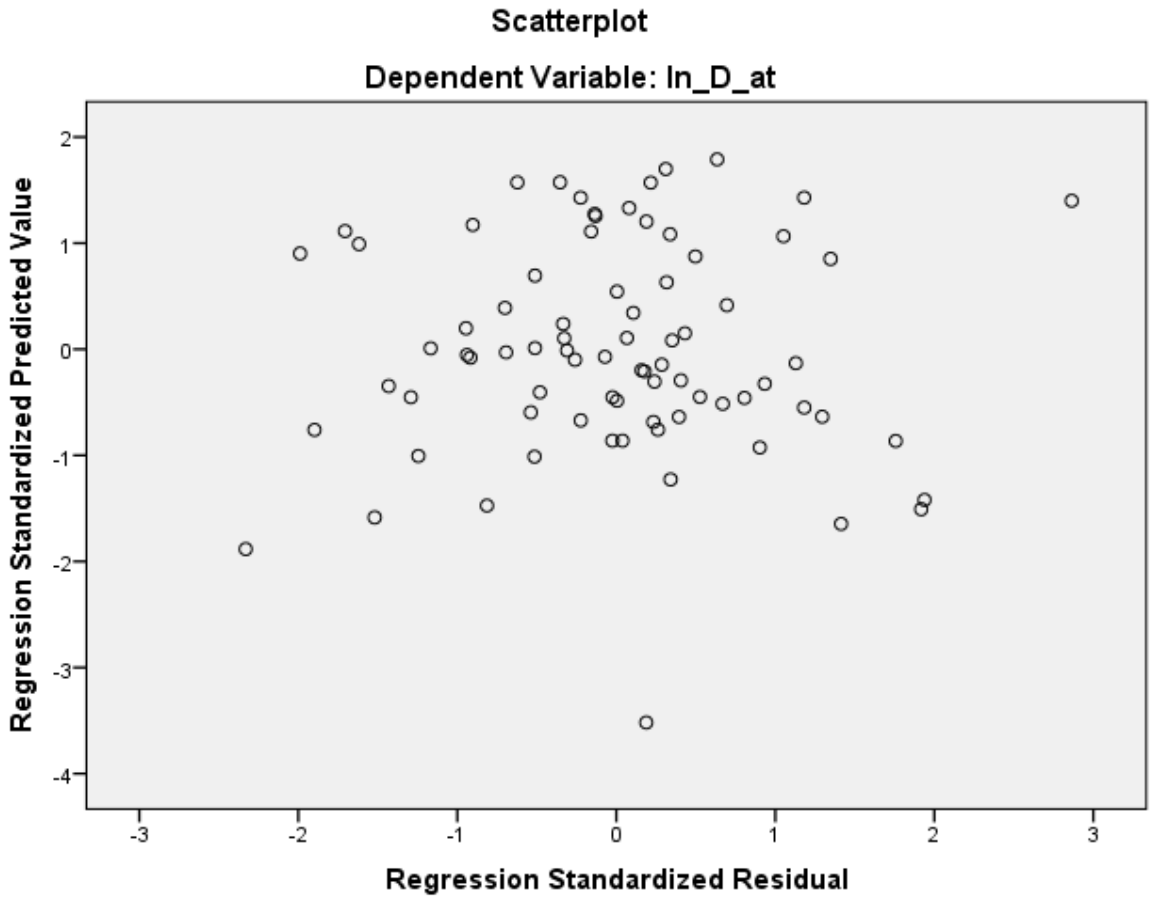
Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Standardized Residual	,082	78	,200*	,987	78	,615

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Teste de Heterocedasticidade



==========

Breusch-Pagan and Koenker test

==========

The tests use the scaled residuals from the original OLS above with no adjustment to standard errors.

OLS outputs

	b	se	t	sig	95%LB	95%UB
constant	-1,930	1,952	-,989	,326	-5,757	1,896
bikepe	-,065	,570	-,114	,909	-1,182	1,051
ln_distc	,234	,165	1,417	,161	-,089	,556
ln_onibu	,229	,205	1,121	,266	-,172	,631
Acarro_M	,160	,085	1,880	,064	-,007	,326
Ln_demp	-,049	,214	-,229	,819	-,469	,371
Ln_dpop	-,364	,206	-1,768	,081	-,768	,040

Entropia	,815	,700	1,164	,248	-,557	2,187

R-square
,150

------- ANOVA TABLE --------

	SS	df	MS	F	Sig
Model	28,995	7,000	4,142	1,764	,000
Residual	164,350	70,000	2,348	-999,000	-999,000

------- Breusch-Pagan and Koenker test statistics and sig-values --------

	LM	Sig
BP	14,497	,043
Koenker	11,697	,111

Null hypothesis: heteroskedasticity not present (homoskedasticity).

If sig-value less than 0.05, reject the null hypothesis.

Note: Breusch-Pagan test is a large sample test and assumes the residuals to be normally distributed.

------ END MATRIX -----

APÊNDICE D - Resultado da regressão linear da demanda de carro compartilhado

Modelo encontrado:

Variables Entered/Removed[a]

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	lnD_pop, Shopping[b]	.	Enter

a. Dependent Variable: ln_atrat

b. All requested variables entered.

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,772[a]	,596	,481	,26525	,769

a. Predictors: (Constant), lnD_pop, Shopping

b. Dependent Variable: ln_atrat

ANOVA[a]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,727	2	,364	5,170	,042[b]
	Residual	,493	7	,070		
	Total	1,220	9			

a. Dependent Variable: ln_atrat

b. Predictors: (Constant), lnD_pop, Shopping

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.		
		B	Std. Error	Beta				
1	(Constant)	4,041	,901		4,485	,003		
	Shopping	,480	,183	,630	2,624	,034		
	lnD_pop	,200	,105	,456	1,900	,099		

a. Dependent Variable: ln_atrat

Teste de Colineariedade:

Collinearity Statistics	
Tolerance	VIF
1,000	1,000
1,000	1,000

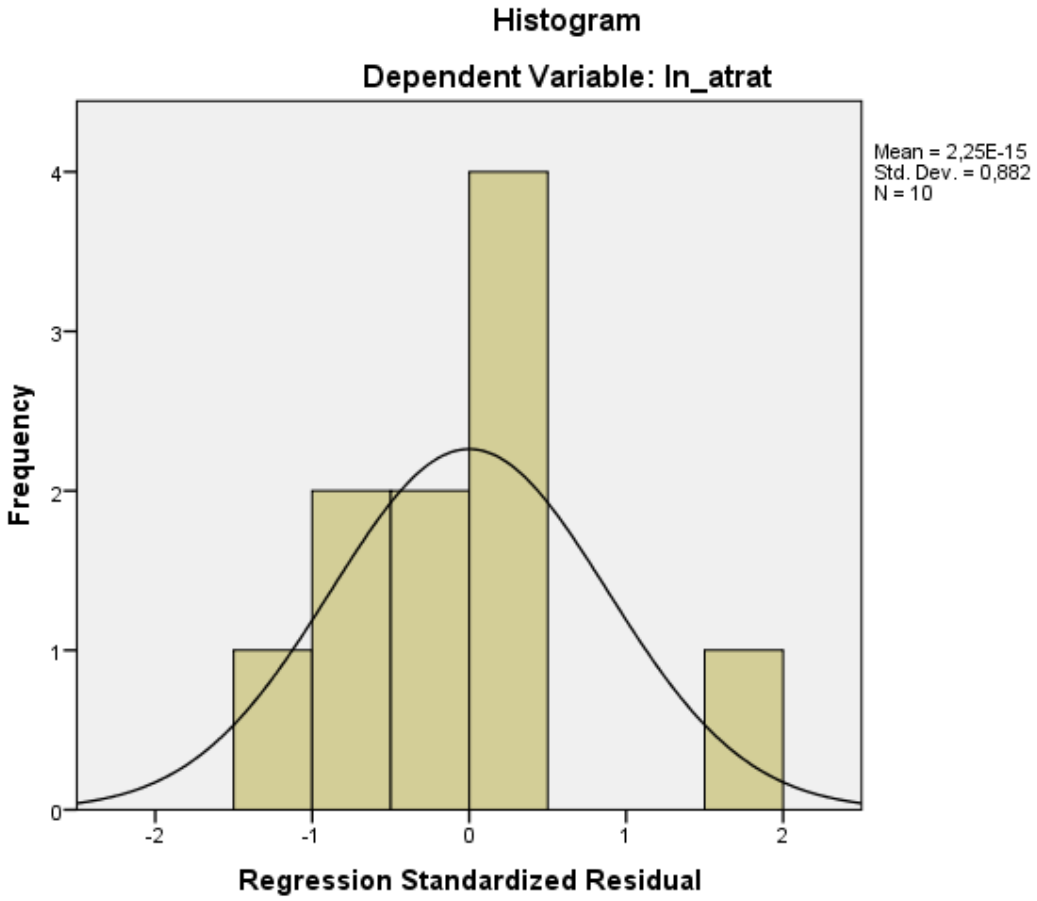
Teste de cook e outliers:

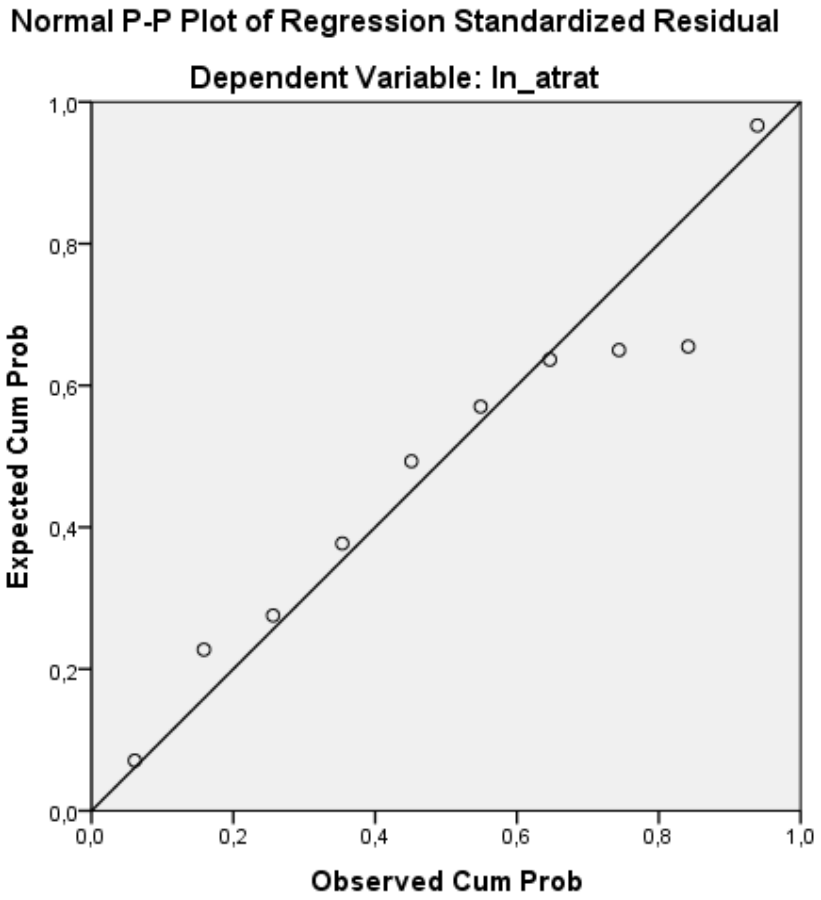
Residuals Statistics[a]

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	5,5807	6,4288	5,8848	,28430	10
Std. Predicted Value	-1,070	1,914	,000	1,000	10
Standard Error of Predicted Value	,101	,229	,140	,042	10
Adjusted Predicted Value	5,5654	6,6350	5,8709	,33304	10
Residual	-,38991	,48666	,00000	,23393	10
Std. Residual	-1,470	1,835	,000	,882	10
Stud. Residual	-1,589	2,003	,015	1,013	10
Deleted Residual	-,45535	,58013	,01389	,32333	10
Stud. Deleted Residual	-1,839	2,839	,067	1,246	10
Mahal. Distance	,394	5,804	1,800	1,744	10
Cook's Distance	,000	,465	,139	,173	10
Centered Leverage Value	,044	,645	,200	,194	10

a. Dependent Variable: ln_atrat

Teste de normalidade



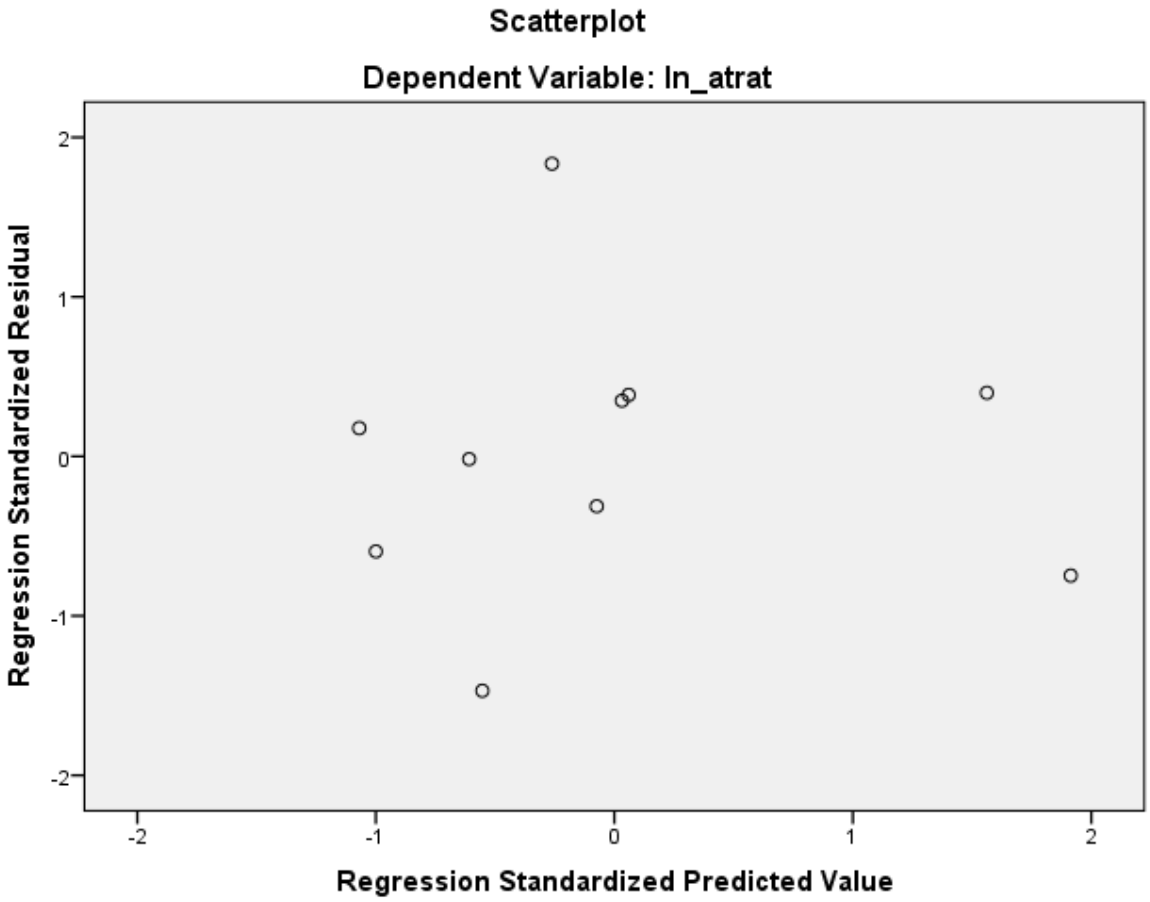


Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Standardized Residual	,226	10	,161	,945	10	,614

a. Lilliefors Significance Correction

Teste de heterocedaticiedade



==========

Breusch-Pagan and Koenker test

==========

The tests use the scaled residuals from the original OLS above with no adjustment to standard errors.

OLS outputs

	b	se	t	sig	95%LB	95%UB
constant	-1,362	5,960	-,229	,826	-13,043	10,319
lnD_pop	,308	,697	,442	,672	-1,058	1,675
Shopping	-,849	1,211	-,701	,506	-3,222	1,525

R-square
,091

------- ANOVA TABLE --------

	SS	df	MS	F	Sig
Model	2,145	2,000	1,073	,348	,042
Residual	21,551	7,000	3,079	-999,000	-999,000

------- Breusch-Pagan and Koenker test statistics and sig-values --------

	LM	Sig
BP	1,073	,585
Koenker	,905	,636

Null hypothesis: heteroskedasticity not present (homoskedasticity).

If sig-value less than 0.05, reject the null hypothesis.

Note: Breusch-Pagan test is a large sample test and assumes the residuals to be normally distributed.

------ END MATRIX -----