

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

**AVALIAÇÃO DA ACESSIBILIDADE AO EMPREGO DE
INDIVÍDUOS EM CONDIÇÃO DE EXCLUSÃO SOCIAL**

ANA BEATRIZ PEREIRA SEGADILHA DOS SANTOS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutora em Engenharia Urbana.

Orientação: Profa. Dra. Suely da Penha Sanches

São Carlos

2021

Segadilha dos Santos, Ana Beatriz Pereira

Avaliação da acessibilidade ao emprego de indivíduos em
condição de exclusão social / Ana Beatriz Pereira
Segadilha dos Santos -- 2021.
174f.

Tese de Doutorado - Universidade Federal de São Carlos,
campus São Carlos, São Carlos

Orientador (a): Suely da Penha Sanches

Banca Examinadora: Suely da Penha Sanches, Thais de
Cassia Martinelli Guerreiro, Anna Beatriz Grigolon,
Fabiana Serra de Arruda, Marcelo Augusto Amancio

Bibliografia

1. Acessibilidade ao trabalho. 2. Exclusão social. 3.
Função de impedância. I. Segadilha dos Santos, Ana
Beatriz Pereira. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Ronildo Santos Prado - CRB/8 7325



Folha de Aprovação

Defesa de Tese de Doutorado da candidata Ana Beatriz Pereira Segadilha dos Santos, realizada em 07/12/2021.

Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Suely da Penha Sanches (UFSCar)

Profa. Dra. Thais de Cassia Martinelli Guerreiro (UFSCar)

Profa. Dra. Anna Beatriz Grigolon (University of Twente)

Profa. Dra. Fabiana Serra de Arruda (UnB)

Prof. Dr. Marcelo Augusto Amancio (UNIP)

Agradecimentos

Agradeço a Deus por ter me amparado e cuidado de todos os momentos da minha vida, incluso naqueles dias que só pedia e em nada agradecia.

Aos meus pais, Fidelles e Conceição, que mesmo em outro plano não deixaram de estar ao meu lado, seguindo em todos os momentos e certamente estão orgulhosos do produto deste trabalho.

A minha família. Minhas irmãs Daniela e Rachel, que me incentivaram diariamente, se dispondo a ler os textos que não eram de suas áreas e mesmo assim corrigiam e ajustavam o necessário a cada capítulo. Ao meu cunhado Rogério, que ajudou no que pode para eu finalizar esse processo. Ao Felipe por toda disposição, auxílio no trabalho, discussões e por ser segurança nos momentos difíceis. E ao Theodoro por ser nossa alegria diária.

A Prof. Dra. Suely Da Penha Sanches, que auxiliou nesta incursão da vida acadêmica, desde o mestrado até o fim do doutorado, com ensinamentos maravilhosos e uma paciência inigualável.

A Prof. Dra. Anna Beatriz Grigolon que foi muito solícita, desde a proposição do tema desta pesquisa até a elaboração do artigo. Sem essa ajuda seria muito difícil de conseguir finalizar a tese.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana - PPGEU, sempre muito solícitos e atenciosos.

Aos amigos que adquiri nesses anos de UFSCar, que levarei para a vida toda. Vocês foram essenciais para que o tempo em São Carlos fosse mais tranquilo e animado.

A Universidade Federal do Maranhão - UFMA, pela liberação e financiamento desta pesquisa.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram de alguma forma para a elaboração e desenvolvimento desta tese de doutorado.

RESUMO

Todos os dias indivíduos precisam se deslocar para participar de diversas atividades espalhadas pela cidade. Se por qualquer motivo um indivíduo for impedido de participar de suas atividades, no local pretendido e predeterminado, poderá ser considerado excluído socialmente. O conceito de acessibilidade pode ser utilizado como uma ferramenta para mensurar a exclusão social, sendo capaz de identificar diferença entre os padrões de viagens dos diferentes grupos. É importante entender diferenças nos níveis de acessibilidade para definir os processos de planejamento urbano e avaliar as políticas públicas existentes, para que as intervenções no transporte e uso do solo possam ser elaboradas considerando as diferenças sociais, mitigando as desigualdades no acesso ao trabalho. Assim, este trabalho avalia a acessibilidade as oportunidades de trabalho de três diferentes grupos, considerando o nível de exclusão social dos trabalhadores na cidade de Recife-PE, com escassos dados de transporte e emprego. Foram considerados para a análise seis modos de transporte e uma combinação de modos. Os resultados mostraram que os níveis de acessibilidade variam entre os níveis de exclusão social e que grupos com baixos níveis de exclusão apresentam acessibilidade 70% maiores que os grupos mais excluídos. As análises em SIG também permitiram a identificação das áreas da cidade e modos de transporte que possuem menores níveis de acessibilidade, fornecendo informações para que políticas de uso do solo e transporte sejam direcionadas as áreas de maior necessidade e aos modos coletivos e sustentáveis.

Palavras-chave: Acessibilidade ao trabalho; Exclusão social; Tempo de viagem; Função de impedância.

ABSTRACT

Every day people need to travel to participate in different activities spread around the city. If for any reason an individual is prevented from participating in their activities, in the intended and predetermined location, they may be considered socially excluded. The concept of accessibility can be used as a tool to measure social exclusion and identify the differences between the travel patterns of different groups. It is important to understand differences in accessibility levels to define urban planning processes and evaluate existing public policies, so that interventions in transport and land use measures can be elaborated considering social differences, mitigating inequalities in access to work. This paper evaluates the accessibility of job opportunities of three different groups, considering the level of social exclusion of workers in Recife, with travel time and employment data. Six modes of transport and a combination of modes were considered for the analysis. The results showed that accessibility levels vary between social exclusion and the groups with low level of exclusion have 70% higher accessibility than groups with more excluded. The GIS analysis also identifies the city areas and transport modes that have lower accessibility levels, this information can be used to elaborate land use and transport policies directed for require areas, to improve sustainable modes.

Keywords: Accessibility to work; social exclusion; travel time; impedance function.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Componentes da acessibilidade e a escala de ocorrência.....	41
Figura 3.1: Inverso da frequência acumulada do número de viagens x duração da viagem	54
Figura 3.2: Exemplo de ajuste das funções log-logit e exponencial.....	55
Figura 3.3: Representação das viagens por transporte coletivo.....	57
Figura 4.1: Distribuição modal das viagens a trabalho.....	62
Figura 4.2: Distribuição modal das viagens selecionadas.....	63
Figura 4.3: Distribuição e classificação da exclusão social por zonas de tráfego...	72
Figura 4.4: Distribuição percentual dos postos de trabalho de acordo com o nível exclusão social e zonas de tráfego.....	75
Figura 4.5: Distribuição das oportunidades de trabalho (em %) para indivíduos com nível de exclusão social baixo.....	77
Figura 4.6: Distribuição das oportunidades de trabalho (em %) para indivíduos com nível de exclusão social médio.....	78
Figura 4.7: Distribuição das oportunidades de trabalho (em %) para indivíduos com alto nível de exclusão social.....	80
Figura 5.1: Ajuste da função de decaimento (modo a pé) para o nível de exclusão social baixo.....	83
Figura 5.2: Ajuste da função de decaimento (modo a pé) para o nível de exclusão social médio.....	84
Figura 5.3: Ajuste da função de decaimento (modo a pé) para o nível de exclusão social alto.....	85
Figura 5.4: Sobreposição de gráficos de decaimento - modo a pé.....	86
Figura 5.5: Ajuste da função de decaimento (modo bicicleta) para o nível de exclusão social baixo.....	88
Figura 5.6: Ajuste da função de decaimento (modo bicicleta) para o nível de exclusão social médio.....	89
Figura 5.7: Ajuste da função de decaimento (modo bicicleta) para o nível de exclusão social alto.....	90
Figura 5.8: Sobreposição de gráficos de decaimento - modo bicicleta.....	91
Figura 5.9: Ajuste da função de decaimento (modo motocicleta) para o nível de exclusão social baixo.....	93

Figura 5.10: Ajuste da função de decaimento (modo motocicleta) para o nível de exclusão social médio.....	94
Figura 5.11: Ajuste da função de decaimento (modo motocicleta) para o nível de exclusão social alto.....	95
Figura 5.12: Sobreposição de gráficos de decaimento– modo motocicleta.....	96
Figura 5.13: Ajuste da função de decaimento (modo carro) para o nível de exclusão social baixo.....	97
Figura 5.14: Ajuste da função de decaimento (modo carro) para o nível de exclusão social médio.....	98
Figura 5.15: Ajuste da função de decaimento (modo carro) para o nível de exclusão social alto.....	99
Figura 5.16: Sobreposição de gráficos de decaimento– modo carro.....	100
Figura 5.17: Ajuste da função de decaimento (modo um ônibus) para o nível de exclusão social baixo.....	102
Figura 5.18: Ajuste da função de decaimento (modo um ônibus) para o nível de exclusão social médio.....	103
Figura 5.19: Ajuste da função de decaimento (modo um ônibus) para o nível de exclusão social alto.....	104
Figura 5.20: Sobreposição dos gráficos de decaimento – modo um ônibus.....	105
Figura 5.21: Ajuste da função de decaimento (modo dois ou mais ônibus) para o nível de exclusão social baixo.....	106
Figura 5.22: Ajuste da função de decaimento (modo dois ou mais ônibus) para o nível de exclusão social médio.....	107
Figura 5.23: Ajuste da função de decaimento (modo dois ou mais ônibus) para o nível de exclusão social alto.....	108
Figura 5.24: Sobreposição dos gráficos de decaimento – dois ou mais ônibus....	109
Figura 5.25: Ajuste da função de decaimento (ônibus + metrô) para o nível de exclusão social baixo.....	111
Figura 5.26: Ajuste da função de decaimento (ônibus + metrô) para o nível de exclusão social médio.....	112
Figura 5.27: Ajuste da função de decaimento (ônibus + metrô) para o nível de exclusão social alto.....	113
Figura 5.28: Sobreposição de gráficos de decaimento - modo metrô + ônibus....	114
Figura 6.1: Acessibilidade as oportunidades de emprego no modo a pé de indivíduos com nível de exclusão social baixo.....	116

Figura 6.2: Acessibilidade as oportunidades de emprego no modo a pé de indivíduos com nível de exclusão social médio.....	118
Figura 6.3: Acessibilidade as oportunidades de emprego no modo a pé de indivíduos com nível de exclusão social alto.....	119
Figura 6.4: Distribuição espacial da acessibilidade no modo a pé para os três níveis de exclusão social.....	120
Figura 6.5: Acessibilidade as oportunidades de emprego no modo bicicleta de indivíduos com nível de exclusão social baixo.....	122
Figura 6.6: Acessibilidade as oportunidades de emprego no modo bicicleta de indivíduos com nível de exclusão social médio.....	124
Figura 6.7: Acessibilidade as oportunidades de emprego no modo bicicleta de indivíduos com nível de exclusão social alto.....	125
Figura 6.8: Distribuição espacial da acessibilidade no modo bicicleta para os três níveis de exclusão social.....	126
Figura 6.9: Acessibilidade as oportunidades de emprego no modo motocicleta de indivíduos com nível de exclusão social baixo.....	128
Figura 6.10: Acessibilidade as oportunidades de emprego no modo motocicleta de indivíduos com nível de exclusão social médio.....	130
Figura 6.11: Acessibilidade as oportunidades de emprego no modo motocicleta de indivíduos com nível de exclusão social alto.....	131
Figura 6.12: Distribuição espacial da acessibilidade no modo motocicleta para os três níveis de exclusão social.....	132
Figura 6.13: Acessibilidade as oportunidades de emprego em carro por indivíduos com nível de exclusão social baixo.....	134
Figura 6.14: Acessibilidade as oportunidades de emprego em carro por indivíduos com nível de exclusão social médio.....	136
Figura 6.15: Acessibilidade as oportunidades de emprego em carro por indivíduos com nível de exclusão social alto.....	137
Figura 6.16: Distribuição espacial da acessibilidade no modo carro para os três níveis de exclusão social.....	138
Figura 6.17: Acessibilidade as oportunidades de emprego no modo um ônibus de pessoas com nível de exclusão social baixo.....	140
Figura 6.18: Acessibilidade as oportunidades de emprego no modo um ônibus de pessoas com nível de exclusão social médio.....	142

Figura 6.19: Acessibilidade as oportunidades de emprego no modo um ônibus de pessoas com nível de exclusão social alto.....	143
Figura 6.20: Distribuição espacial da acessibilidade em um ônibus para os três níveis de exclusão social.....	144
Figura 6.21: Acessibilidade as oportunidades de emprego no modo dois ou mais ônibus de pessoas com nível de exclusão social baixo.....	146
Figura 6.22: Acessibilidade as oportunidades de emprego no modo dois ou mais ônibus de pessoas com nível de exclusão social médio.....	148
Figura 6.23: Acessibilidade as oportunidades de emprego no modo dois ou mais ônibus de pessoas com nível de exclusão social alto.....	149
Figura 6.24: Distribuição espacial da acessibilidade em dois ou mais ônibus para os três níveis de exclusão social.....	150
Figura 6.25: Acessibilidade as oportunidades de emprego no modo metrô+ ônibus de indivíduos com nível de exclusão baixo.....	151
Figura 6.26: Acessibilidade as oportunidades de emprego no modo metrô+ ônibus de indivíduos com nível de exclusão médio.....	153
Figura 6.27: Acessibilidade as oportunidades de emprego no modo metrô+ ônibus de indivíduos com nível de exclusão alto.....	154
Figura 6.28: Distribuição espacial da acessibilidade em ônibus + metrô para os três níveis de exclusão social.....	155
Figura 6.29: A acessibilidade ao trabalho dos indivíduos com nível baixo de exclusão social.....	156
Figura 6.30: A acessibilidade ao trabalho dos indivíduos com nível médio de exclusão social.....	158
Figura 6.31: A acessibilidade ao trabalho dos indivíduos com nível alto de exclusão social.....	160

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Diferenças entre atributos de pobreza e exclusão social.....	23
Tabela 2.2: Variáveis e pesos do IRSD.....	29
Tabela 2.3: Domínios, pesos e indicadores que compõem o NIMSM.....	30
Tabela 2.4: Indicadores e pesos que compõem o IVS.....	33
Tabela 2.5. Faixas de valores para avaliação do IVS.....	35
Tabela 2.6: Dimensões, indicadores e pesos que compõem o IBEU.....	36
Tabela 2.7. Faixas de valores para avaliação do IBEU.....	37
Tabela 2.8: Fatores e variáveis que compõem o IPVS.....	38
Tabela 3.1: Velocidades médias atribuídas aos modos de transporte.....	57
Tabela 4.1.: Perguntas selecionadas da pesquisa OD de Recife.....	61
Tabela 4.2.: Distribuição de gênero por modo de transporte.....	64
Tabela 4.3.: Opção modal em função da faixa de renda.....	65
Tabela 4.4.: Opção modal em função da faixa etária dos respondentes.....	67
Tabela 4.5.: Distribuição de indivíduos portadores de deficiência por modo de transporte.....	68
Tabela 4.6.: Tipo de ocupação por modo de transporte.....	69
Tabela 4.7.: Distribuição de nível de exclusão social por modo de transporte.....	70
Tabela 5.1: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com baixo nível de exclusão, pelo modo a pé.....	82
Tabela 5.2: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com nível de exclusão médio, pelo modo a pé.....	83
Tabela 5.3: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com nível de exclusão alto, pelo modo a pé.....	84
Tabela 5.4: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com baixo nível de exclusão, pelo modo bicicleta.....	87
Tabela 5.5: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com nível de exclusão médio, pelo modo bicicleta.....	88
Tabela 5.6: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com nível de exclusão alto, pelo modo bicicleta.....	89
Tabela 5.7: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com baixo nível de exclusão, pelo modo motocicleta.....	92

Tabela 5.8: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com nível de exclusão médio, pelo modo motocicleta.....	93
Tabela 5.9: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com nível de exclusão alto, pelo modo motocicleta.....	94
Tabela 5.10: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com baixo nível de exclusão, pelo modo carro.....	97
Tabela 5.11: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com nível de exclusão médio, pelo modo carro.....	98
Tabela 5.12: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com nível de exclusão alto, pelo modo carro.....	99
Tabela 5.13: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com baixo nível de exclusão, pelo modo um ônibus.....	101
Tabela 5.14: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com nível de exclusão médio, pelo modo um ônibus.....	102
Tabela 5.15: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com nível de exclusão alto, pelo modo um ônibus.....	103
Tabela 5.16: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com baixo nível de exclusão, pelo modo dois ou mais ônibus.....	106
Tabela 5.17: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com nível de exclusão médio, pelo modo dois ou mais ônibus.....	107
Tabela 5.18: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com nível de exclusão alto, pelo modo dois ou mais ônibus.....	108
Tabela 5.19: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com baixo nível de exclusão, pelo modo ônibus + metrô.....	110
Tabela 5.20: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com nível de exclusão médio, pelo modo ônibus + metrô.....	111
Tabela 5.21: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com nível de exclusão alto, pelo modo ônibus + metrô.....	112

LISTA DE QUADROS

Quadro 5.1 – Valores dos parâmetros da função de decaimento (log-logit) calibrados para as viagens a pé.....	86
Quadro 5.2 – Valores dos parâmetros da função de decaimento (log-logit) calibrados para as viagens por bicicleta.....	91
Quadro 5.3 – Valores dos parâmetros da função de decaimento (log-logit) calibrados para as viagens por motocicleta.....	96
Quadro 5.4 – Valores dos parâmetros da função de decaimento (log-logit) calibrados para as viagens por automóvel.....	101
Quadro 5.5 – Valores dos parâmetros da função de decaimento (log-logit) calibrados para as viagens por ônibus.....	109
Quadro 5.6 – Valores dos parâmetros da função de decaimento (log-logit) calibrados para as viagens por metrô + ônibus.....	114

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
1.1 Hipóteses.....	19
1.2 Perguntas da Pesquisa	19
1.3 Objetivo	19
1.4 Estrutura do trabalho	20
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	21
2.1 Exclusão Social	21
2.1.1 A Exclusão Social e o Transporte	25
2.1.2 Formas de Avaliar a Exclusão Social	27
2.2 Acessibilidade.....	39
2.2.1 Caracterização da acessibilidade	39
2.2.2 Formas de avaliar a acessibilidade	42
2.2.3 O modelo escolhido para avaliação da acessibilidade	47
3. ETAPAS METODOLÓGICAS	50
3.1 Fontes das informações que foram utilizadas na pesquisa	50
3.2 Revisão da literatura	51
3.3 Seleção do objeto de estudo.....	51
3.4 Estratificação das áreas residenciais em níveis de exclusão social	51
3.5 Tratamento dos dados da pesquisa OD	52
3.6 Identificação e classificação dos postos de emprego.....	53
3.7 Estimativa das funções de impedância (curvas de decaimento)	54
3.8 Criação das redes de transporte em ambiente SIG.....	56
3.9 Cálculo das distâncias percorridas entre zonas de tráfego	56
3.10 Cálculo dos tempos de viagem entre as zonas de tráfego.....	57
3.11 Estimativa da acessibilidade.....	58
3.12 Mapeamento dos índices de acessibilidade em ambiente SIG.....	59
4. ANÁLISES GERAIS	60
4.1 A pesquisa OD da cidade de Recife	60
4.1.1 Dados selecionados	60
4.1.2 Divisão modal das viagens a trabalho.....	62
4.1.3 Análise descritiva da amostra selecionada.....	63
4.2 Mapeamento da exclusão social	71

4.3 Mapeamento da localização das oportunidades de trabalho	73
5. FUNÇÕES DE IMPEDÂNCIA.....	82
5.1 Viagens a pé	82
5.1.1 Função de impedância para o nível de exclusão social baixo	82
5.1.2 Função de impedância para o nível de exclusão social médio	83
5.1.3 Função de impedância para o nível de exclusão social alto	84
5.1.4 Comparação das funções de impedância para os três níveis de exclusão	85
5.2 Viagens em bicicleta.....	87
5.2.1 Função de impedância para o nível de exclusão social baixo	87
5.2.2 Função de impedância para o nível de exclusão social médio	88
5.2.3 Função de impedância para o nível de exclusão social alto	89
5.2.4 Comparação das funções de impedância para os três níveis de exclusão	90
5.3 Viagens em motocicleta	92
5.3.1 Função de impedância para o nível de exclusão social baixo	92
5.3.2 Função de impedância para o nível de exclusão social médio	93
5.3.3 Função de impedância para o nível de exclusão social alto	94
5.3.4 Comparação das funções de impedância para os três níveis de exclusão	95
5.4 Viagens em carro	96
5.4.1 Função de impedância para o nível de exclusão social baixo	97
5.4.2 Função de impedância para o nível de exclusão social médio	98
5.4.3 Função de impedância para o nível de exclusão social alto	99
5.4.4 Comparação das funções de impedância para os três níveis de exclusão	100
5.5 Viagens em ônibus	101
5.5.1 Função de impedância para o nível de exclusão social baixo em um ônibus.....	101
5.5.2 Função de impedância para o nível de exclusão social médio em um ônibus.....	102
5.5.3 Função de impedância para o nível de exclusão social alto em um ônibus.....	103
5.5.4 Comparação das funções de impedância para os três níveis de exclusão modo um ônibus.....	104
5.5.5 Função de impedância para o nível de exclusão social baixo em dois ou mais ônibus	105
5.5.6 Função de impedância para o nível de exclusão social médio em dois ou mais ônibus	106
5.5.7 Função de impedância para o nível de exclusão social alto em dois ou mais ônibus	107
5.5.8 Comparação das funções de impedância para os três níveis de exclusão em dois ou mais ônibus	109

5.6 Viagens em ônibus + metrô.....	110
5.6.1 Função de impedância para o nível de exclusão social baixo.	110
5.6.2 Função de impedância para o nível de exclusão social médio	111
5.6.3 Função de impedância para o nível de exclusão social alto	112
5.6.4 Comparação das funções de impedância para os três níveis de exclusão	113
6. ANÁLISE DA ACESSIBILIDADE	115
6.1 Acessibilidade a pé.....	115
6.2 Acessibilidade em bicicleta	121
6.3 Acessibilidade em motocicleta.....	127
6.4 Acessibilidade em carro	133
6.5 Acessibilidade em ônibus	139
6.5.1 Acessibilidade em um ônibus.....	139
6.5.2 Acessibilidade em dois ou mais ônibus.....	145
6.6 Acessibilidade em ônibus + metrô	151
6.7 Acessibilidade dos indivíduos com nível de exclusão social baixo.....	155
6.8 Acessibilidade dos indivíduos com nível de exclusão social médio.....	157
6.9 Acessibilidade dos indivíduos com nível de exclusão social alto.....	159
7. CONCLUSÃO	162
REFERÊNCIAS.....	165

1. INTRODUÇÃO

As grandes cidades dos países em desenvolvimento apresentaram um acelerado processo de urbanização desde a metade do século XX. Em meados da década de 1950 mais de dois terços da população mundial residia em zonas rurais, cenário que mudou progressivamente, sendo que em 2007 a população urbana se tornou superior à população rural (ONU, 2019). No Brasil, a população urbana é maior que a rural desde a década de 1960, sendo a região nordeste a de menor nível de urbanização, com 73% da população vivendo em cidades (IBGE, 2015).

A intensa urbanização, aliada a ineficácia (às vezes inexistência) de um planejamento adequado promove uma ocupação e uso do solo desordenado (Pinto, 2020). Esta situação força o deslocamento de moradias da população de baixa renda para áreas periféricas das cidades, criando uma inequidade urbana com o comprometimento do direito à cidade (Taco, Sousa e Silva, 2018).

Um dos problemas gerados neste contexto é a desconexão entre os locais de moradia e de trabalho. Como o deslocamento entre esses locais é, em geral, uma necessidade diária, a distância entre eles gera impactos para a população e para a cidade (Castro, 2019; Graça, 2019). Para Castro (2019) dentre os grupos afetados por estes problemas urbanos existem aqueles que podem optar por sua localização residencial e modo de transporte, e aqueles que por limitações, não têm possibilidade de escolha de seus locais de residência e modo de transporte.

A dificuldade em realizar viagens, seja por limitações temporais, financeiras ou espaciais, prejudica o acesso do indivíduo a suas atividades, deixando-o em condição de exclusão social (Church, Frost e Sullivan, 2000). Esta situação complica a vida na cidade, por inibir a participação do indivíduo na sociedade e por restringir seu contato social.

A relação entre o acesso às oportunidades (trabalho, estudo, compras, lazer, saúde e comodidades) e sua distribuição na cidade, é tratada por alguns autores como acessibilidade (Geurs e Van Wee, 2004; Portugal *et al.*, 2017), uma forma de mensurar a capacidade que cada indivíduo tem de se relacionar com a o espaço urbano. O *Social Exclusion Unit* (2003) considera que a acessibilidade é peça chave na mensuração da exclusão social, por avaliar a disponibilidade, confiabilidade, segurança e o valor do transporte, além da distância a e localização das atividades urbanas.

As restrições de acesso interferem de forma distinta em cada indivíduo, sendo esta variabilidade influenciada pelas oportunidades que podem ser alcançadas, por características sociais e pelo serviço de transporte utilizado (Lucas, 2012). A variabilidade destes itens, políticas e ações para reduzir as restrições de acesso não devem se limitar exclusivamente aos grupos mais necessitados, mas devem atingir toda a sociedade (Urry, 2002).

Autores como Quesado Filho e Sousa (2020), Pinto (2020), Guimarães *et al.* (2020) e Lima (2020) em estudos sobre a avaliação da acessibilidade ao trabalho identificaram que características socioeconômicas interferem diretamente na acessibilidade, na duração e nos modos de transporte utilizados para estas viagens. Estas pesquisas abordaram características socioeconômicas distintas (gênero, tipo de emprego, cargo e renda), todas elas influenciando de formas distintas nas análises.

Segundo Lima *et al.* (2020) a relação entre acessibilidade e a participação em atividades ainda é pouco estudada (gerando alguns resultados inconsistentes), sendo os estudos desenvolvidos, majoritariamente, em países do hemisfério norte. Na América Latina são escassos os estudos que tratam da equidade no transporte (Boisjoly *et al.*, 2019), sendo muito pequeno o número de pesquisas em cidades brasileiras que tratam de forma conjunta a acessibilidade e a exclusão social. Estes estudos encontrados na literatura se restringem às cidades de Fortaleza, Belo Horizonte e São Paulo.

Dessa forma, escolheu-se como objeto de estudo a cidade de Recife – PE, por ser uma cidade de grande porte, com importância econômico e social no âmbito nacional, com sérios problemas como transporte, e que possuía disponibilidade de todos os dados necessários para a aplicação da metodologia proposta no estudo. Assim, o objetivo é avaliar a acessibilidade às oportunidades de emprego em na cidade de Recife – PE, a fim de verificar se a distribuição das facilidades de transporte é igualitária (aos diferentes níveis de exclusão social) e se os postos de trabalho são igualmente acessíveis a todos.

Entendendo que o conhecimento sobre as diferenças nos níveis de acessibilidade, pode subsidiar a definição dos processos de planejamento urbano e permitir a avaliação das políticas públicas existentes (Garcia *et al.*, 2018). O resultado obtido pretende contribuir para criação de políticas públicas de transporte e uso do solo, para que considerem as diferenças sociais em suas

elaborações, mitigando as desigualdades de acesso ao trabalho e oferecendo a todos, acesso equivalente aos serviços urbanos e aos locais de trabalho.

1.1 Hipóteses

As hipóteses que norteiam esta pesquisa são:

- A localização dos postos de trabalho varia com nível de exclusão social de seus trabalhadores.
- O nível de exclusão social do indivíduo influencia no modo de transporte usado na viagem ao trabalho.
- O nível de exclusão social interfere diretamente na acessibilidade ao trabalho.

1.2 Perguntas da Pesquisa

A fim de entender os padrões de acessibilidade e distribuição de empregos, nos diferentes níveis de exclusão social dos indivíduos, esta tese pretende responder as seguintes questões:

- Como é a distribuição residencial das pessoas com diferentes níveis de exclusão social na cidade do Recife?
- Qual o padrão de localização dos empregos em Recife? A localização destes postos de trabalho varia com o nível de exclusão social dos trabalhadores?
- O nível de exclusão social interfere no modo de transporte escolhido e acessibilidade das viagens a trabalho?
- Como o modo de transporte utilizado afeta na acessibilidade ao trabalho das pessoas em diferentes níveis de exclusão social?
- Todos os níveis de exclusão social possuem o mesmo padrão de acessibilidade ao trabalho?

1.3 Objetivo

O objetivo desta pesquisa é avaliar a acessibilidade dos indivíduos de diferentes níveis de exclusão social, às oportunidades de trabalho na cidade de Recife. Para atingir este objetivo são considerados os seguintes objetivos específicos:

- Identificar espacialmente a distribuição de moradia dos indivíduos com diferentes níveis de exclusão social.
- Localizar e classificar os postos de trabalho, de acordo com o nível de exclusão social de seus trabalhadores.
- Compreender a padronização espacial das viagens por motivo de trabalho e avaliar seus custos (em tempo de viagem).
- Definir a acessibilidade as oportunidades de trabalho, de acordo com o modo de transporte escolhido e nível de exclusão social da população de Recife.

1.4 Estrutura do trabalho

Este trabalho está estruturado em sete capítulos, sendo o primeiro a introdução aqui apresentada. O segundo capítulo contém a revisão bibliográfica da literatura, onde foram abordados o embasamento teórico sobre exclusão social, a relação da exclusão social com o transporte, formas de avaliar a exclusão social, além de informações sobre a caracterização e formas de avaliar a acessibilidade.

Na terceira sessão tratamos das etapas metodológicas que foram utilizados nesta pesquisa, incluindo a descrição sobre as bases de dados utilizadas. O quarto capítulo apresenta os resultados gerais obtidos, com informações referentes a divisão modal da amostra, análise descritiva da amostra selecionada, localização dos pontos de residência e postos de trabalho.

A quinta sessão trata das funções de impedância calculadas aos distintos modos de transporte e níveis de exclusão social. O sexto capítulo apresenta os resultados dos cálculos de acessibilidade por modo de transporte, tratando individualmente os mapas criados por nível de exclusão social, seguindo pela da acessibilidade ponderada para nível de exclusão social. Por fim, no capítulo sete, são dispostas as conclusões da tese, seguida pelas referências bibliográficas utilizadas.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Neste tópico foram abordados os principais conceitos das áreas de acessibilidade e exclusão social, a fim de entender o papel de ambos no panorama da análise da acessibilidade em viagens ao trabalho.

2.1 Exclusão Social

O termo exclusão social surgiu nos anos 1970 na França, ganhando espaço na década seguinte com as transformações socioeconômicas dos países industrializados. A rápida urbanização, o crescimento das taxas de desemprego e aumento da pobreza contribuíram para o aumento do número de indivíduos em condição de exclusão social (Guimarães, 2011).

Bhalla e Lapeyre (1997) foram um dos primeiros a tratar da exclusão social sob as óticas econômica, social e política. Para os autores, a exclusão é uma falha do sistema republicano em proteger a coesão da sociedade, fazendo com que indivíduos deixem de participar da vida urbana. Afirmam ainda, que países em desenvolvimento da Ásia, África e América Latina não dão atenção ao tema, visto suas difíceis situações econômicas. Esta realidade ainda pode ser observada duas décadas depois, e confirmada pelo pequeno número de estudos e políticas públicas direcionadas ao tema da exclusão social realizados nestas regiões.

Cotidianamente, todos os indivíduos têm necessidade de acesso e participação em diferentes atividades da cidade. Se por algum motivo um indivíduo for impedido de participar de suas atividades, no local pretendido e pré-determinado, ele pode ser considerado como um excluído social (Preston e Rajé, 2007; Kushariri, Yigitcanlar e Bunker, 2010; Pritchard *et al.*;2014). Da mesma forma, Burchard, Grand e Piachaud (1999) descrevem que indivíduos em condição de exclusão social são aqueles que vivem em uma região e não participam das atividades chave do local, denotando a ideia de que a pessoa excluída é aquela privada de ter acesso às facilidades e atividades da vida urbana.

Para Lucas (2012) não há um conceito definido sobre a exclusão social, porém há um consenso de que a exclusão é uma situação multidimensional, uma forma dinâmica de privação. Por ser multidimensional, a autora concorda com Burchard, Grand e Piachaud (1999) no que diz respeito aos motivos que levam o indivíduo a ser considerado excluído. Para estes pesquisadores, os principais

motivos para a exclusão são circunstâncias, processos, instituições, estruturas sociais, características pessoais e atributos do local de moradia.

A título de exemplo, Church, Frost e Sullivan (2000) e Portugal *et al.* (2017) citam algumas situações que podem facilitar para que o indivíduo se encontre em situação de exclusão social. Os autores afirmam que indivíduos em situação de exclusão social estão expostos a um grande número de privações, que incluem o desemprego, problemas habitacionais, falta de acesso à moradia, saúde precária, baixos níveis de escolaridade e renda. Dessa forma, verifica-se que são muitas as situações que favorecem a exclusão social.

Independente dos motivos que levam à exclusão social, é comum a confusão entre conceitos como privação, pobreza e vulnerabilidade. Kamruzzaman *et al.* (2016) descrevem que estes termos são utilizados como referência à mesma situação em diversas pesquisas. Porém, como a exclusão social é um conceito novo, amplo e multidimensional ela deve receber maior atenção e distinção dos demais.

A pessoa que é excluída está privada em muitos aspectos e em diferentes níveis (Lyons, 2003). Para Kamruzzaman *et al.* (2016) a privação se relaciona à qualidade de vida, sendo um conceito capaz de valorar falhas em atributos específicos (economia, sociedade, política, características pessoais, espaços de moradia, mobilidade e situação geográfica) que, se unidos, indicam se uma pessoa é excluída ou não. A privação demonstra-se como uma forma de valorar a exclusão.

O termo vulnerabilidade é encontrado em diversos estudos, referindo-se a grupos ou indivíduos que são propensos à exclusão social (O'Brien *et al.*, 1997; Shay 2016; Blanco e Apaolaza *et al.*, 2018). Para o IPEA (2018) a vulnerabilidade social é a falta ou insuficiência de ativos da população, ativos que deveriam ser providos pelo estado com o intuito de promover melhores condições de vida ao indivíduo. Ou seja, a vulnerabilidade diz respeito a pessoas que estão em situação de risco, por não possuírem o mínimo para a vida urbana.

A pobreza é tida como a ausência de recursos materiais (Kamruzzaman *et al.*, 2016) ou a falta de acesso absoluto ou relativo aos bens materiais (Church, Frost e Sullivan, 2000). Para muitos autores, a exclusão social vai mais além do que a pobreza, por ser um conceito amplo e envolver aspectos sociais além dos

financeiros (O`Brien *et al.*, 1997; Church, Frost e Sullivan, 2000; Delbosh e Currie, 2011; Lucas, 2012; Kamruzzaman *et al.*, 2016; Portugal *et al.* 2017). Atkinson e Hills (1998) relatam que diferentemente da pobreza, a exclusão social é aceita como um conceito relativo a lugares e não restrita a indivíduos.

É comum encontrar trabalhos que denotem a forte correlação entre renda e exclusão social. Eles reforçam o fato de a exclusão não ser causada exclusivamente pela falta de rendimentos e citam como exemplo que indivíduos com rendas altas podem ser excluídos socialmente (Preston e Rajé, 2007 e Pritchard *et al.* 2014). Na tentativa de diferenciação entre os conceitos, Kenyon, Lyons e Rafferty (2002) destacam as diferenças entre atributos de pobreza e exclusão social.

Tabela 2.1: Diferenças entre atributos de pobreza e exclusão social.

Pobreza	Exclusão Social
Recursos materiais	Participação na sociedade
Direitos econômicos	Direitos de cidadania
Uni dimensional	Multidimensional
Fácil quantificação	Difícil quantificação
Resultado	Processo

Fonte: Adaptada de Kenyon, Lyons e Rafferty (2002)

A Tabela 2.1 mostra as diferenças entre os conceitos de pobreza e exclusão social. Os autores destacam que a exclusão social está relacionada aos direitos de cidadania e participação na sociedade que o indivíduo teria acesso na cidade, porém deixa de tê-los por ser excluído. Tratam ainda da dificuldade de quantificação da exclusão social visto sua multidimensionalidade, descrita também por Lyons (2003), Pritchard *et al.* (2014) e Lucas (2012).

Quanto à natureza, a exclusão social pode ser classificada de duas formas. A primeira forma a identifica como um processo, capaz de acontecer por um período de tempo e espaço. Uma segunda forma, utilizada em alguns estudos, identifica a exclusão social como o resultado de um processo, um estado final (Church, Frost e Sullivan, 2000; Guimarães, 2011; Kamruzzman *et al.*, 2016).

A exclusão social como resultado de um processo, foi descrita no trabalho de Burchard, Grand e Piachaud (1999). Para os autores a falta de participação na

sociedade funciona como elemento chave para a exclusão social, ou seja, o indivíduo que não participa da sociedade é excluído. Church, Frost e Sullivan (2000) no entanto, afirmam que as pessoas não estão na situação de exclusão social por opção, é uma circunstância imposta pela sociedade e, portanto, devem ter a possibilidade sair deste cenário através de auxílio do estado.

Quando vista sob a ótica de processo, a exclusão é entendida como um evento que ocorre por um tempo ou espaço, ao longo da vida do indivíduo, que o impede de ter acesso às facilidades da cidade (Atkinson e Hills, 1998; Preston e Rajé, 2007; Lucas, 2012). Para Pritchard *et al.* (2014) este processo é dinâmico, e pode ser temporário, isto é, o indivíduo está excluído por um período e por algum motivo ou evento que o deixa nesta condição.

Para avaliar e identificar os indivíduos e grupos que estão em condição de risco, muitos estudos se baseiam na natureza da exclusão social. No entanto, esta avaliação é complicada porque a exclusão tem característica multidimensional (Kenyon, Lyons e Rafferty, 2002). Para que este processo seja menos complicado, é indicado o uso de informações agregadas.

Formas de fazer esta agregação são descritas por Burchard, Grand e Piachaud (1999), que sugerem que existem 5 dimensões chave para avaliação da exclusão social: consumo, financeira, produção, engajamento político e interação social. Por outro lado, Kenyon, Lyons e Rafferty (2002) descrevem nove dimensões que podem influenciar na exclusão social: econômica, condições da sociedade, vínculos sociais, organização política, articulação política pessoal, características pessoais, espaços de convivência, exclusão temporal e mobilidade.

Neste âmbito os índices de múltiplas privações são utilizados em diversos países, para a avaliação da exclusão social. Eles foram desenvolvidos para avaliar locais de concentração de indivíduos em situação de exclusão. Pode-se citar, como exemplo: EID (*English Indices of deprivation*), NIMDM (*Northern Ireland Multiple Deprivation Measure*), SIMD (*Scottish Index of multiple deprivation*), WIMD (*Welsh Index of multiple deprivation*) e o SEIFA (*Socio-Economic Indexes for Areas*). Alguns destes são descritos posteriormente.

Independentemente do entendimento ou avaliação da exclusão social, muitas vezes ela tem relações diretas com o meio de locomoção dos usuários. Kenyon, Lyons e Rafferty (2002) descreve a exclusão social como a interação

singular de vários fatores que negam o acesso de um indivíduo ou grupo, na participação social e política da comunidade. Para o autor esta situação reduz o acesso a recursos materiais, qualidade de vida, possibilidade de escolhas e cidadania, tratando de forma dependente a exclusão social e a necessidade de locomoção dos indivíduos.

A seção seguinte aborda este aspecto, enfocando o relacionamento entre exclusão social e transporte.

2.1.1 A Exclusão Social e o Transporte

A dificuldade de participação em atividades está vinculada ao acesso a meios de transporte (Currie *et al.*, 2010). Pesquisas concluíram que o transporte é um fator que leva à exclusão social, pois deficiências no setor de transportes impedem que indivíduos participem de suas atividades essenciais, tais como trabalho, educação, participação na comunidade e serviços de saúde (Urry, 2002; Social Exclusion Unit, 2003; Pritchard, 2014).

Para Preston e Rajé (2007), a exclusão social não é a falta de oportunidades, mas sim a falta de acesso a estas oportunidades. Reforçando, Özkazanç e Sönmez (2017) relatam que o transporte urbano é o fator mais importante para determinar níveis de exclusão ou inclusão social de indivíduos os grupos sociais, indicando uma nova dimensão sobre a perspectiva multidimensional da exclusão social.

No entanto estas definições de exclusão social não podem ser consideradas completas, por não inserirem a mobilidade e a acessibilidade em seus contextos. Lemos, Santos e Portugal (2004) e Mello e Portugal (2010) afirmam que o transporte afeta a exclusão social por reduzir a mobilidade e acessibilidade de grupos ou indivíduos. Entende-se que o comprometimento da mobilidade, atrelado a baixos níveis de acessibilidade a serviços urbanos e instalações de transporte, estão entre os problemas que mais colaboram para o crescimento das desigualdades sociais.

Desse modo Wu e Hine (2003), Yigitcanlar, Rashid e Dur (2010) e Portugal *et al.* (2017) concluem que deficiências na acessibilidade e na mobilidade, podem ser utilizadas como indicadores para determinar níveis de exclusão social. É grande o número de estudos que utilizam este enfoque, a exemplo de Guimarães (2011), Bocarejo e Oviedo (2012) e Yan-Yan *et al.* (2016), que usaram a

acessibilidade como parâmetro. Por outro lado, Currie *et al.* (2010), Hurni (2005) e Cebollada (2009) associaram seus estudos à mobilidade.

É perceptível a influência do transporte na exclusão social, sendo que a sociedade é afetada de distintas formas pela falta do serviço de transportes. Para facilitar este entendimento, Church, Frost e Sullivan (2000), propõe a classificação da exclusão social gerada pelo transporte em sete categorias:

1. Exclusão física: É a exclusão criada a partir de barreiras físicas ou dificuldades do usuário com o sistema de transporte e o ambiente construído.
2. Exclusão geográfica: É a limitação na acessibilidade e mobilidade devido a longas distâncias de viagens e restrição no uso de certos meios de transporte, servindo como impeditivo a realização de viagens.
3. Exclusão de facilidades: Provém da dificuldade de acesso a serviços que facilitam a moradia na área urbana, como correios, mercados, postos de saúde, escolas, dentre outros.
4. Exclusão econômica: Deriva de restrições financeiras e com o sistema de transportes, dificultando e limitando o acesso ao mercado de trabalho.
5. Exclusão baseada no tempo: É originária da dificuldade de planejar tempo adequado de viagens para atender os compromissos, levando em consideração as restrições da rede de transporte.
6. Exclusão baseada no medo: Provem do medo relacionado à segurança pessoal, que impede a utilização do espaço público ou do serviço de transporte.
7. Exclusão espacial: As estratégias contemporâneas de segurança e gestão do espaço, desencorajam indivíduos excluídos a usar o espaço e o transporte público.

A classificação de Church, Frost e Sullivan (2000), é utilizada em vários estudos, porém sofre críticas. Lucas (2012) sugere que o autor foca na natureza da exclusão relacionada ao transporte, não levando em consideração as camadas sociais que estão expostas a exclusão. Este fato pode dificultar o direcionamento de políticas sociais voltadas a quem realmente precisa de assistência. Mesmo sendo precursor de Lucas, Dargary (2007) afirma que é muito importante serem

realizados procedimentos distintos para cada grupo social, pois os grupos apresentam diferentes comportamentos de viagens, principalmente quando em desvantagem social.

A exclusão social gerada pelo transporte afeta diretamente indivíduos surgindo assim os desfavorecidos do transporte, grupos, indivíduos ou áreas que possuem restrições sociais advindas de problemas na oferta do serviço de transporte e do acesso a oportunidades (Currie *et al.*, 2010; Kamruzzaman *et al.*, 2016). Para Yigitcalat, Rashid e Dur (2010) ser desfavorecido de transporte é um problema multidimensional por combinar restrições demográficas, espaciais e de transporte.

Estudos que identificam grupos em exclusão social motivada pelo transporte e pessoas desfavorecidas de transporte, utilizam indicadores ligados à mobilidade e à acessibilidade. Estes indicadores, em sua maioria, não são produzidos pelos órgãos estatísticos brasileiros, dificultando ou inviabilizando a aplicação local.

Assim sendo, utilizamos nesta pesquisa informações relativas à exclusão social, não apenas à exclusão relativa ao transporte. Na próxima seção são descritas as formas de avaliar a exclusão social relatadas na literatura.

2.1.2 Formas de Avaliar a Exclusão Social

O'Brien *et al.* (1997) afirma que é antiga a necessidade de criação de parâmetros para mensurar a exclusão social e que este não é um processo simples, pela natureza multidimensional do objeto de estudo. Como tratado anteriormente, a literatura prevê que existem duas formas de entendimento da construção da exclusão social: como processo ou como resultado.

O trabalho de Burchardt, Grand e Piachaud (1999) entende a exclusão social como resultado. Neste estudo, são utilizadas variáveis desagregadas como indicadores capazes de avaliar a participação em atividades e a exclusão social dos indivíduos.

Já para Kamruzzaman *et al.* (2016), as avaliações que entendem a exclusão social como processos, investigam a natureza do mercado de trabalho e seus impactos na exclusão social. A avaliação ocorre a partir de índices de privação, capazes de identificar áreas/bairros desfavorecidos em cidades.

Cabrera-Barona, Wei e Hagenlocher (2016) relatam que os índices de privação têm sido amplamente utilizados para identificar áreas de desvantagem social e material em áreas urbanas. Para os autores, os índices podem ser utilizados para a análise espacial, por permitirem aos gestores a identificação de áreas prioritárias para as políticas públicas e a alocação de recursos nas regiões mais necessitadas.

Apesar das diferentes formas de avaliação da exclusão social, nesta pesquisa são utilizados índices de privação, devido à disponibilidade de informações existentes e por objetivar resultados mais eficientes na identificação de áreas excluídas socialmente. Para Cabrera-Barona, Wei e Hagenlocher (2016) esta forma de avaliar a exclusão social é eficaz, por possibilitar a correta localização de indivíduos excluídos socialmente.

São descritos a seguir alguns índices de privação encontrados na literatura (índices internacionais e nacionais).

2.1.2.1. Índices internacionais

O grande número de pesquisas em países como Inglaterra, Austrália, Escócia e Irlanda do Norte comprovam o crescimento de estudos sobre a exclusão social em países desenvolvidos. Desta forma, são descritos alguns índices socioeconômicos de privação, que foram utilizados para identificação de áreas em exclusão social e agregados posteriormente a dados de transporte.

- SEIFA (*Socio-Economic Indexes for Areas*)

É um conjunto de índices de privação baseados em medidas socioeconômicas associadas à vantagem e desvantagem social, criados pelo *Australian Bureau of Statistics*, a cada 5 anos. Em sua publicação são descritos quatro índices: o IER (*Index of Economic Resources*), IEO (*Index of Education and Occupation*), IRSAD (*Index of Relative Socio-Economic Advantage and Disadvantage*) e o IRSD (*Index of Relative Socio-Economic Disadvantage*). O último foi utilizado em pesquisas relacionadas a exclusão social e transporte nos estudos de Buchanan, Evans e Dodson (2005), Hurni (2005), e Li, Dodson e Sipe (2015).

Os índices do SEIFA são capazes de sintetizar indicadores que representam desigualdades em áreas urbanas, podendo ser utilizados para comparar desvantagens sociais de diferentes regiões. Os índices são calculados através da

técnica de “Análise dos Componentes Principais”, que resume um conjunto de variáveis sociais e econômicas em única medida. O IRSD é composto por características relacionadas à baixa renda, alto número de desempregados e baixos níveis de educação. As variáveis componentes dos índices são atualizadas em cada uma das versões. Na Tabela 2.2 são mostradas as variáveis e pesos relativos ao ano de 2016.

Tabela 2.2: Variáveis e pesos do IRSD

Variável	Peso
% de pessoas com renda familiar anual declarada entre \$1 e \$25.999	-0,91
% de famílias com crianças menores que 15 anos, que vivem com os pais desempregados	-0,83
% de residências particulares ocupadas sem acesso a internet	-0,79
% de pessoas com 15 anos ou mais, onde o nível de escolaridade, mais alto seja o certificado I e II	-0,77
% de pessoas desempregadas (com idade laboral)	-0,75
% de pessoas classificadas como trabalhadores braçais	-0,74
% de residências particulares ocupadas que pagam aluguéis menor que \$215 por semana	-0,73
Famílias monoparentais com filhos dependentes	-0,67
% de pessoas com menos de 70 anos, com pessoas em condições precárias de saúde, aposentados e necessitados de assistência governamental	-0,67
% de pessoas com 15 anos ou mais que são divorciadas	-0,55
% Empregados classificados como operadores de máquinas e motoristas	-0,54
% Empregados classificadas com de trabalho pessoal com baixas habilidades	-0,53
% Residências privadas sem automóvel	-0,49
% de residências particulares ocupadas, que são maiores que o padrão nacional e necessitam um ou mais quartos	-0,46
%Pessoas com 15 anos ou mais que não possuem escolaridade	-0,43
%Pessoas que não falam inglês muito bem	-0,30

Fonte: *Australian Bureau of Statistics (2018)*

Como o IRSD descreve a desvantagem sócio econômica, possuindo todos os pesos das variáveis com valores negativos. Porém o SEIFA é composto por quatro índices que relacionam a vantagem e a desvantagem social, alguns deles possuem pontuações positivas. Sendo assim, o valor final do índice é composto pela soma ponderada de todas as variáveis.

Este indicador não possui uma tabela limite, que mostre estratos de desvantagem social, seu resultado é apresentado em forma de tabelas e gráficos que permitem uma boa comparação entre as áreas de análise.

- NIMDM (*Northern Ireland Multiple Deprivation Measure*)

O NIMDM foi desenvolvido pelo governo da Irlanda do Norte na década de 1970 e descreve a múltipla privação de áreas. Seu objetivo é facilitar a alocação de recursos para áreas carentes e medir o impacto das políticas sociais locais. Este índice passa por reavaliações periódicas, estando disponíveis parâmetros e resultados elaborados nos anos de 2001, 2005 2010 e 2017.

O índice de 2001 foi elaborado pela agência de pesquisa estatística da Irlanda do Norte em conjunto com a universidade de Oxford. Esta edição é citada por alguns autores como Noble index of Deprivation (Tomlinson e Kelly, 2003) e é constituída por sete domínios: renda, emprego, saúde, educação, acesso, moradia e envolvimento social. Cada um destes domínios é composto por diferentes números de indicadores e pesos (Tabela 2.3).

Tabela 2.3: Domínios, pesos e indicadores que compõem o NIMSM

Domínio (peso em %)	Indicador
Renda (25%)	Adultos em residência que recebem <i>Income Support</i> ¹
	Crianças em residência que recebem <i>Income Support</i> ¹
	Adulto em residência com <i>Jobseeker`s Allowance</i> ²
	Crianças em residência com o <i>Jobseeker`s Allowance</i> ²
	Adultos em residência que recebem <i>Family Credit</i> ³
	Crianças em residência que recebem <i>Family Credit</i> ³
	Adultos em residência com <i>Disability Living Allowance</i> ⁴
	Crianças em residência com <i>Disability Living Allowance</i> ⁴
Emprego (25%)	Pessoas sem emprego com menos de 60 anos

	Benefícios por incapacidade para pessoas com menos de 60 anos
	Benefícios por incapacidade grave para pessoas com menos de 60 anos
	Participantes do New Deal ⁵
Saúde (15%)	Mortalidade de homens e mulheres com menos de 75 anos
	Pessoas que receberam subsídio por deficiência ou por incapacidade
	Registros de casos de câncer (exceto de pele)
	Proporção de todas as extrações dentárias em pessoas entre 12 aos 17 anos
	Remédios prescritos para ansiedade e depressão
Educação (15%)	Adultos em idade de trabalho sem qualificação
	Proporção de pessoas que abandonaram a escola até os 16 anos e não possuem nível médio
	Proporção de jovens entre 17 e 20 anos que não entraram na faculdade
	Pessoas que não conseguiram pontuação suficiente na GCSE/GNVQ
	Faltas no segundo grau escolar
	Indivíduos com 11 e 12 anos que não alcançaram a fase da gramática na escola
Acesso (10%)	Correios
	Médico da família
	Hospitais emergenciais
	Dentista
	Ótica
	Farmácias
	Biblioteca
	Museus
Agência de seguro social e emprego	
Moradia (5%)	Residências em mau estado
	Residências sem aquecimento

	Residências sem isolamento térmico
Envolvimento social (5%)	Roubo de residências
	Violência contra pessoas
	Assaltos
	Agressões graves
	Roubos de carros
	Roubos em carros
	Crimes com danos
	Roubos de edifícios que não são residências
	Crimes com drogas
	Degradação do patrimônio (pichações, prédios abandonados, ...)

¹*Income Support: Apoio governamental para residentes do Reino Unido com baixa renda, mediante regras específicas (Reino Unido, 2019)*

²*Jobseeker`s Allowance: Suporte governamental mensal para residentes desempregados (Reino Unido, 2019).*

³*Family Credit: Benefício da seguridade social do Reino Unido para famílias com baixa remuneração, com crianças.*

⁴*Disability Living Allowance: Subsídio do governo do Reino Unido para deficientes. (Reino Unido, 2019).*

⁵*New Deal: Programa governamental para redução de desemprego, fornecendo treinamento, emprego subsidiado e trabalho voluntário, para necessitados.*

Fonte: Adaptado de NIMM (2001)

O cálculo do valor final do índice é realizado em duas etapas, a primeira é a transformação exponencial dos pontos obtidos por cada domínio, sendo seguido pela combinação dos sete domínios através de média ponderada (pesos descritos na tabela). Segundo os autores, a transformação exponencial é feita para reduzir o efeito de nulidade de indicadores (Beatty, 2004). O NIMSM não apresenta uma tabela para faixas de múltiplas privações. Sua avaliação é feita através das pontuações: valores próximos a 0 denotam áreas de pouca privação, enquanto notas próximas a 100 denotam regiões de grande privação (NIMM, 2001).

O índice NIMDM, versão 2001, foi utilizado em conjunto com análises de SIG na pesquisa de Wu e Hine (2003), com a finalidade de avaliar o acesso a rede transporte coletivo na região de Belfast.

As versões mais novas do NIMSM sofreram atualizações, com a alteração do nome do domínio de "Envolvimento Social" por "Crime e Desordem", além da

redução de indicadores, passando de 45 no índice de 2001 para 38 indicadores em 2017 NIMDM (2017).

2.1.2.2. Índices nacionais

Por ser um termo novo e pouco utilizado no meio acadêmico nacional, índices de privação ou formas de avaliar a exclusão social no Brasil não foram encontrados na revisão da literatura. No entanto, existem indicadores que se assemelham quanto à avaliação da exclusão social. Estes indicadores são descritos a seguir.

- IVS (Índice de Vulnerabilidade Social)

Este índice mapeia regiões de moradia de desfavorecidos sociais (IPEA, 2015). Foi criado para diagnosticar a vulnerabilidade de cidades ou regiões metropolitanas utilizando dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD (IBGE, 2010). É possível encontrar no Atlas de Vulnerabilidade Social, o índice global referente a cada município ou região metropolitana brasileira (IPEA, 2015).

Os dados utilizados são agregados em UDHS (Unidades de Desenvolvimento Humano), respeitando os limites dos setores censitários, constituindo áreas homogêneas em termos socioeconômicos, contíguas e reconhecidas pelo mesmo padrão de vulnerabilidade da população residente. O agrupamento foi validado pelo IPEA em conjunto com o IBGE, antes de sua aplicação e posterior publicação.

O IVS é composto por três dimensões: (1) Infraestrutura Urbana, (2) Capital Humano e (3) Renda e Trabalho, divididos em 16 indicadores que estão listados na Tabela 2.4, com seus respectivos pesos.

Tabela 2.4: Indicadores e pesos que compõem o IVS

Dimensão	Indicador	Peso
Infraestrutura Urbana	Percentual de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgoto inadequados	0,300
	Percentual da população que vivem em domicílios urbanos sem serviço de coleta de lixo	0,300
	Percentual de pessoas que vivem em domicílios com renda <i>per capita</i> inferior a meio salário mínimo e que gastam mais de uma hora até o trabalho, no total de	0,400

	peças ocupadas vulneráveis e que retornam diariamente do trabalho.	
Capital Humano	Mortalidade até um ano de idade	0,125
	Percentual de crianças de 0 a 5 anos que não frequentam a escola	0,125
	Percentual de pessoas de 6 a 14 anos que não frequentam a escola	0,125
	Percentual de mulheres de 10 a 17 anos de idade que tiveram filhos	0,125
	Percentual de mães chefes de família, sem fundamental completo e com pelo menos um filho menor de 15 anos de idade	0,125
	Taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais de idade	0,125
	Percentual de crianças que vivem em domicílios em que nenhum dos moradores tem o ensino fundamental completo	0,125
	Percentual de pessoas de 15 a 24 anos que não estudam, não trabalham e possuem renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário mínimo (2010), na população total dessa faixa etária	0,125
Renda e Trabalho	Proporção de pessoas com renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário mínimo (2010)	0,200
	Taxa de desocupação da população de 18 anos ou mais de idade	0,200
	Percentual de pessoas de 18 anos ou mais sem fundamental completo e em ocupação informal	0,200
	Percentual de pessoas em domicílios com renda per capita inferior a meio salário mínimo (em 2010) e dependentes de idosos	0,200
	Taxa de atividade das pessoas de 10 a 14 anos de idade	0,200

Fonte: Adaptada de IPEA (2015)

As dimensões e seus indicadores correspondentes representam ativos, recursos ou estruturas julgados como necessários à vida urbana que se ausentes ou insuficientes, indicam que as famílias não têm acesso aos direitos sociais essenciais a boa vivência na sociedade e na cidade.

O IVS é resultado da média aritmética dos sub índices de Infraestrutura Urbana, Capital Humano e Renda e Trabalho, possuindo cada um o mesmo peso para o cálculo. A escala de avaliação varia entre 0 e 1, onde 0 corresponde à situação ideal de menor vulnerabilidade e 1 à situação de maior vulnerabilidade (IPEA, 2015). A Tabela 2.5 mostra as faixas de valores utilizadas para avaliação do IVS.

Tabela 2.5. Faixas de valores para avaliação do IVS

Valor do IVS	Situação de vulnerabilidade
0,0 a 0,2	Muito baixa
0,2 a 0,3	Baixa
0,3 a 0,4	Média
0,4 a 0,5	Alta
Maior que 0,5	Muito alta

Fonte: IPEA (2015)

O modelo pode ser aplicado em unidades urbanas menores, como cidades, bairros e zonas de tráfego, bastando existir disponibilidade das informações sobre os indicadores incluídos no índice. Dessa forma, além da avaliação nacional executada pelo IPEA, órgãos de planejamento urbano estaduais também aplicaram a metodologia para seus municípios, como o caso do estado do Pará (FAPESPA, 2015).

- IBEU (Índice de Bem-estar Social Urbano)

O IBEU foi formulado com o intuito de ser um instrumento para avaliação das condições sociais da cidade e formulação de políticas públicas. Foi desenvolvido pelo Observatório das Metrôpoles e aplicado nos quinze maiores aglomerados urbanos brasileiros (Ribeiro e Ribeiro, 2013) e, posteriormente nos 5.565 municípios contemplados pelo censo 2010 (Ribeiro e Ribeiro, 2016).

O índice é composto por cinco dimensões: (1) mobilidade, (2) condições ambientais, (3) condições habitacionais, (4) atendimento de serviços coletivos e (5) infraestrutura, todos em nível de cidade. Cada dimensão possui um número diferente de variáveis, obtidas a partir de indicadores do censo, que contribuem com o mesmo peso para o índice final (Tabela 2.6).

Tabela 2.6: Dimensões, indicadores e pesos que compõem o IBEU

Dimensão/Indicador	Descrição do indicador	Peso
Mobilidade urbana		
Deslocamento casa trabalho	Proporção de pessoas que trabalham fora do domicílio de residência e retornam do trabalho diariamente, fazendo viagens de ida e volta com duração de até 1h	1,000
Condições Ambientais Urbanas		
Arborização no entorno dos domicílios	Proporção de pessoas que moram em domicílios cujo entorno possui arborização	0,333
Esgoto a céu aberto no entorno dos domicílios	Proporção de pessoas que moram em domicílios cujo entorno não possui esgoto a céu aberto	0,333
Lixo acumulado no entorno dos domicílios	Proporção de pessoas que moram em domicílios cujo entorno não possui lixo acumulado nos logradouros	0,333
Condições Habitacionais		
Aglomerado subnormal	Proporção de pessoas que não moram em aglomerados subnormais	0,200
Densidade domiciliar	Proporção de pessoas que moram em domicílio com até 2 residentes por dormitório	0,200
Densidade morador / banheiro	Proporção de pessoas que moram em domicílio com até 4 residentes por banheiro	0,200
Material das paredes dos domicílios	Proporção de pessoas que moram em domicílio com material de parede adequado	0,200
Espécie de domicílio	Proporção de pessoas que moram em domicílio cuja espécie é adequada	0,200
Serviços Coletivos Urbanos		
Atendimento de água	Proporção de pessoas que moram em domicílios com atendimento adequado de água	0,200
Atendimento de esgoto	Proporção de pessoas que moram em domicílios com atendimento adequado de esgoto	0,400
Atendimento de energia	Proporção de pessoas que moram em domicílios com atendimento adequado de energia	0,200
Coleta de lixo	Proporção de pessoas que moram em domicílios com coleta adequada de lixo	0,200

Infraestrutura Urbana		
Iluminação pública	Proporção de pessoas que moram em domicílios cujo entorno possui iluminação	0,142
Pavimentação	Proporção de pessoas que moram em domicílios cujo entorno possui pavimentação	0,142
Calçada	Proporção de pessoas que moram em domicílios cujo entorno possui calçada	0,142
Meio-fio / guia	Proporção de pessoas que moram em domicílios cujo entorno possui meio-fio ou guia	0,142
Bueiro ou boca de lobo	Proporção de pessoas que moram em domicílios cujo entorno possui bueiro ou boca de lobo	0,142
Rampa para cadeirantes	Proporção de pessoas que moram em domicílios cujo entorno possui rampa para cadeirantes	0,142
Identificação de logradouro	Proporção de pessoas que moram em domicílios cujo entorno possui logradouros	0,142

Fonte: Adaptado de Ribeiro e Ribeiro (2013)

O resultado final do IBEU é obtido através da média aritmética dos valores das cinco dimensões. A melhor situação é quando o valor do índice se aproxima de 1, e a pior quando o indicador é próximo a 0 (Ribeiro e Ribeiro, 2013). Para uma melhor avaliação foi elaborada uma escala de interpretação dos dados na análise do IBEU municipal (Tabela 2.7).

Tabela 2.7. Faixas de valores para avaliação do IBEU

Valor do IBEU	Situação de Bem Estar Urbano
0,9 a 1,0	Muito bom
0,8 a 0,9	Bom
0,7 a 0,8	Médio
0,5 a 0,7	Ruim
0,0 a 0,5	Muito ruim

Fonte: Ribeiro e Ribeiro (2013)

Os dados de cada uma das dimensões podem ser interpretados de formas independentes, gerando informações distintas e que atendam as diferentes necessidades dos órgãos planejadores competentes. Vale ressaltar que, de acordo com os indicadores, é perceptível que apesar de não se relacionarem diretamente à exclusão social, muitos deles se referem a condições inadequadas de moradia,

transporte ou serviços urbanos, permitindo assim uma alta correlação com a exclusão social.

- IPVS (Índice Paulista de Vulnerabilidade Social)

O IPVS foi criado no ano de 2010, pela Fundação SEADE, com o intuito de localizar espacialmente as áreas prioritárias de intervenção, formulação e implementação de políticas públicas no estado de São Paulo. A Tabela 2.8 mostra os fatores e variáveis que compõem o IPVS.

Tabela 2.8: Fatores e variáveis que compõem o IPVS

Fatores	Variáveis
Socioeconômico	Renda domiciliar per capita
	Rendimento médio da mulher responsável pelo domicílio
	% de domicílios com renda domiciliar per capita de até ½ SM
	% de domicílios com renda domiciliar per capita de até ¼ SM
	% de pessoas responsáveis pelo domicílio alfabetizadas
Demográfico	% de pessoas responsáveis de 10 a 29 anos
	% de mulheres responsáveis de 10 a 29 anos
	Idade média das pessoas responsáveis
	% de crianças de 0 a 5 anos de idade

Fonte: Adaptada de SEADE (2013)

O índice é aplicado a cada 10 anos, sempre após a liberação dos dados do censo, pois todos os valores de variáveis são obtidos de informações do censo, no caso provém de dados do ano 2010. Desse modo, por ser um índice estadual, sua avaliação ocorre por setor censitário, tanto de áreas urbanas como rurais.

Os resultados do IPVS são organizados em sete classes, variando desde baixíssima vulnerabilidade a muito alta vulnerabilidade. O índice é composto apenas pelos fatores socioeconômico e demográfico e suas variáveis possuem diferentes escores.

2.2 Acessibilidade

2.2.1 Caracterização da acessibilidade

A acessibilidade é um conceito abrangente e utilizado há muitos anos. Áreas de transportes e planejamento urbano apresentam muitas definições, variando de acordo com o objetivo da pesquisa, a natureza do fenômeno e a escala de análise. Grande parte dos estudos na área, tem como ponto comum a conexão entre uso do solo e transportes (Portugal *et al.*, 2017).

Ingran (1971) descreve a acessibilidade como a capacidade que um sistema de transporte tem em permitir a transposição da distância, de forma rápida e/ou com o custo baixo. Para o autor a acessibilidade é uma forma de avaliar a proximidade entre dois pontos.

Portugal *et al.* (2017) e Menezes (2015) descrevem que a acessibilidade é a facilidade para alcançar atividades, que pode estar conectada a uma série de outros fatores, porém depende fundamentalmente da articulação entre transportes e uso do solo. Em consonância, Bocarejo e Oviedo (2012) descrevem que acessibilidade aborda a relação entre transportes e uso do solo, somados às necessidades do indivíduo. Bhat *et al.* (2000), Geurs e van Wee (2004) e Vandenbulcke, Steenberghen e Thomas (2009) acrescentam o componente tempo de deslocamento à relação: transporte - uso do solo - indivíduo. Dessa forma, a interação entre o transporte e uso do solo aparece como o principal componente da acessibilidade, podendo estar atrelado a outros componentes de forma complementar.

Por outro modo, Handy e Niemeier (1997) descrevem a acessibilidade como o potencial de interação social e econômica, que o usuário possui do trajeto de casa aos destinos desejados. Para Litman (2017) a acessibilidade é a facilidade de acessar atividades urbanas a partir de determinada origem. Os conceitos tratados por ambos autores remetem à relação entre o uso de solo e o transporte, por terem foco nas oportunidades urbanas oferecidas ao usuário, em seu trajeto até ponto de destino.

Tratando dos elementos que compõem a acessibilidade, o transporte é conceituado pela Política Nacional de Mobilidade Urbana – Lei 12.587 (Brasil, 2012) como o conjunto de modos e serviços de transportes público e privado, utilizados para deslocamentos de pessoas e cargas na cidade. Este transporte pode ocorrer

de forma motorizada ou não motorizada. Modos não motorizados são aqueles que utilizam de tração humana ou animal, podendo ser bicicletas, pedestres ou qualquer veículo de tração animal. Modos motorizados são aqueles que necessitam de veículos automotores, podem ser individuais (carros e motocicletas) ou coletivos (sobre pneus, trilhos ou hidroviários).

O uso do solo foi descrito por Geurs e van Wee (2004) como a quantidade e a qualidade da distribuição espacial das oportunidades urbanas em um determinado local, incluindo empregos, lojas, serviços de saúde e lazer. Enquanto Portugal *et al.* (2017) relata que o uso do solo é composto por atividades e pelo ambiente construído. Sendo atividades todas as funções de uso comum às edificações, tais como residência, estudo, trabalho, lazer, comércio e serviços de saúde. E o ambiente construído é composto pelos 5D's de Cervero *et al.* (2009): densidade, desenho urbano, destinos acessíveis, diversidade e disponibilidade de transporte público.

Para Portugal *et al.* (2017) é através do desenho urbano que é possível perceber a maior relação entre transportes e uso do solo. Pois o desenho urbano é a forma como a cidade foi planejada, e inclui a infraestrutura de transportes, que permite o acesso às diferentes atividades da cidade.

O componente indivíduo foi descrito por trabalhos como a capacidade individual de interferir na acessibilidade através de suas características pessoais (idade, gênero, nível educacional, renda, ...), habilidades individuais (dependência física, disponibilidade de meios de transporte, ...) e oportunidades pessoais (dependência financeira, recursos para gastos com transportes, ...) (Geurs e van Wee, 2004; Vandenbulcke, Steenberghen e Thomas, 2009).

Em síntese, para os diversos autores a acessibilidade é a integração dos componentes: uso do solo, transportes e indivíduo (suas características, habilidades e oportunidades), ou a combinação entre dois ou mais destes componentes.

Independente dos componentes associados, Mello (2015) relata que a acessibilidade varia de acordo com a escala territorial do fenômeno em análise. O autor categoriza a acessibilidade em: Microscópica (quando a escala territorial é restrita a uma pequena área e os deslocamentos são curtos), Mesoscópica (quando há necessidade de deslocamentos motorizados e se refere a um bairro ou região

administrativa) e Macroscópica (quando se relaciona a um território abrangente, uma cidade ou região metropolitana com integração multimodal) (Mello, 2015; Portugal *et al.*, 2017). Os componentes e áreas de abrangência da acessibilidade tratados até aqui são mais bem descritos na Figura 2.1.

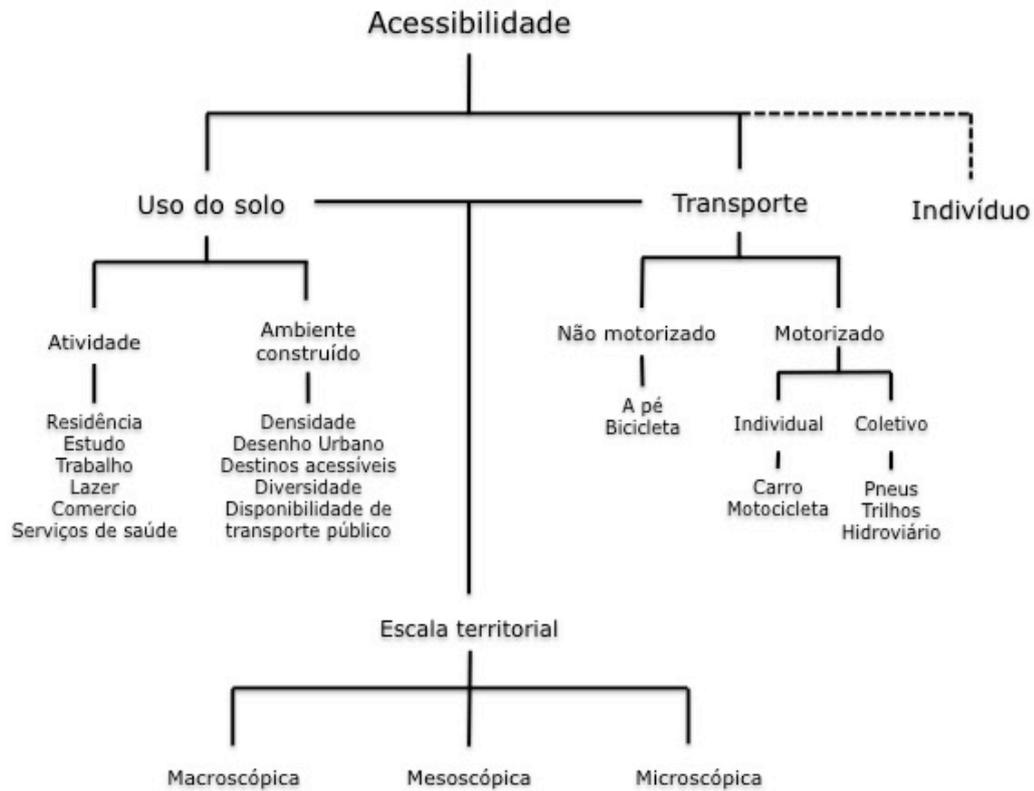


Figura 2.1: Componentes da acessibilidade e a escala de ocorrência

Fonte: Adaptado de Mello (2015) e Portugal *et al.* (2017).

O organograma da Figura 2.1 mostra os componentes da acessibilidade e as escalas territoriais em que ela pode ser analisada. A relação entre os meios de transporte (motorizados e não motorizados) e o uso do solo é retratada de forma esquemática, reforçando que é o transporte o responsável pela integração das atividades urbanas e do ambiente construído. O elemento indivíduo, é representado de forma distinta por não ser incluído em todos os estudos da área, porém citado por alguns autores.

A macroacessibilidade por ter uma escala territorial mais abrangente é capaz de refletir relações urbanas de grande complexidade. Segundo Portugal *et al.* (2017) uma análise da macroacessibilidade é capaz de mostrar como cada localidade está integrada a uma cidade ou região metropolitana, e como regiões

com maior atratividade externa se comportam em relações a demais, como exemplo de regiões de concentração de empregos.

A acessibilidade por vezes é confundida com a mobilidade em estudos de transporte, sendo importante descrever a diferença entre os conceitos. A acessibilidade, como tratada anteriormente, está ligada a facilidade do indivíduo para alcançar as atividades diárias urbanas através dos meios de transporte. Por outro lado, a mobilidade é uma variável quantitativa que está relacionada ao número de movimentos dos indivíduos em um sistema de transporte específico. Desta forma mobilidade leva em consideração o espaço, tempo, motivo e veículo utilizado, se limitando ao sistema de transporte (Jaramillo, Lizarraga e Grindlay 2012). São conceitos próximos, por vezes complementares, porém a acessibilidade possui caráter abrangente por também envolver o uso do solo da região em análise.

2.2.2 Formas de avaliar a acessibilidade

A acessibilidade pode ser mensurada de diversas formas. Nesta sessão são abordadas as diferentes medidas de avaliação da acessibilidade, variando de acordo com a aplicabilidade e a análise realizada.

O ato de avaliar a acessibilidade é subsidio para muitas áreas no planejamento de transporte, podendo-se citar: (1) a avaliação da qualidade e dos efeitos de alterações no sistema de transporte após a implantação políticas do uso do solo; (2) auxílio na elaboração de programas multimodais de transporte em áreas urbanas; (3) modelagem de viagens de acordo com a demanda; (4) promoção e criação de índices para políticas mais efetivas em transporte; e (5) investimentos específicos para melhoria da acessibilidade urbana (Bhat *et al.*, 2000). Por serem amplas as possibilidades de utilização, se faz necessário que a mensuração da acessibilidade varie de acordo com o interesse final da aplicação.

Para avaliação da acessibilidade é necessário que existam parâmetros de comparação entre as áreas de avaliação. Um dos parâmetros mais usados é a impedância, tratada como essencial para a mensuração da acessibilidade. Rodrigues (2001) descreve a impedância como uma medida de resistência ao deslocamento, que pode ser expressa através do custo, tempo, distância, entre outras variáveis. Para alguns autores o tempo é a impedância de maior importância na avaliação da acessibilidade, por sua compreensão ser mais intuitiva ao usuário

(Bertolini, Clercq e Kapoen, 2005; Guimarães, 2011; Tribby e Zandbergen, 2012; Ferrari, 2017).

Independente ao parâmetro de avaliação, autores como Handy e Niemeier (1997), Bertolini, Clercq e Kapoen (2005) e Hong Ha *et al.* (2011) descrevem que a quantificação da acessibilidade pode ocorrer por medidas de acúmulo de oportunidades, por medidas de proximidade dos locais de interesse (gravitacionais) e por medidas de utilidade. Por outro lado, Ingran (1971) descreve que a acessibilidade pode ser mensurada de dois outros modos, o relativo (entre dois pontos específicos) e o integral (que mede o grau de interconexão com todos os outros pontos da mesma superfície ou região).

O trabalho de Bhat *et al.* (2000) elaborou um relatório descrevendo 51 índices de avaliação da acessibilidade em viagens com diferentes propósitos, demonstrando equações e variáveis empregadas para essas análises. As formas de avaliação da acessibilidade foram classificadas em cinco categorias: Modelos de Separação Espacial ou Teoria dos Grafos, Modelos de Oportunidades Cumulativas, Modelo Gravitacional, Modelo de Utilidade e Modelos Espaciais. Descritos a seguir.

- Modelos de Separação Espacial ou Teoria dos Grafos

Este modelo de avaliação da acessibilidade analisa unicamente a separação espacial entre os pontos de origem e destino das viagens. A impedância é a única dimensão de análise utilizada. Para tanto, podem ser usadas como variáveis a distância ou o tempo de viagens entre zonas (Bhat *et al.* 2000). A equação genérica desta medida é:

$$A_i = \frac{\sum d_{ij}}{b} \quad (2.1)$$

Onde: d_{ij} é a impedância entre as zonas i e j e b é o número de pontos considerados

Estudos na área de Teoria dos Grafos utilizam esta medida de acessibilidade pela possibilidade de representar a rede de transportes como uma simples rede de linhas (vias) e nós (cruzamento das vias). Com esta representação é possível que a avaliação da acessibilidade mostre: o número de viagens que parte de um ponto, o número de viagens que chegam a um ponto, o caminho mais rápido de um ponto a outro e o número de viagens que podem ocorrer dentro da rede de transportes.

- Modelos de Oportunidades Cumulativas

Para mensuração da acessibilidade através das medidas de oportunidades cumulativas são utilizadas duas variáveis, o limite máximo da impedância (tempo ou distância) e no número de atividades potenciais disponíveis na localidade de destino (Bath *et al.*, 2000). Estas medidas também são denominadas de isocrônicas ou medidas de contorno, por avaliar a acessibilidade até uma área limite, fazendo um contorno de acesso desde o ponto de origem da viagem (Mello, 2015). A equação genérica para esta avaliação, é:

$$A_i = \sum_t O_t \quad (2.2)$$

Onde: t é a impedância limite adotada para o cálculo da acessibilidade; e o O_t são as oportunidades que podem ser alcançadas dentro do limite estipulado.

Este tipo de medida é utilizado para avaliar a acessibilidade a usos específicos como trabalho e estudo, preferencialmente de subpopulações (mulheres, desempregados, crianças...). Em muitos casos, se assemelha a medidas do tipo gravitacional. No Brasil esta forma de avaliar a acessibilidade foi utilizada, por exemplo, no trabalho de Boisjoly *et al.* (2019).

- Modelo Gravitacional

O modelo de avaliação gravitacional associa a impedância, indicadores sócio econômicos (renda, gênero, posição social, ...) e os avalia de acordo com a atratividade das zonas em análises. Neste caso, a atratividade das zonas é representada pelo número de atividades disponíveis ao usuário (emprego, estudo, lazer, comércio e serviços de saúde) (Portugal *et al.*, 2017). Este modelo também é conhecido por modelo de Hansen, nome do autor que elaborou o modelo gravitacional em 1959. A equação genérica deste tipo de medida é:

$$A_i = \sum_j \frac{O_j}{t_{ij}^\alpha} \quad (2.3)$$

Onde: O_j é o número de oportunidades da zona j para uma determinada atividade; t_{ij} é a impedância entre as áreas i e j ; α é uma constante que descreve o efeito da impedância entre as zonas.

A impedância neste modelo é representada por uma função decrescente do custo (tempo ou distância) de viagem (Mello, 2015). Pois enquanto a atratividade depende da distribuição geográfica de uma atividade, a impedância depende de um coeficiente de separação entre as atividades, sendo este coeficiente gerado pela função decrescente do custo de viagem.

Este tipo de avaliação é considerado uma ferramenta de mensuração contínua, medindo a acessibilidade de uma área sem delimitação de dia ou horário do serviço de transporte.

- Modelo de Utilidade

Neste modelo, a forma de avaliar a acessibilidade provém da percepção individual de benefícios advindos da escolha da viagem diante de um cenário de várias opções de escolhas (Bath *et al.*, 2000). Para Handy e Niemeier (1997) este modelo avalia a probabilidade de um indivíduo optar por fazer uma viagem específica, em função da utilidade desta viagem em relação à utilidade de todas as outras opções de viagens. A equação genérica que representa este modelo é a seguinte:

$$A_n = E \left[\text{Max}_{i \in C} U_{in} \right] = \ln \sum_{i \in C} \exp(V_{in}) \quad (2.4)$$

Onde: n é o indivíduo, i é o valor máximo de utilidades advindas da escolha pela localidade, V é a impedância observada do componente transporte, mediante a escolha do indivíduo.

O modelo de utilidade também é conhecido como logsum, por possuir variável resumida que indica a conveniência do conjunto completo de opções (Handy e Niemeier, 1997). Para Raia Junior (2000) este tipo de medida foi desenvolvido a partir de conceitos da teórica econômica do “excedente consumidor”.

- Modelos Espaciais

São modelos capazes de calcular os benefícios advindos das atividades a que um indivíduo pode ter acesso em determinado intervalo espaço temporal. Para Portugal *et al.* (2017), é um modelo que avalia o raio de ação espaço temporal de um indivíduo, levando em consideração as restrições da localização das atividades pretendidas.

Esta abordagem é descrita por Neutens, Witlox e Demaeyer (2007) como a construção de um “intervalo” espaço temporal capaz de representar a alocação no tempo e no espaço das atividades humanas, interações sociais e movimentos, considerando as possíveis restrições.

Este tipo de avaliação necessita de informações do indivíduo e mapeamento do uso do solo na área em análise, para conferência das oportunidades disponíveis

a cada usuário. Por esse motivo autores como Mello (2015) não consideram os modelos espaciais como índices de acessibilidade global, por calcular a acessibilidade baseada em informações diretamente ligadas ao indivíduo. Com a mesma justificativa Geurs e van Wee (2004) descrevem que os modelos espaciais não são capazes de avaliar a competição de atração das atividades nas áreas em análise.

Para este modelo de avaliação da acessibilidade não existe uma fórmula genérica determinada, as pesquisas trabalham com diferentes formulações para seu cálculo.

Independente da forma como é analisada a acessibilidade, é recorrente a referência de que todas as medidas de acessibilidade apresentam problemas de calibração, interpretação e dificuldades com os dados inseridos. Isto se deve à dificuldade na definição das origens e destinos, na medição da atratividade, no cálculo da impedância e principalmente nas distintas formas de desagregação dos dados (Handy e Niemeier, 1997; Bertolini, Clercq e Kapoen, 2005).

A forma com que os dados são agregados é essencial para a precisão da pesquisa. Pelo fato da acessibilidade ser uma medida de avaliação espacial, quanto mais desagregadas forem as informações, mais precisos serão os resultados. Kamruzzaman *et al.* (2011) citam que medidas de avaliação da acessibilidade com dados desagregados são muito almejadas, porém de difícilmente são postas em prática.

Para Handy e Niemeier (1997) a agregação das informações pode ocorrer de dois modos: (1) de acordo com as características socioeconômicas dos indivíduos em análise, por se relacionar aos segmentos populacionais e às diferentes oportunidades e impedâncias oferecidas a eles; e (2) pelo motivo da viagem, por representar um indicador da atividade global do usuário, como o exemplo da viagem a trabalho, lazer ou tratamento de saúde.

Além do exposto, entende-se que a avaliação da acessibilidade é um campo amplo do planejamento de transportes, que requer muitas informações para seu entendimento e correta aplicação. Considerando os cinco tipos de modelos descritos, verifica-se que cada um deles é mais adequado para aplicações específicas.

A avaliação baseada na separação espacial é a que menos requer dados para sua aplicação, portanto calculará a acessibilidade baseada unicamente em informações do tempo ou distância através da rede de transporte. Por esta razão, é uma medida limitada, já que não vincula informações sobre a população. O modelo de oportunidades cumulativas já inclui características da população para o cálculo da acessibilidade, porém limita o espaço de alcance do usuário, por determinar um valor máximo aceitável para a impedância a ser vencida. Este modelo permite que a análise da acessibilidade seja específica para uma determinada atividade.

O modelo gravitacional é mais completo que os descritos anteriormente, pois além de permitir a associação de informações socioeconômicas com dados de atividades específicas, não limita as impedâncias máximas de acesso. A avaliação gravitacional é utilizada por consistir em uma análise abrangente, que não se limita ao horário de atendimento de serviço de transporte, não verificando falhas no serviço ofertado.

Os modelos de avaliação baseados na utilidade e os modelos espaciais são mais específicos na quantificação da acessibilidade do indivíduo. O primeiro é restritivo por fazer avaliação baseada nos ganhos individuais do usuário, enquanto o segundo avalia o acesso da pessoa dentro de um intervalo espaço temporal. Ambos são baseados em análises complexas e geram uma grande quantidade de informações. Porém, são de difícil aplicação quando se trata de um trabalho que avalia uma grande área de estudo.

É importante ressaltar que todos os modelos descritos são importantes para as diferentes variações de análise da acessibilidade. Cada um deles objetiva um aspecto, grupo ou conjunto de dados específicos e a opção por um deles depende do objetivo final do estudo.

2.2.3 O modelo escolhido para avaliação da acessibilidade

Tendo em vista o grande número de métodos para avaliar a acessibilidade, é importante a definição do objetivo da análise a ser realizada, para que se possa determinar o modelo mais adequado para o estudo em questão.

Seguindo o conceito de que a acessibilidade é a integração entre transportes e o uso do solo, será abordada neste estudo a avaliação da acessibilidade a partir dos modos motorizados (individual – motocicleta e carros; coletivo – metrô e

ônibus) e não motorizados (a pé e bicicleta). No que diz respeito ao uso do solo, são analisadas viagens com motivo de trabalho, através da variável número de destinos acessíveis (âmbito do ambiente construído).

Para esta pesquisa, optou-se por utilizar a escala de análise macroscópica para avaliação da acessibilidade no município de Recife. A escala escolhida é justificada devido à área ser uma cidade, com um sistema de transporte complexo e possibilidade de integração modal. São utilizados dados desagregados para que se tenham resultados mais detalhados.

As informações são desagregadas em função das características socioeconômicas da população (informações sobre a vulnerabilidade social da amostra), seguindo o procedimento utilizado por Handy e Niemeier (1997).

O modelo escolhido para avaliar a acessibilidade é o Modelo Gravitacional (Hansen, 1959). O trabalho de Hansen (1959) define a acessibilidade como o potencial de oportunidades de interação de uma região, ou seja, é uma medida de distribuição espacial das atividades em relação a um ponto, que é ajustada pela capacidade e desejos das pessoas em superar a separação espacial.

Utilizando como exemplo a atividade trabalho, o autor explica que a acessibilidade do ponto *i* as oportunidades de trabalho no ponto *j* é diretamente proporcional ao número de postos de trabalho no ponto *j*, e inversamente proporcional à função da distância que separa o ponto *i* do *j*. Dessa forma a acessibilidade total ao trabalho no ponto *i*, é a somatória das acessibilidades a todas outras áreas. Portanto quanto maior for a disponibilidade de postos de trabalho próximos ao ponto *i*, maior será a acessibilidade na área.

A equação para o cálculo da acessibilidade do ponto *i* ao ponto *j* é:

$$A_{ij} = \frac{S_j}{T_{ij}^\beta} \quad (2.5)$$

Onde: A_{ij} é a acessibilidade relativa da Zona *i* para a atividade na Zona *j*; S_j é a quantidade de oportunidades da atividade na Zona *j*; T_{ij} é a impedância (tempo, custo ou distância) entre as zonas *i* e *j*; e β é o expoente que descreve o efeito da impedância entre as zonas.

Para Hansen (1959) a função que representa a dificuldade de acesso é uma função exponencial, sendo que o valor do expoente varia entre 0,5 e 3,0 para zonas urbanas. Quanto menor o valor do expoente, maior a importância da

viagem. A forma como os dados foram selecionados e utilizados estão descritos no capítulo a seguir

3. ETAPAS METODOLÓGICAS

Neste capítulo são listadas, inicialmente, as fontes de informação que foram utilizadas e, em seguida, as etapas metodológicas da pesquisa.

3.1 Fontes das informações que foram utilizadas na pesquisa

Para o estudo foram utilizadas informações de diversos bancos de dados da cidade do Recife, conforme descrito a seguir.

a) Características da rede viária do município

A Prefeitura do Município de Recife (<http://www.recife.pe.gov.br/ESIG/>) dispõe de informações georeferenciadas sobre a rede viária incluindo os segmentos de vias, os logradouros e o tipo de pavimentação de cada segmento. Estes dados estão disponíveis em arquivos formato .SHP file e, portanto, são passíveis de serem modificados em qualquer programa de georeferenciamento. Com base nestes arquivos foram construídas as redes viárias a serem utilizadas na pesquisa.

b) Pesquisa OD 2018

O Instituto da Cidade Pelópidas Silveira (<http://icps.recife.pe.gov.br/NODE/61205>) é um órgão governamental responsável por planos e projetos estratégicos para o município do Recife. Em seu ambiente virtual foi possível obter informações sobre a pesquisa Origem e Destino (OD) realizada em 2017-2018.

A pesquisa foi feita através de um formulário *online* com foco principal nos destinos dos entrevistados, essencialmente para as atividades de trabalho e educação. A pesquisa passou por dois tipos de validação: uma mecânica, para eliminação de respostas em duplicidade, incompletas e incoerentes e outra física que buscou a complementação em áreas que não obtiveram representatividade estatística no questionário online.

c) Informações sobre a rede de transporte sobre trilhos

O Metro Recife (www.metrorecife.com.br) disponibiliza informações sobre a rede de transporte sobre trilhos, referentes a horários de funcionamento e rotas. Tais dados estavam em formato de imagem, sendo necessário o desenho das rotas e das localizações das estações.

d) Informações sobre o transporte por ônibus

No ambiente virtual do Consórcio de Transportes da Grande Recife (<http://www.granderecife.pe.gov.br/sitegrctm/>), empresa responsável por gerir e administrar o serviço de transporte por ônibus de toda a região metropolitana de Recife, foi possível obter informações sobre os itinerários, o intervalo entre veículos, os horários de início e término dos serviços em cada rota. Os desenhos das linhas foram obtidos no site do Instituto Pelopidas Silveira.

São descritas, a seguir as etapas para o desenvolvimento da pesquisa.

3.2 Revisão da literatura

Foi realizada uma ampla pesquisa bibliográfica nos principais meios de comunicação científica (teses e dissertações, periódicos, livros e artigos) para definir quais as formas de identificar os indivíduos em situação de exclusão social e formas de estimar sua acessibilidade ao trabalho.

Os resultados desta etapa foram apresentados no capítulo 2 desta tese.

3.3 Seleção do objeto de estudo

Para a definição do objeto de estudo, o critério básico foi a existência das informações necessárias para o desenvolvimento do estudo: dados de pesquisa Origem e Destino, localização e quantificação de postos de trabalho, mapas da rede viária e das rotas do transporte público. A cidade escolhida foi Recife – PE, por possuir uma pesquisa Origem/Destino recente (2018) e dispor de informações confiáveis e de fácil acesso sobre o sistema de transporte (linhas de ônibus e metrô) disponibilizadas pelo governo local.

3.4 Estratificação das áreas residenciais em níveis de exclusão social

De forma a entender como se comporta a distribuição urbana de indivíduos em situação de exclusão social, considerando que estes não podem ser classificados apenas por sua faixa de renda, foi necessária a identificação das regiões com maiores concentrações de excluídos sociais.

Segundo o IPEA (2014), 88% da população nordestina que vive em aglomerados subnormais está na Região Metropolitana do Recife. Ao contrário da maioria das cidades brasileiras, estas pessoas não estão concentradas apenas nas

áreas periféricas da cidade. A mescla urbana é grande e, portanto, a segregação espacial de excluídos sociais não é um fenômeno facilmente observável na cidade, denotando a importância de observá-lo geograficamente.

Nos estudos sobre exclusão social as análises são feitas a partir de informações sobre o local de moradia dos indivíduos. Neste estudo, foi utilizada a hipótese de que todos os moradores de uma determinada região se encontram em uma mesma faixa de exclusão social (descrita através o Índice de Vulnerabilidade Social – IVS (IPEA, 2015)).

O IPEA (2015) ao descrever o IVS, relata que seu cálculo é baseado em Unidades de Desenvolvimento Humano – UDH's, áreas criadas a partir de agrupamentos de setores censitários, gerando regiões de maior homogeneidade socioeconômica.

Todavia neste estudo foi necessário relacionar as informações sobre exclusão social, a dados de viagens da pesquisa OD 2017/2018. A fim de evitar problemas com agrupamento incorreto de informações, foi feita a classificação das zonas de tráfego segundo o nível de exclusão das UDH's.

As informações de exclusão estão agregadas em Unidades de Desenvolvimento Humano (UDH), enquanto o mapa da pesquisa OD está dividido em Zonas de Tráfego. Como ambos são baseados em setores censitários, foi atribuído o valor do IVS para cada setor censitário e, posteriormente, calculada média ponderada do IVS para cada Zona de Tráfego, de acordo com a população de cada setor. Dessa forma foi elaborado um mapa de exclusão social, dividido em zonas de tráfego.

O resultado desta etapa apresentou poucas zonas de tráfego classificadas como de muito alta e muito baixa exclusão. Assim sendo, de forma a simplificar a análise, estas zonas foram agregadas aos níveis subsequentes, portanto utilizamos 3 níveis de exclusão: baixo, médio, alto.

3.5 Tratamento dos dados da pesquisa OD

Por ter sido feita online a pesquisa OD de Recife (2018) apresentou algumas inconsistências, detectadas no andamento do estudo. Para que seus dados fossem considerados válidos e elegíveis ao uso, foi realizada limpeza das respostas incoerentes e o georeferenciamento de todos os pontos, através dos logradouros

descritos como endereços de residência e trabalho, resultando na exclusão das respostas identificadas como incorretas. Foram consideradas incorretas as respostas em que os endereços (residenciais e de trabalho) descritos no logradouro não correspondiam com a localização das zonas de tráfego atribuídas a suas respostas.

As viagens restantes foram divididas segundo o modo de transporte principal utilizado nas viagens a trabalho, totalizando sete grupos modais: a pé, bicicleta, carro (condutor ou passageiro), motocicleta (moto e/ou moto taxi), um ônibus, dois ou mais ônibus e ônibus + metrô.

3.6 Identificação e classificação dos postos de emprego

A distribuição de oportunidades de emprego na cidade é uma informação fundamental para a análise da acessibilidade ao trabalho. Devido a inexistência de bancos de dados com informações sobre postos de trabalho (formais e informais) das cidades brasileiras, foi considerada a hipótese de que as zonas que atraem mais viagens para trabalho são aquelas que possuem mais postos de trabalho, assim como considerado por Hamidi (2014) e Munshi *et al.* (2018).

Para identificação das zonas que atraem mais viagens para trabalho, foram usados os dados da pesquisa OD de 2018, considerando apenas as viagens por motivo de trabalho, que necessariamente se originaram e destinaram a pontos dentro da cidade do Recife. Os dados sobre viagens da pesquisa OD permitiram o conhecimento do número viagens por motivo trabalho que são atraídas por cada zona de tráfego. Esta informação foi utilizada nesta pesquisa, como *proxy* para o número de postos de trabalho que existem em cada zona de tráfego.

Uma segunda hipótese adotada, foi que a zona de origem das viagens indica o tipo de posto de trabalho existente na zona de destino. Por exemplo: considerou-se que os locais acessados por moradores de áreas com alto nível de exclusão social, dispõem de empregos para esta classe da população (Brussel *et al.*, 2019b).

Desse modo, os postos de trabalhos foram agrupados de acordo com o nível de exclusão social dos pontos que o originavam suas viagens, sendo gerados três mapas que descrevem as oportunidades de emprego destinadas a cada nível de exclusão social.

3.7 Estimativa das funções de impedância (curvas de decaimento)

A impedância é um conceito muito utilizado em estudos de acessibilidade, para representar a dificuldade de acesso a um local. Hamidi (2014) e Busscher (2017) descreveram que as funções de impedância são uma boa opção para o estudo da acessibilidade de distintos estratos sociais e modos de transporte.

As funções de impedância, relacionam a possibilidade de os usuários de transporte realizarem uma viagem, levando em consideração seu custo. Viagens mais longas possuem maiores custos, ao passo, que viagens mais curtas são menos onerosas. A interação entre dois locais decai à medida que aumenta a impedância entre eles.

As curvas de decaimento ajustadas neste estudo relacionam os tempos das viagens entre zonas de tráfego com a probabilidade de ocorrência de uma viagem com aquela duração, seguindo o método descrito por Skov-Petersen (2001). As funções foram obtidas a partir dos tempos declarados de viagens na pesquisa OD de Recife (RPODRMR, 2018), através de gráficos de espalhamento, estando os dados desagregados por modo de transporte e nível de exclusão social, como no exemplo mostrado na Figura 3.1.

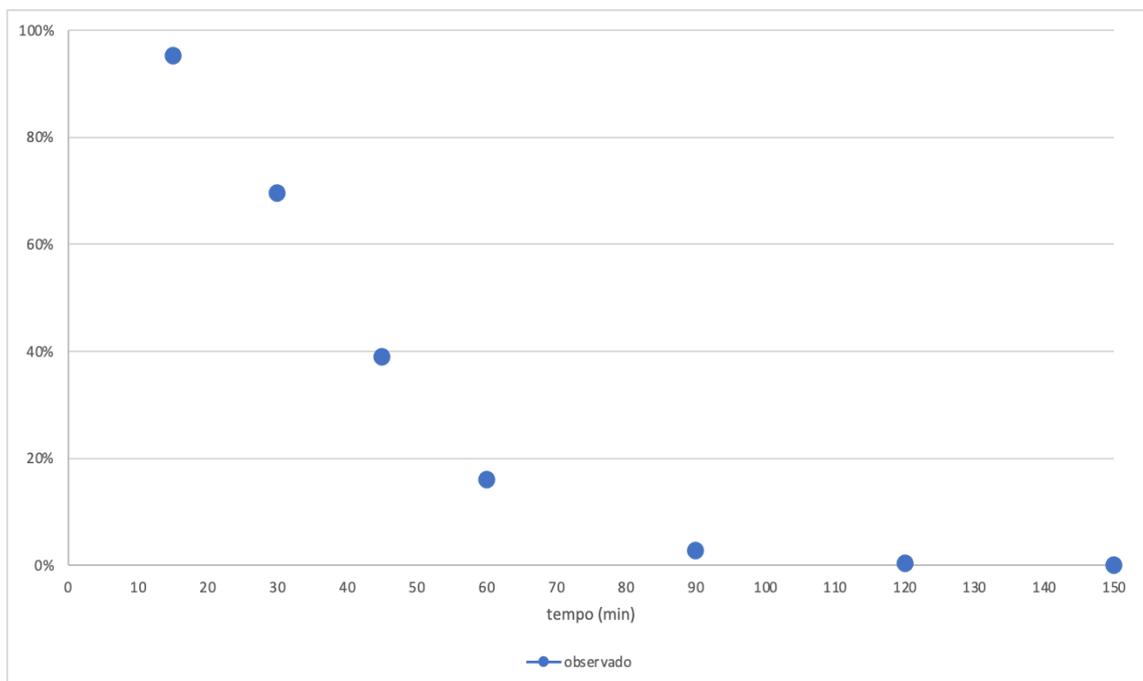


Figura 3.1: Inverso da frequência acumulada do número de viagens x duração da viagem

A Figura 3.1 mostra o inverso da frequência acumulada do número de viagens em função do tempo de viagem declarado pelos respondentes da pesquisa OD. Para este estudo foram geradas 21 funções de impedância, uma para cada relação “modo de transporte – nível de exclusão social”. Os tempos máximos delimitados em cada um dos gráficos de decaimento variaram de acordo com o modo de transporte, e foram limitados pelas maiores faixas de tempos declaradas e coincidentes em todos os níveis de exclusão social daquele modo.

Para a verificação de qual modelo matemático mais se aproximava dos dados simulados, foram testadas duas funções. Por apresentarem grande decaimento após os primeiros minutos de viagem, os modelos mais próximos dos dados, foram a equação exponencial (equação 3.1) e a equação log-logit (equação 3.2).

$$y = \exp(\alpha * \text{tempo}) \quad (3.1)$$

$$y = \frac{1}{1 + (\text{tempo}/\alpha)^\beta} \quad (3.2)$$

A figura 3.2 apresenta um exemplo dos dados observados e as curvas ajustadas, para um determinado modo de transporte.

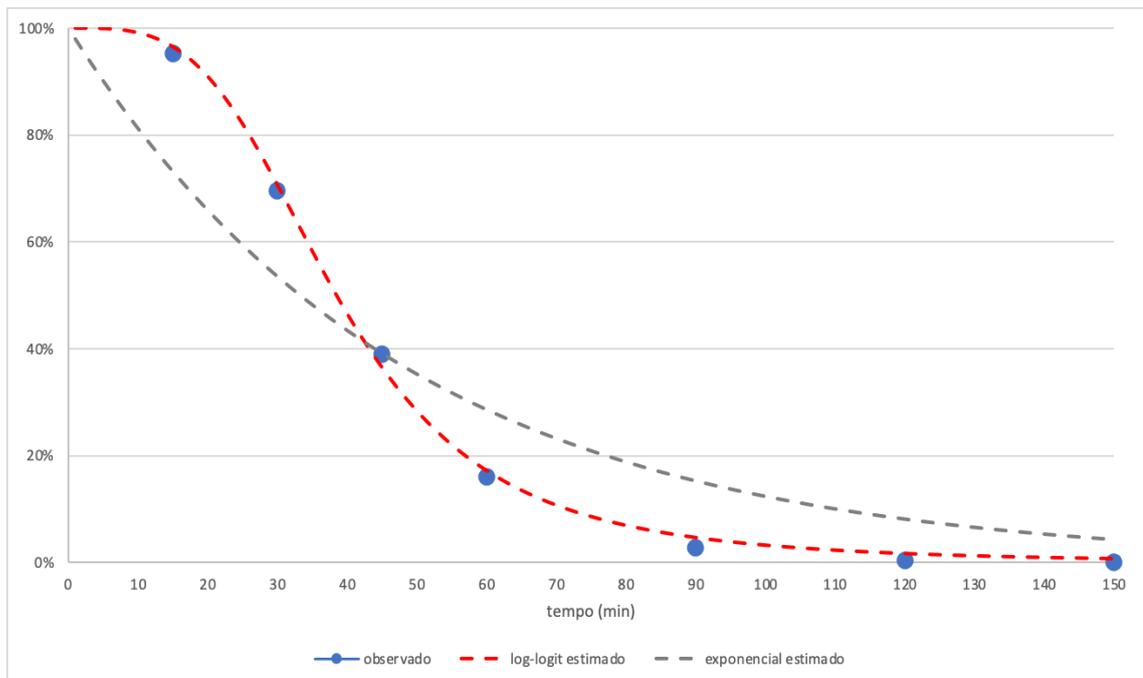


Figura 3.2: Exemplo de ajuste das funções log-logit e exponencial

Para escolha da função mais adequada aos dados foi aplicado o Critério de Informação de Akaike – AIC, que avalia a qualidade relativa de modelos estatísticos (Emiliano, 2009). Este critério considera que o modelo mais adequado é aquele com o menor valor de AIC (Grigolon, 2021). As funções foram calibradas utilizando o suplemento Solver do programa Excel.

3.8 Criação das redes de transporte em ambiente SIG

Para cálculo da acessibilidade foram necessárias, além das funções de impedância, informações relativas aos custos das viagens (distância e tempo de viagem) entre os pares da OD, gerados a partir do trajeto entre zonas de tráfego. Para obter informações das distâncias, foram simuladas rotas em redes de ambientes SIG, no software Qgis. As redes foram criadas a partir das bases descritas no item 3.1.

Foram geradas quatro redes (uma para cada modo de transporte):

1. Rede sem o sentido das vias: é composta por calçadas, passarelas e ruas de pedestres. Esta rede foi utilizada para simular as viagens feitas por pedestres.
2. Rede com os sentidos das vias: formada por ruas, viadutos e elevados considerando o sentido e os cruzamentos. Foi utilizada para a simulação de viagens nos modos carro, moto e bicicleta.
3. Rede de ônibus: constituída apenas pelas vias que são rotas de linhas de ônibus. Esta rede possui sentido das vias e os pontos de parada de ônibus.
4. Rede de ônibus + metrô: criada a partir da união da rede de ônibus e do trecho urbano da linha de metrô, contendo além das vias de ambos os modos de transporte, os pontos de parada de ônibus e as estações de metrô.

3.9 Cálculo das distâncias percorridas entre zonas de tráfego

Foram calculadas as distâncias mínimas entre os pares de zonas através das redes de transporte (descritas no item 3.8), respeitando as condições de vias utilizadas por cada modo de transporte.

Foram utilizados como pontos de origem e destino das viagens os centroides das Zonas de Tráfego. A distância percorrida nas viagens intrazonais (com origem

e destino na mesma zona), foram calculadas segundo Semeed (1967) (equação 3.3).

$$d_{ii} = 0,9 \sqrt{A_i} \quad (3.3)$$

Onde:

d_{ii} : distância média entre dois pontos na mesma zona i (em km)

A_i : área da zona de tráfego i (em ha).

3.10 Cálculo dos tempos de viagem entre as zonas de tráfego

Para o cálculo dos tempos de viagem entre zonas foram consideradas as distâncias calculadas no item 3.9 e velocidades diferentes para cada modo de transporte. A Tabela 3.1 mostra as velocidades atribuídas a cada modo, conforme valores encontrados na literatura pesquisada, relativos a viagens urbanas.

Tabela 3.1: Velocidades médias atribuídas aos modos de transporte

Modo	Velocidade média (km/h)	Referência
A pé	5,4 km/h	Oliveira <i>et al.</i> , 2004
Bicicleta	17 km/h	Manum <i>et al.</i> , 2018
Carro	25 km/h	Prinz 1980, apud Oliveira 2017
Motocicleta	19 km/h	Holz, 2014
Ônibus	11,9 km/h	Lima, 2016
Metrô	41,3 km/h	Oliveira, 2017

Para o cálculo dos tempos das viagens realizadas por transporte coletivo, foi utilizado o esquema mostrado na Figura 3.3.

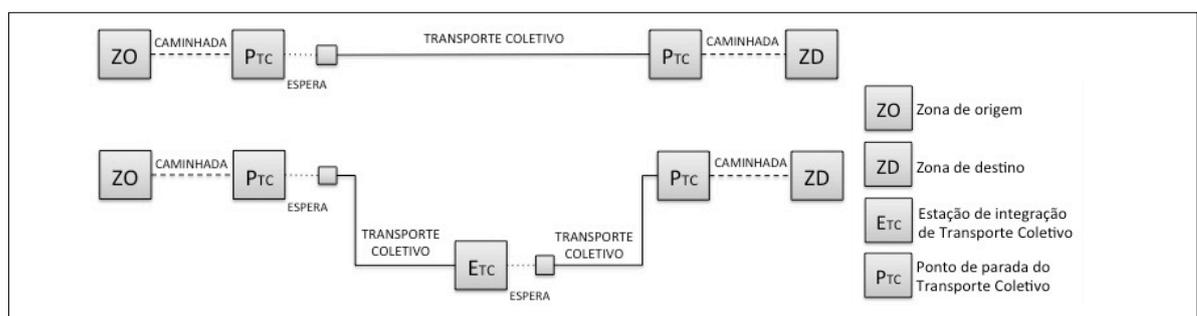


Figura 3.3: Representação das viagens por transporte coletivo

Para a estimativa do tempo de caminhada entre a zona de origem (ZO) e o ponto de parada do transporte coletivo (PTC) considerou-se um tempo de 6 minutos (distância = 500m e velocidade=5,4 km/h).

Os tempos de espera variaram de acordo com o modo: 10 min de espera pelo ônibus (Oliveira, 2017), 25 min de baldeação nos terminais de integração de Recife (Cavalcanti, 2017) e 5 min de espera pelo metrô (Metrô Recife, 2020).

Através das velocidades descritas, dos tempos de espera e dos tempos de baldeação descritos, foram obtidas as matrizes de tempos de viagem entre todas as zonas de tráfego. Estas matrizes indicam o custo de viagem entre as zonas (em termos de tempo de viagem) e foram utilizadas para o cálculo da acessibilidade.

3.11 Estimativa da acessibilidade

A acessibilidade pode ser entendida como a facilidade (em distância, tempo e custo) disponibilizada aos indivíduos para que realizem seus deslocamentos desejados.

Nesta pesquisa, para a estimativa da acessibilidade, foi utilizada a fórmula proposta por Hansen (1959), que trata a acessibilidade como o potencial de oportunidades de interação, medindo a intensidade da possibilidade de interação entre regiões. (Equação 3.4).

$$A_i = \sum_{j=1}^n D_j f(c_{ij}) \quad (3.4)$$

Onde:

A_i : Acessibilidade ao trabalho na zona i;

D_j : número de viagens a trabalho para a zona j (como variável *proxi* para as oportunidades de trabalho na zona j), considerando o nível de exclusão social do grupo em análise, como descrito no item 3.6;

$f(c_{ij})$: funções de impedância, obtidas a partir das curvas de decaimento no item 3.7;

c_{ij} : tempos de viagem entre as zonas, obtidos na matriz de tempos de viagem de cada modo de transporte no item 3.10.

Os cálculos da acessibilidade foram realizados para os 3 níveis de exclusão social e os 7 modos de transporte considerados no estudo, resultando em um conjunto de 21 mapas. A unidade mínima do cálculo da acessibilidade foram as zonas de tráfego.

Os níveis de acessibilidade obtidos variavam com os modos de transporte. Para que fosse possível fazer análises entre os diferentes grupos de exclusão social, foi utilizada a escala de intervalos iguais nos mapas do mesmo modo de transporte.

3.12 Mapeamento dos índices de acessibilidade em ambiente SIG

Para melhor visualização e análise dos índices de acessibilidade estimados na etapa anterior foram elaborados mapas de acessibilidade por modo de transporte e nível de exclusão social, mostrando as regiões que possuem acesso mais fácil ao trabalho para os diferentes níveis de exclusão social da população.

Em todas as etapas de metodologia foi necessário trabalhar os dados da cidade, gerando informações acerca de todos os indivíduos, permitindo o conhecimento sobre a distribuição espacial das viagens da cidade. O mapeamento da acessibilidade possibilitará que propostas de políticas que visem diminuir os efeitos da exclusão social na cidade, sejam efetivamente direcionadas aos locais necessitados.

4. ANÁLISES GERAIS

Neste capítulo foram descritos os resultados gerais da pesquisa. No primeiro tópico é feita uma descrição da pesquisa OD de Recife, seguida pelo detalhamento dos dados selecionados e análise da divisão modal das viagens a trabalho. No segundo item, são expostas informações acerca do mapeamento da exclusão social e seguida pelo item onde são discutidas informações referentes à quantidade e localização dos postos de trabalho.

4.1 A pesquisa OD da cidade de Recife

A pesquisa de OD da Região Metropolitana do Recife 2018 foi realizada nos 15 municípios e abrange viagens por motivo de trabalho, educação, saúde, serviços e compras. Sua aplicação foi realizada de forma distinta de outras pesquisas OD (que são feitas através de questionários domiciliares), sendo realizada online, utilizando uma metodologia denominada Solicitação Individual no Destino – SID (RPODRMR, 2018).

O questionário aplicado contava inicialmente com 11 perguntas, que dependendo da resposta do entrevistado poderiam ser desdobradas em 174 questões. As respostas passaram por validações individuais, totalizando 158.032 respostas, abrangendo 202.085 pessoas, visto que uma resposta poderia gerar informações suas e de seus dependentes (RPODRMR, 2018).

A primeira versão da pesquisa foi disponibilizada inicialmente em janeiro de 2019 tendo sido posteriormente atualizada em março, junho e novembro de 2020. A última versão foi a utilizada neste estudo.

4.1.1 Dados selecionados

De todas as viagens disponíveis na pesquisa, foram selecionadas apenas aquelas que se originaram e destinaram a cidade do Recife (zonas de tráfego com números entre 52 e 158) pelo motivo de trabalho, totalizando 35.455 registros de entrevistados.

A pesquisa OD 2018 era voltada as viagens a trabalho, estudo, consultas médicas, compras e serviços, com o intuito de caracterizar estes tipos de viagem na cidade (RPODRMR, 2018). Para esta análise, foram selecionadas algumas perguntas que permitissem a caracterização socioeconômica da amostra de

indivíduos pesquisados, a identificação dos locais de origem e destino e as características das viagens (Tabela 4.1).

Tabela 4.1.: Perguntas selecionadas da pesquisa OD de Recife

Localização	Viagem	Socioeconômicos
Zona de residência	De onde você sai para ir ao trabalho?	Sexo
Endereço de residência (logradouro e cidade)	Qual o modo de transporte principal que você utiliza para esta viagem até o trabalho?	Qual a faixa de renda da sua família?
Zona de trabalho	Quanto tempo você leva para ir ao trabalho?	Qual a sua faixa de idade?
Endereço do seu trabalho (logradouro)		Você possui deficiência? Você trabalha? Qual o seu tipo de ocupação?

Para de verificar se os endereços declarados correspondiam às zonas de tráfego atribuídas como origem e destinos das viagens, foi utilizada a ferramenta de georeferenciamento do software QGis. Para tanto foram utilizadas as perguntas “Endereço de residência (logradouro, cidade e estado)” e “Endereço do seu trabalho (logradouro)”. As viagens cujos endereços de origem e/ou destino não se localizavam dentro das zonas de tráfego descritas pelas respostas “Zona de residência” e “Zona de Trabalho”, foram excluídas.

A pergunta “De onde você sai para ir ao trabalho?” foi utilizada para seleção das viagens que se originaram nas residências dos entrevistados. Isto porque se considerou na pesquisa, que o local de residência da pessoa indica seu nível de exclusão social, utilizar viagens que não se originassem neste ponto seria incompatível com o proposto. Deste modo, as viagens a trabalho que não tiveram origem nas residências dos entrevistados foram desconsideradas para a pesquisa.

Para identificar os modos de transporte utilizados, foi selecionada a pergunta “Qual o modo de transporte principal que você utiliza para esta viagem até o trabalho?”. Em relação ao tempo declarado de viagem, foi utilizada a pergunta “Quanto tempo você leva para ir ao trabalho?”.

Após a utilização de todos os filtros, restaram 32.025 registros para análise da acessibilidade ao trabalho. As perguntas relativas ao sexo, faixa de renda, idade, posse de deficiência, ocupação e tipo de ocupação serviram para a caracterização socioeconômica da amostra.

4.1.2 Divisão modal das viagens a trabalho

A pesquisa OD de Recife possuía 20 opções (ou combinações) de modos de transporte a serem escolhidos pelos respondentes. A distribuição modal das pessoas que saíram e se destinaram à cidade do Recife por motivo de trabalho, está na figura 4.1.

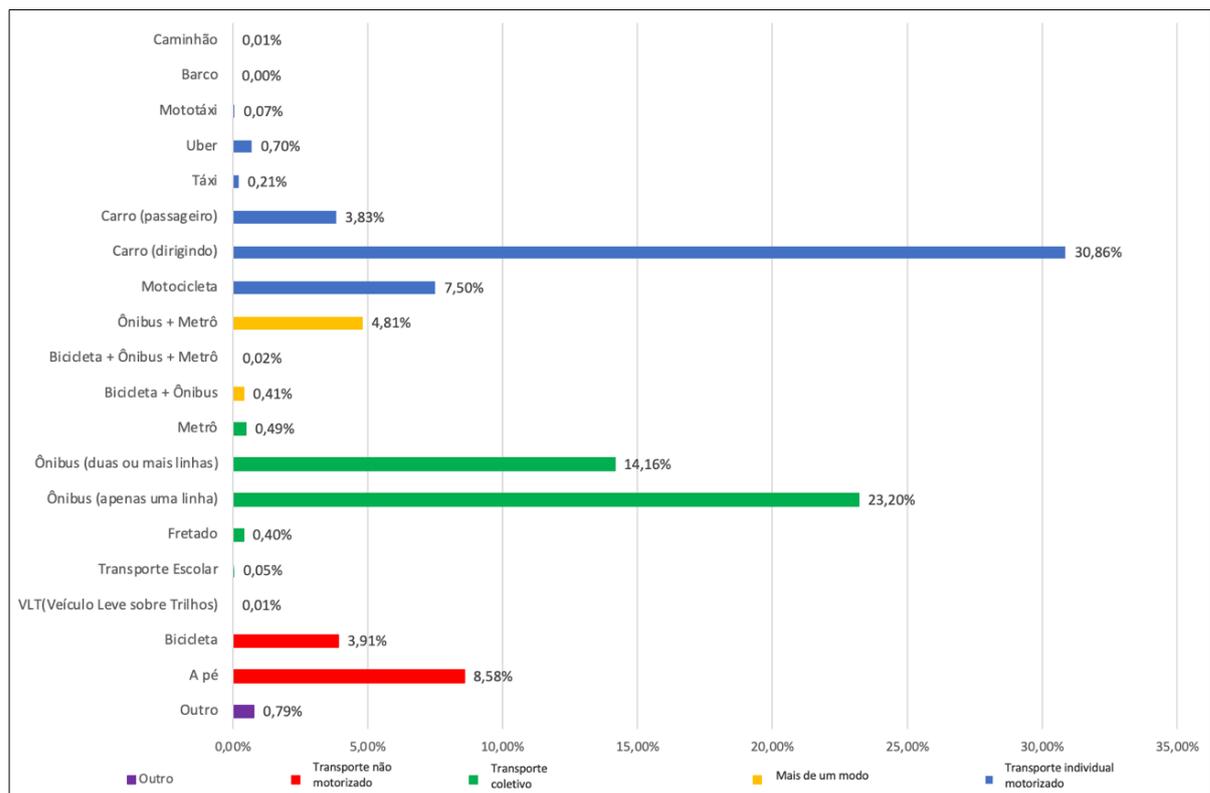


Figura 4.1: Distribuição modal das viagens a trabalho.

A porcentagem total de viagens realizadas em modos coletivos (apenas um veículo, em dois ou em uma combinação de modos) representa 43,1% da amostra. Este valor é semelhante aos 44,35% de indivíduos que relataram usar o transporte coletivo em Recife na pesquisa OD anterior (EMTU/1998).

Alguns modos de transporte apresentaram número reduzido de viagens (inferiores a 1%): caminhão, barco, Uber, taxi, metrô, ônibus fretado, transporte escolar, VLT, outros e as combinações bicicleta + ônibus, bicicleta + ônibus +

metrô. Assim sendo, por representarem um número muito pequeno de viagens, estes modos não foram considerados para o estudo.

As viagens realizadas por moto taxi (por possuírem número muito pequeno) foram agregadas ao modo motocicleta, aumentando a representatividade deste modo na amostra. As viagens realizadas em carro passageiro e carro condutor também foram agrupadas em um único modo. A divisão modal final dos dados utilizados na pesquisa (32.025) é representada pela figura 4.2:

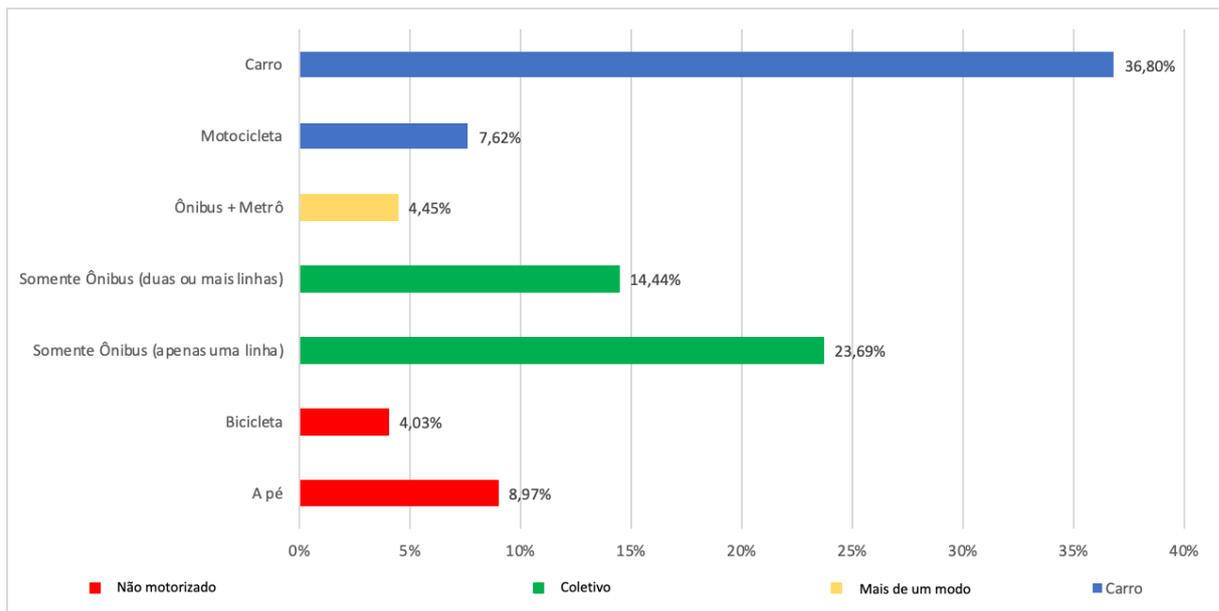


Figura 4.2: Distribuição modal das viagens selecionadas

Os modos de transporte que apresentaram maior número de viagens, foram: carro (11784), um ônibus (7588), dois ou mais ônibus (4624) e a pé (2873). Estes grupos são responsáveis pelo total de 83,9% das viagens da amostra. Ainda assim, os outros modos têm porcentagens de uso suficientes para a análise da acessibilidade.

4.1.3 Análise descritiva da amostra selecionada

Após a seleção dos dados da pesquisa OD e georeferenciamento dos pontos de origem e destino, restaram como válidas 32.025 viagens.

A Tabela 4.2 apresenta a distribuição por gênero dos indivíduos que realizaram estas viagens.

Tabela 4.2.: Distribuição de gênero por modo de transporte

Modo de transporte	Gênero	
	Feminino	Masculino
A pé	1603 (9,3%)	1270 (8,6%)
Bicicleta	297 (1,7%)	995 (6,7%)
Motocicleta	357 (2,1%)	2082 (14,1%)
Carro	6648 (38,7%)	5136 (34,7%)
1 Ônibus	4584 (26,6%)	3004 (20,3%)
2 Ônibus	2900 (16,8%)	1724 (11,6%)
Ônibus + Metrô	832 (4,8%)	593 (4,0%)
Total	17221 (100,0%)	14804 (100,0%)

Na amostra, 17221 das viagens (53,8%) foram realizadas por mulheres e 14804 das viagens (46,2%) foram realizadas por homens. O modo de transporte mais utilizado foi o carro, tanto pelas mulheres (38,7%), como pelos homens (34,7%). Amostra é semelhante à de Santos (2017), que em análise sobre a influência da segurança pública na opção pelo automóvel como modo de transporte na Região Metropolitana do Recife, concluiu que homens e mulheres usam mais o carro.

Ao analisar em conjunto o ônibus como um modo de transporte, independente do número de veículos utilizados, verifica-se que 43,5% das viagens realizadas por mulheres são em ônibus, enquanto apenas 31,9% dos homens optam por este modo de transporte. Figueiredo e Maia (2009) relatam que as mulheres representam a maior parte da população usuária de ônibus em Recife. A tabela 4.3 mostra a distribuição modal em função da renda.

Tabela 4.3.: Opção modal em função da faixa de renda

Modo de transporte	Renda mensal						
	Até 1	1 a 2	2 a 3	3 a 5	5 a 10	10 a 20	20 <
A pé	448 (13,9%)	910 (9,7%)	534 (10,0%)	402 (9,0%)	362 (8,1%)	162 (4,6%)	55 (3,2%)
Bicicleta	187 (5,8%)	527 (5,6%)	325 (6,1%)	137 (3,1%)	58 (1,3%)	44 (1,3%)	14 (0,8%)
Motocicleta	275 (8,5%)	1070 (11,5%)	605 (11,4%)	316 (7,1%)	127 (2,9%)	41 (1,2%)	5 (0,3%)
Carro	103 (3,2%)	621 (6,7%)	967 (18,2%)	2161 (48,5%)	3190 (71,7%)	3092 (88,5%)	1650 (94,6%)
1 Ônibus	1270 (39,4%)	3457 (37,1%)	1535 (28,8%)	785 (17,6%)	425 (9,5%)	102 (3,0%)	14 (0,8%)
2 Ônibus	705 (22,9%)	2114 (22,6%)	1066 (20,0%)	496 (11,1%)	210 (4,7%)	29 (0,8%)	4 (0,2%)
Ônibus + Metrô	231 (7,2%)	637 (6,8%)	294 (5,5%)	160 (3,6%)	80 (1,8%)	22 (0,6%)	1 (0,1%)
Total	3219 (100%)	9336 (100%)	5326 (100 %)	4457 (100%)	4452 (100%)	3492 (100%)	1743 (100%)

* Renda familiar mensal (em salários-mínimos)

As pessoas com renda até 3 SM realizam maior número de viagens em ônibus. A utilização do ônibus diminui com o aumento da renda: 39,4% da amostra para famílias com até 1 SM e 28,8% para lares com renda entre 2 e 3 salários. Outro modo muito utilizado pelas camadas de menor renda é a pé (13,9% da amostra de famílias com rendimento de até 1 SM). Uma pesquisa realizada pela CNI (2015) revelou que quanto menor a renda familiar maior o percentual de uso dos modos ônibus e a pé como modo principal de transporte, em concordância com a amostra selecionada.

O grupo com renda entre 1 e 2 SM além do ônibus, tem a motocicleta como uma opção ao transporte, representando 11,5% das viagens realizadas pelo grupo. Lima (2020) relata que a motocicleta é tida como uma solução individual para problemas de mobilidade das camadas mais pobres, por diminuir os gastos com transporte (feito o investimento inicial, o custo marginal é inferior ao uso do transporte público), por mitigar problemas de deslocamentos, e por reduzir os tempos de viagens.

A população com renda entre 2 e 3 SM, tem como segunda opção de transporte o carro (18,2%). A opção pelo automóvel é observada nas faixas de

renda que vão de 3 a mais de 20 salários-mínimos, porém todas elas possuem o automóvel como modo principal de transporte.

A tabela 4.3 mostra que há uma tendência ao aumento do uso do carro, paralelo ao aumento da renda, na faixa que tem rendimentos entre 3 – 5 SM cerca de 50% da amostra tem o carro como modo principal, passando a mais de 90% entre indivíduos com renda superior a 20 SM. Segundo Rocha Neto (2012), quanto maior a renda mensal, mais as pessoas realizam viagens em transportes individuais motorizados.

Os grupos com maiores rendimentos (superiores a 10 SM) possuem como segunda opção de transporte o modo a pé. A pesquisa OD de São Paulo de 2017 (RPODSP, 2019) mostrou que houve um aumento expressivo na utilização do modo não motorizado pelas maiores faixas de renda, sendo este o segundo modo de transporte mais utilizado. Este fato pode ser justificado pelo grande número de moradias em regiões próximas a postos de trabalho.

Os modos bicicleta e metrô + ônibus possuem pouca representatividade em todas as faixas de renda, denotando a baixa procura por estes modos. Podendo ser devido à baixa cobertura da rede de metrô, além da necessidade de baldeação entre modais e da falta de cultura do uso da bicicleta como modo de transporte. A distribuição modal em função da faixa etária está descrita na Tabela 4.4.

Tabela 4.4.: Opção modal em função da faixa etária dos respondentes

Modo de transporte	Faixa etária (anos)				
	6 a 15	16 a 24	25 a 39	40 a 59	Acima de 60
A pé	5 (9,1%)	380 (11,3%)	1287 (8,4%)	1087 (8,9%)	114 (10,7%)
Bicicleta	5 (9,1%)	245 (7,3%)	656 (4,3%)	372 (3,0%)	14 (1,3%)
Motocicleta	3 (5,5%)	287 (8,5%)	1528 (10,0%)	605 (5,0%)	16 (1,5%)
Carro	29 (52,6%)	304 (9,0%)	5207 (34,0%)	5645 (46,2%)	599 (56,4%)
1 Ônibus	9 (16,4%)	1192 (35,2%)	3680 (24,0%)	2537 (20,8%)	170 (16,0%)
2 Ônibus	1 (1,8%)	732 (21,7%)	2241 (14,6%)	1536 (12,6%)	114 (10,8%)
Ônibus + Metrô	3 (5,5%)	235 (7,0%)	725 (4,7%)	427 (3,5%)	35 (3,3%)
Total	55 (100%)	3375 (100%)	15324 (100%)	12209 (100%)	1062 (100%)

O número de viagens realizadas por indivíduos com menos de 15 anos é pequeno (como esperado, por se tratar de viagens para o trabalho). Embora o trabalho infantil seja proibido pela Lei 8.069 (Brasil, 1990), as empresas de médio e grande porte podem contratar jovens com idade entre 14 e 24 anos como aprendizes, através da Lei 10.097 (Brasil, 2000). É possível que os indivíduos com menos de 15 anos que fazem viagens para o trabalho, sejam aprendizes. Vinte e nove indivíduos relataram ir ao trabalho de carro (entende-se que seja como passageiros), visto que na nas viagens de carro foram consideradas respostas de condutores e passageiros.

A faixa etária entre 16 e 24 anos utiliza mais o modo ônibus (um veículo - 35,2% e dois ou mais 21,7) e o modo a pé (11,3%). A preferência por estes dois modos de transporte nas viagens ao trabalho por jovens adultos, também foi observada na pesquisa realizada por Antunes, Romeiro e Sigrist (2017), em Santos - SP.

Respondentes com idades superiores a 25 anos indicaram preferência pelo uso do automóvel, tendo o ônibus como segunda opção.

Ao compararmos o número de viagens realizadas nas distintas faixas etárias, é possível verificar que grande parte das viagens é realizada por pessoas com idade entre 25 e 59 anos. Segundo Lameira e Golgher (2021) e IPEA (2015) a maior parcela da população que compõe a força de trabalho no Brasil varia entre 20 e 64 anos, tornando este grupo o que mais realiza viagens para o trabalho.

A tabela 4.5 mostra a distribuição de indivíduos portadores de deficiência na amostra.

Tabela 4.5.: Distribuição de indivíduos portadores de deficiência por modo de transporte

Modo de transporte	Deficiência	
	Possui	Não possui
A pé	56 (9,2%)	2817 (9,0%)
Bicicleta	20 (3,3%)	1272 (4,0%)
Motocicleta	36 (5,9%)	2403 (7,6%)
Carro	123 (20,2%)	11661 (37,1%)
1 Ônibus	199 (32,7%)	7389 (23,6%)
2 Ônibus	122 (20,1%)	4502 (14,3%)
Ônibus + Metrô	52 (8,6%)	1373 (4,4%)
Total de viagens	608 (100%)	31417 (100%)

Pessoas que possuem deficiência correspondem a uma pequena amostra dos respondentes, apenas 608 indivíduos (1,89%). Destes, 32,7% declararam utilizar um ônibus e 20,1% utilizam dois ou mais ônibus, como modo de transporte (52,8% da amostra). Em pesquisa realizada em Salvador, sobre a acessibilidade das pessoas com deficiência, Miranda e Freitas (2009) indicam que o ônibus é o modo de transporte mais utilizados para o deslocamento de pessoas com deficiência, pelo baixo custo e menor dificuldade de acesso.

O automóvel foi o segundo modo de transporte mais utilizado (123 pessoas). No Brasil há um incentivo governamental para compra de automóveis por deficientes físicos pelo Art. 72 da Lei 8.383 (Brasil, 1991), porém é pequeno o número de pessoas que trabalham e possuem deficiência, e dentro deste grupo os

rendimentos costumam ser baixos, ficando entre $\frac{1}{4}$ e $\frac{1}{2}$ salário-mínimo (Santos, 2006), fato que limita a posse de automóveis.

Os modos de transporte com menor utilização por parte dos portadores de deficiência foram os modos bicicleta e motocicleta (ambas as amostras corresponderam a menos que 6% do total de respondentes). Atribui-se este baixo valor à necessidade de esforço físico do primeiro veículo e de equilíbrio do segundo.

A tabela 4.6 apresenta a distribuição modal por tipo de ocupação.

Tabela 4.6.: Tipo de ocupação por modo de transporte

Modo de transporte	Tipo de ocupação							Total
	A pé	Bicicleta	Moto	Carro	1 Ônibus	2 Ônibus	Ônibus + Metrô	
Ass. (c/ carteira)	1903 (7,8%)	1027 (4,2%)	2226 (9,1%)	6944 (28,5%)	6909 (28,4%)	4121 (16,9%)	1217 (5,1%)	24347 (100%)
Ass. (s/ carteira)	86 (22,6%)	41 (10,8%)	25 (6,6%)	119 (31,3%)	51 (13,4%)	46 (12,1%)	12 (3,2%)	380 (100%)
Funcionário público	139 (4,3%)	56 (1,7%)	92 (2,9%)	2352 (73,3%)	237 (7,4%)	219 (6,8%)	115 (3,6%)	3210 (100%)
Autônomo	550 (32,1%)	126 (7,3%)	37 (2,2%)	859 (50,1%)	88 (5,1%)	45 (2,6%)	10 (0,6%)	1715 (100%)
Empregador	57 (7,2%)	7 (0,9%)	17 (2,1%)	633 (79,4%)	39 (4,9%)	24 (3,0%)	20 (2,5%)	797 (100%)
Profissional liberal	68 (7,6%)	11 (1,2%)	18 (2,0%)	742 (82,4%)	40 (4,4%)	14 (1,6%)	7 (0,8%)	900 (100%)
Trab. familiar	20 (28,2%)	0 (0,0%)	7 (9,9%)	28 (39,4%)	9 (12,7%)	5 (7,0%)	2 (2,8%)	71 (100%)
Estagiário	50 (8,3%)	24 (4,0%)	17 (2,8%)	107 (17,7%)	215 (35,5%)	150 (24,8%)	42 (6,9%)	605 (100%)

O automóvel foi o modo de transporte preferido das ocupações: assalariados com carteira de trabalho (28,5%), assalariados sem carteira de trabalho (31,3%), funcionários públicos (73,3%), autônomo (50,1%); empregador (79,4%), profissional liberal (82,4%) e trabalhador familiar (39,4%). Apenas estagiários realizam mais viagens no modo ônibus. O modo a pé é a segunda opção de modo de transporte dos assalariados sem carteira, autônomos, empregadores, profissional liberal e trabalhador familiar.

A opção pelo modo carro por autônomos, empregadores e funcionários públicos, também foi tratada por IPEA (2003). Segundo os autores, trabalhadores

do mercado informal tendem a viajar mais a pé que aqueles que possuem emprego formal, fato condizente com a amostra selecionada neste estudo.

A tabela 4.7 possui a distribuição da amostra, de acordo com nível de exclusão social.

Tabela 4.7.: Distribuição de nível de exclusão social por modo de transporte

Modo de transporte	Nível de exclusão		
	Baixo	Médio	Alto
A pé	1558 (9,4%)	918 (9,0%)	397 (7,5%)
Bicicleta	529 (3,2%)	587 (5,8%)	176 (3,4%)
Motocicleta	734 (4,4%)	988 (9,7%)	717 (13,8%)
Carro	9240 (55,5%)	2092 (20,6%)	452 (8,7%)
1 Ônibus	2716 (16,3%)	2934 (28,9%)	1938 (37,2%)
2 Ônibus	1557 (9,3%)	1921 (18,9%)	1146 (22,0%)
Ônibus + Metrô	322 (1,9%)	718 (7,1%)	385 (7,4%)
Total de viagens	16656 (100%)	10158 (100%)	5211 (100%)

Indivíduos com baixo nível de exclusão social tendem a realizar mais viagens que os demais grupos, sendo elas preferencialmente em carro (55,5%). Segundo Villaça (1998) *apud* Silva (2018) quando o estado constrói sistemas de transporte que priorizam o padrão das elites, ele aumenta as diferenças de mobilidade entre classes sociais, possibilitando maior mobilidade de alguns em detrimento de outros. Dessa forma, pessoas com menores níveis de exclusão social teriam acesso a modos de transporte mais caros, com maior facilidade (porta-a-porta).

O grupo com média exclusão social, tende a realizar mais viagens em ônibus (28,9%) e em carro (20,6%). Segundo Zandonade e Moretti (2012) pessoas de classe média, tratam da aquisição de um carro como uma conquista, e uma forma de melhorar sua mobilidade, mesmo que comprometa boa parte de seu orçamento familiar.

O grupo com alto nível de exclusão social realiza mais viagens em ônibus (um veículo - 37,2% e em dois ou mais 22,0%) e em motocicleta (13,8%).

4.2 Mapeamento da exclusão social

Para o mapeamento da exclusão social foi utilizada como variável *proxy* o Índice de Vulnerabilidade Social, calculado para as 107 zonas de tráfego da cidade, conforme descrito no item 3.4. Foram utilizados para a análise apenas três níveis de exclusão social: alto, médio e baixo.

A figura 4.3 apresenta o mapeamento da exclusão social para cada zona de tráfego.

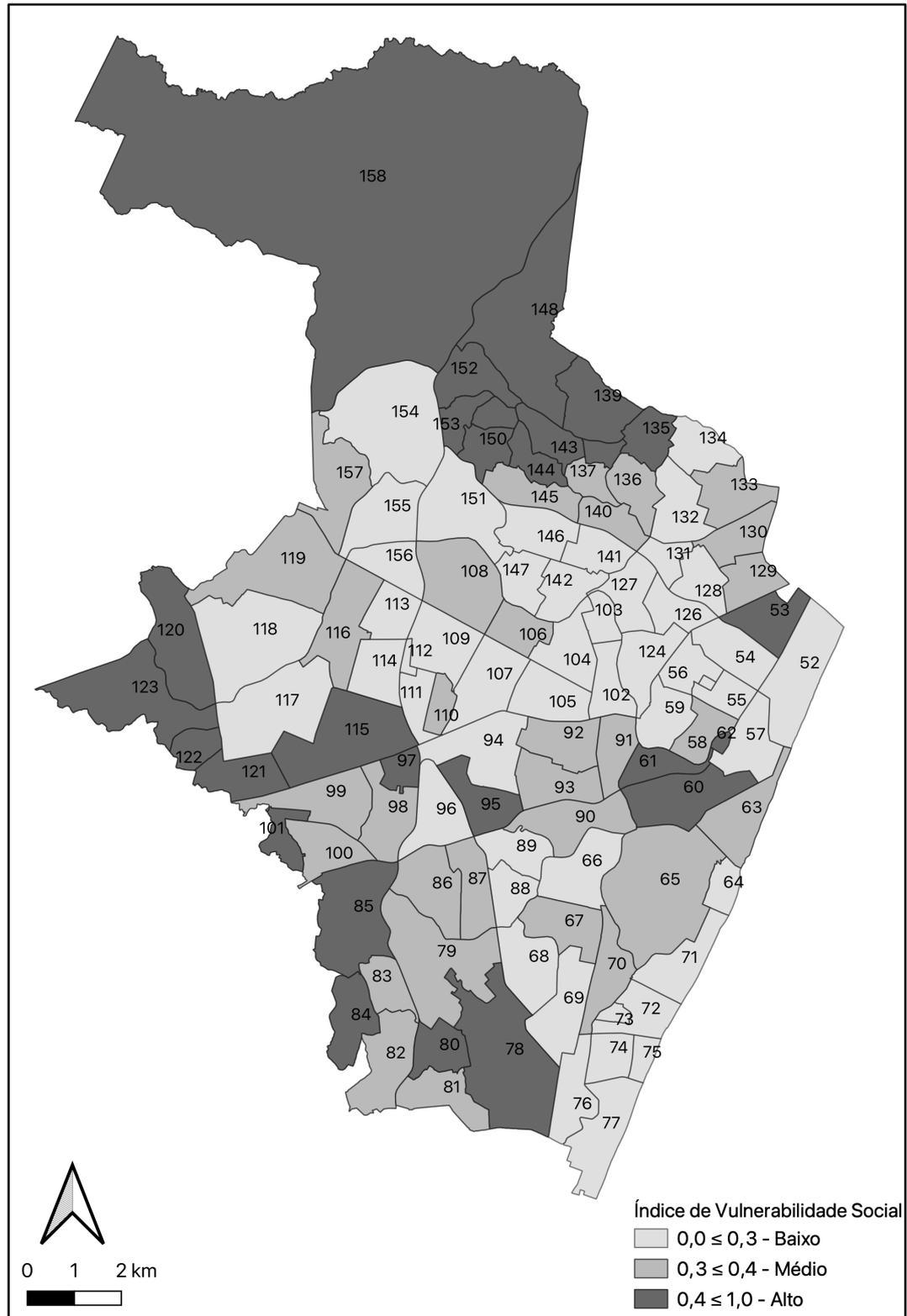


Figura 4.3: Distribuição e classificação da exclusão social por zonas de tráfego

A figura mostra que a cidade do Recife é heterogênea quanto à distribuição de regiões onde existe exclusão social. No entanto, percebem-se concentrações de níveis de exclusão social em algumas áreas.

As regiões com menores níveis de exclusão social, estão localizadas numa pequena faixa do litoral sul da cidade, região turística, de edifícios de alta classe social, correspondente ao bairro de Boa Viagem. Há também uma concentração de áreas com baixa exclusão na zona nordeste, coincidente com os bairros mais nobres tais como Graças, Espinheiro e Jaqueira.

Nas áreas centro sul, centro norte e na área mais central do litoral de Recife, estão distribuídas zonas de média exclusão social. São regiões menores que se mesclam com zonas de baixa e alta exclusão. O nível de exclusão social médio se concentra em regiões de bairros populosos, com ampla disponibilidade de serviços, alguns deles com baixos IDH, a exemplo dos bairros Brasília Teimosa, Barro e Ibura.

As regiões de alto grau de exclusão social estão em zonas do limite sul e um grande número de zonas ao norte. Estas regiões têm grande concentração populacional com baixo poder aquisitivo. Por outro lado, algumas áreas com alto nível de exclusão social possuem características opostas: são menos populosas e com menor número de serviços urbanos. Estas áreas estão a oeste da cidade (parte do bairro Várzea) e no extremo norte, na região do bairro de Guabiraba.

Proporcionalmente, a cidade apresenta maior número de regiões de baixa exclusão social, devido a união dos níveis baixo e muito baixo, representando 45,1% da área de Recife. As regiões de média e alta exclusão social equivalem a 31,4% e 23,5% do total da cidade, respectivamente, estando grande parte delas concentradas ao sul, nas regiões periféricas distantes do grande centro comercial. Vasconcellos (2010) afirma que esta distribuição geográfica é fomentada pelo baixo valor do solo, e por vezes, pela possibilidade de construir casas em áreas livres, em um processo de aquisição de terras com baixíssimo custo.

4.3 Mapeamento da localização das oportunidades de trabalho

Conforme descrito no item 3.6 adotou-se a hipótese de que a zona de origem das viagens indica o tipo de posto de trabalho existente na zona de destino.

A amostra utilizada para a análise da acessibilidade incluiu 32.025 viagens, sendo que 5.211 (16,3%) têm origem em zonas de alta exclusão social, 10.158 (31,7%) têm origem em zonas de média exclusão social e 16.656 (52,0%) originam-se em zonas de baixa exclusão social.

A Figura 4.4 mostra a distribuição dos postos de trabalho nas zonas de tráfego.

As zonas 97, 118, 121 e 123 não apresentam registros de postos de trabalho. Elas estão localizadas próximas entre si, todas na região oeste da cidade. As zonas 118 e 123 não foram destinos de viagens por motivo de trabalho na pesquisa OD de Recife (RPODRMR, 2018). A primeira é onde está localizado o Museu Oficina Brennand, uma grande área de preservação da várzea urbana, enquanto a zona 123 é essencialmente residencial e é parte do condomínio de alto luxo Alphaville.

A zona 97 corresponde ao Centro de Abastecimento e Logística de Pernambuco – CEASA e a zona 121 é essencialmente industrial, com as fábricas da Roca e Gerdau Aço Norte. Ambas foram destinos de viagens, porém não contemplam viagens originárias em Recife.

Em uma análise geral, as zonas de tráfego apresentam maior número de oportunidades de trabalho para o nível de exclusão baixo, principalmente as zonas entre 71 e 78. Estas estão localizadas ao sul da cidade, na região da praia de Boa Viagem e área próxima ao aeroporto. Segundo Nadalin, Furtado e Rabetti (2018), a região de Boa Viagem é um polo consolidado de postos de trabalho.

As zonas 63, 81, 82, 83, 93, 98, 110, 119, 136 e 140 apresentam um maior número de postos de trabalho destinados ao grupo em situação de média exclusão social. Estas regiões estão distribuídas espacialmente por toda a cidade, porém todas localizadas nas franjas urbanas, regiões próximas aos limites do município com condições socioeconômicas distintas (Buchanan, Evans, Dodson, 2005), com exceção da zona 140 que inclui os bairros de Alto José do Pinho e Mangabeira, região considerada como um sub centro urbano (Duarte, 2020).

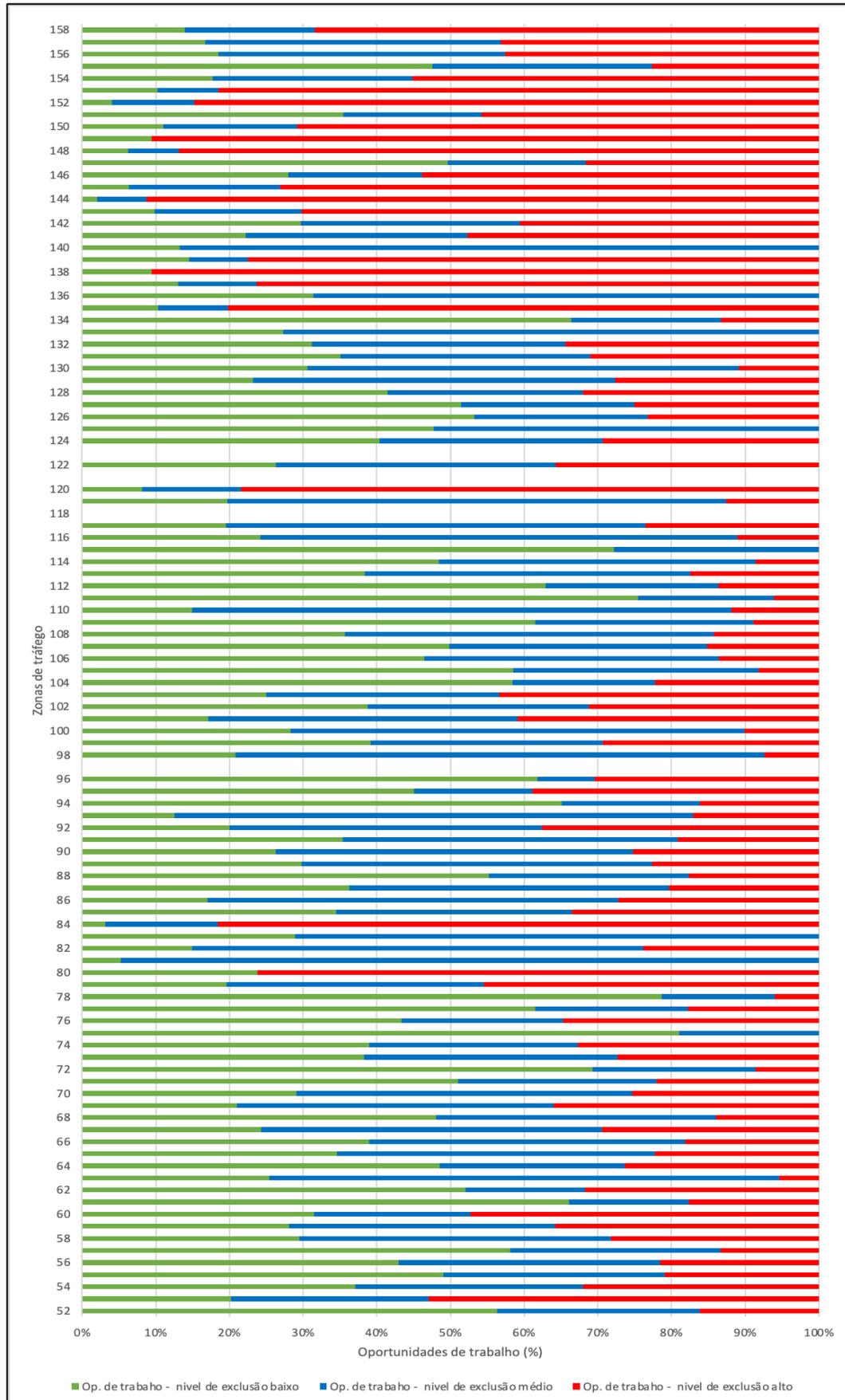


Figura 4.4: Distribuição percentual dos postos de trabalho de acordo com o nível exclusão social e zonas de tráfego.

A figura 4.4 mostra ainda que, proporcionalmente, as zonas que apresentam maiores números de postos de trabalho para indivíduos de alto nível de exclusão social são 135, 143, 144, 148, 149, 151 e 152. Todas estas zonas estão na região norte da cidade, considerada por Lima, Maia e Lucas (2017) como uma das maiores regiões pobres da cidade de Recife.

Para melhor visualizar a distribuição de postos de trabalho na cidade, foram elaborados mapas que agrupam por zonas de tráfego, as oportunidades de trabalho para cada nível de exclusão social (Figuras 4.5, 4.6 e 4.7).

A figura 4.5 mostra a distribuição percentual das 16.656 oportunidades de trabalho destinadas à população em situação de baixa exclusão social. Verifica-se que elas estão concentradas nas regiões geograficamente centrais (ao norte) e litorâneas, distribuídas entre o bairro de Boa Viagem e o centro histórico/comercial. As zonas que mais atraem viagens a trabalho de indivíduos com nível de baixa exclusão são as zonas 59 (11,3%) e 124 (7,05%).

Regiões que também possuem muitos postos de trabalho para baixo nível de exclusão social são as zonas 52, 71 e 55 que, se somadas, são responsáveis pelo total de 15,7% das oportunidades. É interessante observar que estas áreas também são classificadas como de residência de pessoas com baixo nível de exclusão. Portanto, é possível inferir que pessoas que são atraídas para estes locais para o trabalho, têm a mesma classificação das que ali residem. As regiões a oeste, sudoeste e norte da cidade apresentaram poucos postos de trabalho destinados a pessoas com baixo nível de exclusão social.

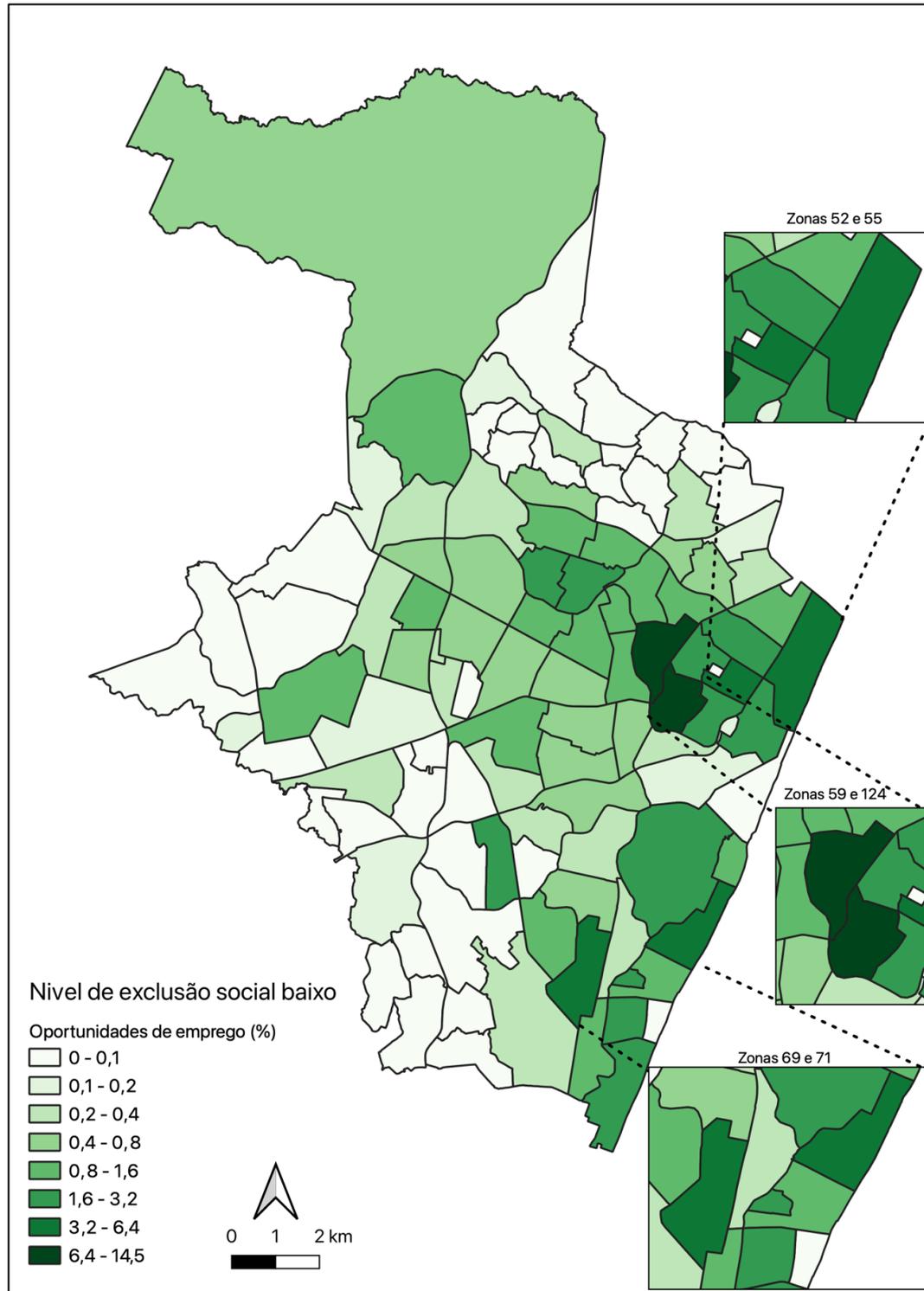


Figura 4.5: Distribuição das oportunidades de trabalho (em %) para indivíduos com nível de exclusão social baixo.

A Figura 4.6 mostra a distribuição percentual das 10.158 oportunidades de trabalho acessadas por indivíduos em nível de exclusão social médio.

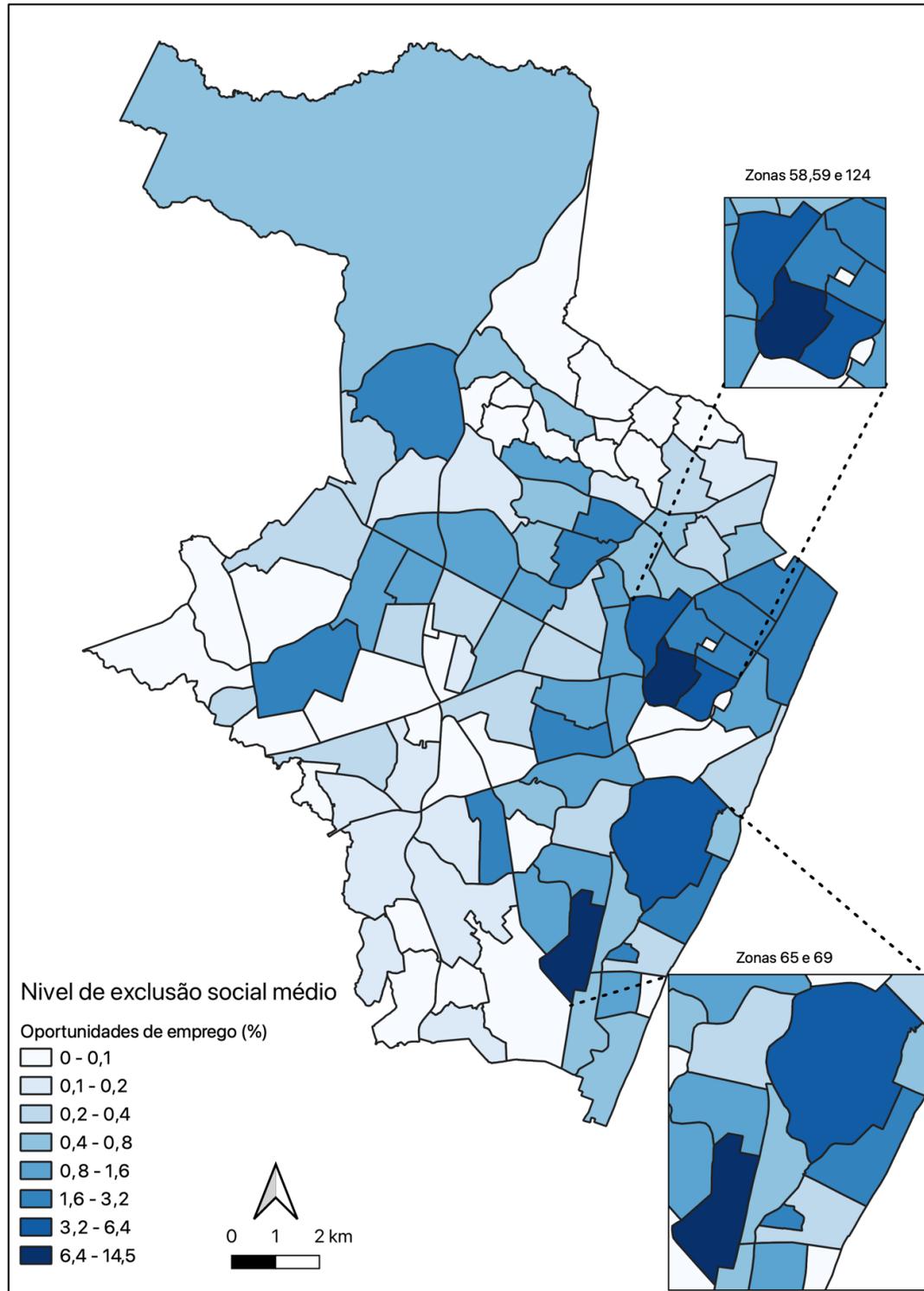


Figura 4.6: Distribuição das oportunidades de trabalho (em %) para indivíduos com nível de exclusão social médio.

Diferentemente do apresentado na Figura 4.5, os postos de trabalho para o grupo de média exclusão se mostram mais distribuídos pela cidade, existindo

oportunidades em quase todas as zonas, porém em menor quantidade na região sudoeste e centro norte.

As maiores concentrações dos postos de trabalho estão na região geograficamente central, e na área leste da cidade, na faixa da litorânea. Assim como acontece no nível de exclusão baixo, a zona de tráfego que possui maior número de oportunidades de trabalho para o grupo de exclusão média é a zona 59 (correspondendo 14,4% do total). As outras zonas que concentram um maior número de postos de trabalho são a 58, 65, 69 e 124.

A Figura 4.7 apresenta a distribuição percentual das 5211 oportunidades de trabalho para os grupos com alto nível de exclusão social.

As oportunidades de trabalho para os indivíduos com alto nível de exclusão social estão mais concentradas na região norte. Da mesma forma que para os outros níveis de exclusão, a Zona 59 se apresenta como maior concentradora das oportunidades de trabalho para o grupo de alta exclusão (14,4% dos postos de trabalho). Outras zonas (53, 124, 141, 145, 152, e 154) também se destacaram com um grande número de atividades, sendo as quatro últimas distantes do grande centro comercial da cidade e coincidentes com região de menor renda.

A zona 69 se localiza no bairro de Ibiribeira, região mista de residências e comércios, incluindo concessionárias e lojas de materiais de construção. Apesar de ter sido classificada como uma região de moradia de pessoas com baixo nível de exclusão social, existem nesta área, comunidades de grande vulnerabilidade, como a comunidade Coronel Fabriciano (Silva, 2018).

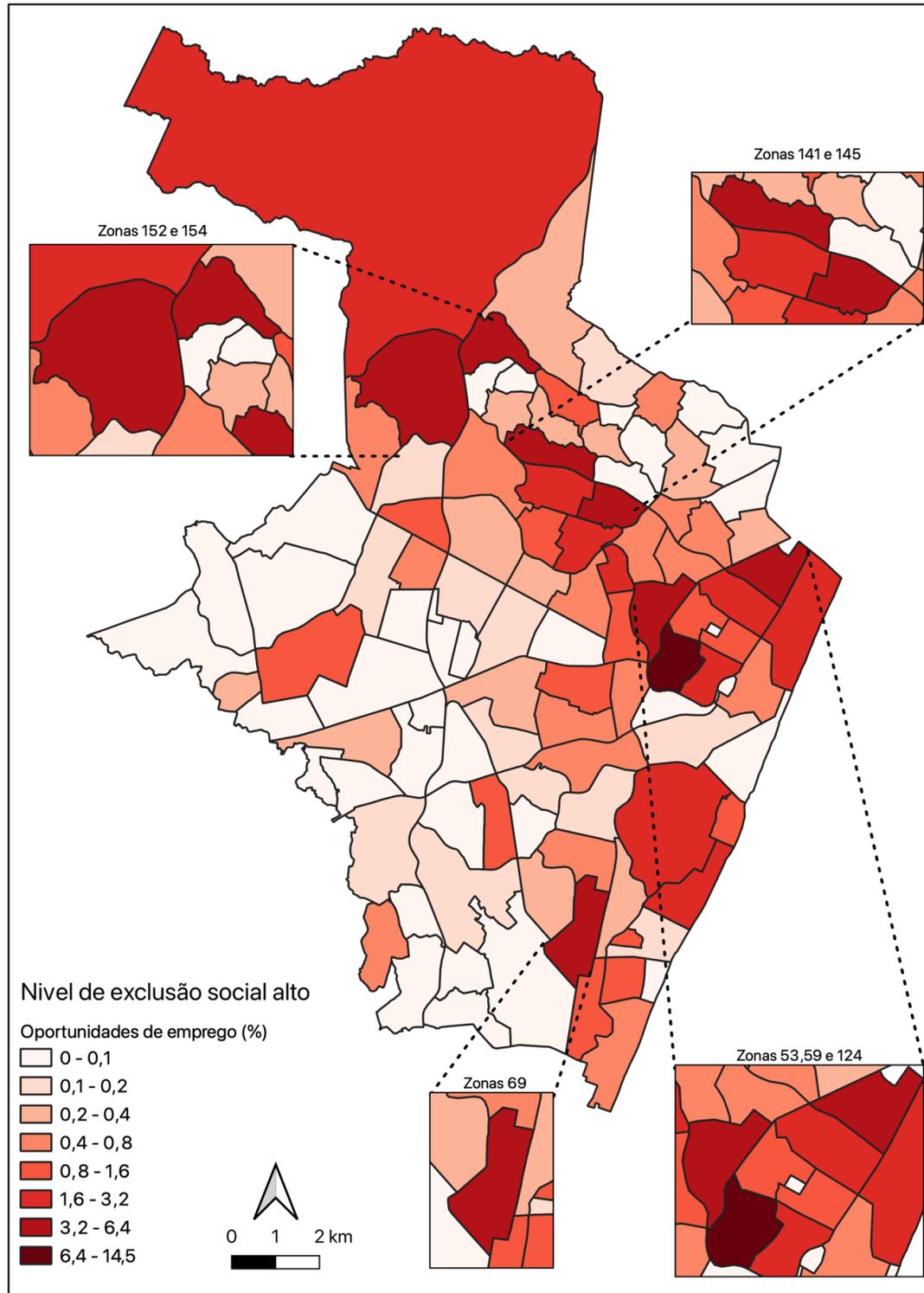


Figura 4.7: Distribuição das oportunidades de trabalho (em %) para indivíduos com alto nível de exclusão social

Em resumo, para os três grupos de exclusão social, o maior número de pontos de trabalho está na zona 59. Outras zonas que também agregam um bom

número de oportunidades estão em uma grande faixa central, nas proximidades da Av. Caxangá, e na Zona litorânea de Boa Viagem.

Estas regiões tidas como principais pontos de atração por motivo de trabalho, são descritas no estudo de Duarte (2020) e Rodrigues (2016) como centro de negócios e sub centros da cidade de Recife, locais com as maiores concentrações de postos de trabalhos urbanos. O primeiro autor relata que os agregados familiares tendem a estar localizados nos arredores destes centros comerciais e gerando uma densidade populacional menor nos limites territoriais da metrópole.

5. FUNÇÕES DE IMPEDÂNCIA

Neste capítulo são apresentadas as funções de impedância calibradas para cada um dos modos de transporte selecionados para este estudo.

5.1 Viagens a pé

As viagens a pé correspondem 8,97% da amostra utilizada, equivalendo a 2.873 viagens. As funções de impedância para o modo a pé foram calibradas para cada um dos níveis de exclusão social.

Os tempos utilizados para calibração das funções de impedância para o modo a pé foram limitados a 90 minutos. Este valor foi o maior tempo de viagem declarado pelos usuários deste modo de transporte, considerando os três níveis de exclusão social, possibilitando, deste modo, a comparação entre os grupos.

5.1.1 Função de impedância para o nível de exclusão social baixo

A Tabela 5.1 apresenta a duração das viagens realizadas pelo modo de transporte a pé. Os tempos de viagem mostrados na tabela foram declarados pelos respondentes da pesquisa OD.

Tabela 5.1: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com baixo nível de exclusão, pelo modo a pé

Tempo (min)	Freq. de viagens	Freq. acumulada das viagens	Freq. acumulada relativa	Inverso da freq. acumulada relativa
Até 15	1127	1127	0,724	0,276
15-30	339	1466	0,942	0,058
30-45	72	1538	0,988	0,012
45-60	17	1555	0,999	0,001
60-90	2	1557	1,000	0,000

A Figura 5.1 foi gerada a partir da Tabela 5.1, e mostra o comportamento nas viagens realizadas a pé para o nível de exclusão baixo. Foram testadas duas funções de decaimento da frequência acumulada (exponencial e log logit) a fim de verificar qual equação melhor se ajusta aos dados observados.

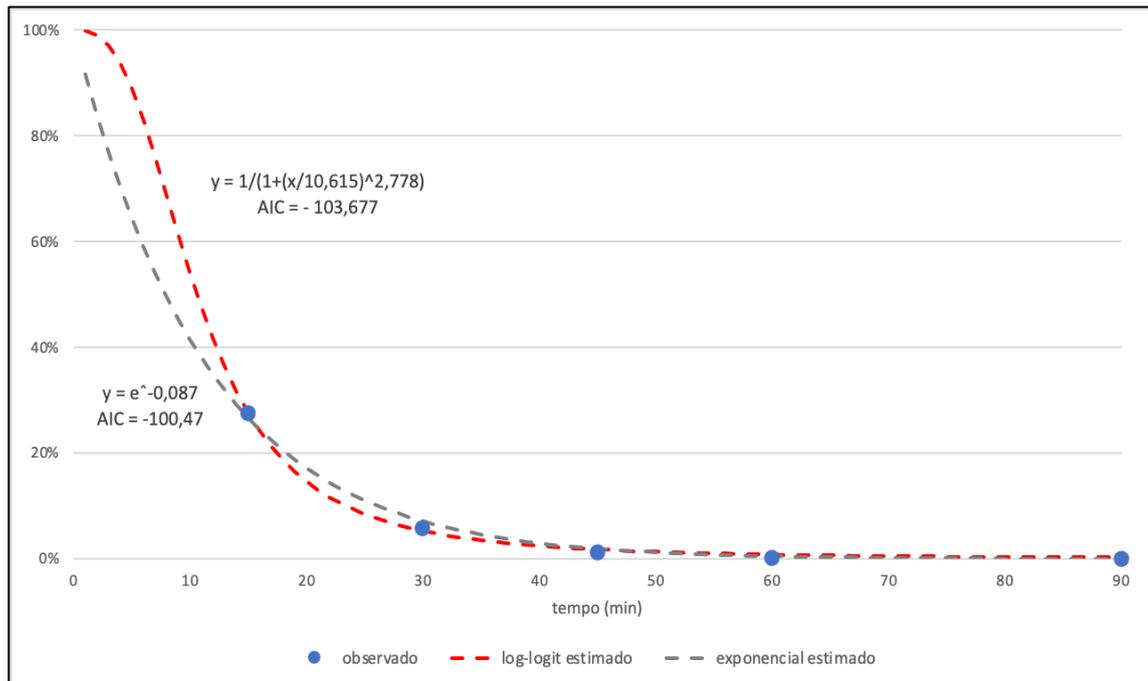


Figura 5.1: Ajuste da função de decaimento (modo a pé) para o nível de exclusão social baixo

A Figura 5.1 mostra que a função que melhor se ajustou para o grupo de indivíduos com baixo nível de exclusão social, foi a log-logit ($AIC = -103,667 < -100,47$). A frequência relativa acumulada cai acentuadamente aos 15 minutos (cerca de 75% das viagens têm até 15 minutos). Com duração entre 15 e 30 minutos estão pouco mais de 20% das viagens, e menos de 5% das viagens têm duração superior a 30 minutos.

5.1.2 Função de impedância para o nível de exclusão social médio

A Tabela 5.2 apresenta a duração das viagens realizadas pelo modo de transporte a pé por indivíduos em condição de média exclusão social.

Tabela 5.2: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com nível de exclusão médio, pelo modo a pé

Tempo (min)	Freq. de viagens	Freq. acumulada das viagens	Freq. acumulada relativa	Inverso da freq. acumulada relativa
Até 15	580	580	0,632	0,368
15-30	276	856	0,932	0,068
30-45	42	898	0,978	0,022
45-60	15	913	0,995	0,005
60-90	5	918	1,000	0,000

A Figura 5.2 mostra que o comportamento de viagens a pé dos indivíduos com nível médio de exclusão é similar ao comportamento do grupo com baixo nível

de exclusão (mostrado na Figura 5.1). Para este grupo, a função que mais se ajustou também foi a log logit (AIC = -121,574 < -76,544).

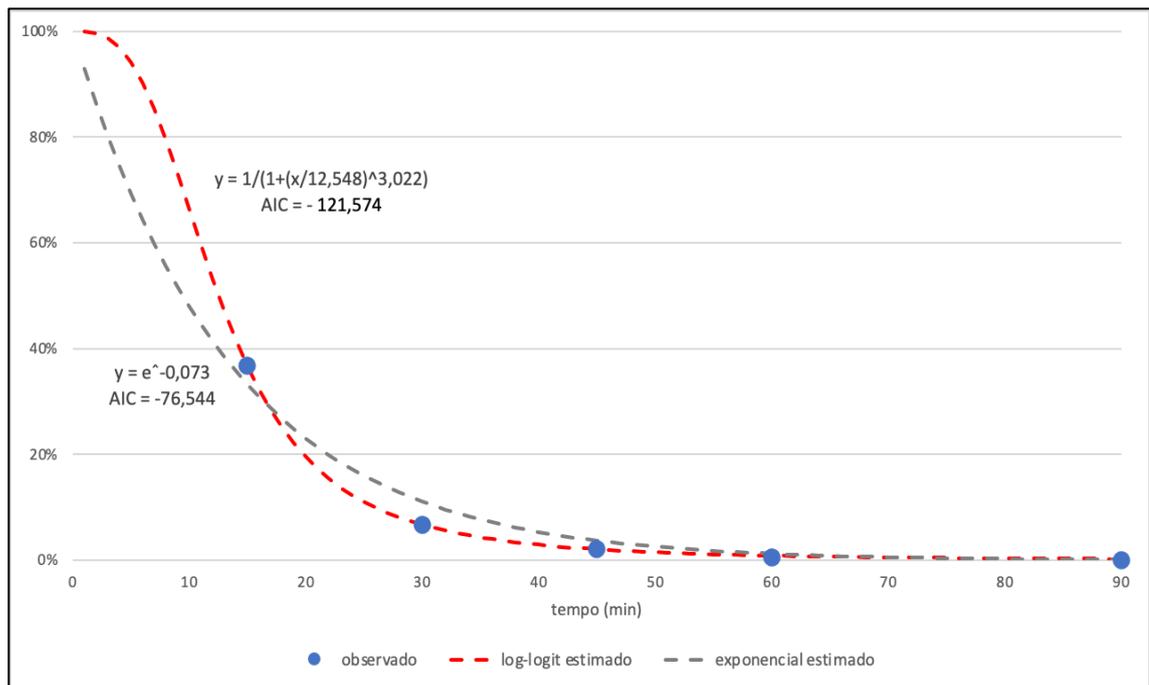


Figura 5.2: Ajuste da função de decaimento (modo a pé) para o nível de exclusão social médio

5.1.3 Função de impedância para o nível de exclusão social alto

Na Tabela 5.3 são mostradas as durações das viagens pelo modo de transporte a pé, realizadas pelo grupo com alto nível de exclusão social.

Tabela 5.3: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com nível de exclusão alto, pelo modo a pé

Tempo (min)	Freq. de viagens	Freq. acumulada das viagens	Freq. acumulada relativa	Inverso da freq. acumulada relativa
Até 15	220	220	0,561	0,439
15-30	131	351	0,895	0,105
30-45	32	383	0,977	0,023
45-60	7	390	0,995	0,005
60-90	2	392	1,000	0,000

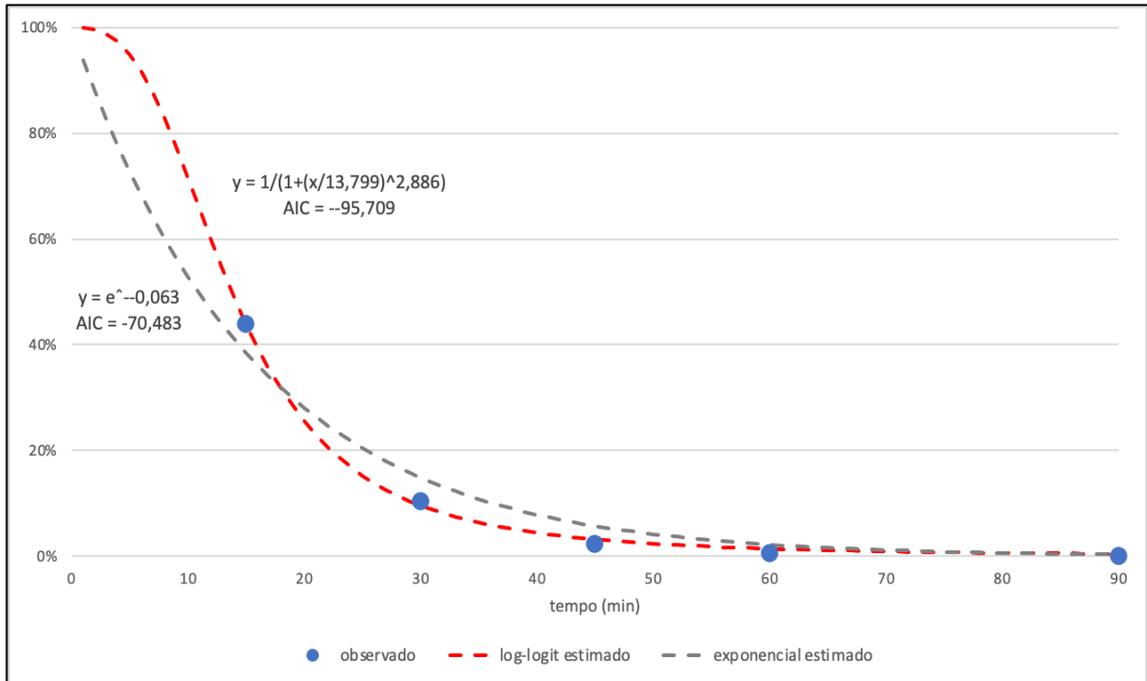


Figura 5.3: Ajuste da função de decaimento (modo a pé) para o nível de exclusão social alto

A figura 5.3 mostra que o comportamento de viagens a pé dos indivíduos com alto nível de exclusão social é um pouco distinto aos demais grupos (mostrados nas Figuras 5.1 e 5.2). A curva de decaimento que melhor se ajustou também foi a função log logit ($AIC = -95,709 < -70,483$) mas, neste caso, o decaimento da curva de frequência acumulada relativa é menos acentuado e cerca de 55% das viagens ocorrem em até 15 minutos.

5.1.4 Comparação das funções de impedância para os três níveis de exclusão

Todos os modelos foram submetidos a análise matemática (através do teste AIC) para constatação de qual modelo melhor se adequava aos dados observados. Para as viagens feitas pelo modo a pé, as funções log-logit se mostraram as mais adequadas. Para observar o comportamento dos três níveis de exclusão simultaneamente, a Figura 5.4 apresenta a sobreposição das curvas de decaimento.

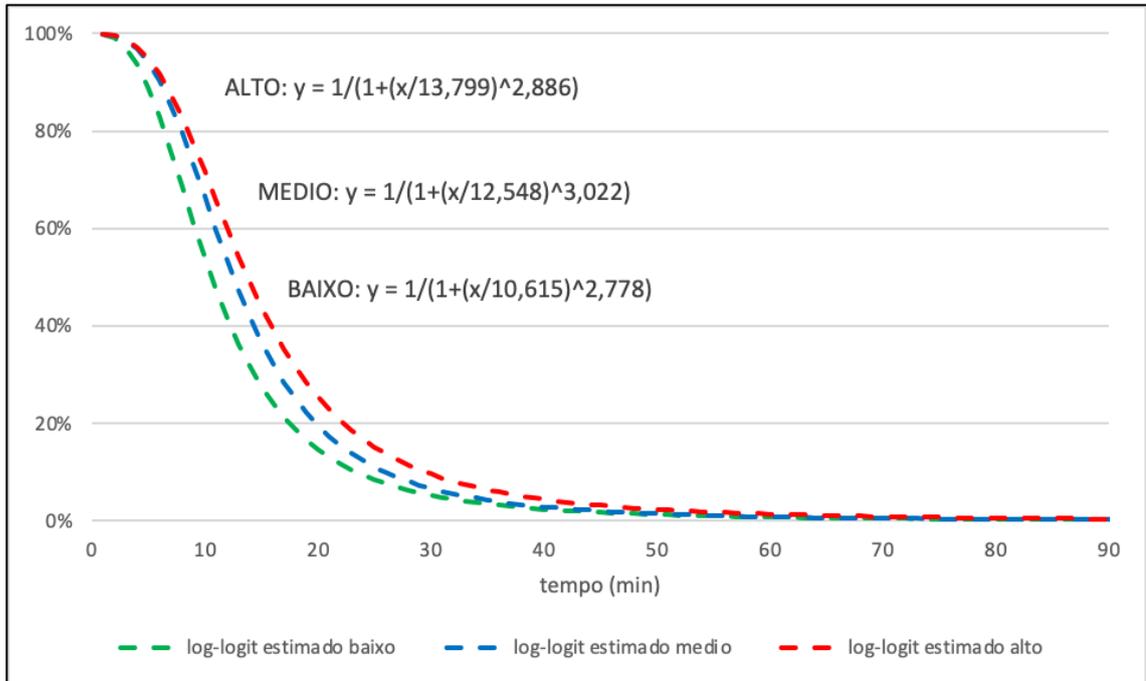


Figura 5.4: Sobreposição de gráficos de decaimento - modo a pé

Quando analisadas em conjunto, é perceptível que os três grupos apresentam sensibilidade distinta aos tempos de viagem. Enquanto o grupo com baixo nível de exclusão social realiza viagens mais curtas, os outros níveis tendem a realizar viagens um pouco mais longas. Em todos os níveis de exclusão social, as curvas decaem acentuadamente para viagens com mais de 10 minutos de duração, sendo pequeno o número de viagens com duração superior a 40 minutos.

A comparação das curvas de decaimento, mostra que populações mais excluídas tendem a realizar viagens mais longas ao trabalho que outros grupos. Este aspecto também foi notado no estudo realizado pelo ITC em Ahmadabad (ITC, 2020), onde os autores relatam que a população pobre está disposta a realizar viagens, especialmente caminhadas, por maiores períodos para chegar ao trabalho. O Quadro 5.1 mostra os valores dos parâmetros das funções de decaimento calibradas para os três níveis de exclusão social para o modo a pé.

Quadro 5.1 – Valores dos parâmetros da função de decaimento (log-logit) calibrados para as viagens a pé

Função log-logit	Nível de exclusão social	α	β
$f(c_{ij}) = \frac{1}{1+e^{\alpha \cdot c_{ij}^{\beta}}}$	Baixo	10,615	2,778
	Médio	12,548	3,022
	Alto	13,799	2,886

c_{ij} : tempo de viagem (em minutos)

5.2 Viagens em bicicleta

Dentre as viagens por motivo trabalho ,1.292 foram realizadas por bicicleta (4,03%), representando o meio de transporte com menor porcentagem na amostra. As funções de impedância foram calibradas para cada um dos níveis de exclusão social.

Os tempos utilizados para calibração das funções de impedância em bicicleta são limitadas a 90 minutos. Sendo esta a maior duração declarada pelos usuários deste modo de transporte, e existente nos três níveis de exclusão social, possibilitando assim a comparação entre os grupos.

5.2.1 Função de impedância para o nível de exclusão social baixo

A tabela 5.4 apresenta a frequência acumulada do número de viagens realizadas no modo bicicleta.

Tabela 5.4: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com baixo nível de exclusão, pelo modo bicicleta

Tempo (min)	Freq. de viagens	Freq. acumulada das viagens	Freq. acumulada relativa	Inverso da freq. acumulada relativa
Até 15	178	178	0,336	0,664
15-30	260	438	0,828	0,172
30-45	71	509	0,962	0,038
45-60	17	526	0,994	0,006
60-90	3	529	1,000	0,000

A Figura 5.5 foi gerada a partir dos dados da Tabela 5.4, descrevendo o comportamento das viagens em bicicleta realizadas por pessoas com nível de exclusão social baixo. As funções (log-logit e exponencial) testadas também foram plotadas na figura.

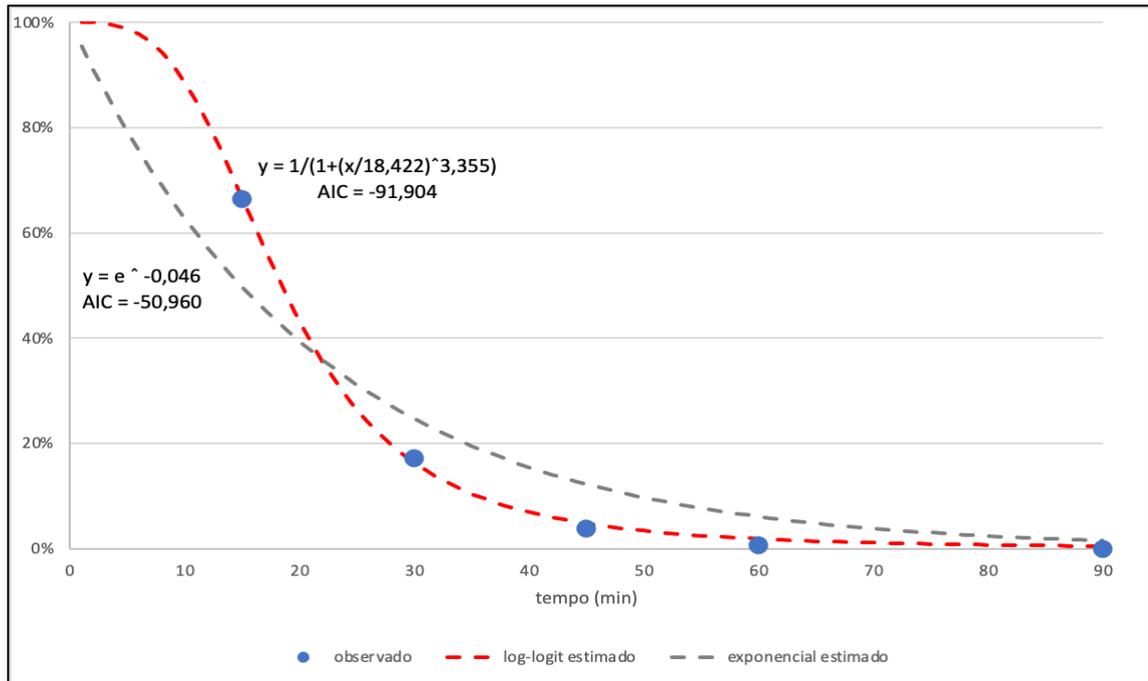


Figura 5.5: Ajuste da função de decaimento (modo bicicleta) para o nível de exclusão social baixo

A Figura 5.5 mostra que a função log-logit melhor se ajustou as viagens do grupo de indivíduos com baixo nível de exclusão social ($AIC = -91,904 < -50,960$). A frequência relativa acumulada das viagens cai de forma intensa até os 45 minutos (cerca de 95% das viagens têm duração de até 45 minutos). Viagens com duração superiores a 45 minutos não chegam a 5% da amostra.

5.2.2 Função de impedância para o nível de exclusão social médio

A tabela 5.5 apresenta os dados relativos as viagens em bicicleta realizadas por indivíduos em condição de média exclusão social.

Tabela 5.5: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com nível de exclusão médio, pelo modo bicicleta

Tempo (min)	Freq. de viagens	Freq. acumulada das viagens	Freq. acumulada relativa	Inverso da freq. acumulada relativa
Até 15	194	194	0,323	0,677
15-30	284	478	0,795	0,205
30-45	90	568	0,945	0,055
45-60	23	591	0,983	0,017
60-90	10	601	1,000	0,000

A Figura 5.6 mostra que a função log logit melhor se ajustou ao modelo ($AIC = -92,839 < -51,910$) e que o comportamento de viagens em bicicleta dos

indivíduos em condição de média exclusão social é semelhante ao comportamento do grupo com baixo nível de exclusão social (figura 5.5).

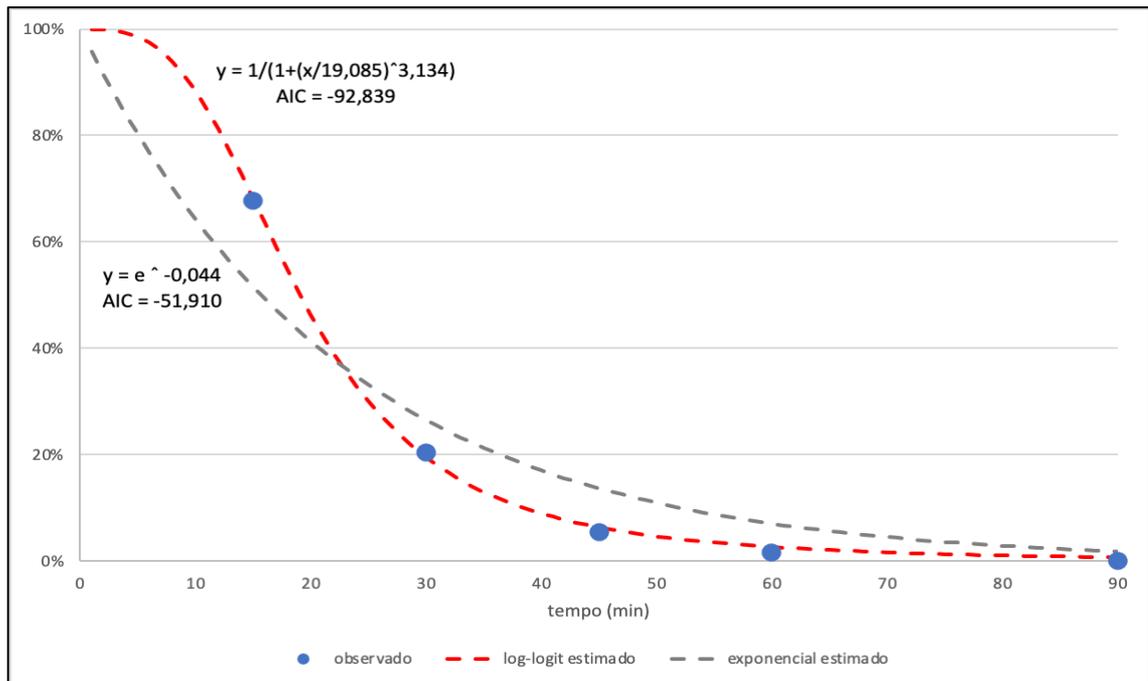


Figura 5.6: Ajuste da função de decaimento (modo bicicleta) para o nível de exclusão social médio

5.2.3 Função de impedância para o nível de exclusão social alto

A tabela 5.6 apresenta informações relativas às viagens a em bicicleta realizadas pelo grupo com alto nível de exclusão social.

Tabela 5.6: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com nível de exclusão alto, pelo modo bicicleta

Tempo (min)	Freq. de viagens	Freq. acumulada das viagens	Freq. acumulada relativa	Inverso da freq. acumulada relativa
Até 15	26	26	0,165	0,835
15-30	88	114	0,722	0,278
30-45	31	145	0,918	0,082
45-60	7	152	0,962	0,038
60-90	6	158	1,000	0,000

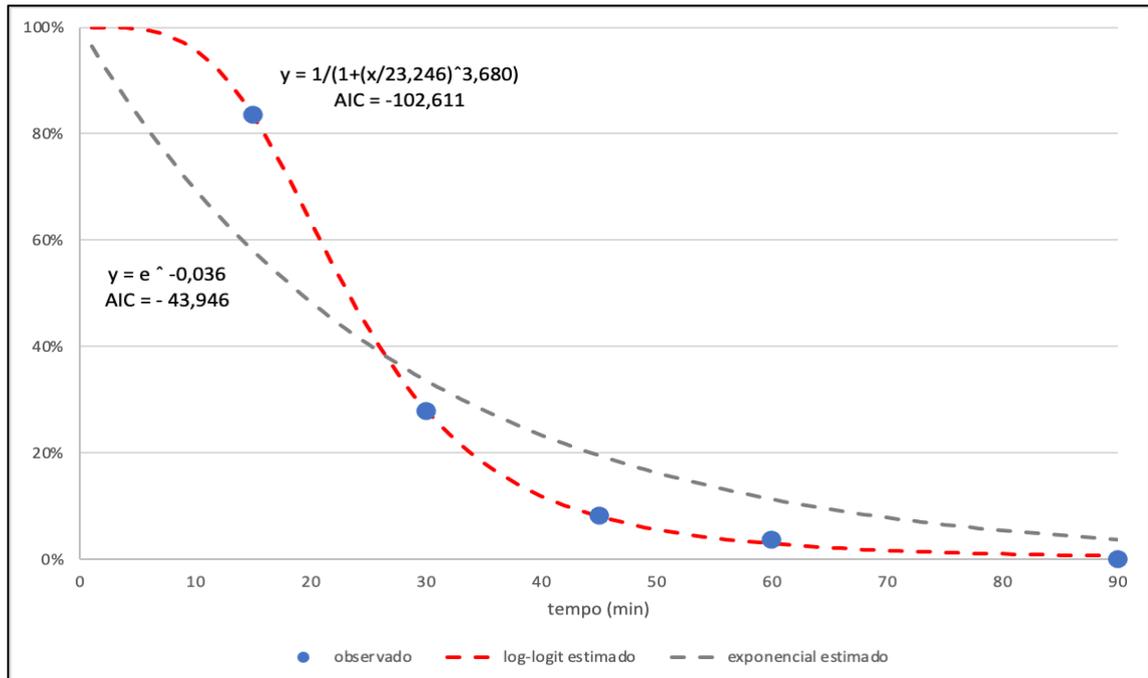


Figura 5.7: Ajuste da função de decaimento (modo bicicleta) para o nível de exclusão social alto

A figura 5.7 representa viagens em bicicleta do nível de exclusão alto é distinta dos demais grupos (Figura 5.5 e 5.6), mesmo também sendo a função log-logit a que melhor se adequou ao modelo ($AIC = -102,611 < -43,946$). Neste caso, o decaimento da curva que representa a frequência relativa acumulada é suave, mostrando a tendência de realização de viagens mais longas pelo grupo.

5.2.4 Comparação das funções de impedância para os três níveis de exclusão

As funções das figuras 5.5, 5.6 e 5.7 foram submetidos a análise matemáticas (teste AIC), para constatação de qual modelo melhor se adequava aos dados observados. Os resultados mostraram que as funções log-logit melhor se adequaram. A figura 5.8 mostra a sobreposição das curvas de decaimento três níveis de exclusão social.

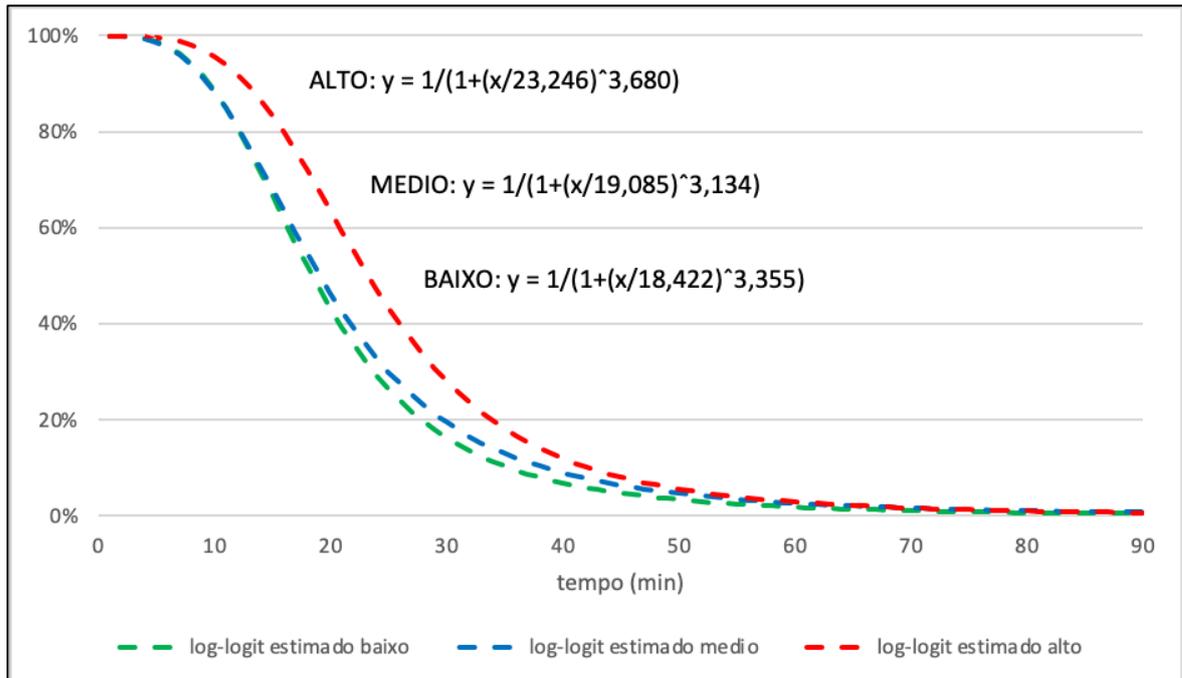


Figura 5.8: Sobreposição de gráficos de decaimento - modo bicicleta

A comparação mostra a tendência pela realização de viagens mais longas por parte do grupo com alto nível de exclusão social. Pelo posicionamento da função em vermelho (a direita das demais curvas), observa-se valores maiores de viagens até os 45 minutos de duração.

As curvas dos níveis de exclusão social baixo e médio apresentam decaimento semelhante. Percebe-se que apenas aos 20 minutos a viagens do nível de exclusão baixo se torna efetivamente inferior as demais curvas, mantendo-se assim até os 60 minutos.

O Quadro 5.2 mostra os valores dos parâmetros das funções de decaimento calibradas para os três níveis de exclusão social para as viagens em bicicleta.

Quadro 5.2 – Valores dos parâmetros da função de decaimento (log-logit) calibrados para as viagens por bicicleta

Função log-logit	Nível de exclusão social	α	β
$f(c_{ij}) = \frac{1}{1+e^{\alpha \cdot c_{ij}^{\beta}}}$	Baixo	18,422	3,355
	Médio	19,085	3,134
	Alto	23,246	3,680

c_{ij} : tempo de viagem (em minutos)

5.3 Viagens em motocicleta

Em Recife uso da motocicleta cresceu consideravelmente entre 2000 e 2010 devido as melhores condições econômicas do país (Jatobá, 2011). Figueiredo e Maia (2013) em estudo realizado na zona norte da cidade, sobre a motocicleta e a inclusão social, tratam que por possuir baixo valor aquisitivo, baixo consumo e manutenção barata, a moto é um meio de transporte que permite o indivíduo alcançar destinos antes não frequentados tornando-se assim um elemento de inclusão social.

Nesta pesquisa a motocicleta foi responsável por 7,62% das viagens computadas (2439), sendo a 5^o maior amostra. As funções de impedância foram calibradas para cada um dos níveis de exclusão social.

Os tempos utilizados para calibração das funções de impedância em motocicleta são limitadas a 90 minutos. Maior duração declarada pelos usuários deste modo de transporte, e existente nos três níveis de exclusão social, possibilitando assim a comparação entre os grupos.

5.3.1 Função de impedância para o nível de exclusão social baixo

A tabela 5.7 mostra a frequência acumulada do número de viagens no modo motocicleta. Os tempos de viagem da tabela foram declarados pelos respondentes.

Tabela 5.7: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com baixo nível de exclusão, pelo modo motocicleta

Tempo (min)	Freq. de viagens	Freq. acumulada das viagens	Freq. acumulada relativa	Inverso da freq. acumulada relativa
Até 15	139	139	0,189	0,811
15-30	378	517	0,704	0,296
30-45	159	676	0,921	0,079
45-60	41	717	0,977	0,023
60-90	17	734	1,000	0,000

A figura 5.9 foi obtida da tabela 5.7, apresentando o comportamento das viagens realizadas em motocicleta por pessoas com nível de exclusão baixo. Como descrito foram testadas funções exponenciais e log-logit.

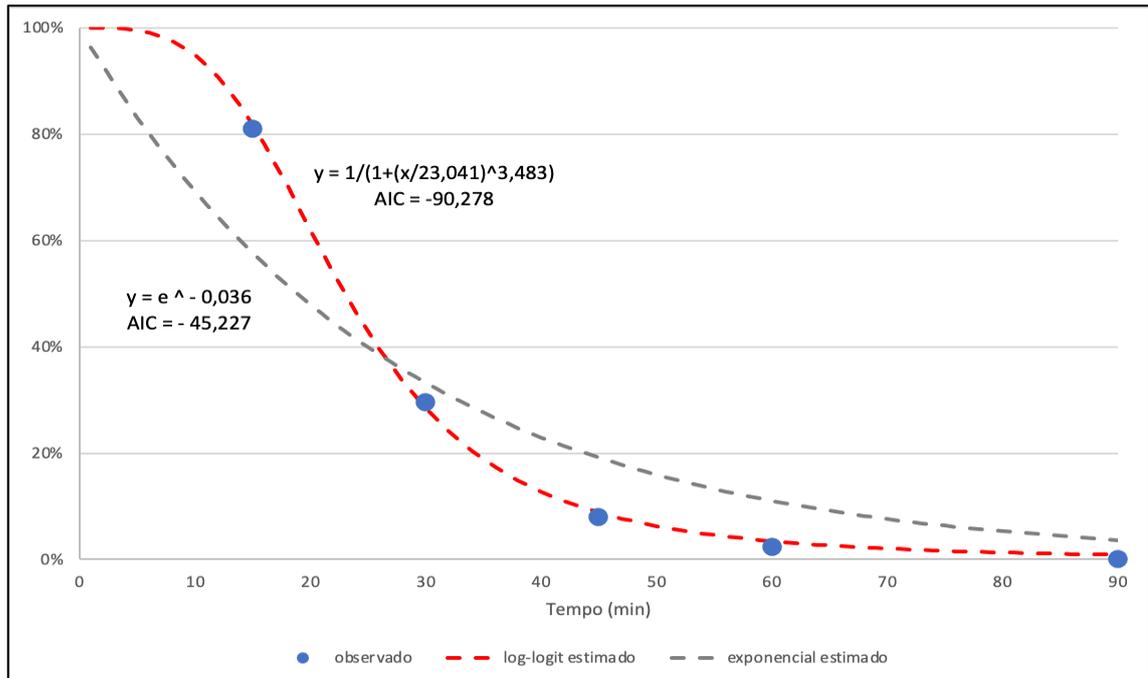


Figura 5.9: Ajuste da função de decaimento (modo motocicleta) para o nível de exclusão social baixo

A figura 5.9 mostra que o modelo log-logit melhor se adequou aos dados observados ($AIC = -90,278 < -45,227$), com redução intensa do número de viagens nos primeiros 45 primeiros minutos (90% das viagens). Apenas 10% das viagens têm durações superiores a 45 minutos.

5.3.2 Função de impedância para o nível de exclusão social médio

A tabela 5.8 possui informações das viagens realizadas por pessoas em condição de média exclusão social.

Tabela 5.8: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com nível de exclusão médio, pelo modo motocicleta

Tempo (min)	Freq. de viagens	Freq. acumulada das viagens	Freq. acumulada relativa	Inverso da freq. acumulada relativa
Até 15	193	193	0,196	0,804
15-30	500	693	0,705	0,295
30-45	206	899	0,915	0,085
45-60	67	966	0,983	0,017
60-90	17	983	1,000	0,000

A figura 5.10 mostra que o comportamento das pessoas em condição de média exclusão social é semelhante ao grupo com baixo nível de exclusão (figura 5.9), com a função log-logit também sendo a melhor opção aos dados observados ($AIC = -87,221 < -45,691$).

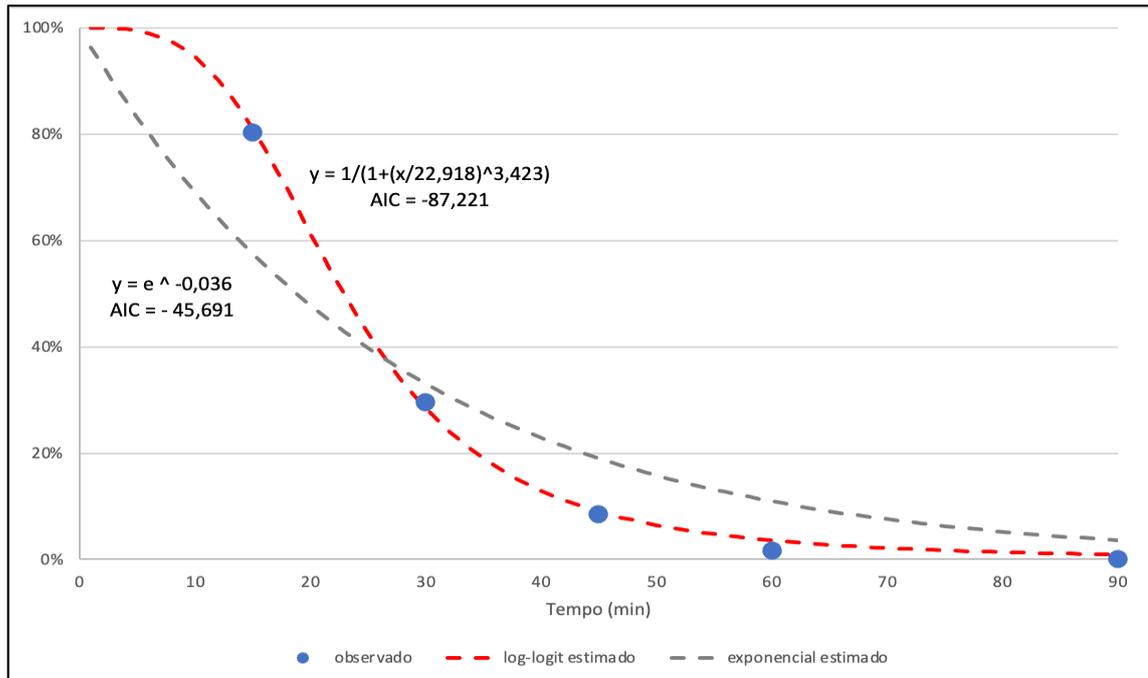


Figura 5.10: Ajuste da função de decaimento (modo motocicleta) para o nível de exclusão social médio

5.3.3 Função de impedância para o nível de exclusão social alto

A tabela 5.9 e a figura 5.11 apresentam informações das viagens realizadas em motocicleta, por pessoas com níveis altos exclusão social.

Tabela 5.9: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com nível de exclusão alto, pelo modo motocicleta

Tempo (min)	Freq. de viagens	Freq. acumulada das viagens	Freq. acumulada relativa	Inverso da freq. acumulada relativa
Até 15	109	109	0,153	0,847
15-30	322	431	0,604	0,396
30-45	209	640	0,896	0,104
45-60	55	695	0,973	0,027
60-90	19	714	1,000	0,000

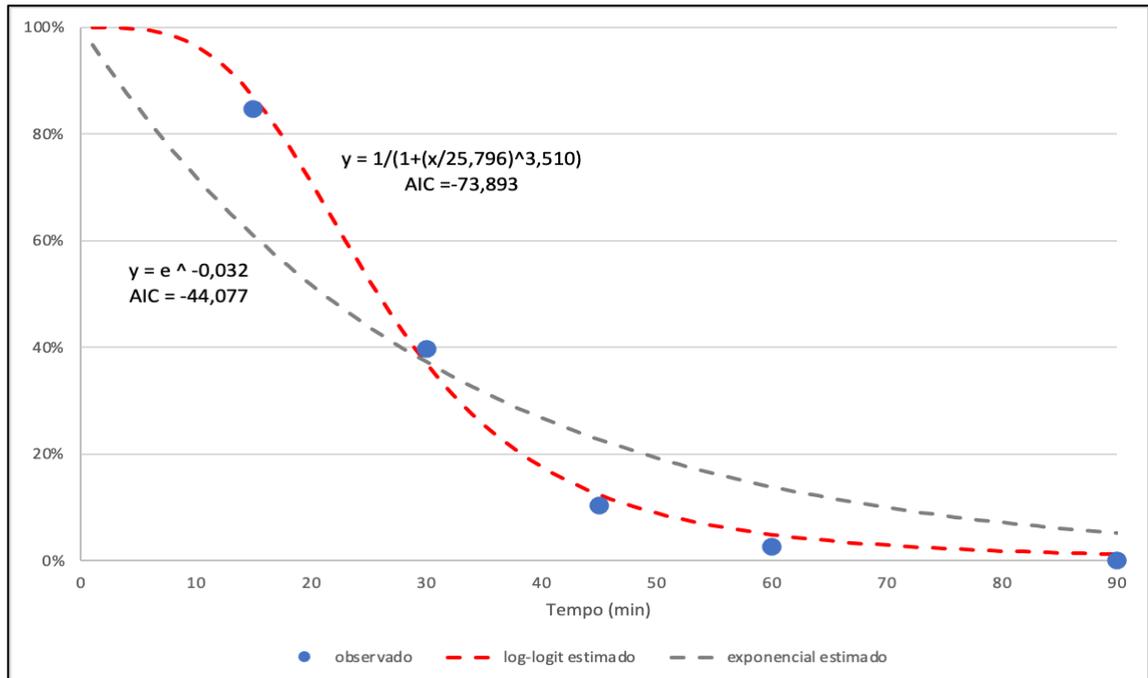


Figura 5.11: Ajuste da função de decaimento (modo motocicleta) para o nível de exclusão social alto

O grupo que realizou viagens em motocicleta com nível de exclusão social alto apresentou dados observados que se aproximam a curva da função log-logit ($AIC = -73,893 < -44,077$). Esta curva possui um menor número viagens de viagens nos primeiros 30 minutos (cerca de 60%), possuindo um caimento alto do número de viagens entre 30-60 minutos.

5.3.4 Comparação das funções de impedância para os três níveis de exclusão

Após análise matemática (através do teste AIC) das funções obtidas nos gráficos de decaimento dos tempos de viagem, foi constatado que as funções log-logit são as que melhor se encaixam aos dados observados. Comparação melhor observada na figura 5.12.

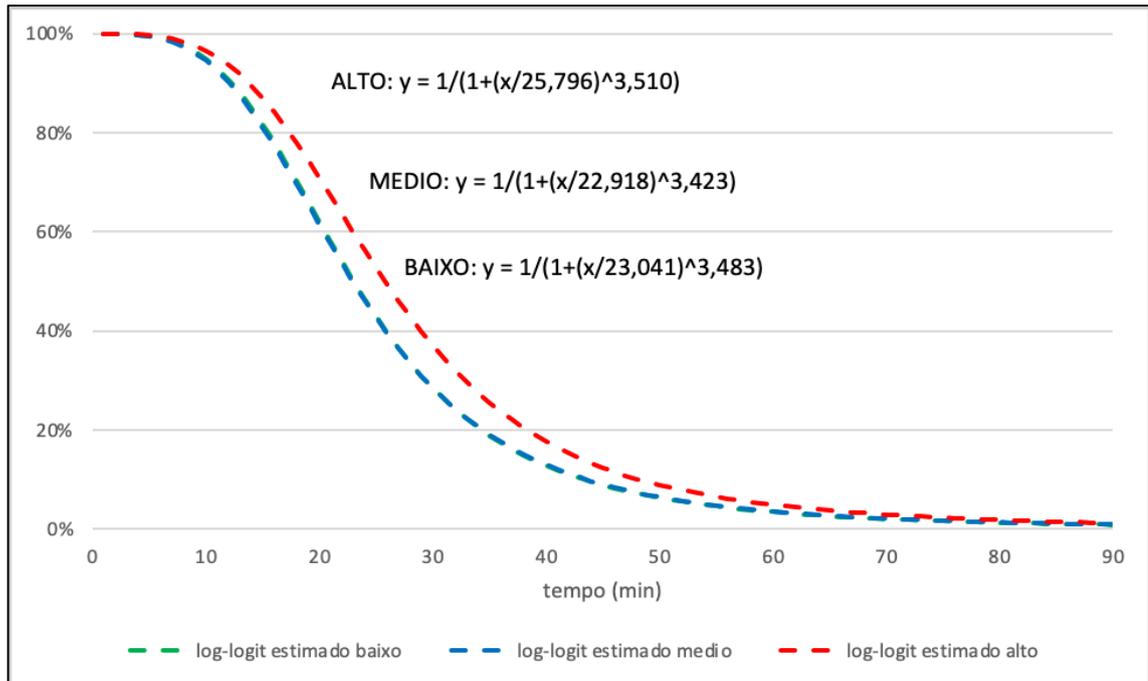


Figura 5.12: Sobreposição de gráficos de decaimento– modo motocicleta

A figura 5.12 denota uma propensão pela realização de viagens mais longas pelos grupos com maiores chances de exclusão social. A curva em verde (exclusão baixa) e a curva em azul (exclusão média) estão sobrepostas, possuindo menores tempos de viagem. Situação contrária à curva em vermelho (exclusão alta), onde há a prevalência de maiores tempos de viagem.

O Quadro 5.3 mostra os valores dos parâmetros das funções de decaimento calibradas para os três níveis de exclusão social para as viagens em motocicleta.

Quadro 5.3 – Valores dos parâmetros da função de decaimento (log-logit) calibrados para as viagens por motocicleta

Função log-logit	Nível de exclusão social	α	β
$f(c_{ij}) = \frac{1}{1+e^{\alpha \cdot c_{ij}^{\beta}}}$	Baixo	23,041	3,483
	Médio	22,918	3,423
	Alto	25,796	3,510

c_{ij} : tempo de viagem (em minutos)

5.4 Viagens em carro

Segundo Santos e Meira (2020) o automóvel é o principal modo de transporte em Recife, mesmo com todos os impactos como congestionamentos e poluição, a escolha deste modal é justificada pela falta de segurança pública e pela tentativa de redução do tempo de viagem. Este grupo foi responsável por 11784

viagens, correspondendo a 36,8% da amostra. As funções de impedância foram calibradas para cada um dos níveis de exclusão social.

5.4.1 Função de impedância para o nível de exclusão social baixo

A tabela 5.10 apresenta a frequência acumulada no número de viagens no modo carro. Os tempos de viagem da tabela foram declarados pelos respondentes.

Tabela 5.10: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com baixo nível de exclusão, pelo modo carro

Tempo (min)	Freq. de viagens	Freq. acumulada das viagens	Freq. acumulada relativa	Inverso da freq. acumulada relativa
Até 15	1426	1426	0,154	0,846
15-30	3477	4903	0,531	0,469
30-45	2547	7450	0,806	0,194
45-60	1299	8749	0,947	0,053
60-90	402	9151	0,990	0,010
90-120	73	9224	0,998	0,002
120<	16	9240	1,000	0,000

A figura 5.13 foi estruturada a partir da tabela 5.10, mostrando o comportamento das viagens em automóvel do nível de exclusão social baixo. As funções log-logit e exponencial também estão representadas.

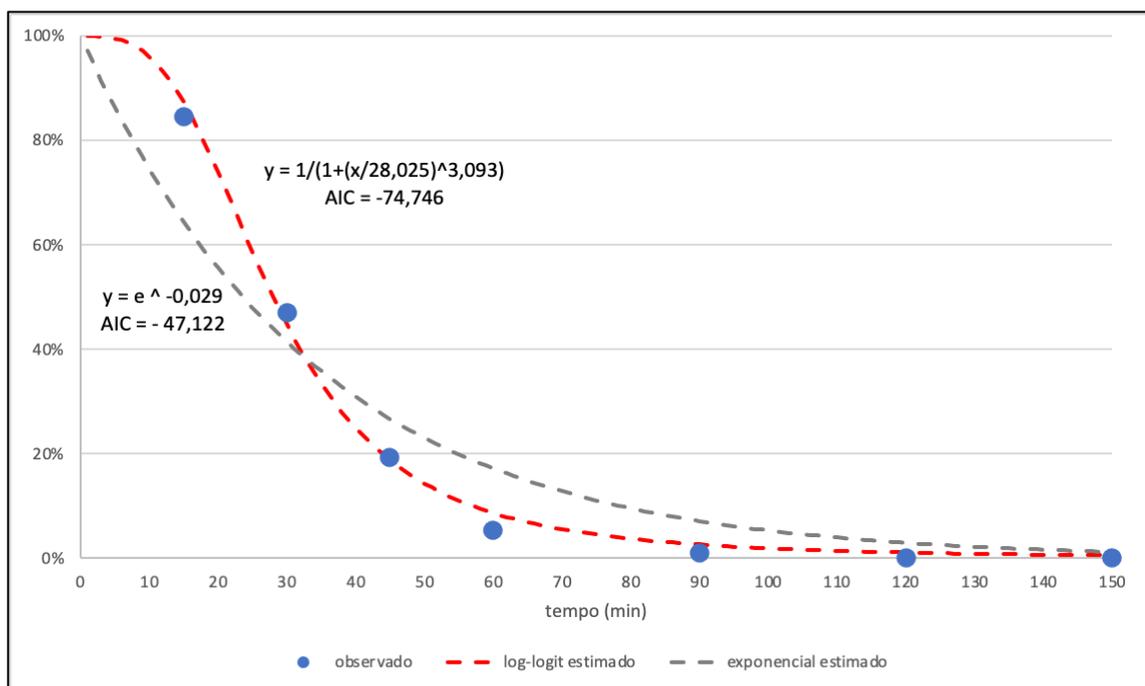


Figura 5.13: Ajuste da função de decaimento (modo carro) para o nível de exclusão social baixo

Na figura 5.13 mostra que a função que melhor se ajustou aos dados observados foi a log-logit (AIC = -74,746 < -47,122), onde grande parte das

viagens realizadas tem até 45 minutos (80%). Cerca de 96% das viagens possuem duração de até 60 minutos, e pouquíssimas com tempos superiores a 1 hora.

5.4.2 Função de impedância para o nível de exclusão social médio

A tabela 5.11 apresenta informações das viagens realizadas por pessoas em condição de média exclusão social em carro.

Tabela 5.11: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com nível de exclusão médio, pelo modo carro

Tempo (min)	Freq. de viagens	Freq. acumulada das viagens	Freq. acumulada relativa	Inverso da freq. acumulada relativa
Até 15	307	307	0,147	0,853
15-30	736	1043	0,499	0,501
30-45	598	1641	0,784	0,216
45-60	316	1957	0,935	0,065
60-90	114	2071	0,990	0,010
90-120	17	2088	0,998	0,002
120<	4	2092	1,000	0,000

A figura 5.14 mostra que a função log-logit melhor se adequou aos dados observados ($AIC = -73,125 < -46,949$), e que este grupo apresenta comportamento similar as pessoas com nível de exclusão social baixo.

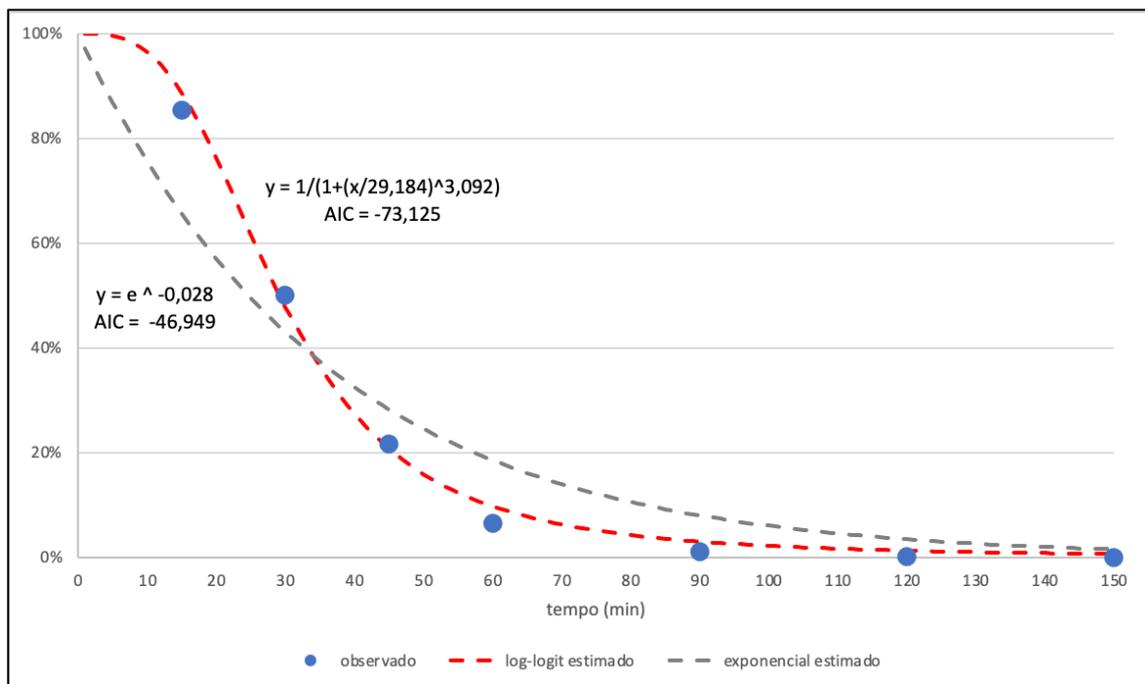


Figura 5.14: Ajuste da função de decaimento (modo carro) para o nível de exclusão social médio

5.4.3 Função de impedância para o nível de exclusão social alto

A tabela 5.12 e a figura 5.15 apresentam o comportamento das viagens em carro do grupo com alto nível de exclusão social.

Tabela 5.12: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com nível de exclusão alto, pelo modo carro

Tempo (min)	Freq. de viagens	Freq. acumulada das viagens	Freq. acumulada relativa	Inverso da freq. acumulada relativa
Até 15	56	56	0,124	0,876
15-30	141	197	0,436	0,564
30-45	139	336	0,743	0,257
45-60	79	415	0,918	0,082
60-90	31	446	0,987	0,013
90-120	5	451	0,998	0,002
120<	1	452	1,000	0,000

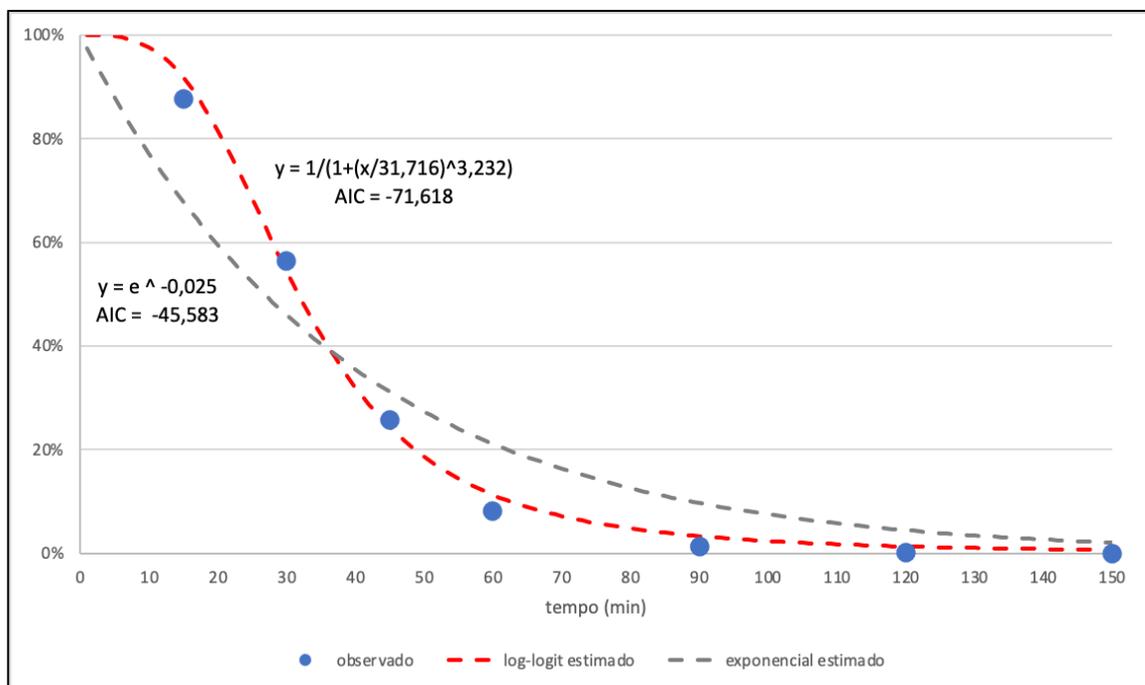


Figura 5.15: Ajuste da função de decaimento (modo carro) para o nível de exclusão social alto

A figura 5.15 mostra que o comportamento dos indivíduos com alto nível de exclusão social é distinto dos demais por possuir uma curva menos íngreme, mesmo apresentando a função log-logit como melhor opção para os dados observados ($AIC = -71,618 < -45,583$). Nesta, o número de pessoas que faz viagens curtas (de até 15 min) é menor que os demais grupos, ao passo que um maior número de viagens tem duração entre 45 e 60 minutos (cerca de 20%).

5.4.4 Comparação das funções de impedância para os três níveis de exclusão

Os modelos descritos foram submetidos a análise matemáticas (teste AIC) para decisão sobre qual função que melhor se adequa aos dados observados. A figura 5.16 mostra a sobreposição das funções log-logit resultantes das curvas de decaimento (figuras 5.13, 5.14 e 5.15).

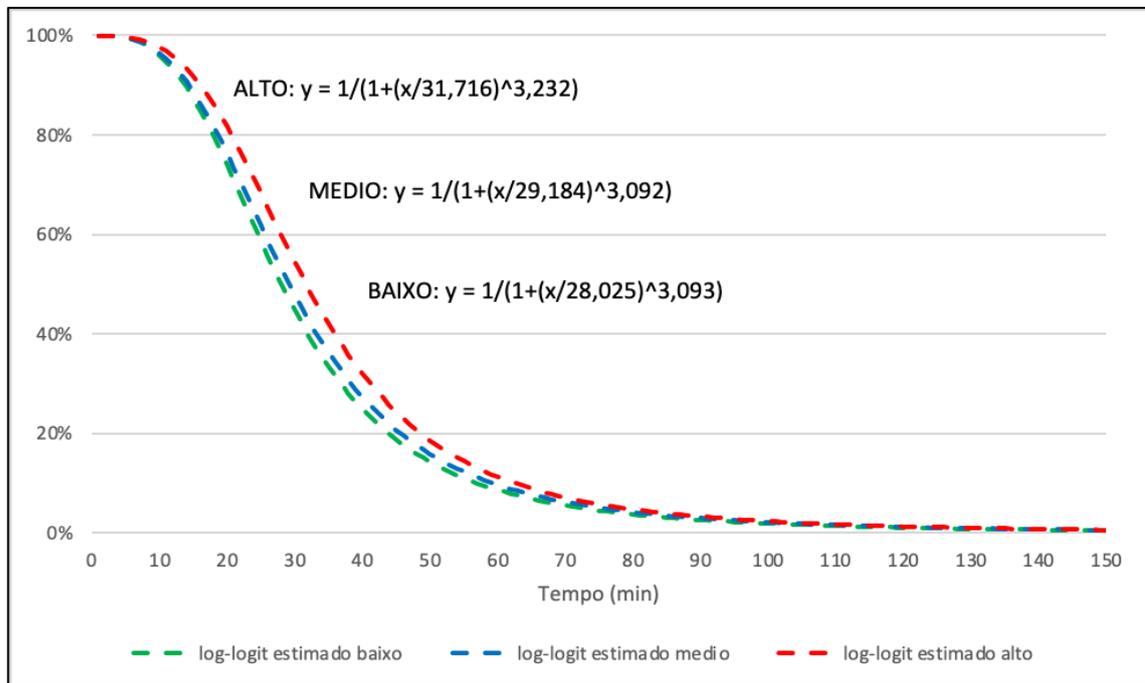


Figura 5.16: Sobreposição de gráficos de decaimento- modo carro

A figura 5.16 denota a diferença dos tempos de viagens entre os três níveis de exclusão social, com uma propensão a realização a viagens mais longas ligada ao crescimento da exclusão social.

As curvas dos níveis baixo e médio possuem comportamento similar, com o segundo grupo (médio) apresentando propensão a viagens maiores que o primeiro grupo. Ao passo que curva do nível de exclusão alto é menos acentuada. Em todos os três grupos é baixa a quantidade de viagens com durações superiores a 90 minutos.

O Quadro 5.4 mostra os valores dos parâmetros das funções de decaimento calibradas para os três níveis de exclusão social para as viagens por automóvel.

Quadro 5.4 – Valores dos parâmetros da função de decaimento (log-logit) calibrados para as viagens por automóvel

Função log-logit	Nível de exclusão social	α	β
$f(c_{ij}) = \frac{1}{1+e^{\alpha \cdot c_{ij}^{\beta}}}$	Baixo	28,025	3,093
	Médio	29,184	3,092
	Alto	31,716	3,232

c_{ij} : tempo de viagem (em minutos)

5.5 Viagens em ônibus

O ônibus teve grande representatividade na amostra, sendo tratado desde a coleta dos dados como dois modos distintos. Primeiramente como único veículo, com 7588 viagens (23,69%), posteriormente utilizado em dois ou mais veículos, com necessidade de baldeação, responsável por 4624 viagens (14,44%), sendo a segunda e terceira maiores amostras respectivamente. As funções de impedância foram calibradas para cada nível de exclusão social.

5.5.1 Função de impedância para o nível de exclusão social baixo em um ônibus

A tabela 5.13 representa a frequência acumulada do número de viagens realizadas no modo um ônibus. Os tempos de viagem da tabela foram declarados pelos respondentes.

Tabela 5.13: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com baixo nível de exclusão, pelo modo um ônibus

Tempo (min)	Freq. de viagens	Freq. acumulada das viagens	Freq. acumulada relativa	Inverso da freq. acumulada relativa
Até 15	128	128	0,047	0,953
15-30	699	827	0,304	0,696
30-45	831	1658	0,610	0,390
45-60	620	2278	0,839	0,161
60-90	362	2640	0,972	0,028
90-120	63	2703	0,995	0,005
120<	13	2716	1,000	0,000

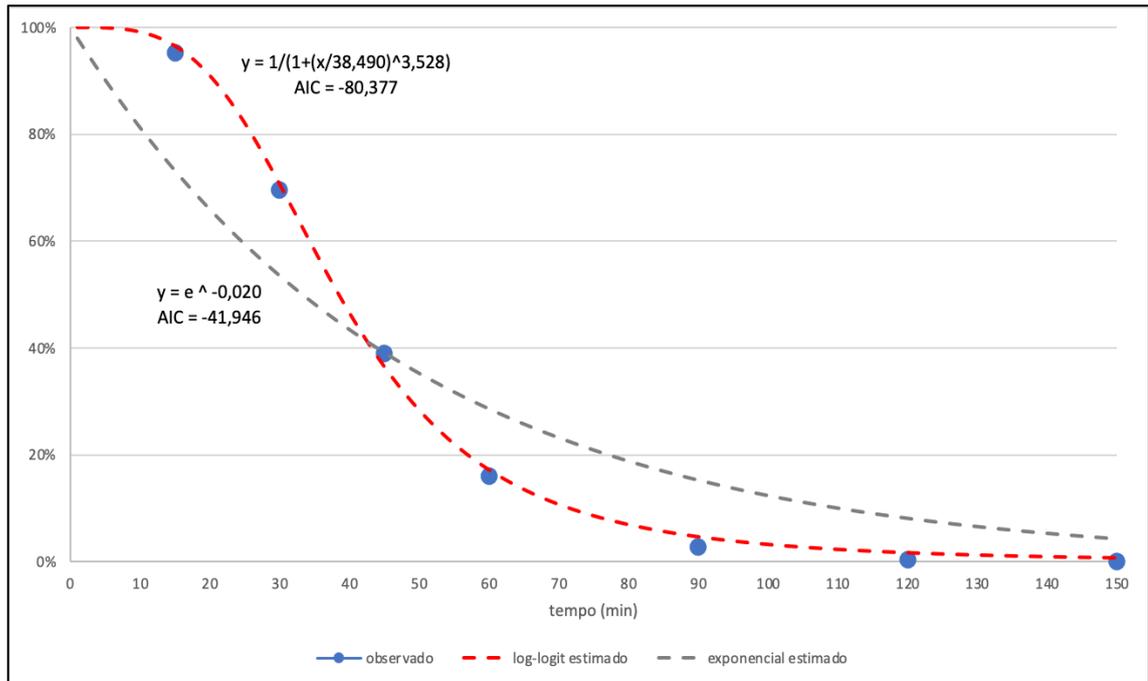


Figura 5.17: Ajuste da função de decaimento (modo um ônibus) para o nível de exclusão social baixo

A figura 5.17, mostra que para este grupo a função que mais se ajustou foi a log logit ($AIC = -80,377 < -41,946$). Ocorrem poucas viagens de até 15 minutos (menos de 5%). No intervalo entre 30 - 60 minutos, ocorrem cerca de 60% dos deslocamentos. Após 60 min, o número de viagens reduz com maior intensidade, se tornando menor que 5% apenas após 90 min.

5.5.2 Função de impedância para o nível de exclusão social médio em um ônibus

A tabela 5.14 apresenta informações relativas as viagens realizadas por pessoas em condição de média exclusão social em um ônibus.

Tabela 5.14: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com nível de exclusão médio, pelo modo um ônibus

Tempo (min)	Freq. de viagens	Freq. acumulada das viagens	Freq. acumulada relativa	Inverso da freq. acumulada relativa
Até 15	132	132	0,045	0,955
15-30	649	781	0,266	0,734
30-45	851	1632	0,556	0,444
45-60	785	2417	0,824	0,176
60-90	399	2816	0,960	0,040
90-120	97	2913	0,993	0,007
120<	21	2934	1,000	0,000

A figura 5.18 mostra que o comportamento de viagens em um ônibus de indivíduos do nível de exclusão médio se assemelha ao comportamento do grupo com baixo nível de exclusão social (figura 5.17), apresentando pequena tendência de aumento do tempo de viagem. A função log-logit foi a que melhor se adequou aos dados observados ($AIC = -75,461 < -41,268$).

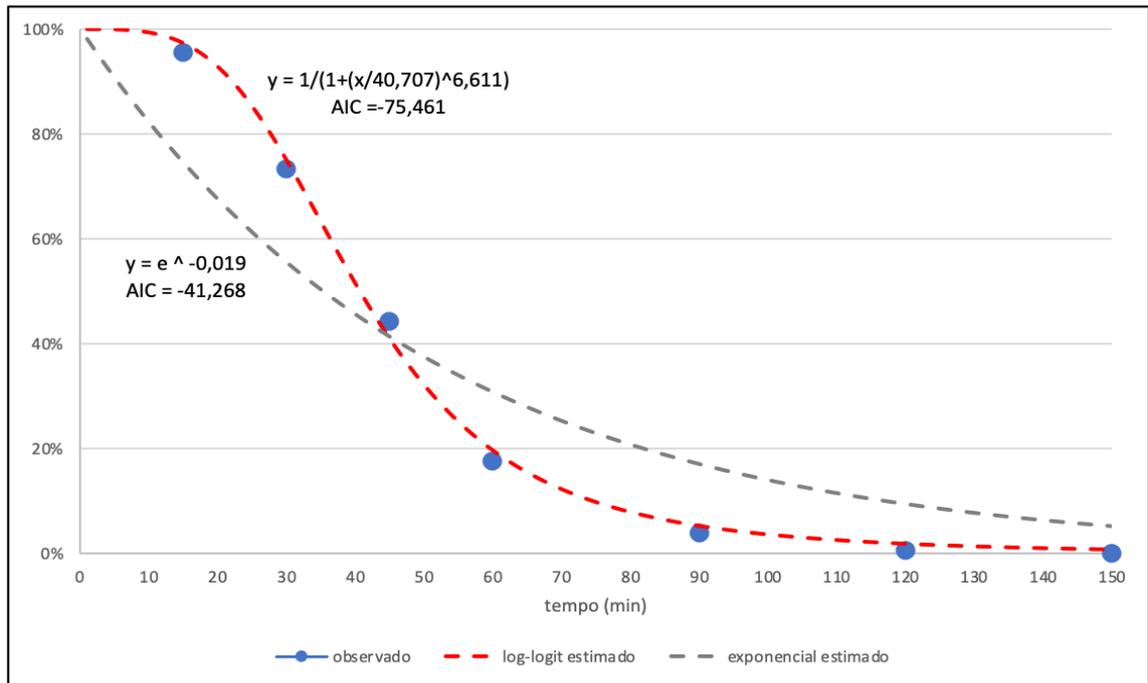


Figura 5.18: Ajuste da função de decaimento (modo um ônibus) para o nível de exclusão social médio

5.5.3 Função de impedância para o nível de exclusão social alto em um ônibus

A tabela 5.15 e a figura 5.19 apresentam informações relativas a viagens em um ônibus do grupo com alto nível de exclusão social.

Tabela 5.15: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com nível de exclusão alto, pelo modo um ônibus

Tempo (min)	Freq. de viagens	Freq. acumulada das viagens	Freq. acumulada relativa	Inverso da freq. acumulada relativa
Até 15	113	113	0,058	0,942
15-30	352	465	0,240	0,760
30-45	463	928	0,479	0,521
45-60	520	1448	0,747	0,253
60-90	361	1809	0,933	0,067
90-120	117	1926	0,994	0,006
120<	12	1938	1,000	0,000

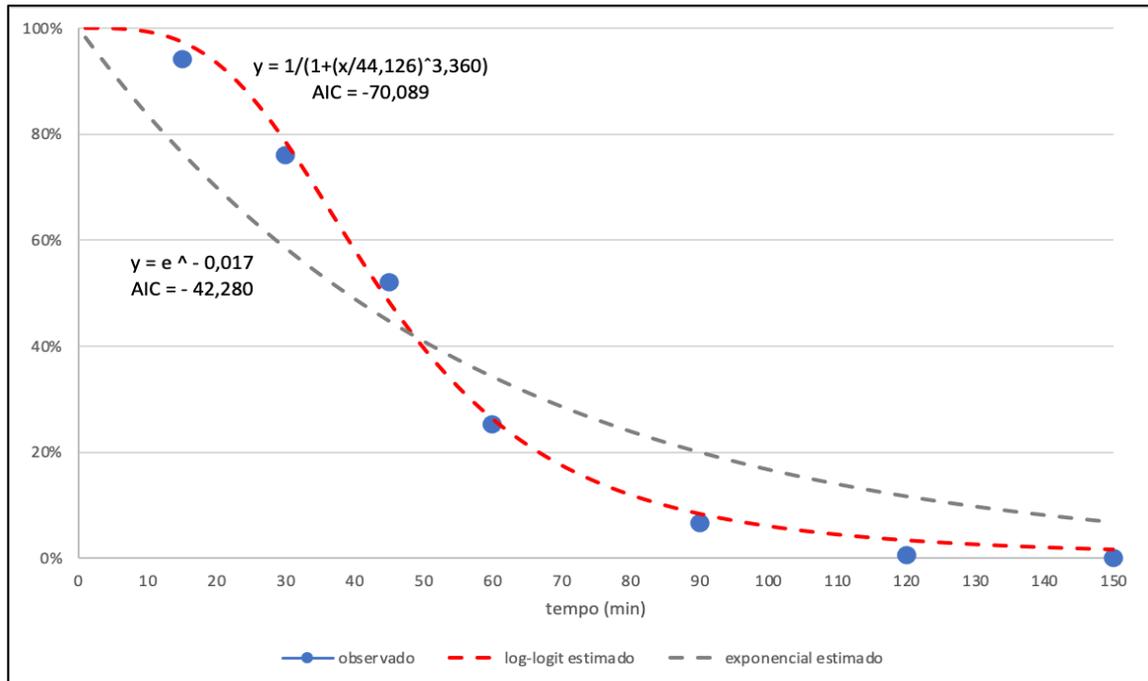


Figura 5.19: Ajuste da função de decaimento (modo um ônibus) para o nível de exclusão social alto

A função log logit melhor se adequou aos dados observados ($AIC = -70,089 < -42,280$). Em comparação com os outros níveis de exclusão social, ela possui decaimento menos íngreme, apresentando um deslocamento maior para a direita. Os dados plotados neste gráfico mostram que apenas 25% das viagens são realizadas em até 30 minutos, após esse período a função cai de forma mais acentuada, possuindo um considerável número de viagens de até 90 minutos (cerca de 85%).

5.5.4 Comparação das funções de impedância para os três níveis de exclusão modo um ônibus

As curvas do modo um ônibus apresentam maior semelhança visual com curva log-logit, confirmada pela análise matemática, com a aplicação do teste AIC. A sobreposição das três curvas de decaimento e suas respectivas funções são observadas na figura 5.20.

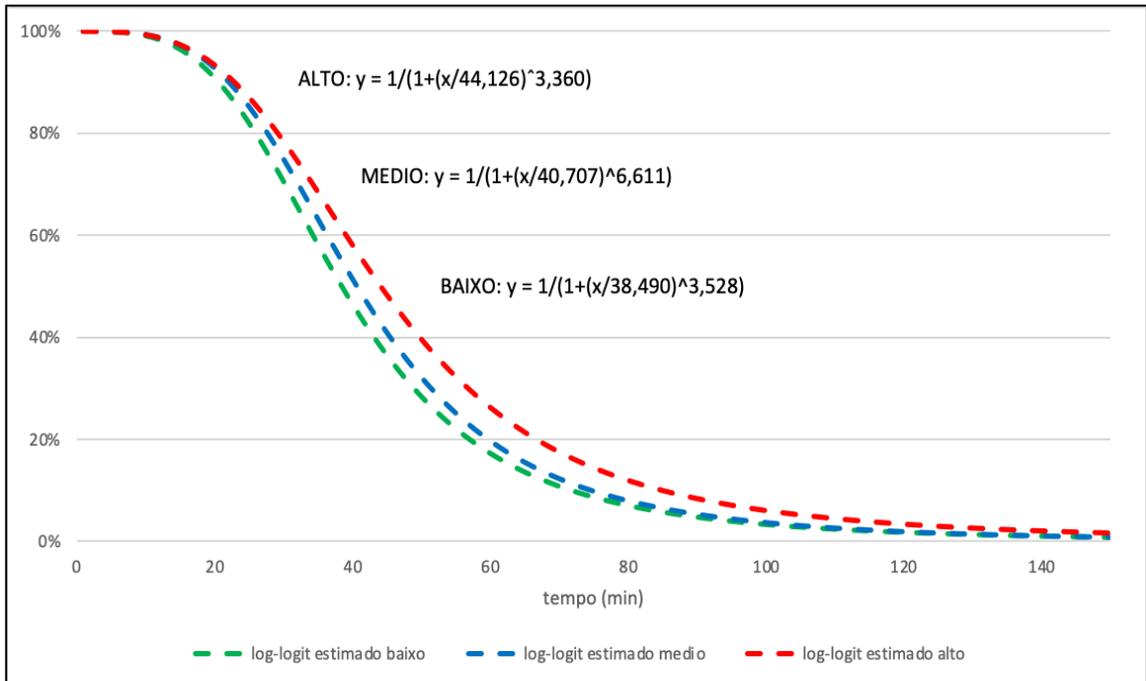


Figura 5.20: Sobreposição dos gráficos de decaimento – modo um ônibus

É possível verificar que as curvas do nível baixo e médio possuem comportamentos próximos, sendo equivalente nos primeiros 20 minutos de viagem e após 80 minutos. No intervalo entre estas durações, os tempos de viagens dos indivíduos com nível médio exclusão tendem a ser maiores que o grupo com baixa exclusão social. A curva que representa pessoas em situação de alta exclusão social (vermelha) possui maiores durações, estado a direta no gráfico.

5.5.5 Função de impedância para o nível de exclusão social baixo em dois ou mais ônibus

O comportamento dos trajetos realizados em dois ou mais ônibus, é distinto do descrito em um ônibus devido a baldeação, por este motivo os tempos declarados pela amostra são superiores.

A tabela 5.16 e a figura 5.21, apresentam a frequência acumulada do número de viagens realizadas por pessoas com nível de exclusão baixo.

Tabela 5.16: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com baixo nível de exclusão, pelo modo dois ou mais ônibus

Tempo (min)	Freq. de viagens	Freq. acumulada das viagens	Freq. acumulada relativa	Inverso da freq. acumulada relativa
Até 15	16	16	0,010	0,990
15-30	157	173	0,111	0,889
30-45	311	484	0,311	0,689
45-60	421	905	0,581	0,419
60-90	447	1352	0,868	0,132
90-120	159	1511	0,970	0,030
120<	46	1557	1,000	0,000

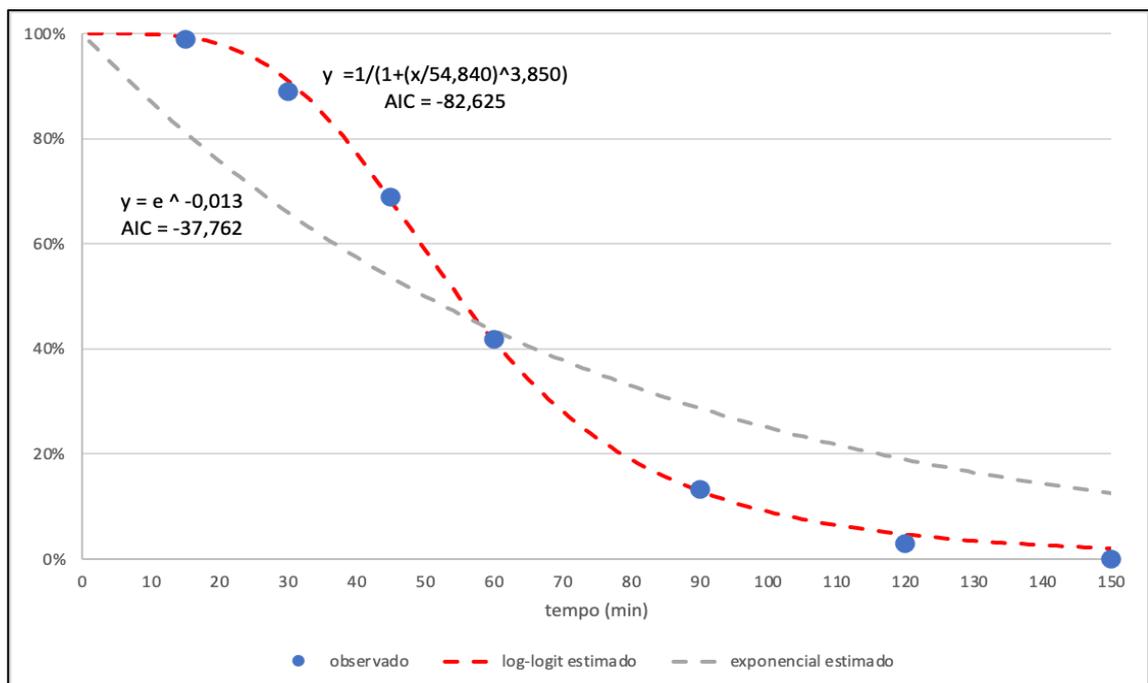


Figura 5.21: Ajuste da função de decaimento (modo dois ou mais ônibus) para o nível de exclusão social baixo

A figura 5.21 mostra que função melhor se adequou aos dados observados foi a log-logit ($AIC = -82,625 < -37,762$). Curva possui um baixo número de viagens nos 30 primeiros minutos (cerca de 10%), e uma grande quantidade de viagens ocorrendo entre 30 e 90 minutos (75%). Trajetos superiores a 90 minutos equivalem a 15% da amostra.

5.5.6 Função de impedância para o nível de exclusão social médio em dois ou mais ônibus

A Tabela 5.17 apresenta informações relativas às viagens realizadas por indivíduos em condição de média exclusão social.

Tabela 5.17: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com nível de exclusão médio, pelo modo dois ou mais ônibus

Tempo (min)	Freq. de viagens	Freq. acumulada das viagens	Freq. acumulada relativa	Inverso da freq. acumulada relativa
Até 15	18	18	0,009	0,991
15-30	133	151	0,079	0,921
30-45	313	464	0,242	0,758
45-60	523	987	0,514	0,486
60-90	633	1620	0,843	0,157
90-120	251	1871	0,974	0,026
120<	50	1921	1,000	0,000

A figura 5.22 apresenta comportamento semelhante as viagens realizadas pelo grupo de indivíduos em condição de baixa exclusão social (figura 5.21), com a função log-logit melhor se adequando as informações relativas do grupo com nível médio de exclusão social ($AIC = -80,423 < -35,987$). Este gráfico apresenta mais viagens com durações superiores a 90 minutos (cerca de 18%).

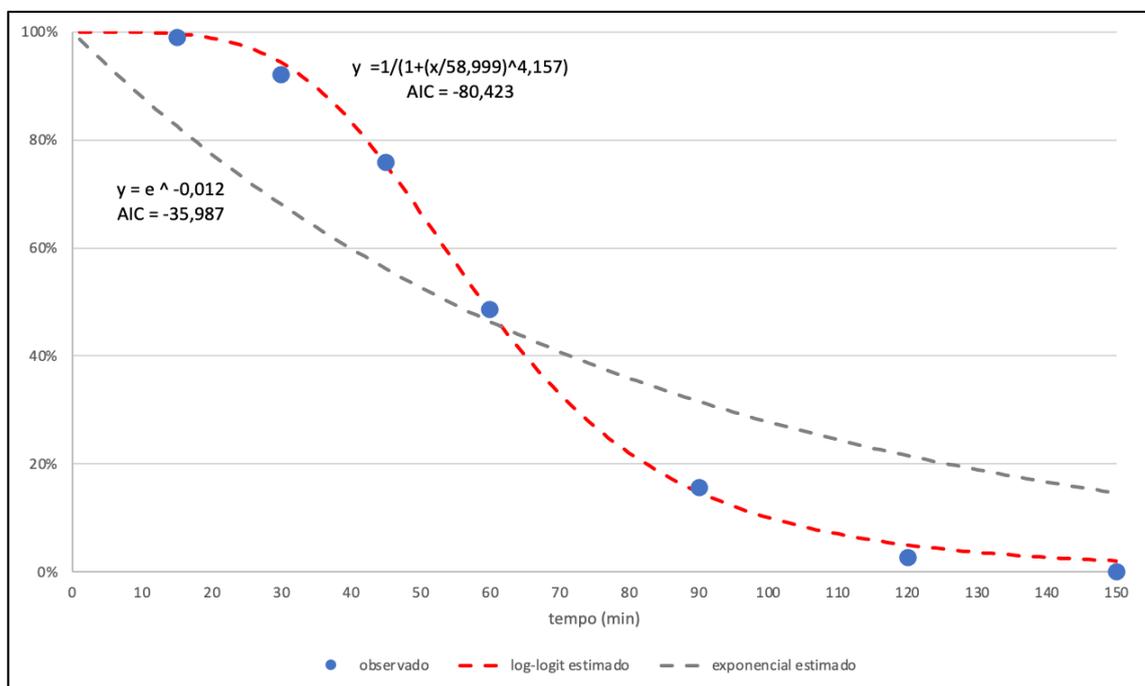


Figura 5.22: Ajuste da função de decaimento (modo dois ou mais ônibus) para o nível de exclusão social médio

5.5.7 Função de impedância para o nível de exclusão social alto em dois ou mais ônibus

Na Tabela 5.18 e figura 5.23 estão informações relativas às viagens em dois ou mais ônibus, realizadas pelo grupo com alto nível de exclusão social.

Tabela 5.18: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com nível de exclusão alto, pelo modo dois ou mais ônibus

Tempo (min)	Freq. de viagens	Freq. acumulada das viagens	Freq. acumulada relativa	Inverso da freq. acumulada relativa
Até 15	9	9	0,008	0,992
15-30	68	77	0,067	0,933
30-45	183	260	0,227	0,773
45-60	258	518	0,452	0,548
60-90	361	879	0,767	0,233
90-120	205	1084	0,946	0,054
120<	62	1146	1,000	0,000

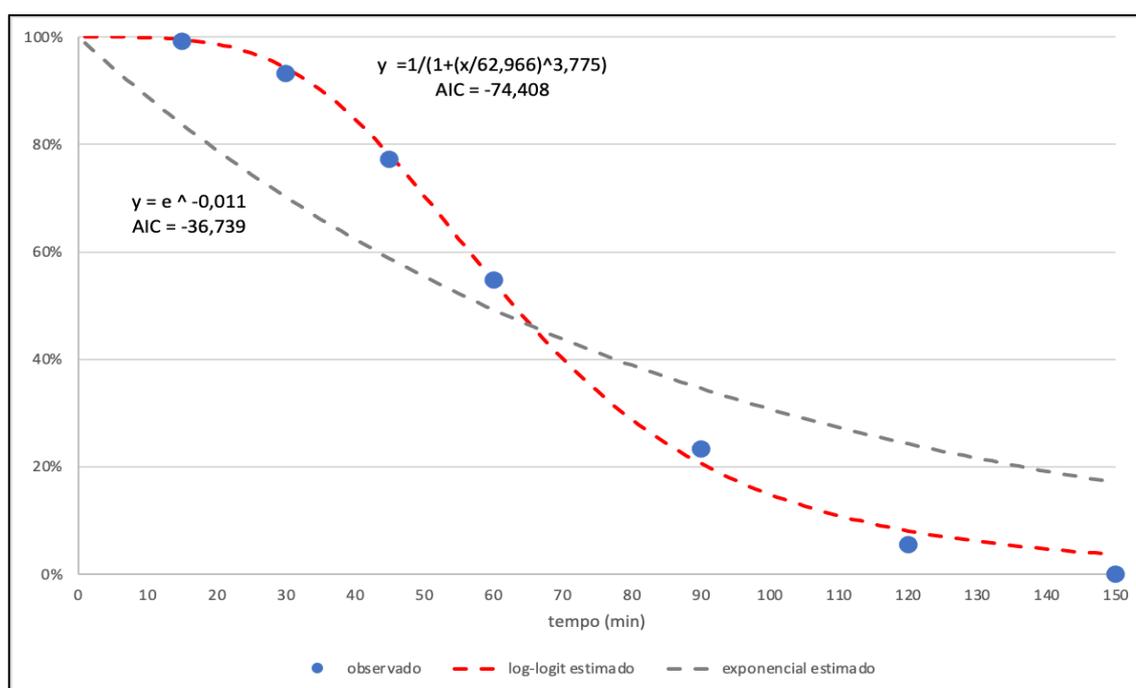


Figura 5.23: Ajuste da função de decaimento (modo dois ou mais ônibus) para o nível de exclusão social alto

A função que melhor se adequou ao modelo foi a log-logit ($AIC = -74,408 < -36,739$). O nível de exclusão alto mantém o padrão da distribuição das viagens das curvas de nível baixo e médio, porém se deslocando para a direita do gráfico, reforçando a propensão pela realização de viagens longas, sendo próximo a 23% o número de viagens com mais de 90 minutos.

5.5.8 Comparação das funções de impedância para os três níveis de exclusão em dois ou mais ônibus

Para comparar as funções do modo dois ou mais ônibus, foram realizadas análises matemáticas (teste AIC). Em todos os casos a função log-logit melhor se adequou aos dados observados, figura 5.24.

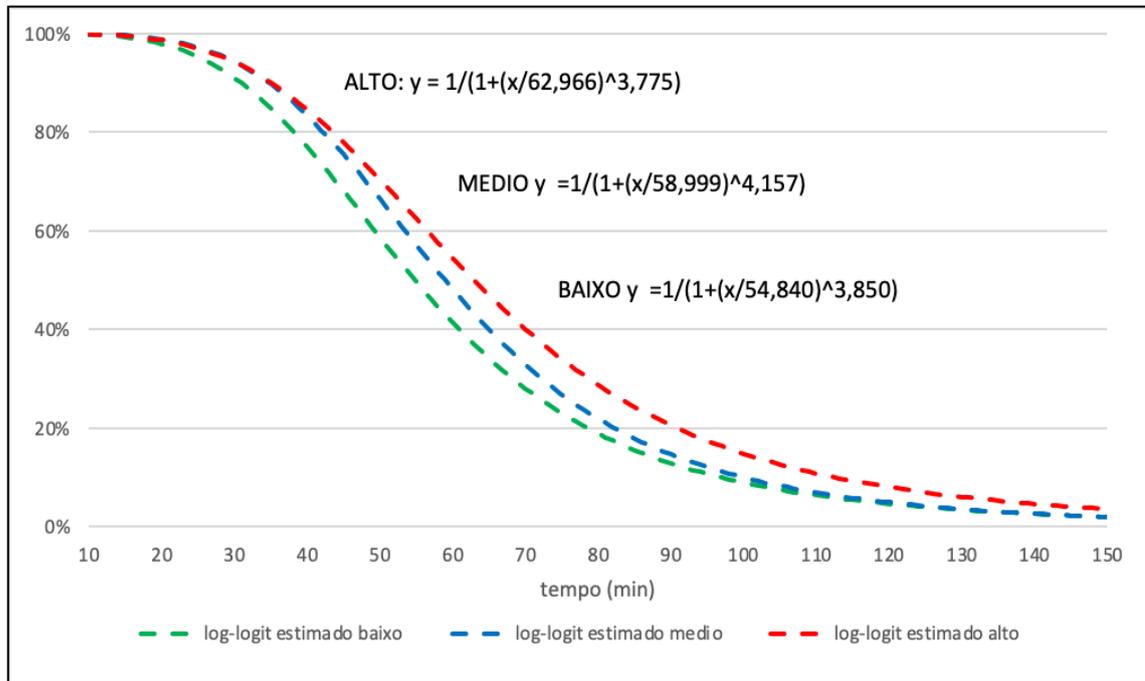


Figura 5.24: Sobreposição dos gráficos de decaimento – dois ou mais ônibus

As curvas do nível baixo apresentam queda mais acentuada que os demais grupos, possuindo menor número de viagens até os 100 minutos. O nível de exclusão médio e alto são similares, com poucas viagens ocorrendo em até 45 minutos. O nível de exclusão social alto, se mostra menos sensível ao tempo de viagem, possuindo maiores durações.

O Quadro 5.5 mostra os valores dos parâmetros das funções de decaimento calibradas para os três níveis de exclusão social para as viagens por ônibus.

Quadro 5.5 – Valores dos parâmetros da função de decaimento (log-logit) calibrados para as viagens por ônibus

Função log-logit	Nível de exclusão social	Um ônibus		Dois ônibus	
		α	β	α	β
$f(c_{ij}) = \frac{1}{1+e^{\alpha \cdot c_{ij}^{\beta}}}$	Baixo	38,490	3,528	54,840	3,850
	Médio	40,707	6,611	58,999	4,157
	Alto	44,126	3,360	62,966	3,775

c_{ij} : tempo de viagem (em minutos)

5.6 Viagens em ônibus + metrô

O metrô em conjunto com o ônibus foi a única combinação modos de transporte com significativo número de respostas, possuindo 1425 registros, sendo o modal com a segunda menor representatividade (4,45% da amostra). As funções de impedância foram calibradas para cada um dos níveis de exclusão social.

5.6.1 Função de impedância para o nível de exclusão social baixo.

A tabela 5.19 apresenta a frequência acumulada do número de viagens realizadas com a combinação dos modos ônibus + metrô. Os tempos de viagem da tabela foram declarados pelos respondentes.

Tabela 5.19: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com baixo nível de exclusão, pelo modo ônibus + metrô

Tempo (min)	Freq. de viagens	Freq. acumulada das viagens	Freq. acumulada relativa	Inverso da freq. acumulada relativa
Até 15	6	6	0,019	0,981
15-30	21	27	0,084	0,916
30-45	48	75	0,233	0,767
45-60	103	178	0,553	0,447
60-90	101	279	0,866	0,134
90-120	28	307	0,953	0,047
120<	15	322	1,000	0,000

A figura 5.25 foi gerada a partir da tabela 5.19, mostrando o comportamento do grupo com baixo nível de exclusão social nos modos ônibus + metrô. As funções exponenciais e log-logit também estão descritas na figura.

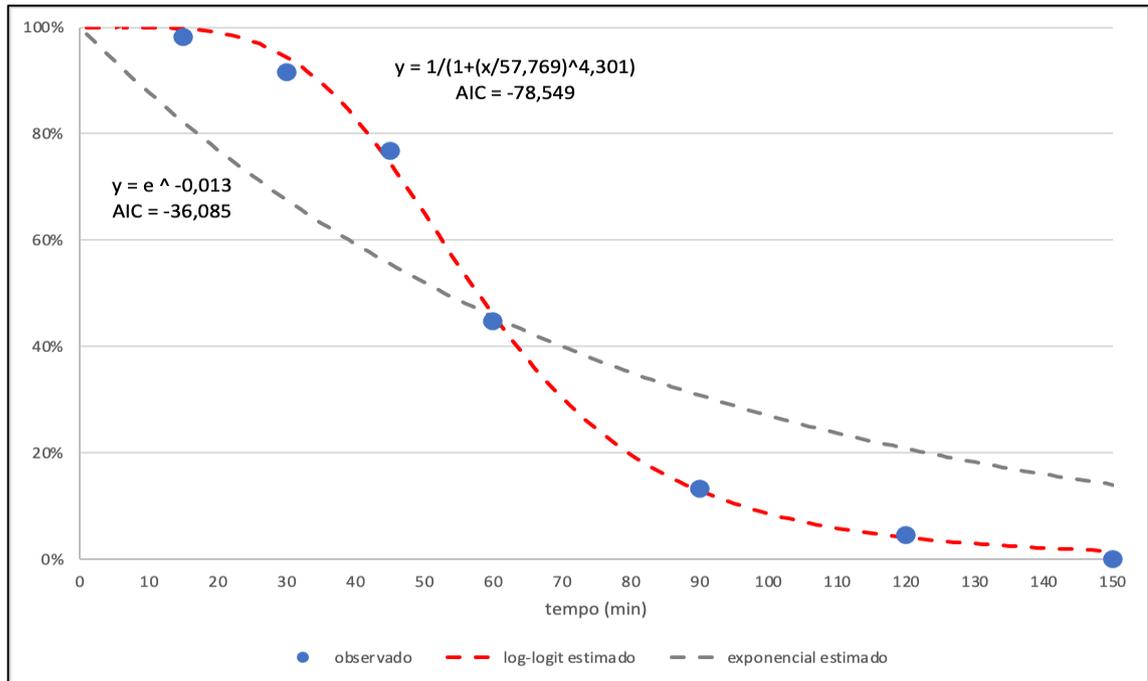


Figura 5.25: Ajuste da função de decaimento (ônibus + metrô) para o nível de exclusão social baixo

A figura 5.25 mostra que a função log-logit melhor se ajusta aos dados observados das pessoas com baixo nível de exclusão social ($AIC = -78,549 < -36,085$). Poucas viagens ocorrem em até 30 minutos (5% da amostra), caindo acentuadamente no intervalo entre 30 - 90 min (aproximadamente 80% ocorrem em até 90min). Os demais 15% das viagens possuem duração superior a 90 minutos.

5.6.2 Função de impedância para o nível de exclusão social médio

A tabela 5.20 apresenta informações relativas as viagens realizadas em ônibus e metrô por indivíduos em condição de média exclusão social.

Tabela 5.20: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com nível de exclusão médio, pelo modo ônibus + metrô

Tempo (min)	Freq. de viagens	Freq. acumulada das viagens	Freq. acumulada relativa	Inverso da freq. acumulada relativa
Até 15	2	2	0,003	0,997
15-30	49	51	0,071	0,929
30-45	73	124	0,173	0,827
45-60	191	315	0,439	0,561
60-90	253	568	0,791	0,209
90-120	116	684	0,953	0,047
120<	34	718	1,000	0,000

A figura 5.26 mostra o comportamento das viagens do nível de exclusão médio, apresenta um início de curva semelhante as informações do nível de exclusão baixo (figura 5.25), com poucas viagens ocorrendo nos primeiros 30 minutos, porém o grupo com nível médio de exclusão realiza menos viagens entre 30 – 90 minutos, tornando maior o número de viagens com durações a cima de 90 minutos. Para este caso, a função log-logit se adaptou melhor aos dados (AIC = -75,783 < -35,154).

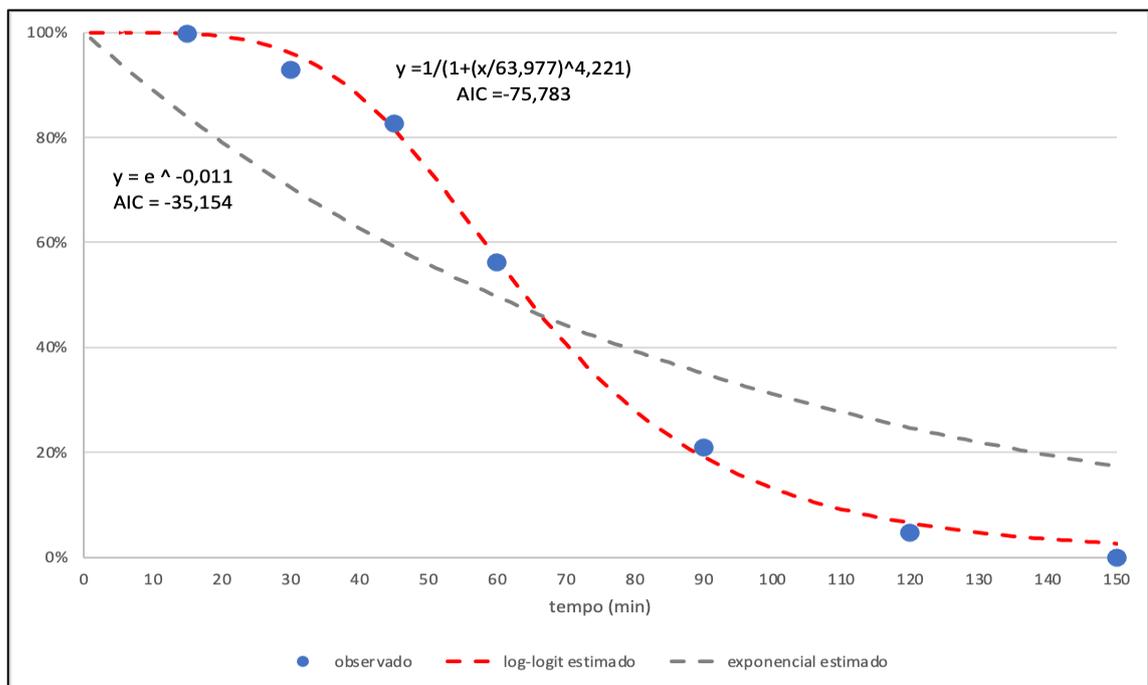


Figura 5.26: Ajuste da função de decaimento (ônibus + metrô) para o nível de exclusão social médio

5.6.3 Função de impedância para o nível de exclusão social alto

A tabela 5.21 mostra informações relativas as viagens realizadas por indivíduos em condição de alta exclusão social.

Tabela 5.21: Duração e frequência das viagens realizadas por indivíduos com nível de exclusão alto, pelo modo ônibus + metrô

Tempo (min)	Freq. de viagens	Freq. acumulada das viagens	Freq. acumulada relativa	Inverso da freq. acumulada relativa
Até 15	3	3	0,008	0,992
15-30	18	21	0,055	0,945
30-45	37	58	0,151	0,849
45-60	66	124	0,322	0,678
60-90	165	289	0,751	0,249
90-120	75	364	0,945	0,055
120<	21	385	1,000	0,000

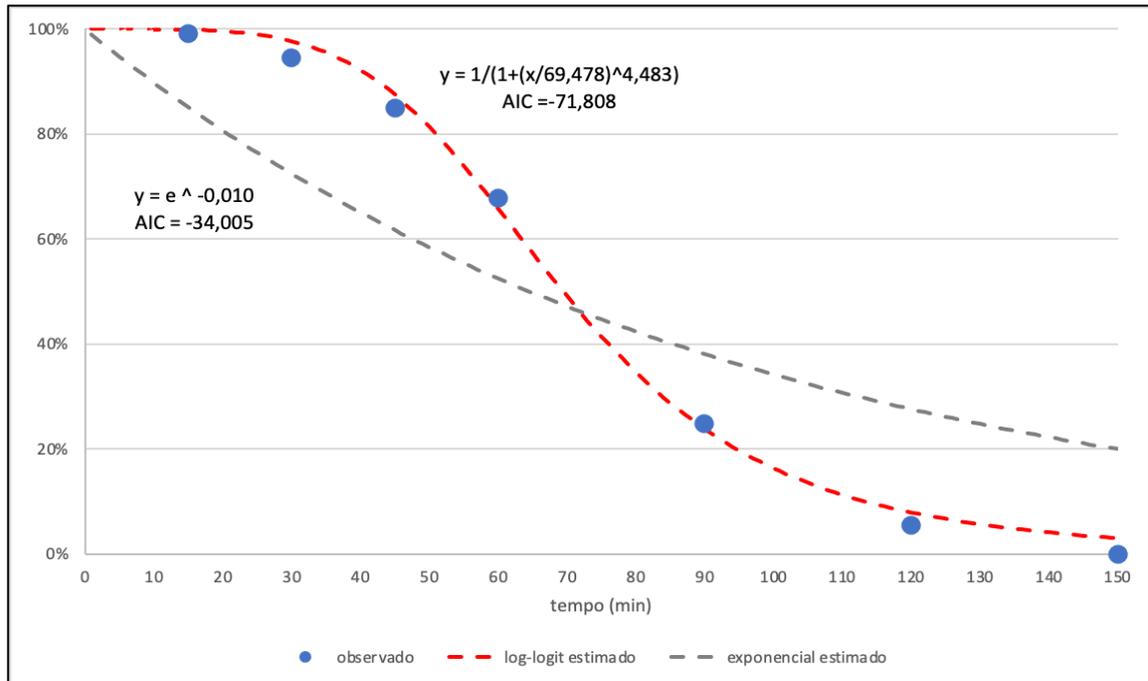


Figura 5.27: Ajuste da função de decaimento (ônibus + metrô) para o nível de exclusão social alto

No nível de exclusão social alto (figura 5.27) a curva que melhor se adequou aos dados foi a log-logit ($AIC = -71,808 < -34,005$), se posicionando a direita do gráfico. Há uma pequena quantidade de viagens ocorrendo nos primeiros 45 minutos (17%), seguido por caimento íngreme entre 45 – 120 minutos (80%). Possuindo assim, maiores tempos de viagem que os níveis de exclusão social baixo e médio.

5.6.4 Comparação das funções de impedância para os três níveis de exclusão

Nas três figuras anteriores os dados observados se assemelham as curvas log-logit, fato comprovado pelo teste AIC. A comparação entre as curvas está descrita na figura 5.28.

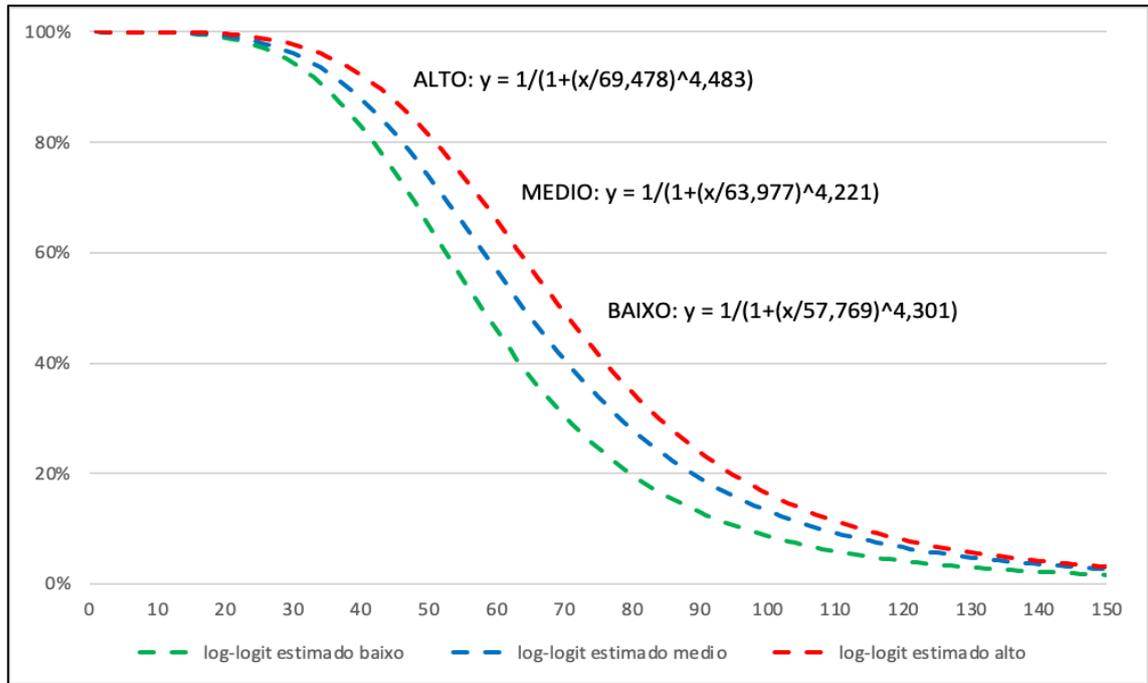


Figura 5.28: Sobreposição de gráficos de decaimento - modo metrô + ônibus

Ao serem analisadas em conjunto, verifica-se há diferença clara entre os tempos de viagem dos níveis de exclusão social, mostrando a tendência de pessoas com maiores níveis de exclusão social a realização de viagens mais longas.

O Quadro 5.6 mostra os valores dos parâmetros das funções de decaimento calibradas para os três níveis de exclusão social para as viagens por metrô + ônibus.

Quadro 5.6 – Valores dos parâmetros da função de decaimento (log-logit) calibrados para as viagens por metrô + ônibus

Função log-logit	Nível de exclusão social	α	β
$f(c_{ij}) = \frac{1}{1+e^{\alpha \cdot c_{ij}^{\beta}}}$	Baixo	57,769	4,301
	Médio	63,977	4,221
	Alto	69,478	4,483

c_{ij} : tempo de viagem (em minutos)

6. ANÁLISE DA ACESSIBILIDADE

Neste capítulo são apresentadas as análises de acessibilidade. Inicialmente tratamos da acessibilidade de acordo com os modos de transportes e posteriormente são apresentadas as análises de acessibilidade segundo os níveis de exclusão social.

Os níveis de acessibilidade de cada modo de transporte apresentam escalas distintas, e por ser um nível não possuem unidade de medida. O cálculo da acessibilidade foi elaborado para os três grupos de exclusão social, tendo como unidade mínima as zonas de tráfego.

6.1 Acessibilidade a pé

A figura 6.1 mostra a acessibilidade ao emprego das pessoas com baixo nível de exclusão social no modo a pé.

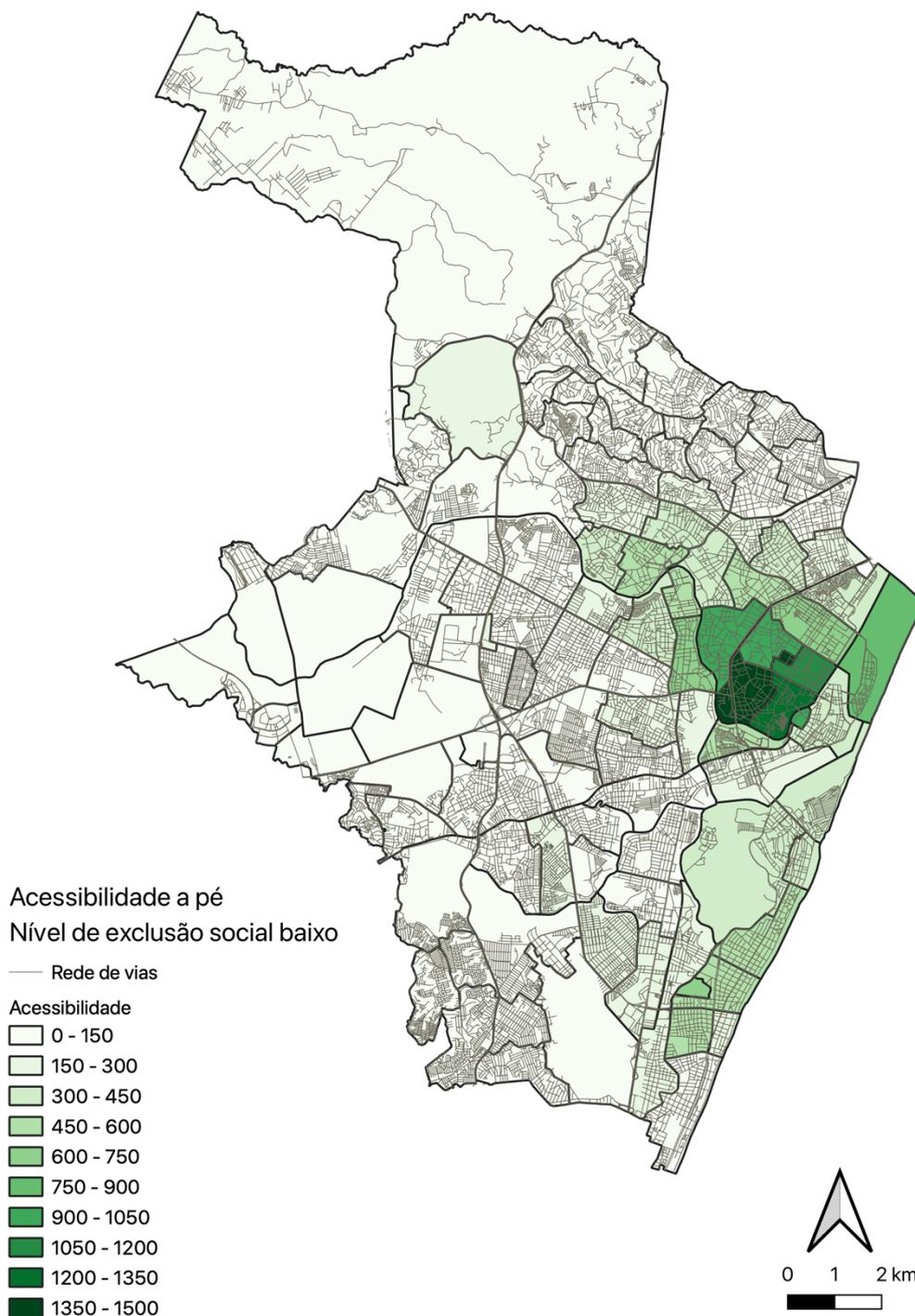


Figura 6.1: Acessibilidade as oportunidades de emprego no modo a pé de indivíduos com nível de exclusão social baixo

Duas zonas localizadas na região centro-leste apresentam os maiores níveis de acessibilidade (1350 – 1500). Sendo que uma delas, a zona 59, possui o maior número de postos de emprego acessados por este grupo. No modo a pé poucas zonas apresentam altos níveis de acessibilidade, com apenas nove zonas com acessibilidade superior a 600.

Vinte zonas possuem valores de acessibilidade entre 300 – 600, localizadas na região centro-norte e em uma faixa de 2,5km na extensão do litoral. As demais zonas de tráfego possuem menores níveis de acessibilidade (0 -300), localizadas em toda região centro-sul e extremo norte.

A acessibilidade no modo a pé para o nível de exclusão médio possui comportamento semelhante ao nível baixo, com maiores níveis de acessibilidade concentrados na região centro-oeste (zona de tráfego 59).

Para este grupo de pessoas, nenhuma zona de tráfego possui acessibilidade entre 1350 -1500. As regiões próximas a zona 59 possuem valores acima de 450, todas localizadas na região centro-leste.

Muitas zonas possuem níveis de acessibilidade muito baixos (entre 0-150), correspondendo a 75,2% da área da cidade, em regiões localizadas na parte norte, oeste e sul incluso em zonas litorâneas. A figura 6.2 apresenta estas informações referentes a acessibilidade dos indivíduos com nível de exclusão social médio.

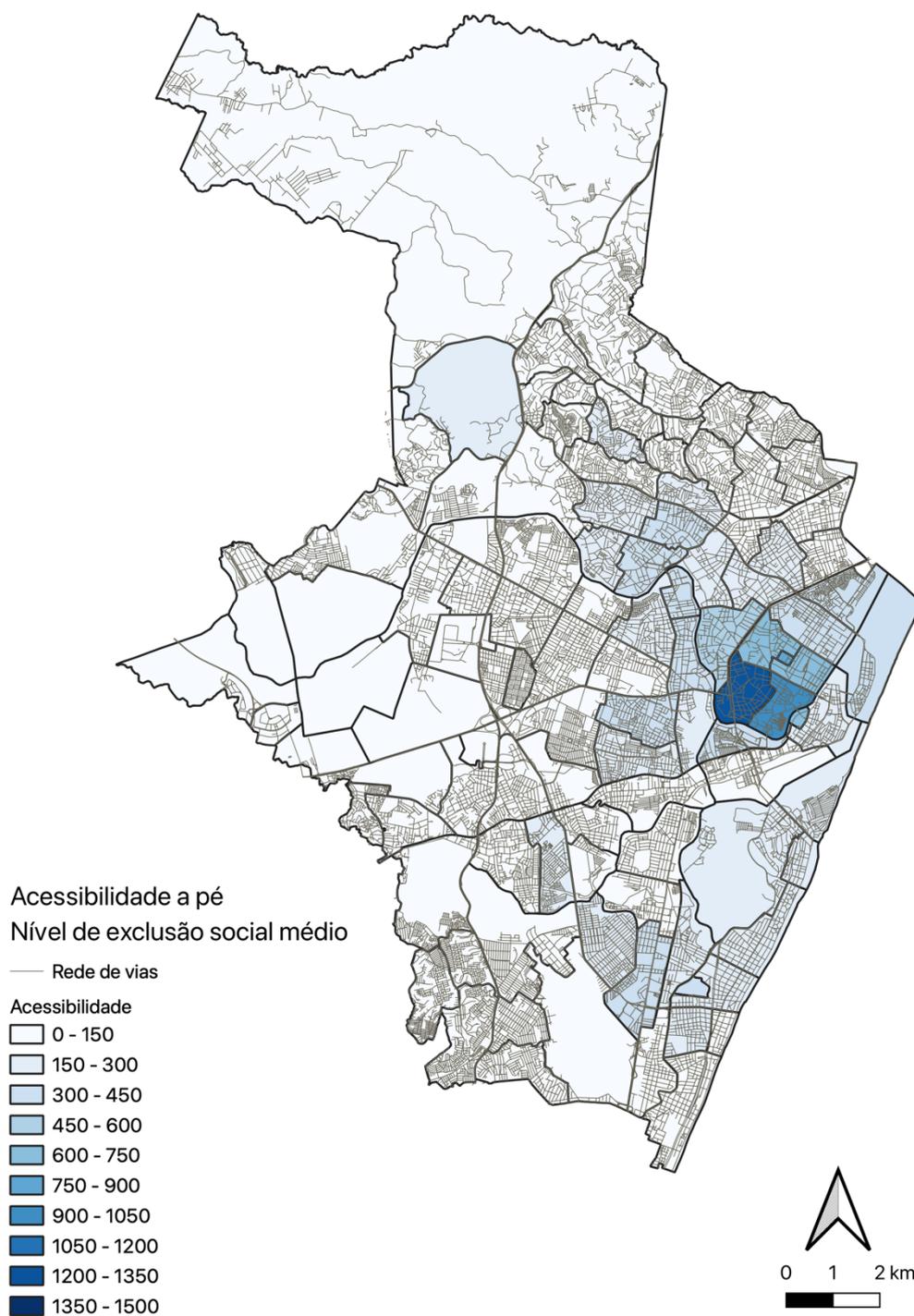


Figura 6.2: Acessibilidade as oportunidades de emprego no modo a pé de indivíduos com nível de exclusão social médio

A figura 6.3 apresenta a acessibilidade a pé as oportunidades de emprego para o grupo com altos níveis de exclusão social.

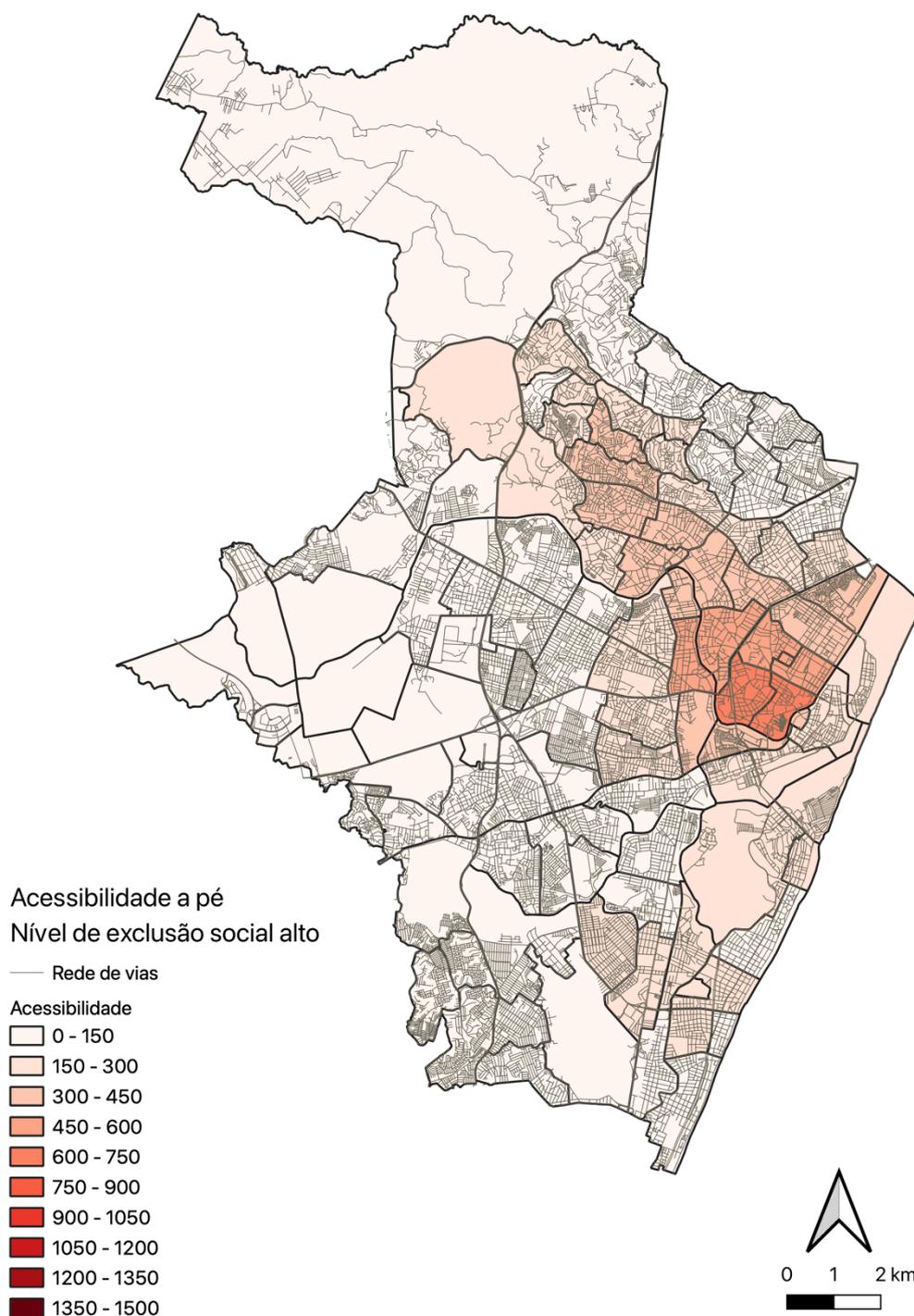


Figura 6.3: Acessibilidade as oportunidades de emprego no modo a pé de indivíduos com nível de exclusão social alto

O grupo com alto nível de exclusão social no modo a pé possui menores níveis de acessibilidade, distribuídos na cidade de forma mais homogênea. Os maiores níveis de acessibilidade deste grupo são limitados ao intervalo 600 – 750, estando apenas duas zonas, localizadas na região centro-leste, dentro deste intervalo (zonas 58 e 59). Ao compararmos com os níveis de acessibilidade da

zona 59 no grupo com nível de exclusão baixo (figura 6.1) observamos uma redução de 50,6%.

Outras 47 zonas de tráfego apresentam acessibilidade entre 150 – 600, localizadas em uma faixa centro-norte que desce em direção ao litoral sul, ocupando 29% da área de Recife. As regiões de menor acessibilidade (0 - 150) estão localizadas a oeste, sul e no extremo norte. A figura 6.4 apresenta a comparação da acessibilidade do modo a pé para os três níveis de exclusão social.

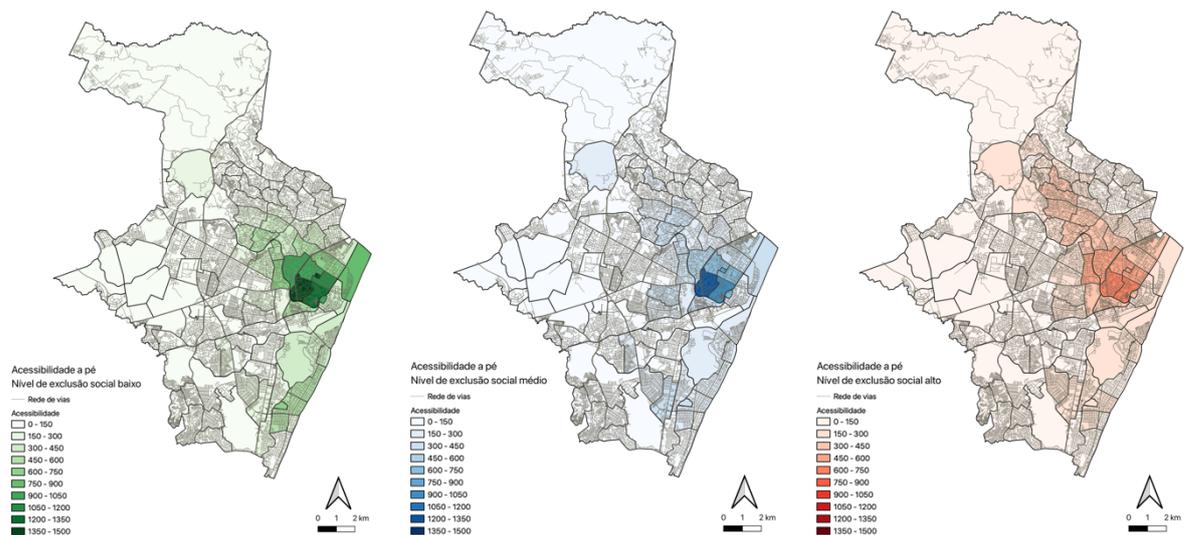


Figura 6.4: Distribuição espacial da acessibilidade no modo a pé para os três níveis de exclusão social

Ao compararmos os três mapas é possível perceber que os valores de acessibilidade tendem a cair paralelamente ao aumento do nível de exclusão social.

A zona com maiores níveis de acessibilidade, para todos os grupos, está na porção centro-leste (zona 59). As que a sucedem em relação ao nível de acessibilidade, variam de acordo com as regiões de interesse de cada nível de exclusão social. Enquanto o primeiro grupo (nível de exclusão baixo) se atém a região central e litorânea, o segundo (nível de exclusão médio) se concentra na área central e litoral norte, o terceiro (nível de exclusão alto) se desloca na área centro norte da cidade, locais que possuem mais postos de emprego destinado aos respectivos grupos (figuras 4.5, 4.6 e 4.7).

A zona de tráfego 154, segunda maior zona na região noroeste, possui valores de acessibilidade elevados nos três grupos, nela estão localizados o Parque Estadual dois Irmãos e alguns equipamentos sociais. É possível inferir que o valor

representativo da acessibilidade desta área é motivado pelo grande número de postos de emprego na área (no item 4.3).

6.2 Acessibilidade em bicicleta

O cálculo da acessibilidade no modo bicicleta foi realizado para os três níveis de exclusão social. A figura 6.5, mostra a acessibilidade ao emprego dos indivíduos com nível baixo de exclusão social.

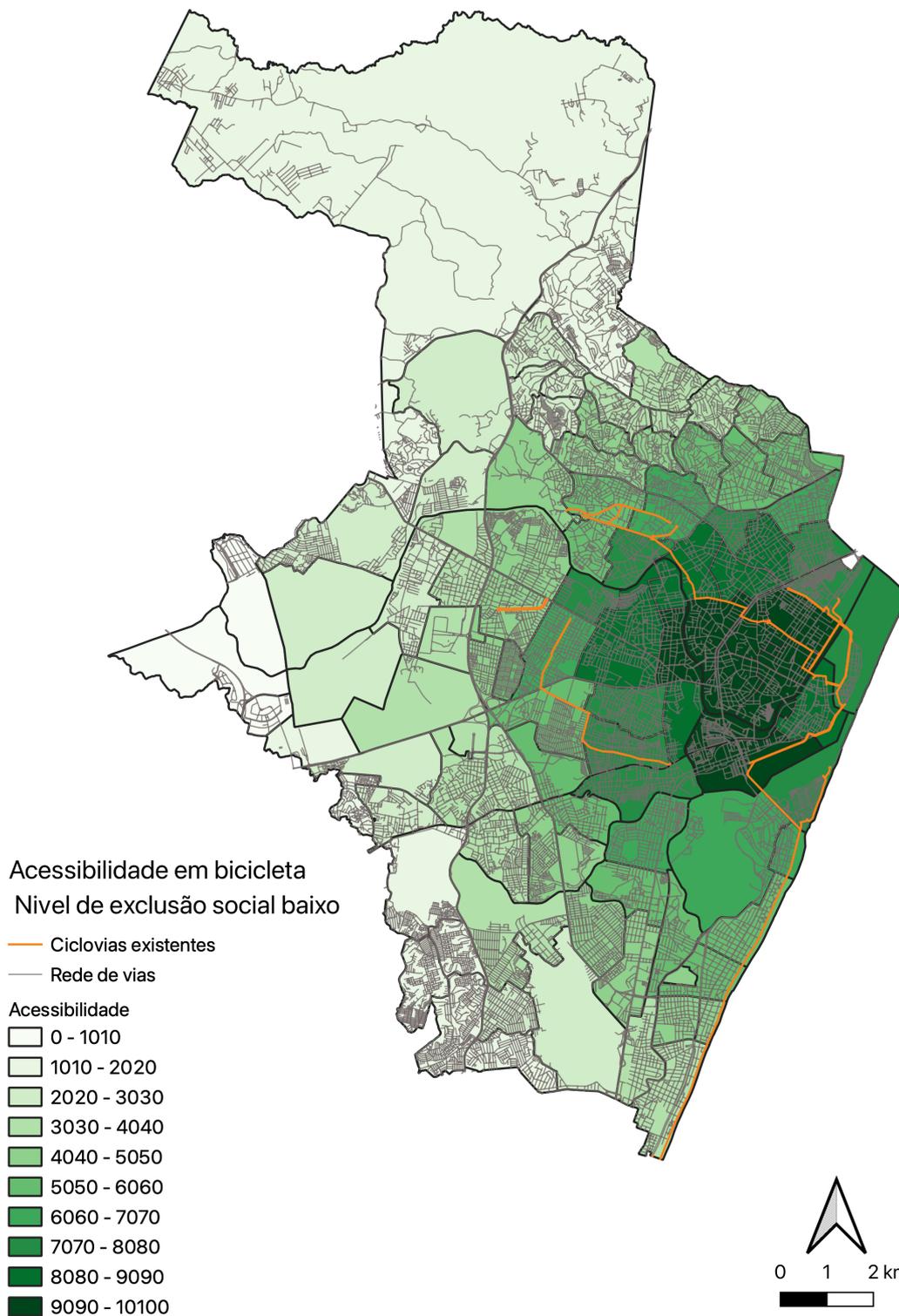


Figura 6.5: Acessibilidade as oportunidades de emprego no modo bicicleta de indivíduos com nível de exclusão social baixo

Onze zonas localizadas no centro-leste da cidade possuem os maiores níveis de acessibilidade (9090-10100), região com maior número de postos de trabalho. Agregadas a estas, existem mais vinte e cinco zonas com acessibilidade entre 6060

– 9090, com redução gradual da acessibilidade simultânea ao distanciamento do centro, esta região corresponde a 22,46% da área de Recife.

Melo (2013), em estudo sobre a promoção da mobilidade urbana sustentável no município, demonstrou através de mapas, que esta mesma área possui a maior parte das infraestruturas direcionadas ao uso da bicicleta, fato que pode interferir de forma positiva na acessibilidade, devido o aumento do número de viagens,

A região com nível de acessibilidade intermediário (entre 3030 – 6060) se expande em todo o litoral e região centro norte. Fato que pode ser justificado pelo grande número de oportunidades de emprego destinado a esta população na área, e pela facilidade de acesso a infraestrutura de transporte.

Localizadas a oeste, sul e extremo norte estão as zonas com os níveis mais baixos de acessibilidade, todos variando entre 0 - 3030. As zonas com menores níveis de acessibilidade correspondem a regiões dos bairros de Várzea e Guabiraba, áreas com de perfil populacional e econômico distintos, porém ambos com baixa densidade demográfica 31,2 e 1,3 hab/hec (IBGE, 2010). As baixas densidades, podem interferir diretamente no número e oferta de emprego existentes nestas regiões, visto informações da figura 4.5.

A acessibilidade do grupo em situação de média exclusão social em bicicleta (figura 6.6) apresenta um mapa homogêneo, quando comparado com a figura 6.5 (nível de exclusão social baixo), possuindo valores de acessibilidade de até 7070. Para este grupo a área com maior nível de acessibilidade se concentra nas regiões centrais (zonas 59 e 61) com acessibilidade entre 6060-7070.

A região litorânea apresentou níveis de acessibilidade entre 2020 – 5050. Assim como no nível de exclusão social baixo, os valores de menor acessibilidade estão nas regiões lindeiras aos limites do município, principalmente ao norte e oeste, correspondendo aos bairros de Várzea e Guabiraba, Barro. Áreas com perfis econômicos distintos, porém baixa densidade demográfica (IBGE, 2010) e poucas oportunidades de trabalho. Informações melhor observadas na figura 6.6

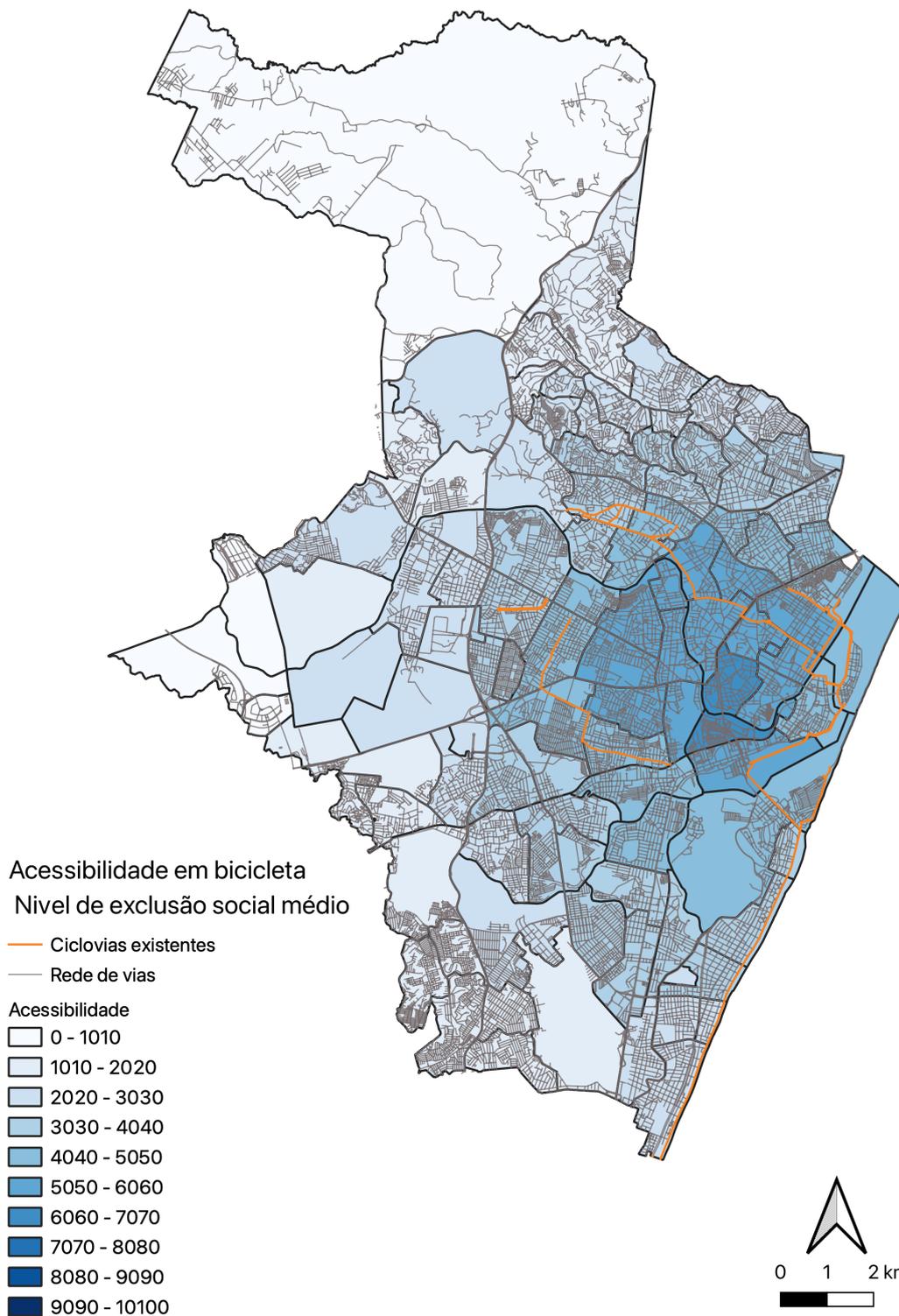


Figura 6.6: Acessibilidade as oportunidades de emprego no modo bicicleta de indivíduos com nível de exclusão social médio

A figura 6.7 apresenta a distribuição a acessibilidade no nível de exclusão social alto.

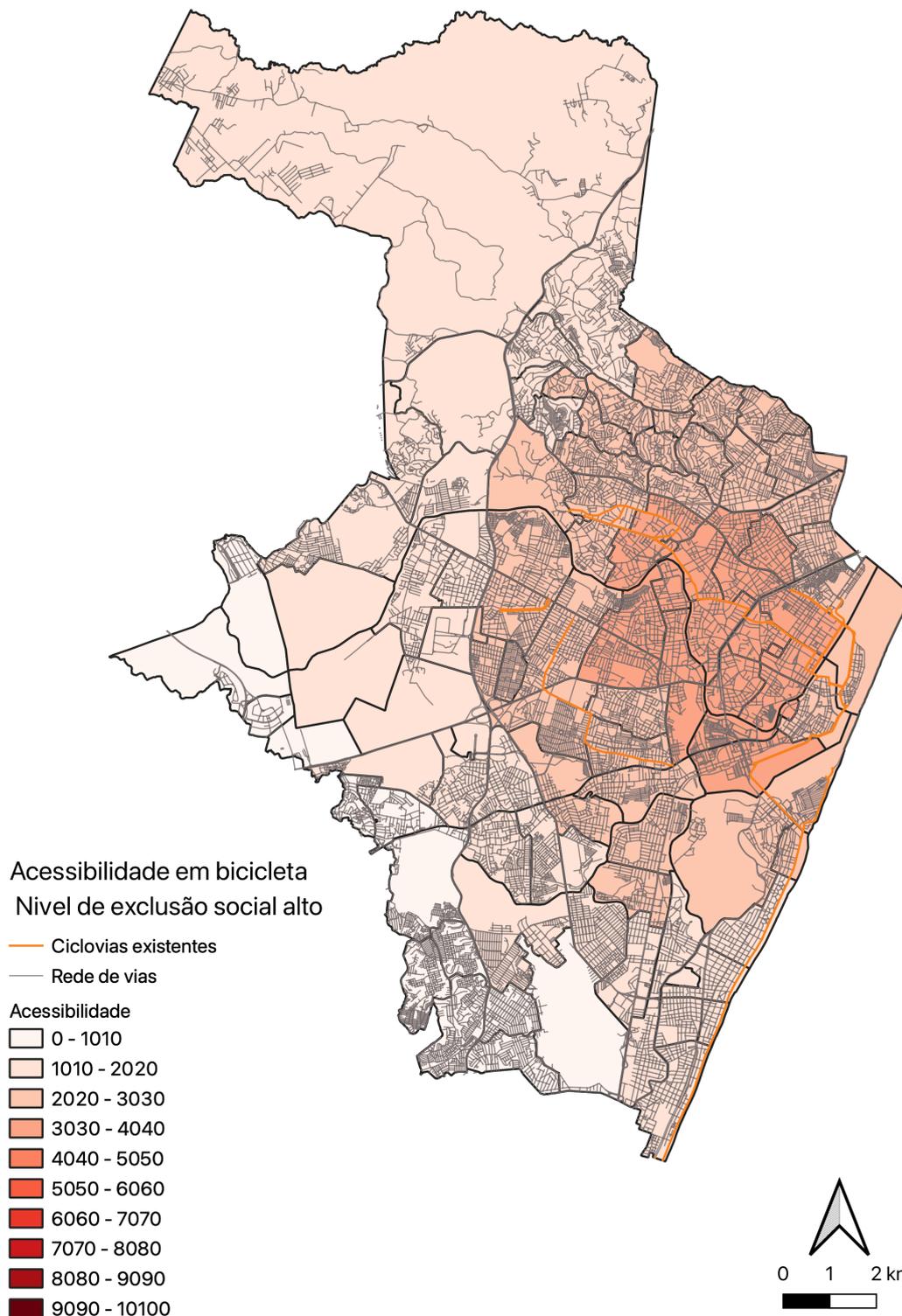


Figura 6.7: Acessibilidade as oportunidades de emprego no modo bicicleta de indivíduos com nível de exclusão social alto

O grupo em condição de alta exclusão social possui menores níveis de acessibilidade (valor máximo de 4040), sendo as regiões centro-leste mais acessíveis ao uso da bicicleta, coincidentes as descritas nos outros grupos com um leve deslocamento em direção a área norte.

Regiões com níveis mais significativos de acessibilidade (2020 -3030), se localizam na região centro-norte e litoral norte, nos bairros de Brasília Teimosa, Santo Antônio e Recife. Conforme Melo (2013), esta região é detentora de quase que a totalidade das ciclovias de Recife, com exceção da Ciclovia Orla.

As zonas com menores níveis de acessibilidade são coincidentes aos demais grupos, correspondendo as regiões extremo norte, oeste e sul do município. A figura 6.8 apresenta a comparação da acessibilidade do modo a bicicleta para os três níveis de exclusão social (baixo, médio e alto).

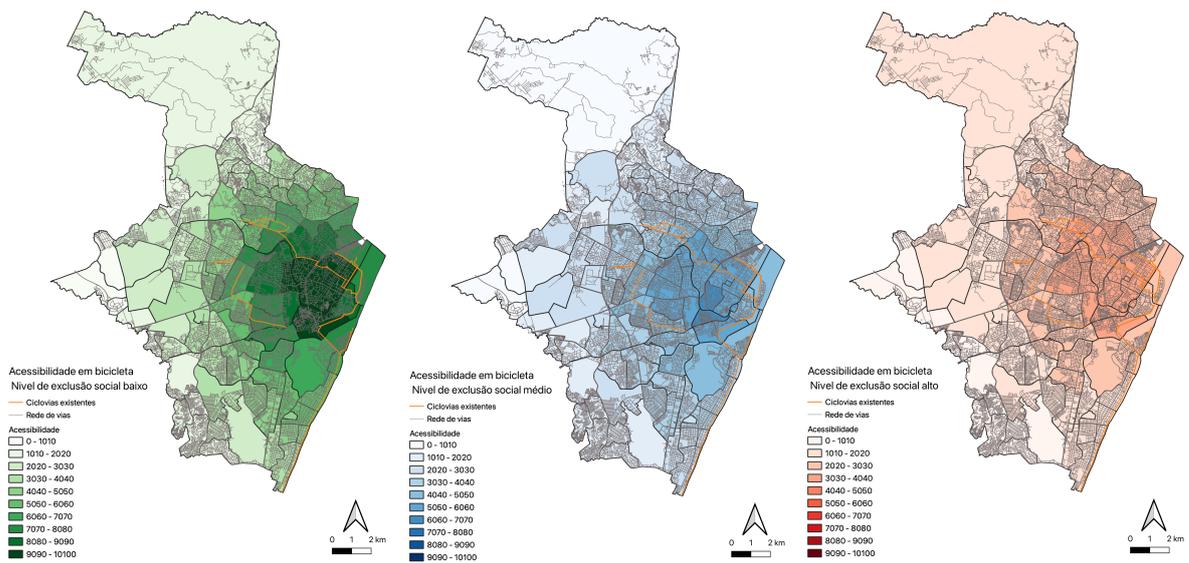


Figura 6.8: Distribuição espacial da acessibilidade no modo bicicleta para os três níveis de exclusão social

Em análise comparativa dos níveis de exclusão social, é possível constatar que os grupos possuem maiores níveis de acessibilidade na mesma região (centro-leste), devido o alto número de oportunidades de emprego ali localizadas. Porém, a acessibilidade decai à medida que aumenta o nível de exclusão social dos grupos (fato comprovado pelos coeficientes das funções de impedância) e as zonas se distanciam da área central.

O grupo com níveis baixos de exclusão social apresentam maiores níveis de acessibilidade em bicicleta na região centro-leste e faixa litorânea, ao passo que a acessibilidade do nível de exclusão médio é distribuída no centro com menores valores que o grupo anterior e o grupo em condição de alta exclusão social possui maiores níveis de acessibilidade na região centro-norte, com valores inferiores aos demais níveis de exclusão.

Em comparação com o modo a pé, os níveis de acessibilidade são maiores. Enquanto no primeiro a acessibilidade é no máximo de 1500, em bicicleta os níveis chegam a 10100. Se compararmos a área urbana, observamos um maior atendimento de melhores níveis de acessibilidade na bicicleta, devido o alcance do modo, principalmente para os grupos em situação de baixa e média exclusão.

6.3 Acessibilidade em motocicleta

A figura 6.9 mostra a distribuição da acessibilidade em motocicleta do grupo com de baixo nível de exclusão social.

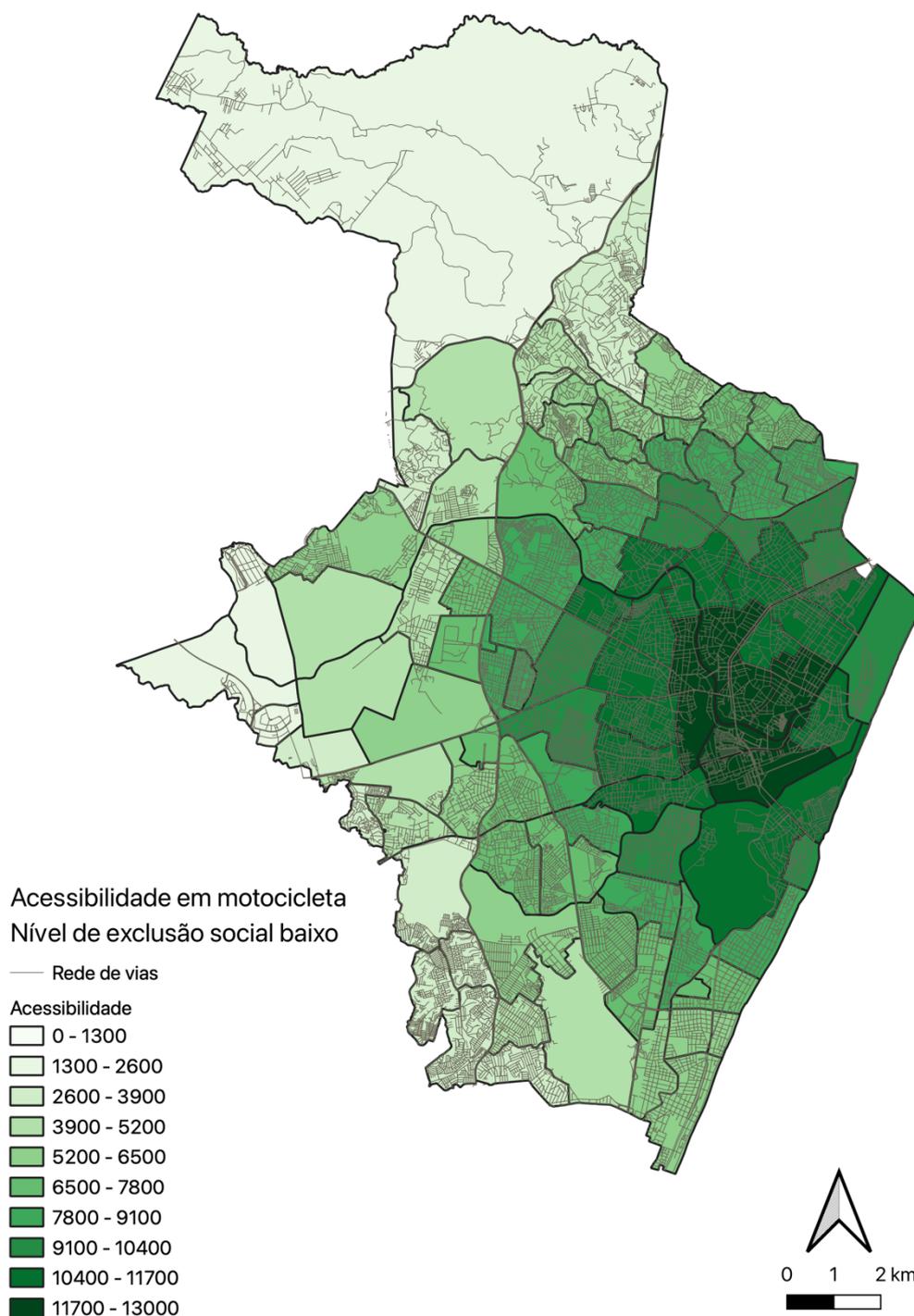


Figura 6.9: Acessibilidade as oportunidades de emprego no modo motocicleta de indivíduos com nível de exclusão social baixo

A figura apresenta maiores níveis de acessibilidade ao trabalho quando comparada com os modos a pé (item 6.1) e bicicleta (item 6.2).

Na região centro-leste há uma concentração de dez zonas de tráfego com os maiores níveis de acessibilidade (11700 - 13000). Formando um semicírculo ao norte desta área existem mais dezessete zonas, com níveis de acessibilidade entre

10400 - 11700, seguidas por dez zonas com acessibilidade de até 9100. Região que corresponde a 23,5% da cidade.

Apenas quatro regiões apresentam baixos níveis de acessibilidade em motocicleta (1300 - 2600), localizadas no extremo oeste e extremo norte (Zona 158 - bairro de Guabiraba). Para este grupo, nenhuma zona de tráfego possuiu valor de acessibilidade próximo a zero.

A figura 6.10, apresenta a acessibilidade ao trabalho dos grupos com nível médio de exclusão social. Um mapa homogêneo, com número de zonas de tráfegos distribuídas de forma equivalente entre seis níveis de acessibilidade, reduzindo simultaneamente ao distanciamento da região central.

Os maiores níveis de acessibilidade do grupo com médio nível de exclusão social se concentram na região centro-leste, partindo de vinte e uma zonas de tráfego. Região coincidente as de melhor acessibilidade do modo bicicleta. Apenas uma zona de tráfego possui valor próximo a zero (no extremo oeste), que equivale a área de proteção ambiental Mata das Nascentes. As informações descritas estão na figura 6.10.

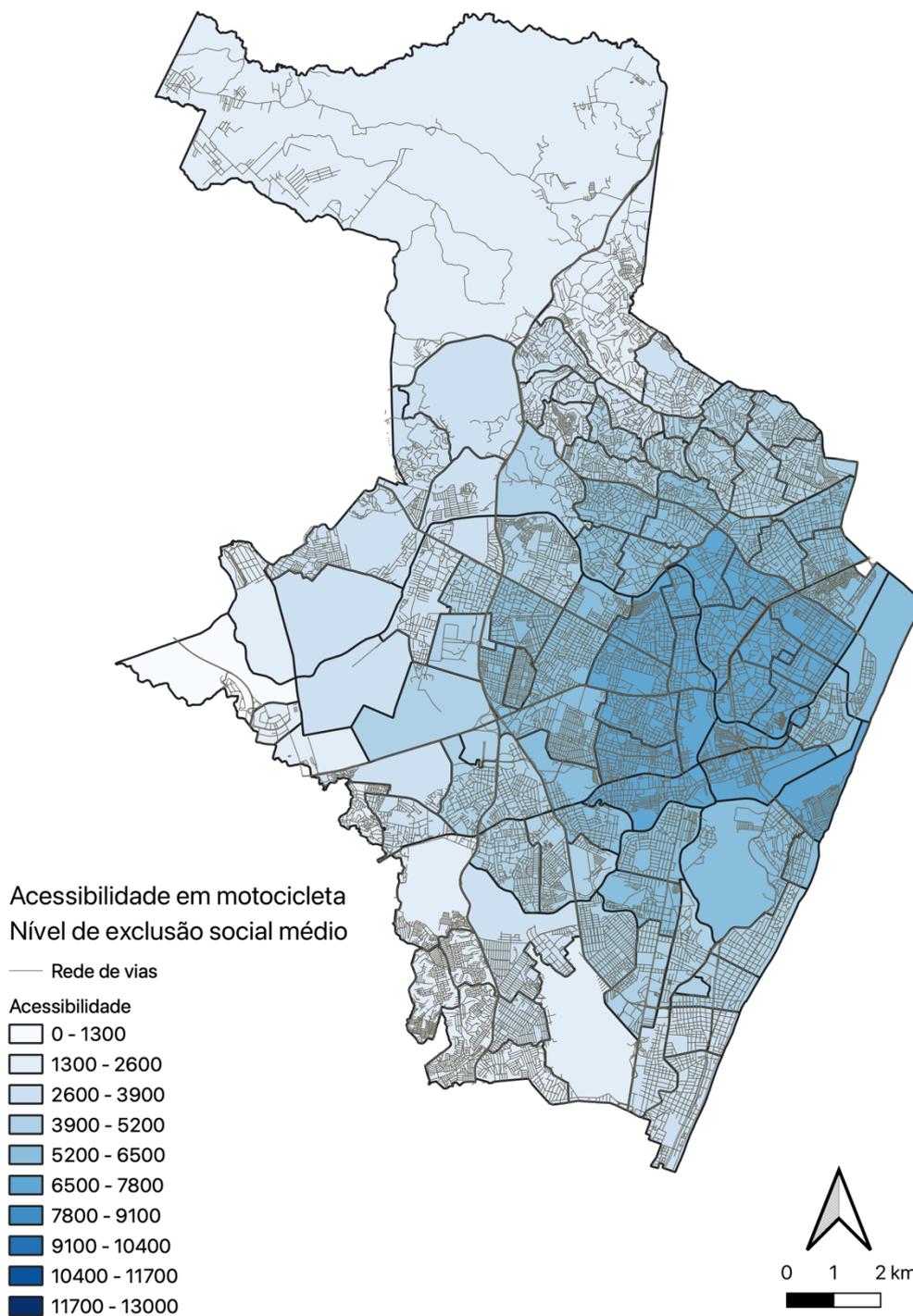


Figura 6.10: Acessibilidade as oportunidades de emprego no modo motocicleta de indivíduos com nível de exclusão social médio

O mapa da figura 6.11 descreve a acessibilidade ao emprego em motocicleta dos indivíduos com nível alto de exclusão social.

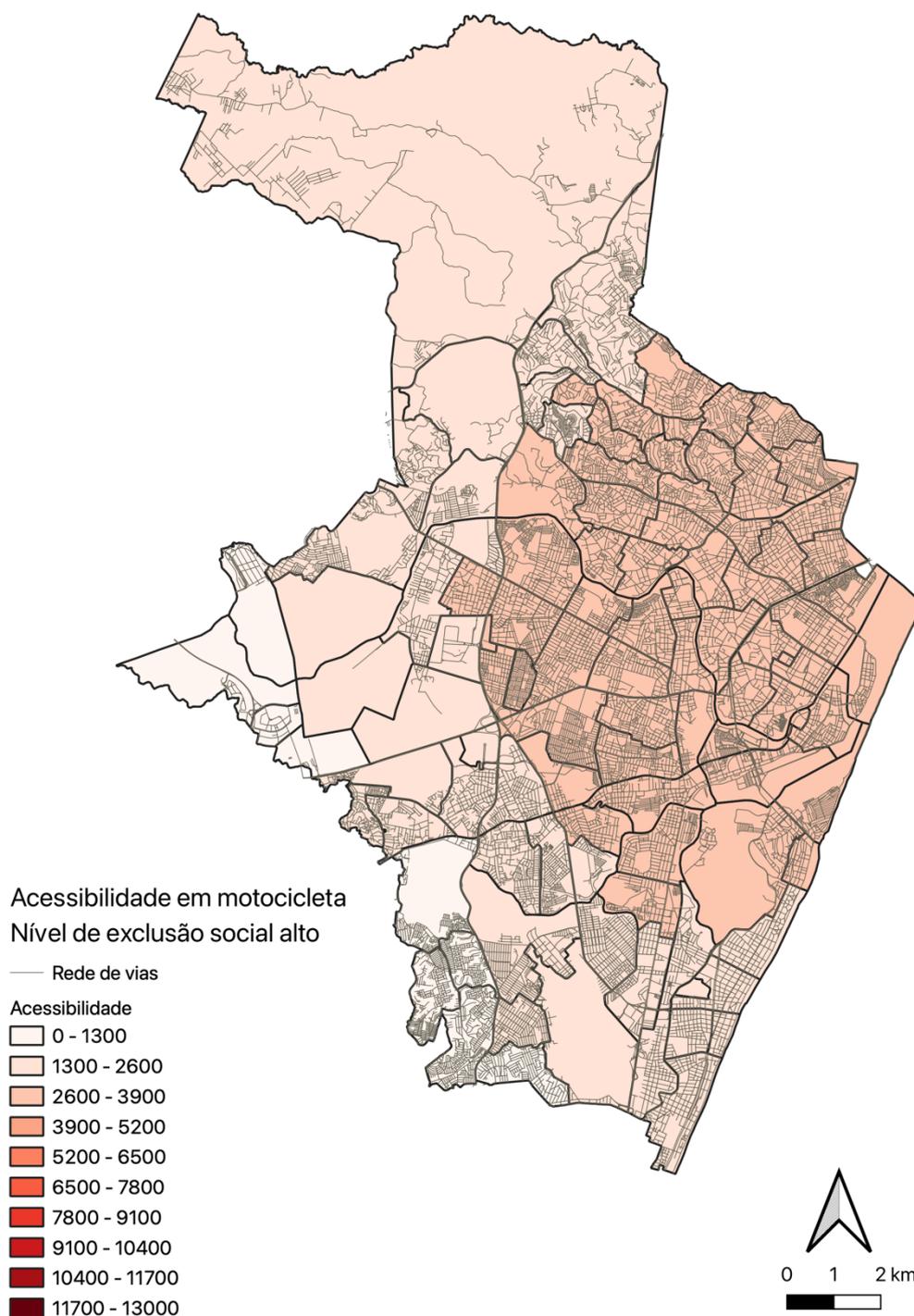


Figura 6.11: Acessibilidade as oportunidades de emprego no modo motocicleta de indivíduos com nível de exclusão social alto

Os níveis de acessibilidade dos indivíduos em condição de alta exclusão social em motocicleta são menores que as demais faixas, atingindo um valor de acessibilidade máximo de 3900. Fato esperado visto a curva de decaimento de tempo de viagem e seus coeficientes serem distintos dos demais do grupo, neste modo transporte.

A área com maior acessibilidade é composta de 61 zonas, tendo como centro o bairro de Afogados com um raio de 4,5km de acessibilidade variando entre 2600 – 3900. Esta grande região é circundada por 37 zonas de tráfego que englobam a área sul do litoral, região oeste e até o extremo norte, com níveis de acessibilidade entre 1300 - 2600.

Os menores níveis de acessibilidade se restringem a uma faixa pequena, que vai da região da Cohab e se estende até o extremo oeste do bairro Várzea.

A figura 6.12 apresenta a comparação da acessibilidade do modo a motocicleta para os três níveis de exclusão social (baixo, médio e alto).

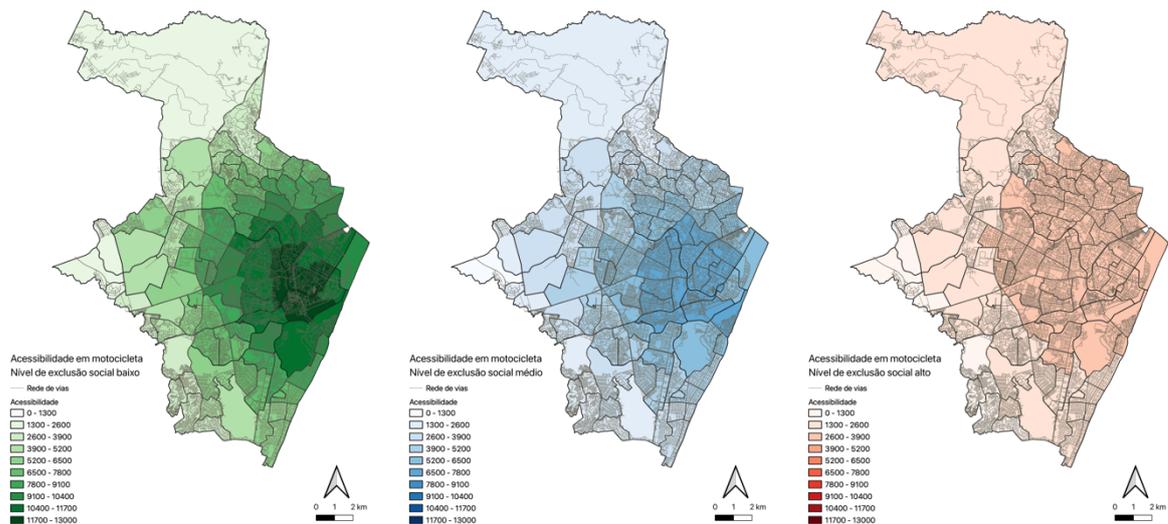


Figura 6.12: Distribuição espacial da acessibilidade no modo motocicleta para os três níveis de exclusão social

Ao compararmos os três mapas percebemos que o nível de exclusão social afeta na acessibilidade ao trabalho em motocicleta, devido a grande disparidade da acessibilidade, principalmente entre os níveis baixo e alto. O grupo com baixo nível de exclusão social possui mais zonas com melhores níveis de acessibilidade ao emprego (valores superiores a 7800), englobando toda área a direita da cidade, ao passo que o nível e exclusão alto não possui nenhuma área com acessibilidade superior a 3900.

As regiões com melhor acessibilidade do grupo com níveis médios de exclusão social, estão localizadas na região central, se deslocando para o centro geográfico e litoral norte da cidade, enquanto indivíduos com alto nível de exclusão social possuem baixos níveis de acessibilidade em toda cidade.

Mello *et al.* (2020) relata que a motocicleta é um meio de transporte que permite o aumento da acessibilidade, por se apresentar como alternativa a insipiência do transporte público nas cidades do nordeste brasileiro, aumentando a capacidade de acesso as atividades e oportunidades. Fato comprovado na comparação com os níveis de acessibilidade obtidos pelo modo a pé (valores de até 1500 - figura - 6.4) e em bicicleta (com níveis de até 10100 – figura 6.8).

6.4 Acessibilidade em carro

A figura 6.13 mostra a acessibilidade ao trabalho em carro dos indivíduos com nível de exclusão social baixo.

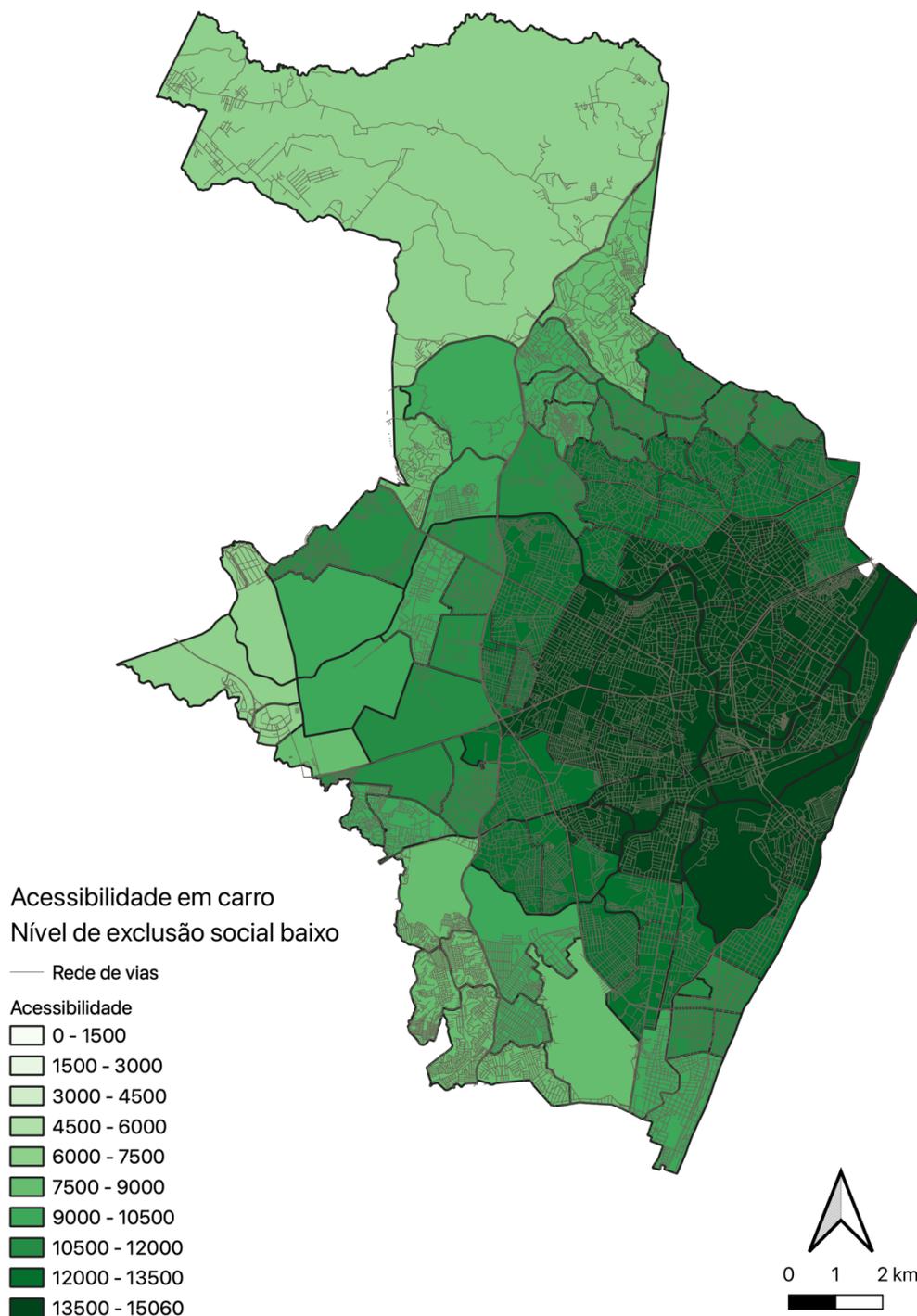


Figura 6.13: Acessibilidade as oportunidades de emprego em carro por indivíduos com nível de exclusão social baixo

O grupo com situação de baixa exclusão social foi o que apresentou maior número de viagens e maiores níveis de acessibilidade entre todos os modais. A figura 6.13 mostra que há uma grande região central (direcionada ao norte e ao litoral) composta por 61 zonas de tráfego, correspondendo a 38% da área da

cidade com níveis de acessibilidade superiores a 12000. Nesta área, 34 zonas estão na faixa de maior acessibilidade (13500 – 15060).

A acessibilidade decai da região central em direção a oeste, com menores níveis nas áreas limdeiras aos outros municípios. As regiões de menor acessibilidade estão localizadas no extremo oeste e norte (bairro de Guabiraba), também identificadas como de baixa acessibilidade nos outros modos de transporte. Porém em carros níveis de acessibilidade variam entre 6000-7500, denotando a propensão e facilidade do uso do carro pelo grupo.

O nível de exclusão social médio (figura 6.14) apresentou valores de acessibilidade inferiores ao nível de exclusão baixo, tendo como máximo 10500. Assim como nas outras figuras a região mais acessível é central partindo do centro sul, nos bairros Soledade, Boa Vista, Derbi e Ilha do Retiro, correspondendo a 9 zonas. Com acessibilidade entre 7500-9000, há um agrupamento de 53 zonas de tráfego, concêntrico a primeira área.

As zonas com menor acessibilidade estão localizadas na região oeste, equivalendo a área de proteção da Mata das Nascentes e condomínio Alphaville. Mesmo reduzida a acessibilidade nesta região varia entre 3000 - 4500. Conforme por ser observado na figura 6.14.

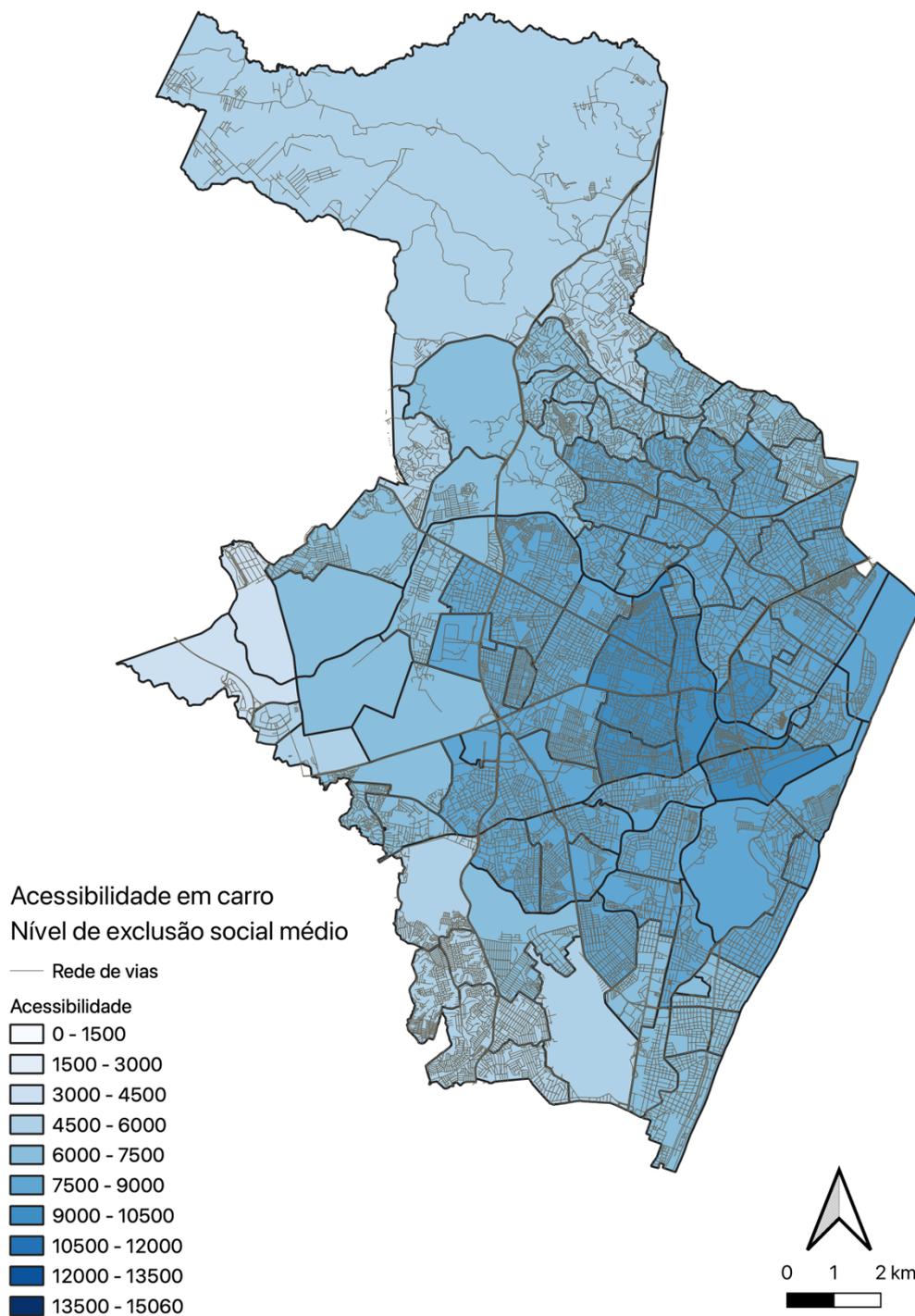


Figura 6.14: Acessibilidade as oportunidades de emprego em carro por indivíduos com nível de exclusão social médio

Com comportamento distinto, a figura 6.15 apresenta a acessibilidade ao trabalho do nível de exclusão social alto.

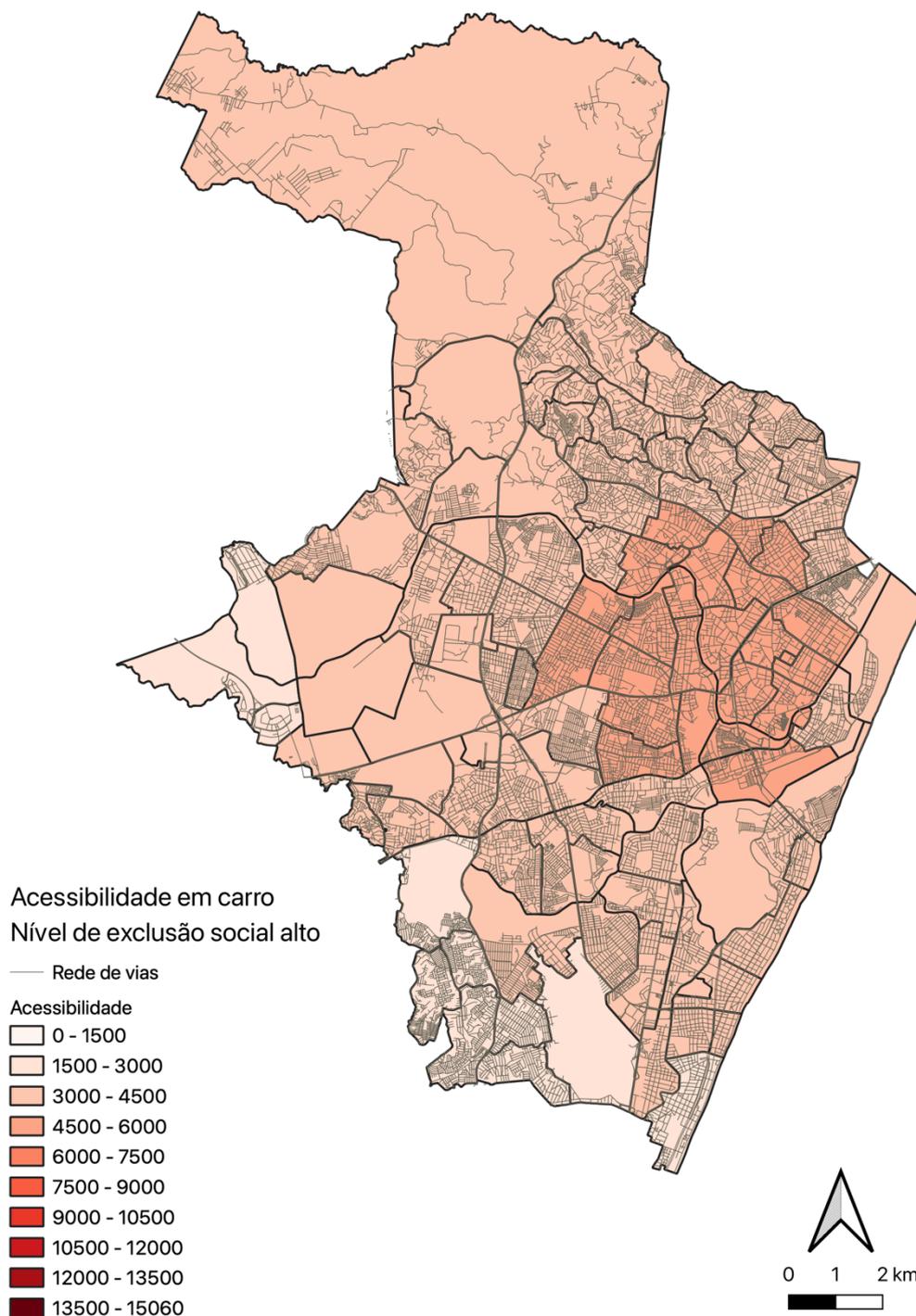


Figura 6.15: Acessibilidade as oportunidades de emprego em carro por indivíduos com nível de exclusão social alto

Os níveis de acessibilidade da figura 6.15 são menores que os outros grupos analisados, sendo estratificado em três níveis. O valor máximo de acessibilidade está entre 4500 – 6000, distribuída em 25 zonas de tráfego na região central.

A faixa subsequente de acessibilidade corresponde a 71 zonas, variando entre 3000 - 4500. Geograficamente, esta região equivale a 75,66% da cidade, se estendendo desde o litoral até a o extremo norte.

As regiões com menores níveis de acessibilidade são lindeiras ao limite sul da cidade (com exceção de uma faixa central), com cerca de 2,5km em direção ao centro da cidade.

A figura 6.16 apresenta a comparação da acessibilidade em carro para os três níveis de exclusão social (baixo, médio e alto).

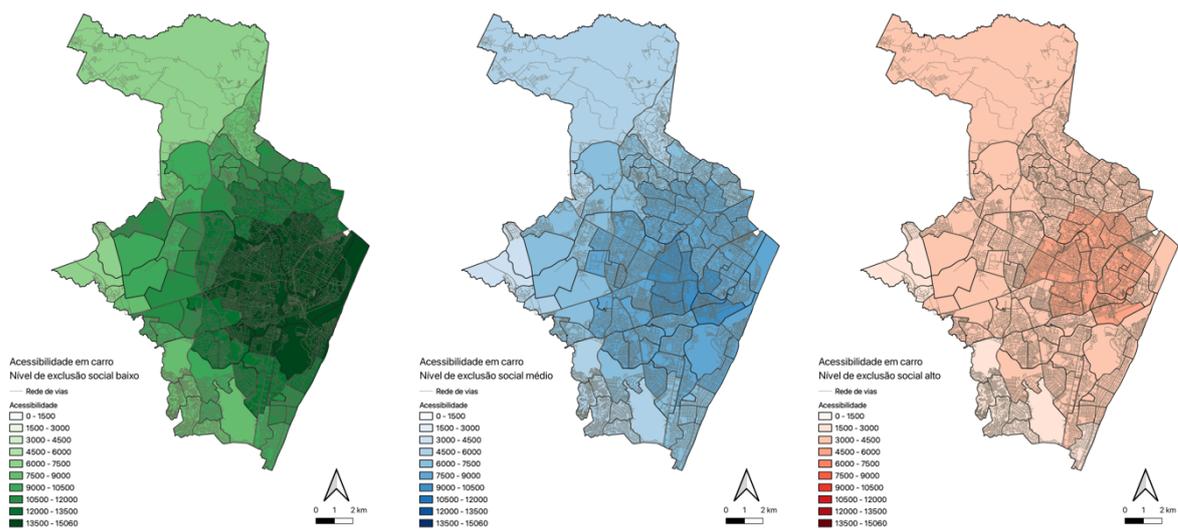


Figura 6.16: Distribuição espacial da acessibilidade no modo carro para os três níveis de exclusão social

A comparação dos mapas demonstra a clara redução na acessibilidade por parte dos grupos com maiores níveis de exclusão social as oportunidades de emprego. O automóvel permite um crescimento expressivo na acessibilidade dos grupos com menores níveis de exclusão social, interferindo também na acessibilidade dos grupos mais excluídos, elevando seus valores quando em comparação com os demais modos de transporte.

Para Betarelli Junior (2015) o desejo da realização de viagens somadas a melhor condição financeira familiar e a utilização de um carro, pode reduzir o tempo das viagens e aumentar a acessibilidade dos indivíduos, fato observado nesta amostra em todos os níveis de exclusão social.

Em comparação com a acessibilidade calculada o modo a pé e bicicleta, o modo carro possui mais zonas de tráfego com maiores níveis de acessibilidade em todos os níveis de exclusão social. Quando comparados o carro com a motocicleta

o comportamento é semelhante quanto as zonas de tráfego, porém o carro apresenta maiores níveis de acessibilidade.

6.5 Acessibilidade em ônibus

Segundo a ANTP (2018) 36% de todas as viagens realizadas em cidades de grande porte brasileiras, são feitas em ônibus. Nas figuras a seguir estão demarcadas a rede de vias utilizada pelos ônibus em Recife. Os cálculos de acessibilidade inicialmente foram feitos para a trajetos realizados em apenas um ônibus, seguido pelos feitos em dois ou mais ônibus em seu trajeto ao trabalho.

6.5.1 Acessibilidade em um ônibus

A figura 6.17, descreve a acessibilidade do grupo com nível de exclusão social baixo.

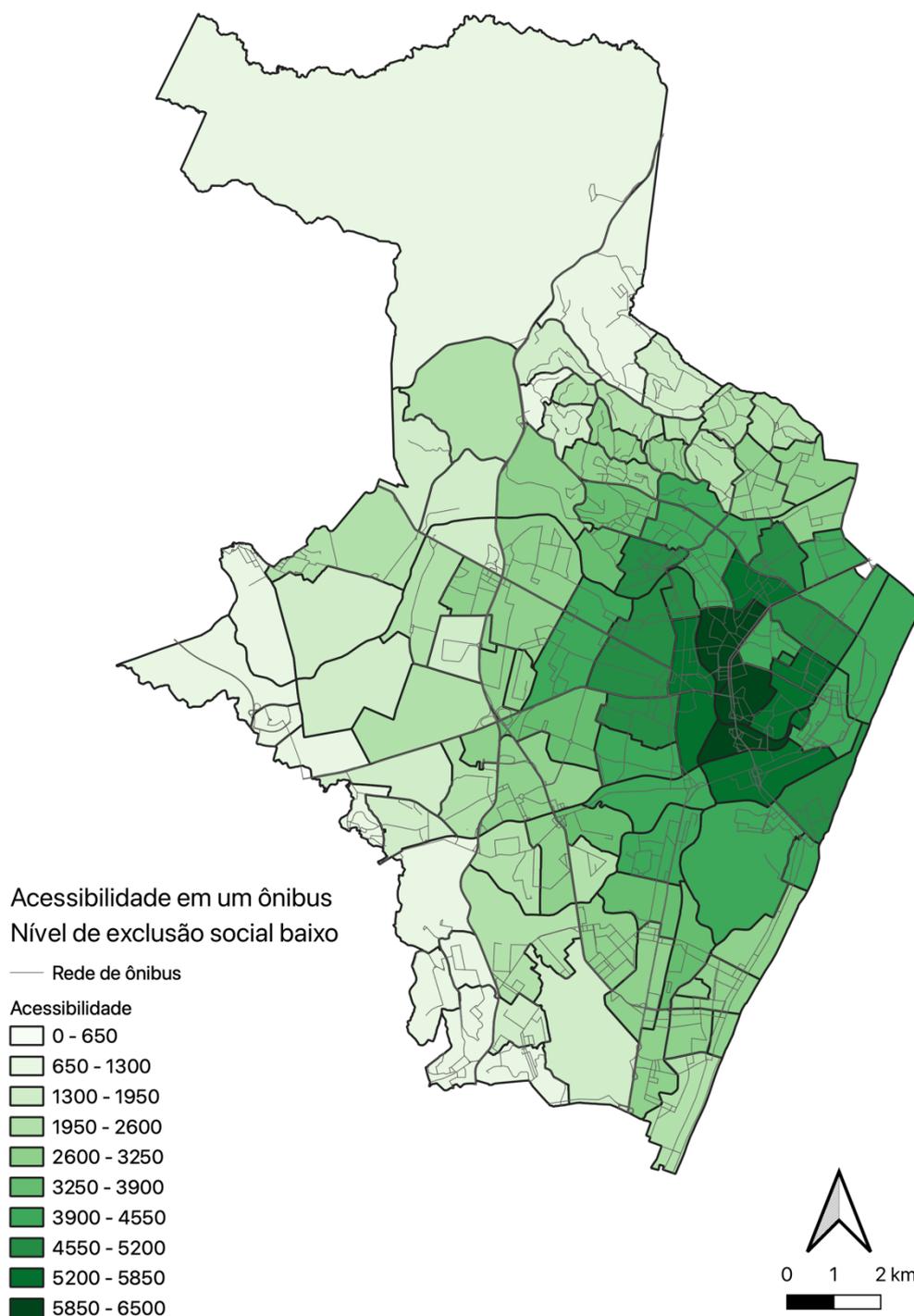


Figura 6.17: Acessibilidade as oportunidades de emprego no modo um ônibus de pessoas com nível de exclusão social baixo.

As áreas com maiores níveis de acessibilidade estão localizadas na região centro-leste, fato já identificado nos outros modos de transporte. A figura 6.17 apresenta três zonas com níveis de acessibilidade ente 5850 – 6500, circundadas por um conjunto de sete zonas de tráfego com níveis de acessibilidade entre 5200

- 5850, e nove zonas de tráfego com acessibilidade entre 4550 - 5200. Todas localizadas na região central e litoral norte.

As zonas com menores níveis de acessibilidade estão localizadas em todas as zonas de tráfego ao sul (com exceção da região litorânea), oeste e norte de Recife. Estas zonas possuem níveis de acessibilidade entre 650 e 1300. Valores inferiores aos demais modos de transporte motorizados descritos até o momento.

Seguindo o padrão de redução da acessibilidade o nível de exclusão social médio (figura 6.18) possui valores inferiores no modo um ônibus. Possuindo como mais acessíveis, apenas duas zonas de tráfego no intervalo entre 3900 - 4450.

As faixas de acessibilidade subsequentes (3250 - 3900) possuem uma distribuição circular ao redor da região central, com onze zonas, porém de forma contrária ao nível de exclusão baixo, há uma preferência pela região ao sul do mapa.

Os pontos de menor acessibilidade decaindo estão em uma zona limítrofe do município ao sul, duas a oeste e uma ao norte. Informações apresentadas na figura 6.18.

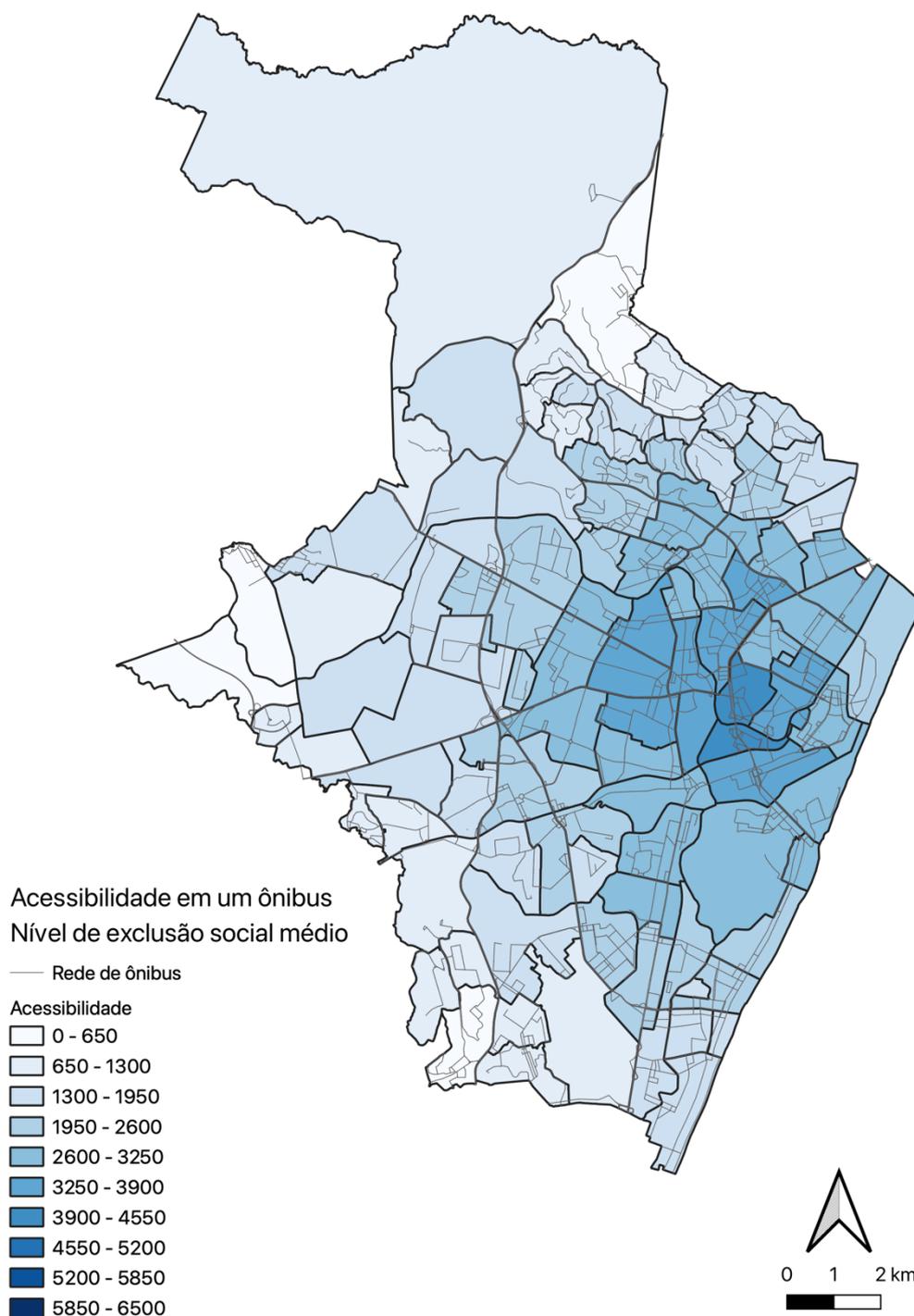


Figura 6.18: Acessibilidade as oportunidades de emprego no modo um ônibus de pessoas com nível de exclusão social médio.

A figura 6.19 mostra a distribuição da acessibilidade nos níveis de exclusão social alto em viagens ao trabalho em um ônibus.

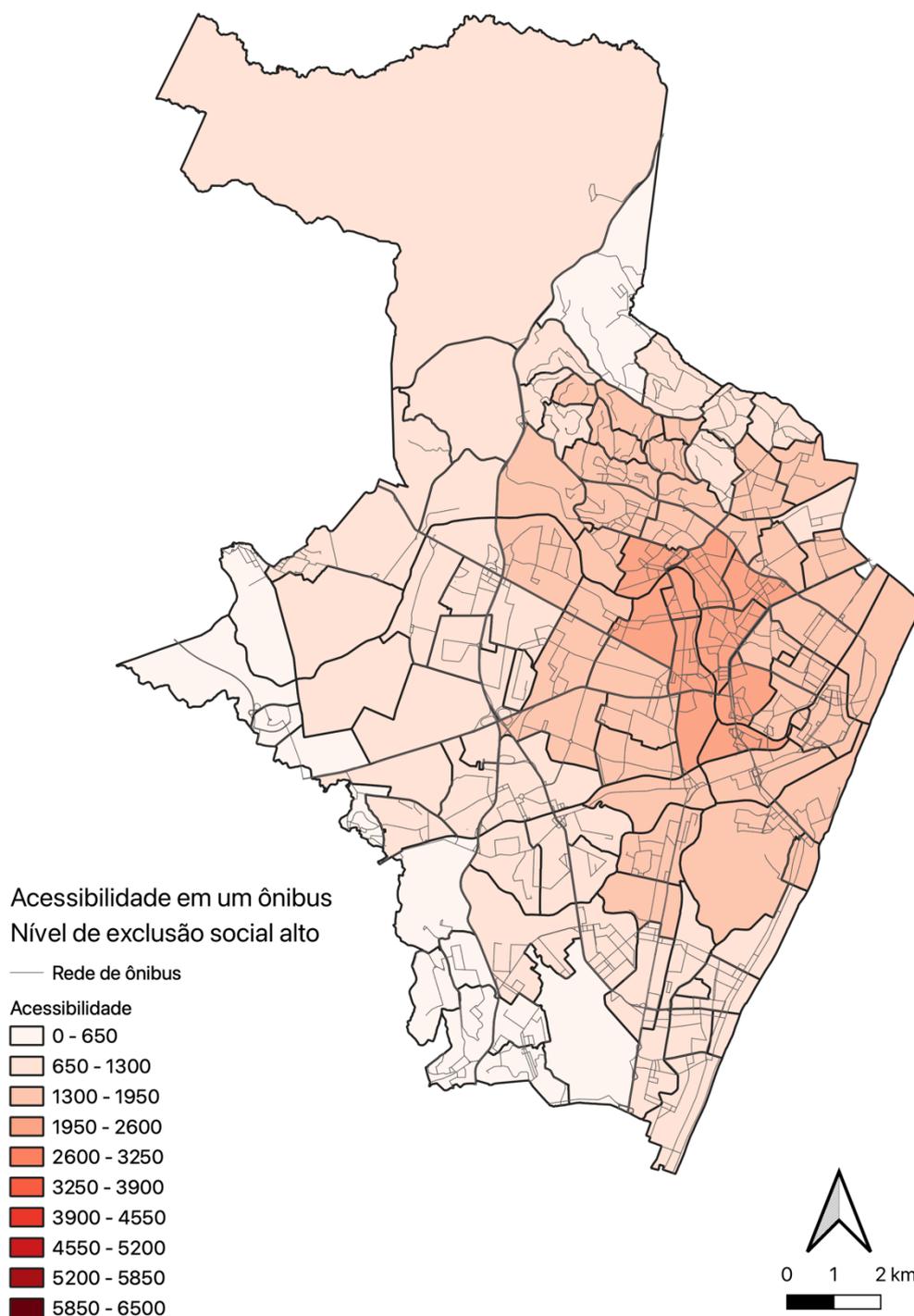


Figura 6.19: Acessibilidade as oportunidades de emprego no modo um ônibus de pessoas com nível de exclusão social alto.

O mapa que classifica a acessibilidade dos níveis de exclusão alto é dividido em quatro níveis. O primeiro de maior valoração (1950 - 2600) equivale a 10 zonas de tráfego, localizadas na porção nordeste da cidade. A classe subsequente equivale a 39 zonas (1300 -1950), incluindo o centro histórico e a região da Bomba

do Hemérito, que possui densidade populacional alta (195,67 hab/hect, IBGE 2010), sendo conhecida por ser um complexo de morros (Pereira, 2015).

O outro nível de acessibilidade do mapa (650 - 1300), é composto por uma grande área circular a descrita anteriormente, correspondendo a 55% da área da cidade, localizada ao norte, centro-oeste e centro-sul, composta por 45 zonas de tráfego. Ou seja, para este grupo grande parte da cidade possui baixos níveis de acessibilidade no transporte coletivo.

As regiões de menor acessibilidade possuem níveis entre níveis de acessibilidade entre 0 - 650, estando localizadas a sudoeste nos limites do município e no bairro de Passarinho.

A figura 6.20 apresenta a comparação da acessibilidade em um ônibus para os três níveis de exclusão social (baixo, médio e alto).

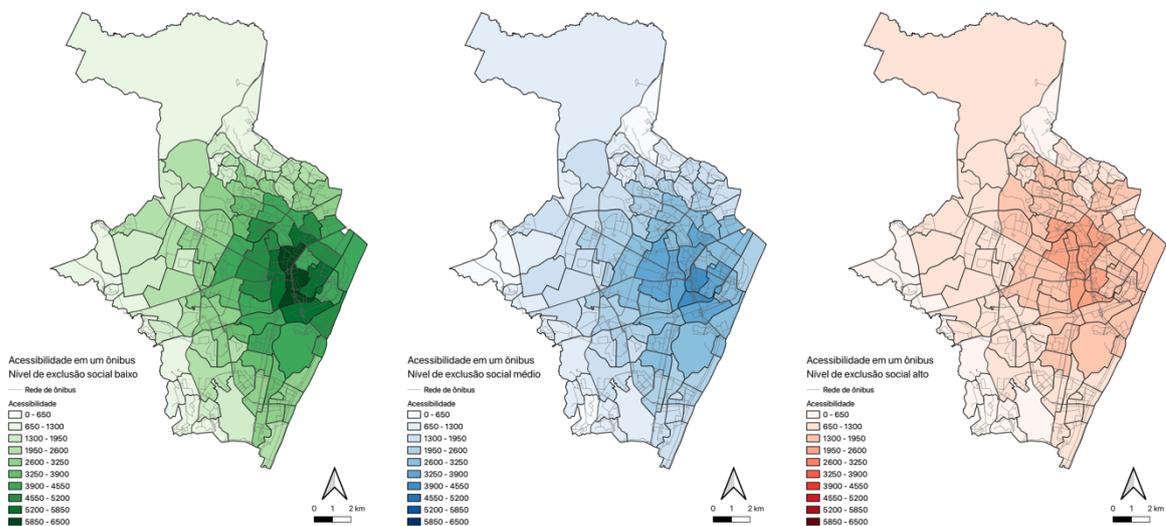


Figura 6.20: Distribuição espacial da acessibilidade em um ônibus para os três níveis de exclusão social

A comparação entre os mapas demonstra que os níveis a acessibilidade decaem de acordo com o aumento da exclusão social. As zonas com maiores níveis de acessibilidade estão localizadas no centro-leste da cidade, se deslocando em direção aos locais com mais postos de emprego de cada um dos grupos. Todos possuem a área centro-leste como região mais acessível.

Por possuir uma menor capilaridade e maior tempo de viagem, a acessibilidade dos indivíduos que utilizaram o ônibus como modo de transporte é inferior aos modos bicicleta, motocicleta e automóvel. Fato que pode ser justificado pela limitação física das linhas de ônibus e pela duração das viagens.

6.5.2 Acessibilidade em dois ou mais ônibus

O Sistema Estrutural de Integrado (SEI,2021) permite a integração física e tarifária dos modos de transporte coletivos na cidade de Recife (Grande Recife, 2021). Para entender se possibilidade de integração atua como uma ferramenta de incremento ou redução da acessibilidade, foram calculadas as acessibilidades para os três níveis de exclusão social para os usuários de dois ou mais ônibus. A figura 6.21 apresenta a acessibilidade do nível baixo de exclusão social.

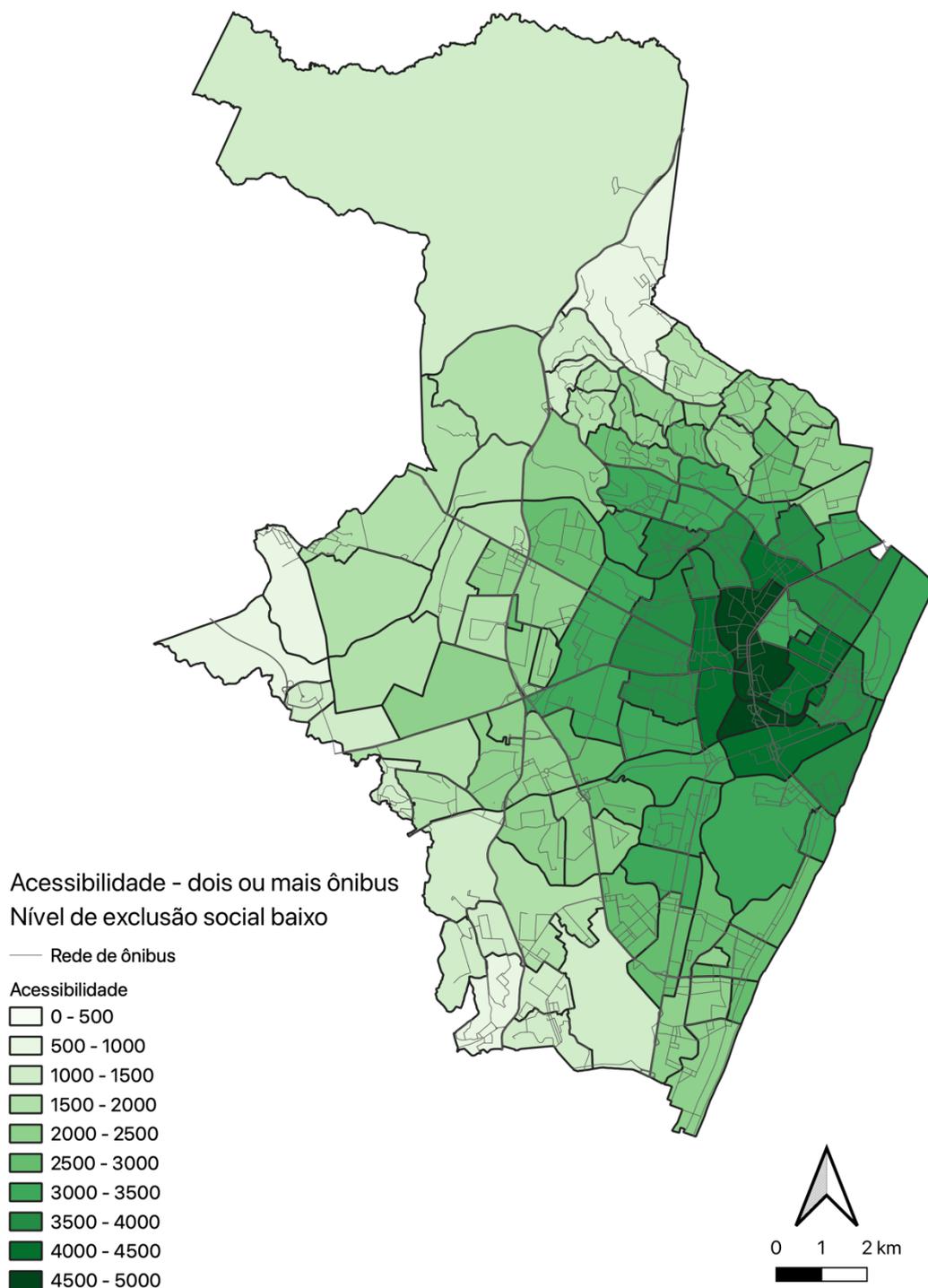


Figura 6.21: Acessibilidade as oportunidades de emprego no modo dois ou mais ônibus de pessoas com nível de exclusão social baixo

O grupo em condição de baixa exclusão social, apresentou três zonas com melhores níveis de acessibilidade (4500-5000), todas localizadas na região central e coincidentes as zonas do modo um ônibus. Os níveis de acessibilidade subsequentes são: 7 zonas entre 4000 - 4500; 12 zonas de tráfego com acessibilidade entre 3500 - 4000 e 17 zonas entre 3000 - 3500. Região que ocupa

25 % da área de Recife. As regiões de menor acessibilidade, são lindeiras as cidades vizinhas, e estão localizadas em regiões com baixíssimas ofertas de emprego, onde a cobertura do sistema de ônibus nestes locais é de baixa densidade, conforme mapa 4.5.

A acessibilidade do nível de exclusão médio (figura 6.22) possui uma queda considerável em relação ao nível baixo, por possuir níveis de acessibilidade de até 3500.

Os maiores níveis são restritos as 05 zonas centrais levemente deslocadas ao sul. O nível subsequente de acessibilidade que varia entre 2500 - 3000 é composto por 12 zonas de tráfego e o nível que varia entre 2000 - 3000 possui 25 zonas em sua área. Esta região de maior acessibilidade, possui 42 zonas de tráfego, correspondendo a 26% da cidade.

A figura 6.22 apresenta distribuição da acessibilidade em viagens realizadas por indivíduos com nível de exclusão social médio em dois ou mais ônibus.

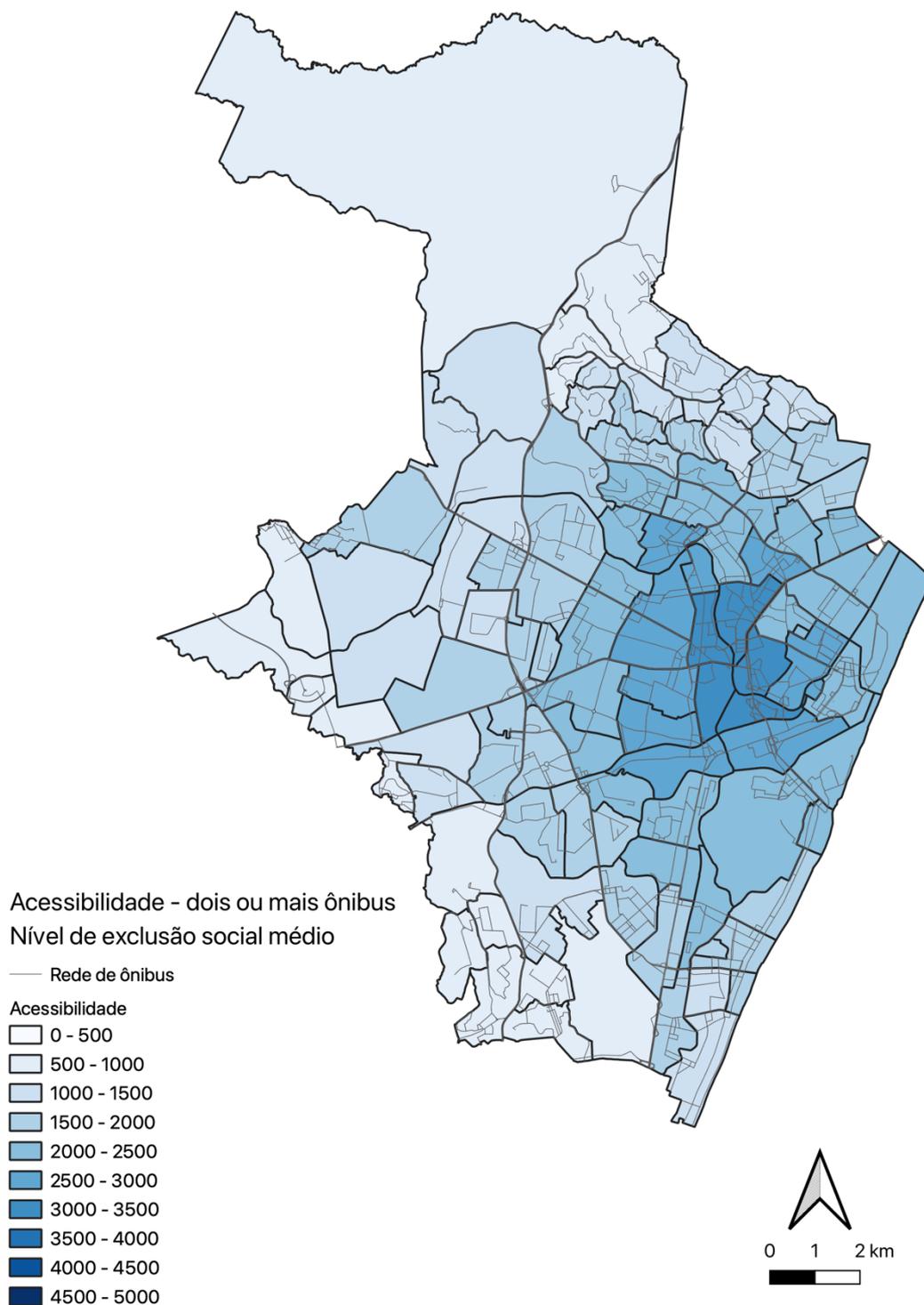


Figura 6.22: Acessibilidade as oportunidades de emprego no modo dois ou mais ônibus de pessoas com nível de exclusão social médio.

A figura 6.23 possui a distribuição da acessibilidade do grupo em condição de alta exclusão social em dois ou mais ônibus.

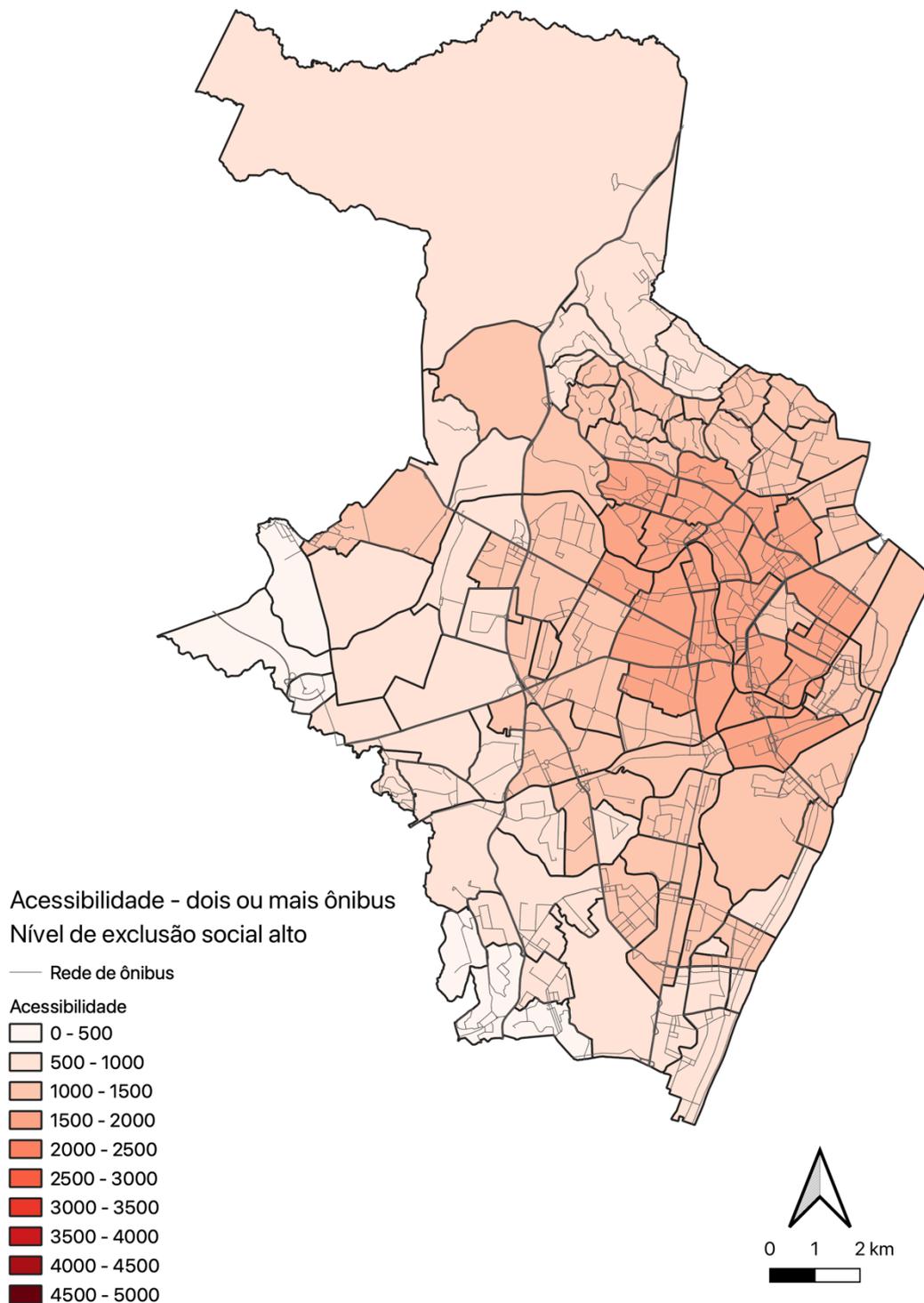


Figura 6.23: Acessibilidade as oportunidades de emprego no modo dois ou mais ônibus de pessoas com nível de exclusão social alto

O grupo em situação de alta exclusão social possui apenas quatro níveis de classificação, semelhante ao mapa de acessibilidade do modo um ônibus (figura 6.19). Composto por 25 zonas de tráfego com níveis de acessibilidade entre 1500 - 2000, localizadas na região centro-norte.

Os níveis de acessibilidade que variam entre 1000 - 1500 possuem 45 zonas em sua composição, formando um círculo concêntrico em volta das regiões com maiores níveis de acessibilidade. As regiões de menor acessibilidade estão localizadas no extremo sul e oeste da cidade.

A figura 6.24 apresenta a comparação da acessibilidade em dois ou mais ônibus para os três níveis de exclusão social (baixo, médio e alto).

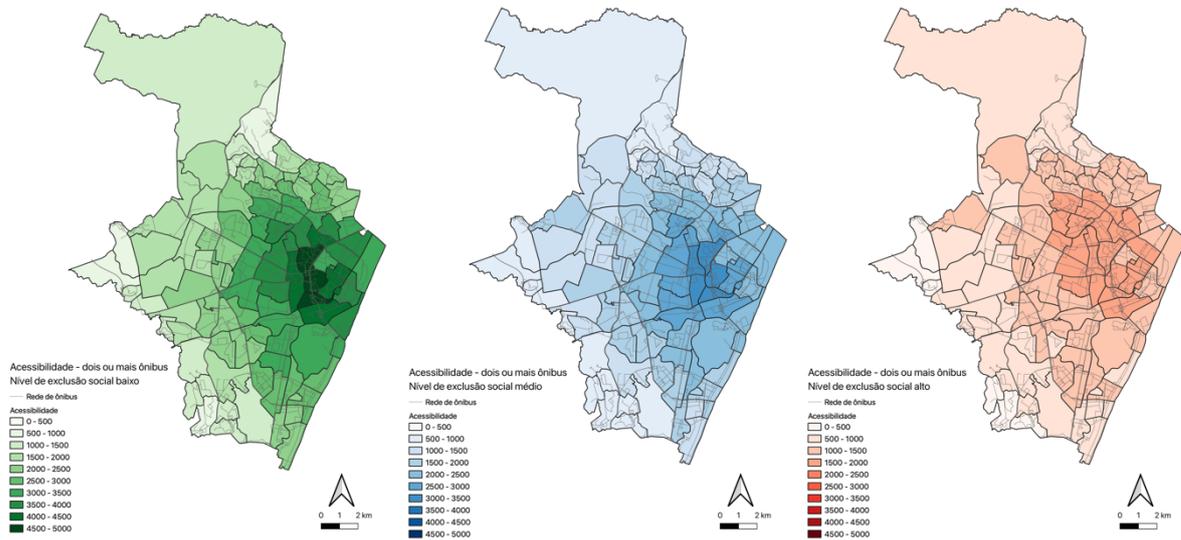


Figura 6.24: Distribuição espacial da acessibilidade em dois ou mais ônibus para os três níveis de exclusão social

As zonas acessíveis aos indivíduos com baixo e médio nível de exclusão social estão localizadas na região centro-leste da cidade. Nesta região está o terminal de integração Joana Bezerra, localizado dentro dos limites do município de Recife e possuiu maior fluxo de pessoas em 2019 (Anuário de passageiros da Grande Recife, 2020). Embora a área de maior acessibilidade seja a mesma região para os três grupos (centro – norte), os indivíduos com alto nível de exclusão social possuem menores nível de acessibilidade.

A ANTP (1997) relata que a integração permite a compatibilização dos serviços prestados, fazendo com que as transferências sejam feitas de forma racionais e planejadas, aumentando a acessibilidade. Porém quando comparamos a acessibilidade das pessoas que utilizam um ou dois ou mais ônibus, vemos uma redução derivada da necessidade de baldeação e consequente aumento do tempo de viagem (figura 6.20 e 6.24).

6.6 Acessibilidade em ônibus + metrô

O sistema estrutural integrado – SEI permite a integração entre as redes de transporte público de metrô e ônibus, através de terminais, possibilitando a multiplicidade das ligações entre origem e destino (Grande Recife, 2021). Os níveis de acessibilidade do grupo com nível de exclusão social baixo, está na figura 6.25

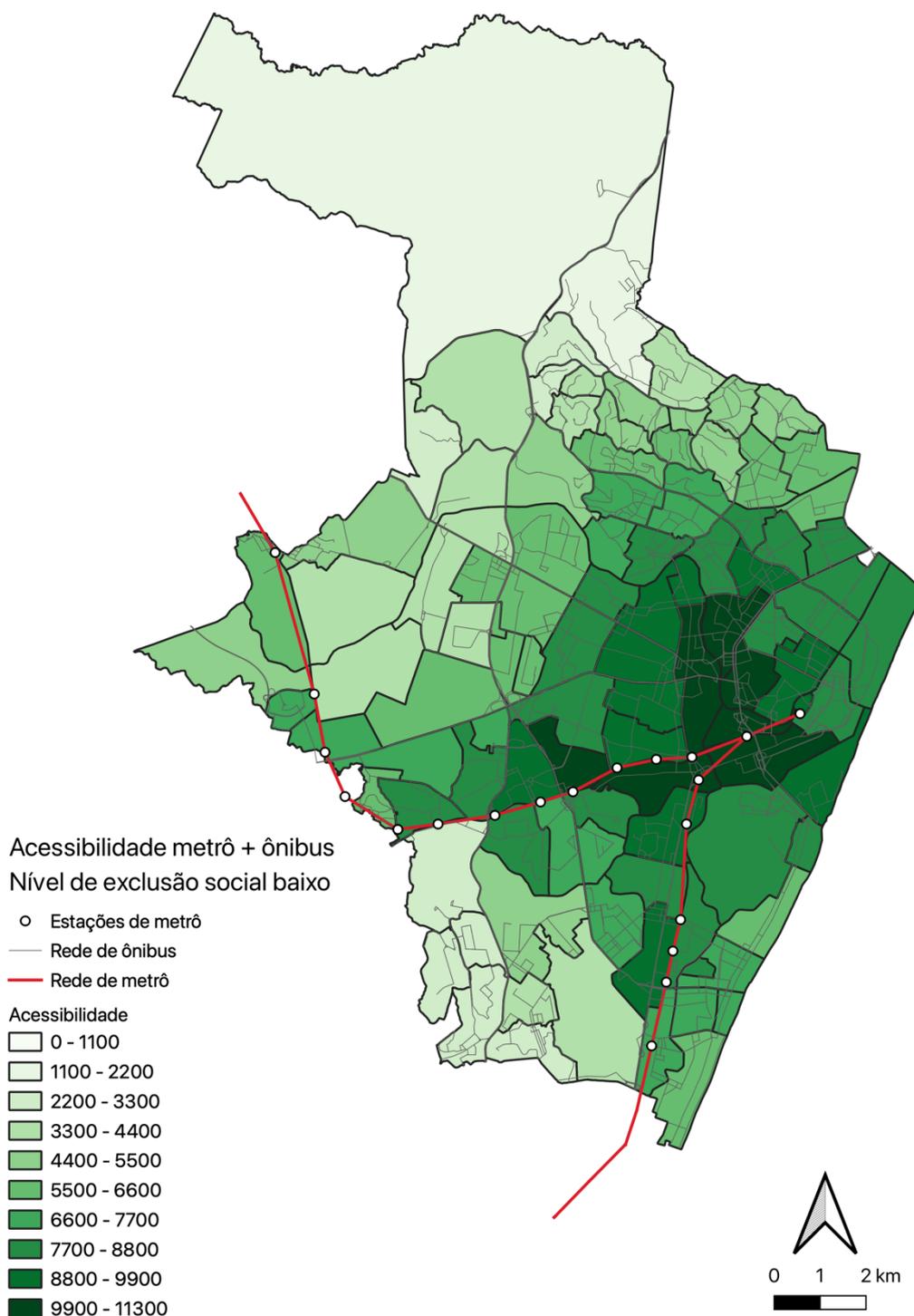


Figura 6.25: Acessibilidade as oportunidades de emprego no modo metrô+ônibus de indivíduos com nível de exclusão baixo

Os maiores níveis de acessibilidade (9900 – 11300) estão localizados no centro-leste nas zonas de tráfego próximas a rede de metrô. Tendo maiores valorações nas regiões com mais de oportunidades de emprego e com estações de metrô em sua área (Santa Luzia, Mangueira, Ipiranga, Afogados, Joana Bezerra e Largo da Paz).

Quatorze zonas de tráfego estão no nível de acessibilidade subsequente (entre 8800 - 9900), cinco com estações de metro em sua área física. Das vinte e duas zonas com níveis de acessibilidade entre 7700 – 8800, sete possuem acesso direto a estações de metrô.

As zonas com valores de acessibilidade baixos (inferiores a 2200), se restringem as regiões no extremo norte, fato que pode ser justificado pela dificuldade/distância da região em acessar a linha de metrô, reduzindo a possibilidade do uso dos dois modos de transporte.

Assim como o nível de exclusão baixo, as áreas com maior acessibilidade do nível de exclusão médio (figura 6.26) são lindeiras a linha de metrô. Localizadas pouco abaixo da região central, elas possuem 12 estações de metrô em sua área, e acessibilidade entre 6600 – 7700.

Trinta e quatro zonas de tráfego compõe o nível subsequente de acessibilidade (5500 - 6600), estando dispostas ao redor da zona previamente descrita e acompanhando a linha de metrô que se desloca do centro direção ao oeste da cidade (linha centro). Região que possui com considerável número de oportunidades de emprego para o grupo (figura 4.6).

As regiões litorâneas que acompanham a linha sul do metrô, possuem níveis consideráveis de acessibilidade, variando entre 2200 – 5500. Valores que derivam de baixo número de oportunidades de emprego destinado a este grupo de pessoas nas regiões.

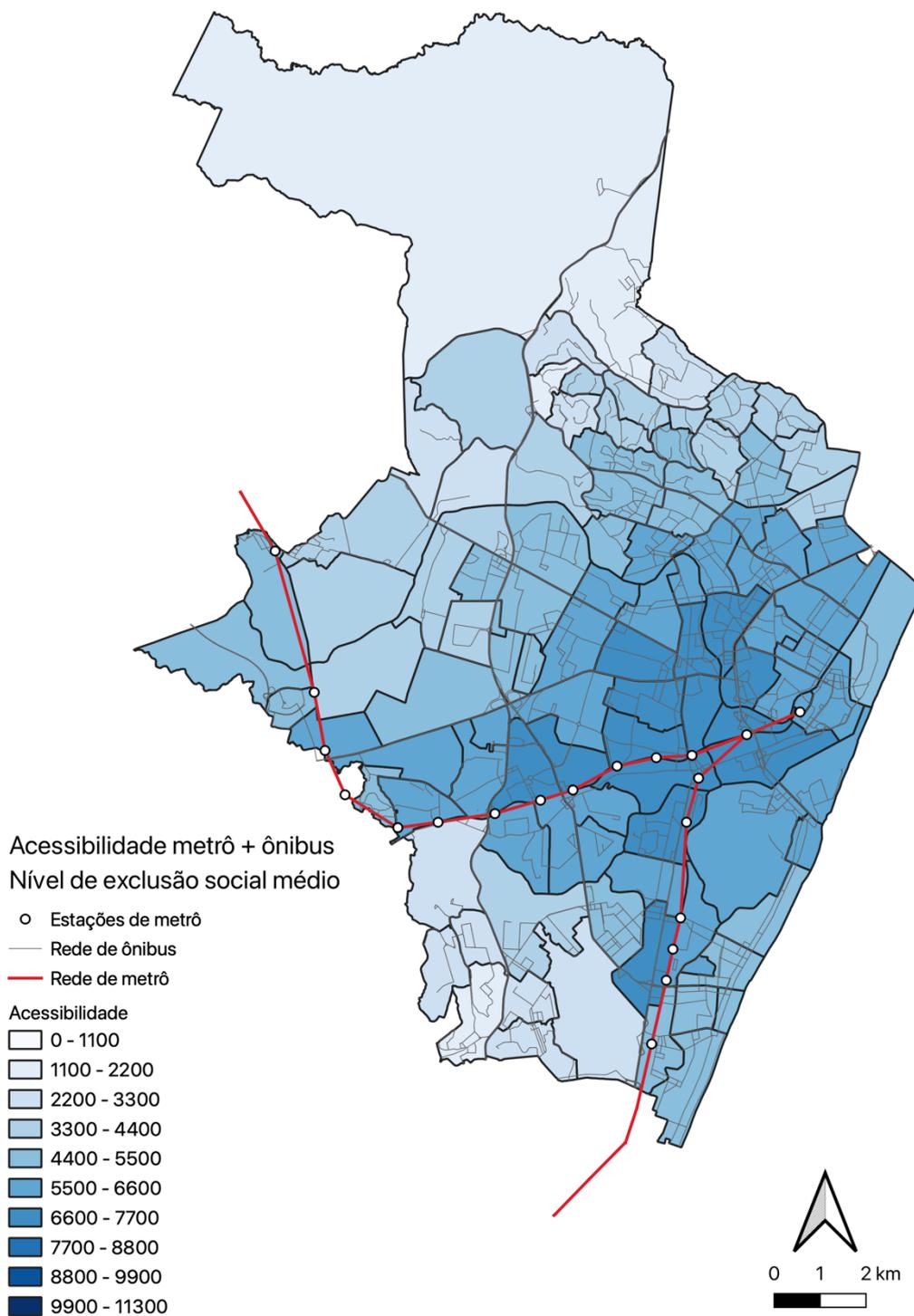


Figura 6.26: Acessibilidade as oportunidades de emprego no modo metrô+ônibus de indivíduos com nível de exclusão médio

A acessibilidade do grupo com nível de exclusão social alto, para a combinação de modos metrô + ônibus está na figura 6.27.

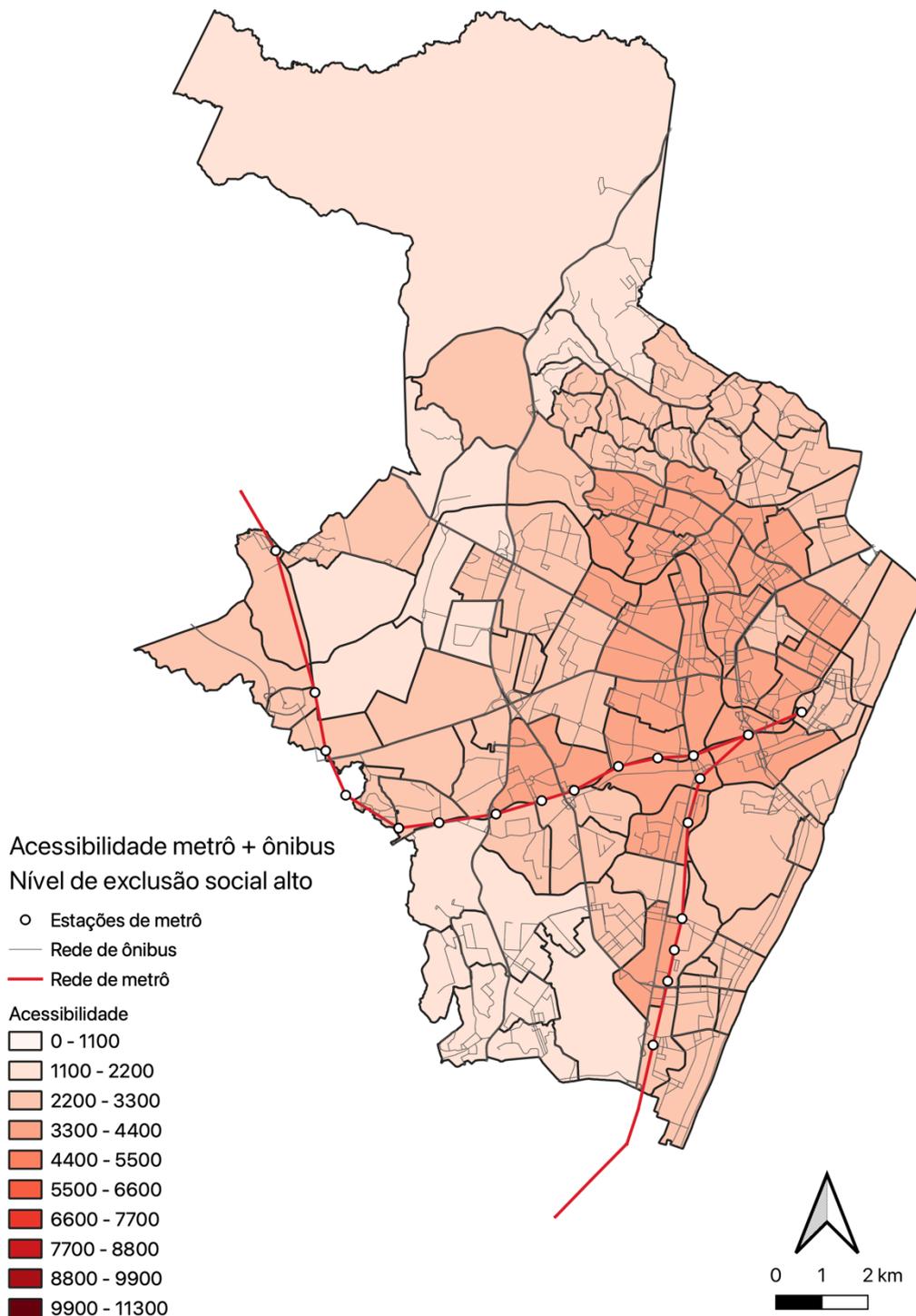


Figura 6.27: Acessibilidade as oportunidades de emprego no modo metrô+ônibus de indivíduos com nível de exclusão alto

Acompanhando os demais modos de transporte, o nível de exclusão social alto possuiu menores índices de acessibilidade, de até 4400. Todas localizadas na região geograficamente central da cidade, com algumas zonas de tráfego na área sul lindeiras as linhas de metrô.

O decréscimo da acessibilidade acontece paralelo ao distanciamento do centro, com 58 zonas com valores dentro do intervalo de 2200 – 3300. As zonas que apresentam menores valores de acessibilidade, estão no extremo norte (bairros de Guabiraba e Passarinho) e região do sul (bairro da Cohab).

A figura 6.28 apresenta a comparação da acessibilidade em ônibus + metrô para os três níveis de exclusão social (baixo, médio e alto).

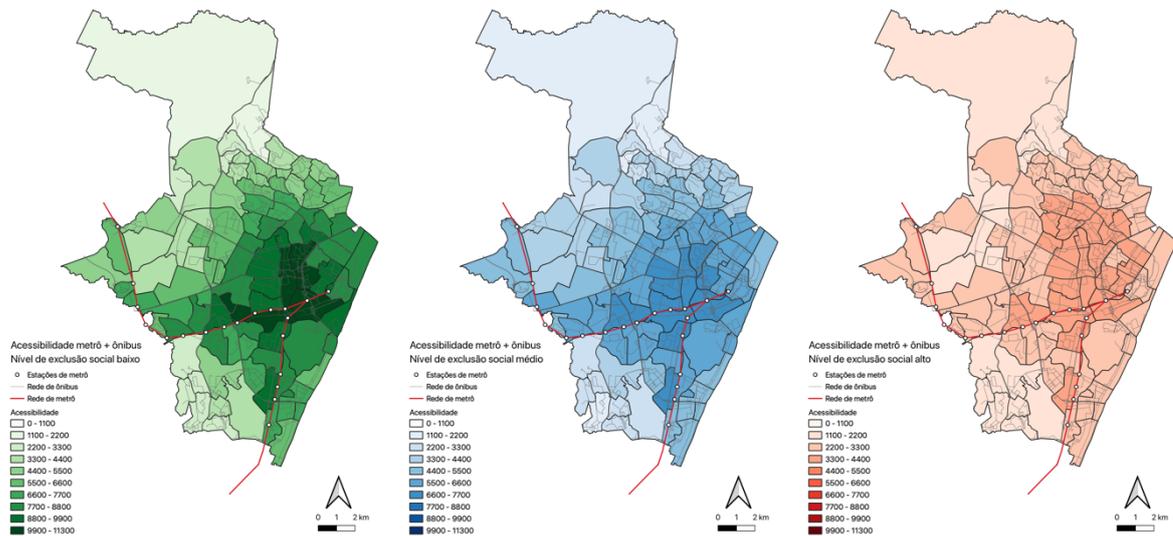


Figura 6.28: Distribuição espacial da acessibilidade em ônibus + metrô para os três níveis de exclusão social

A acessibilidade calculada para a combinação metrô + ônibus, descreve uma situação semelhante aos demais modos de transporte. Os maiores níveis de acessibilidade, respeitam os pontos com mais oportunidades de emprego, porém partindo das regiões mais próximas a rede de metrô. Os grupos com maiores níveis de acessibilidade foram aqueles os com menores níveis de exclusão social.

A análise da acessibilidade por modos de transporte, permitiu a identificação de quais modos são mais acessíveis a cada um dos três grupos de exclusão social, apresentando também indícios de que alguns grupos apresentam maiores níveis de acessibilidade que outros.

Para entender a acessibilidade geral de cada nível de exclusão social, os tópicos a seguir consideram a representatividade de cada modo de transporte da amostra.

6.7 Acessibilidade dos indivíduos com nível de exclusão social baixo

A figura 6.29 mostra a acessibilidade ao emprego das pessoas com baixo nível de exclusão social em todos os modos de transporte.

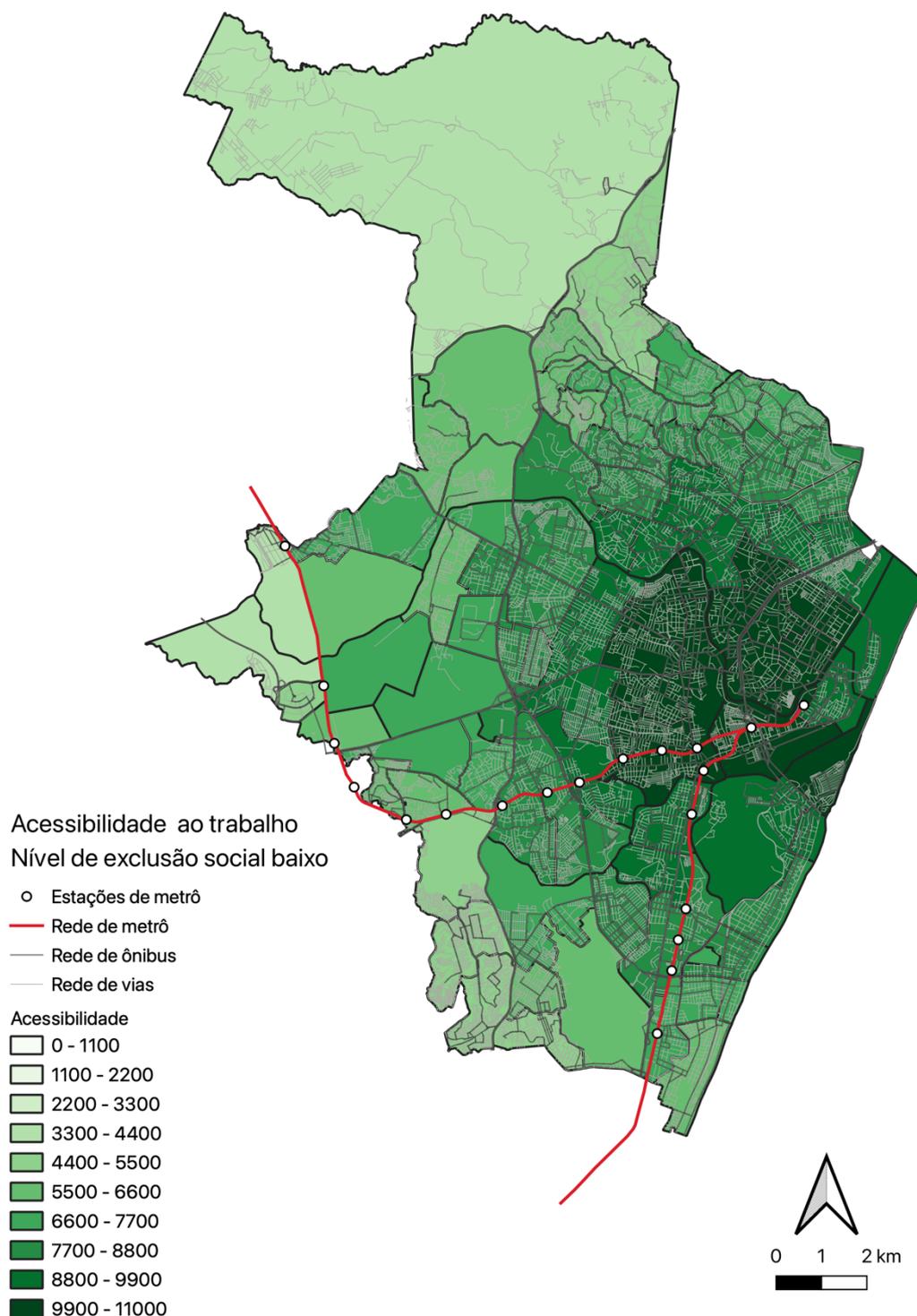


Figura 6.29: A acessibilidade ao trabalho dos indivíduos com nível baixo de exclusão social

O grupo apresenta os melhores níveis de acessibilidade dentre os estudados, possuindo altos níveis de acessibilidade em quase toda cidade. Os maiores níveis estão concentrados na região centro-leste e centro nordeste, sendo composto por 20 zonas de tráfego e correspondendo a 11% da área da cidade.

Os três maiores de níveis de acessibilidade (7700 - 11000) se estendem em direção ao norte, centro e sul, abrangendo mais de 2/3 da faixa litorânea e acompanhando a Linha Sul do metrô. Nesta grande região estão localizadas treze estações de metrô, das quais oito permitem a integração com o ônibus.

Os níveis de acessibilidade intermediários (4400 - 7700) formam uma área em formato de C ao redor do centro geográfico. Iniciando na região norte (área de morros), passando pelo centro-oeste e indo até o litoral sul.

As regiões com menores níveis de acessibilidade estão localizadas no extremo norte - região de Guabiraba, e nas zonas a extremo oeste - região do Curado V. Nesta última está situado um condomínio residencial de alto luxo (Alphaville Francisco Brennand) e a área de proteção ambiental Mata das Nascentes.

É compreensível, que a área de proteção ambiental tenha menor acessibilidade visto serem escassas as moradias ou oportunidades de trabalho. Porém, pode-se justificar a redução do nível de acessibilidade dos moradores do condomínio devido a necessidade de longas viagens a serem executadas. Ou seja, a segregação espacial destes reduz sua acessibilidade e os coloca em situação de excluídos pelo transporte.

A figura 6.29 não apresenta nenhuma área com níveis de acessibilidade inferiores a 3300, denotando que até as pessoas que optaram pela segregação espacial em sua moradia, possuem níveis aceitáveis de acessibilidade.

Ao comparamos a acessibilidade ao emprego das pessoas com nível de exclusão baixo aos os locais de ofertas de emprego direcionado ao grupo (figura 4.5), é possível verificar que os locais de maior acessibilidade coincidem com as áreas de maior oferta de emprego. Onde a região central, litoral norte e Imbiribeira, apresentaram maiores oportunidades de trabalho também possuem níveis de acessibilidade superiores a 7700.

6.8 Acessibilidade dos indivíduos com nível de exclusão social médio

Os níveis de acessibilidade ao trabalho das pessoas em condição de média exclusão social obedecem ao padrão apresentado na maioria dos modos de transporte: valores de acessibilidade não chegam aos maiores estratos, tão pouco apresentam áreas com níveis baixos de acessibilidade. Para o grupo a acessibilidade está divididas em 4 níveis, conforme figura 6.30.

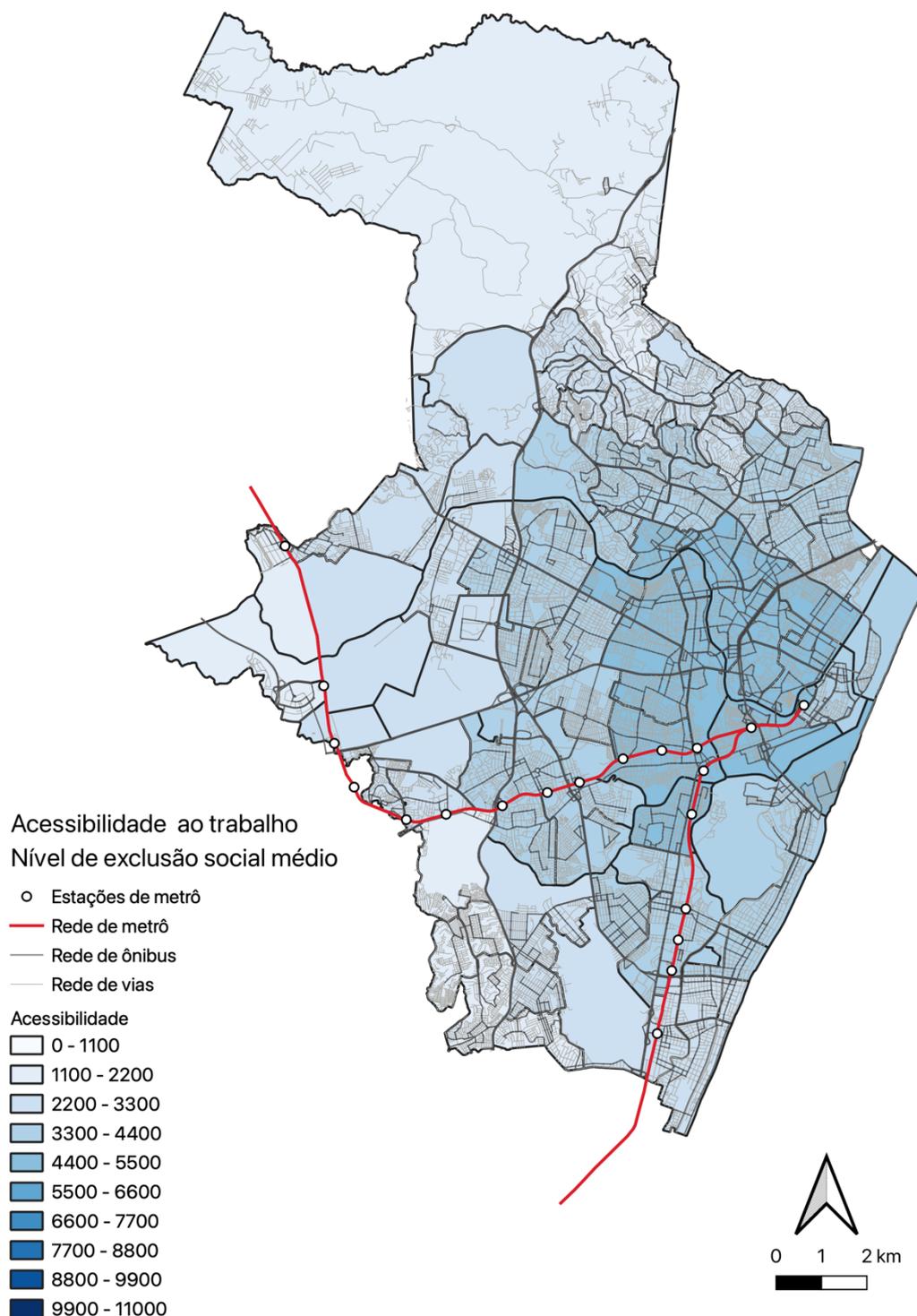


Figura 6.30: A acessibilidade ao trabalho dos indivíduos com nível médio de exclusão social

Os maiores valores de acessibilidade estão entre 4400 – 5500, concentrados em 24 zonas de tráfego que correspondem a 15,5% da área do município. Esta região está localizada na porção central, se expandindo a uma pequena parte do litoral e possuindo sete estações de metrô em suas limitações, das quais apenas quatro possuem integração direta com sistema de ônibus.

Os níveis subsequentes de acessibilidade estão distribuídos ao norte, oeste e sul da cidade, chegando aos limites dos municípios de Olinda e Jaboatão dos Guararapes.

Apenas 10 zonas de tráfego apresentam os menores níveis de acessibilidade do grupo (1100 - 2200), regiões localizadas no extremo norte (bairros de Guabiraba e Passarinho), área a oeste (descrita no tópico anterior) e ao sul (bairros Cohab, Barro e Curado).

Mesmo com níveis menores de acessibilidade, a cidade de Recife no que tange o grupo em situação de média exclusão social apresenta níveis de acessibilidade aceitáveis, (41% da cidade possui níveis de acessibilidade superiores a 3330).

Ao compararmos a acessibilidade com a localização dos postos de trabalho para o nível de exclusão social médio (figura 4.6), percebemos a manutenção do padrão de distribuição, pois em ambos os mapas os maiores valores estão localizados na região central, com um leve deslocamento ao litoral. Não obedecendo os locais de maior densidade de transportes.

6.9 Acessibilidade dos indivíduos com nível de exclusão social alto

A figura 6.31 apresenta a acessibilidade ao trabalho das pessoas com nível de exclusão alto.

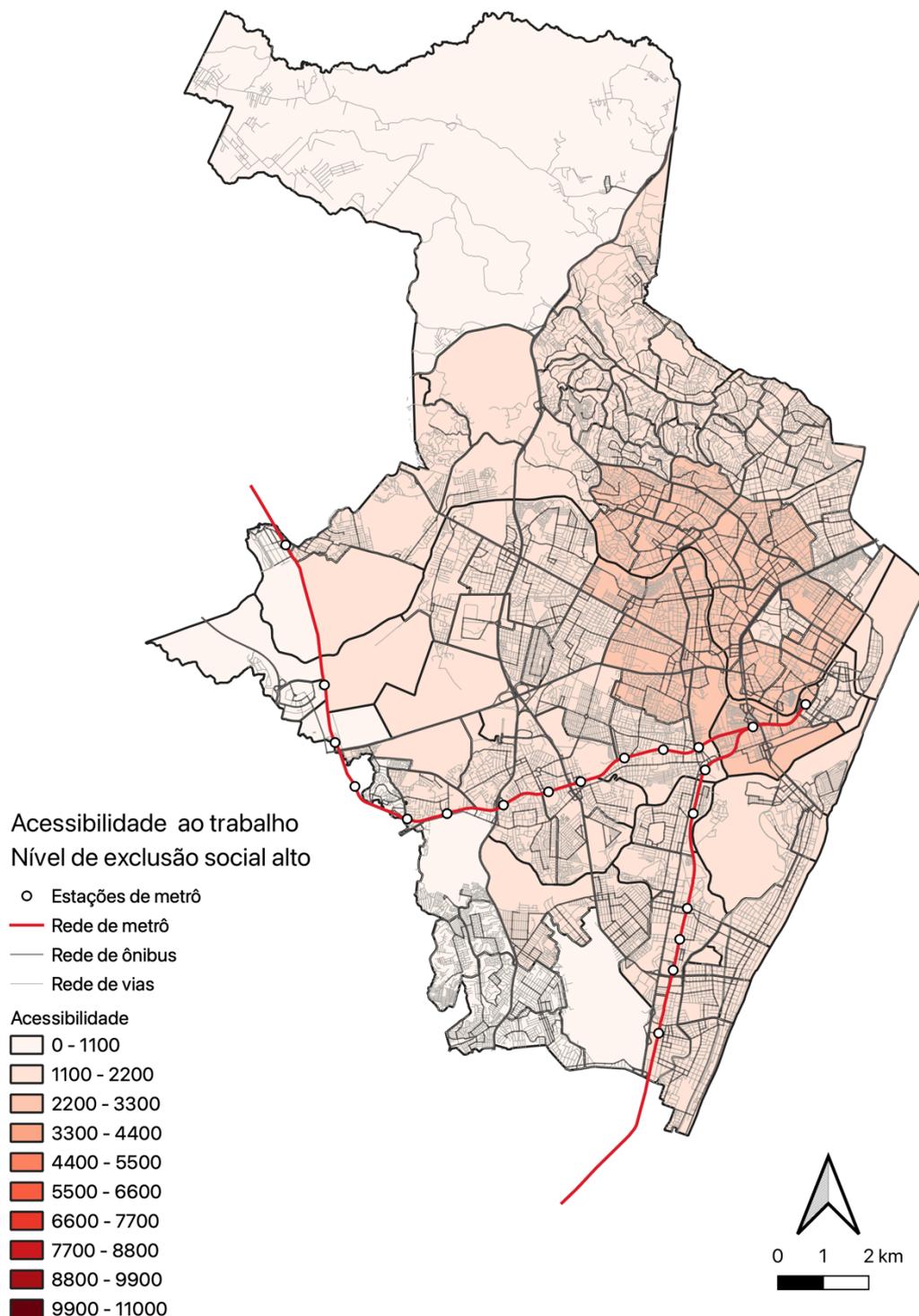


Figura 6.31: A acessibilidade ao trabalho dos indivíduos com nível alto de exclusão social

A acessibilidade ao trabalho do grupo com alto nível de exclusão social está dividido em apenas três níveis, variando entre 0 – 3300, valores inferiores a acessibilidade dos demais grupos. Os maiores níveis estão concentrados em 25 zonas de tráfego, que correspondem a 12,5% da área de Recife, e estão localizados na região centro-norte.

Uma grande área (55%) possui acessibilidade entre 1100-2200, ocupando toda a região norte (exceção do bairro de Guabiraba), parte da região oeste e sul.

A comparação com a localização dos postos de trabalho (figura 4.7) torna notória que a acessibilidade aumenta proporcionalmente nos locais de maior oferta de emprego. Embora os pontos de maior acessibilidade do grupo com alto nível de exclusão social circulem em torno da região centro-leste, o deslocamento para a região norte se dá motivado pela localização das ofertas de emprego.

É importante frisar que a representatividade do modo de transporte influencia diretamente na acessibilidade. Na figura 6.31 fica claro que os modos de transporte que representavam maiores amostras interferem diretamente nas áreas de maior acessibilidade, vide comparação do modo ônibus (figura 6.19 e 6.23) com o modo ônibus + metro (figura 6.27).

A comparação entre a acessibilidade distintos níveis de exclusão social (baixo, médio e alto) denotam que os grupos apresentam grandes diferenças de acessibilidade ao trabalho, sejam elas relativas as áreas ou aos níveis de acessibilidade. Os grupos mais excluídos possuem níveis de acessibilidade 40% e 70% menores que o grupo com médio e baixo níveis de exclusão social, respectivamente. Situação que deixa clara a inequidade entre o espaço urbano e as características socioeconômicas da população (Brussel *et al.*, 2019a).

7. CONCLUSÃO

Diferenças derivadas das condições sociais afetam diretamente na vida da população urbana, por permitir a participação da pessoa na sociedade, e como uma forma a impedir seu acesso a determinado local ou limitar seu convívio com outros indivíduos, deixando a pessoa em situação de exclusão social.

Entendendo que condições mínimas de participação na sociedade são necessárias a vida urbana, existem alguns índices capazes de analisar esta situação, permitindo sua avaliação e servindo como subsídio para implantação de políticas urbanas capazes de alterar as situações de exclusão.

Um conceito capaz de avaliar a participação do indivíduo na sociedade é a acessibilidade, por reunir informações relativas ao transporte e ao uso do solo, tornando-se, portanto, uma ferramenta capaz de identificar quanto uma região é acessível a um grupo de pessoas, sendo também capaz também de identificar grupos e condições sociais limitantes da sociedade.

Neste trabalho, foram utilizadas a acessibilidade e as oportunidades de trabalho como uma forma de mensurar a possibilidade de participação na sociedade dos distintos grupos, aqui classificados em diferentes níveis de exclusão social, tendo como base o município de Recife-PE.

Os procedimentos utilizados permitiram o alcance do objetivo da pesquisa, mesmo com as restrições existentes em decorrência das limitações de informações sobre a localização de oportunidades de emprego e a inexistência de um índice que analise diretamente a exclusão social. Ainda sim, os resultados encontrados foram suficientes para responder as perguntas levantadas pela pesquisa.

Os resultados mostraram que a cidade do Recife é heterogênea quanto ao nível de vulnerabilidade social dos indivíduos (usado como variável *proxí* para a exclusão social). A região central e parte do litoral apresentaram menores índices de exclusão social, enquanto as regiões centro-norte, parte da região sul e centro-leste apresentaram índices médios de exclusão, e as regiões limítrofes ao extremo sul, oeste e norte possuíram maiores valores, sendo mais propensas a exclusão social.

Observou-se também que os locais e número de oportunidades de trabalho são distintos para cada nível de exclusão social. Os grupos menos excluídos apresentam mais oportunidades de trabalho em comparação com os demais

grupos. Quanto à localização, indivíduos com baixo nível de exclusão social possuem mais oportunidades de trabalho nas áreas centro-norte e litorâneas; pessoas com nível médio de exclusão social dispõem de oportunidades de emprego em toda a cidade, com maiores concentrações em uma faixa de 4km ao longo do litoral; ao passo que pessoas com nível de exclusão social alto possuem muitas oportunidades na região norte.

Através da análise de acessibilidade às oportunidades de trabalho, constatou-se que em todos os modos de transporte os indivíduos com maiores níveis de exclusão social, realizam viagens mais longas ao trabalho que os demais grupos.

Outra conclusão obtida, foi que os níveis de acessibilidade variam de acordo com os modos de transporte. Na amostra utilizada, o modo com menores níveis de acessibilidade foi o a pé, devido à limitação de distância passível de ser percorrida com um esforço físico aceitável. Por outro lado, o modo com maior nível de acessibilidade foi o automóvel. Em níveis intermediários, em ordem crescente de acessibilidade estão: um ônibus, dois ou mais ônibus, bicicleta, ônibus + metrô e motocicleta. Este resultado evidencia a necessidade de melhoria das políticas de acessibilidade para os modos de transporte coletivos, utilizado predominantemente pela população mais excluída, condição capaz de melhorar a acessibilidade do grupo mais necessitado, vide os níveis de acessibilidade dos na combinação metrô + ônibus.

A análise da acessibilidade por nível de exclusão social permitiu analisar os 3 grupos de exclusão de forma isolada e, em conjunto. O grupo com baixo nível de exclusão social foi o que apresentou melhores níveis de acessibilidade ao trabalho em toda a cidade, com maiores concentrações nas regiões com mais oportunidades de trabalho para o grupo. Situação também foi observada para os grupos com nível de exclusão médio e alto, onde as maiores acessibilidades coincidem com os locais de maior oferta de trabalho do grupo. O grupo mais excluído possui acessibilidade 70% menor do que o grupo com baixo nível de exclusão social, deixando clara a inequidade entre o espaço urbano e as características socioeconômicas da população.

Os resultados encontrados permitem entender a acessibilidade como uma ferramenta adequada para avaliar a exclusão social, principalmente sua relação com o transporte, no que diz respeito à capacidade de chegar aos locais desejados,

pois são condizentes com os resultados observados em estudos já realizados em outras cidades Brasileiras (Pinto, 2020; Boisjoly, 2019, Lima, 2020). Segundo Cheng e Bertolini (2013), a análise de múltiplos modos de transporte ao trabalho, fornece informações capazes de auxiliar na identificação de locais mais necessitados de políticas de transporte, preferencialmente aquelas ligadas aos modos sustentáveis como alternativa para a melhoria da acessibilidade.

Pretende-se assim que os resultados desta pesquisa possam ser utilizados pelos órgãos responsáveis, permitindo que conheçam as áreas com menores níveis de acessibilidade e os modos de transporte que necessitam de maiores investimentos. Promovendo políticas públicas de uso do solo e transportes capazes de promover acessibilidade aos grupos mais necessitados, seja ocupando de forma mais democrática o solo na cidade ou permitindo o melhor alcance dos distintos meios de transporte as regiões pouco acessíveis. Compatibilizando assim as reais necessidades da população no acesso ao trabalho com os modos de transporte por elas utilizados.

A metodologia aplicada neste estudo, se mostrou eficaz como uma ferramenta de análises da acessibilidade do sistema de transporte existente na cidade. Podendo ser aplicada para análises de diferentes cenários de alterações no sistema, principalmente no que tange sistemas de maior capacidade.

Devido dificuldades no acesso a informações relativas a emprego (tipo, localização e situação), sugere-se que, em um prosseguimento deste estudo, sejam utilizadas informações disponibilizadas por outros órgãos competentes, assim como a possibilidade de uma análise geral incluindo toda a região metropolitana do Recife, visto que as cidades periféricas também fornecem postos de trabalho e mão de obra que usufruem dos recursos na capital.

Como recomendações sugere-se a elaboração de um estudo com base em características socioeconômicas desagregadas, assim como a inclusão de informações relativas a trabalho remoto, e de que forma, ele pode ter afetado na acessibilidade da cidade nos últimos dois anos, desde o início da pandemia da COVID – 19. Sugere-se também a inclusão de outras atividades na análise da acessibilidade, tais como compras, saúde, estudo e lazer, a fim de comparar os padrões das viagens a trabalho.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES M. G., ROMEIRO T. I. O., SIGRIST V. C. Avaliação da qualidade do serviço de transporte público de ônibus na cidade de Santos. **REFAS - Revista Fatec Zona Sul Logística**. Brasil. 2017. ISSN 2359-182X.
- ANUÁRIO DE PASSAGEIROS DA GRANDE RECIFE - **Anuário Estatístico do Sistema de Transporte Público de Passageiros da R.M.R. – 2019**. Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação. Governo do Estado de Pernambuco. 2020. Disponível: https://www.granderecife.pe.gov.br/sitegrctm/wp-content/uploads/2020/11/Anuario_2019_V_1_0.pdf
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PUBLICOS – ANTP. **Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transportes Público - Simob/ANTP - Relatório geral 2016**. São Paulo. 2018. Disponível: <http://files.antp.org.br/simob/simob-2016-v6.pdf>
- ATKINSON A. B.; HILLS J. **Exclusion, Employment and Opportunity**. Centre for Analysis of Social Exclusion. Reino Unido. 1998.
- AUSTRALIAN BUREAU OF STATISTICS. **Technical paper: Social-Economic Index for Areas (SEIFA)**. Australian Bureaus of Statistics. 2018.
- ANTP (1997) **Transporte humano: Cidades com qualidade de vida**. São Paulo - SP: Associação Nacional de Transportes Públicos – ANTP. Disponível: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/15423/1/Transporte%20humano_P.pdf
- BERTOLINI L.; CLERCQ F LE.; KAPOEN L. Sustainable accessibility: a conceptual framework to integrate transport and land use plan-making. Two test-applications in the Netherlands and a reflection on the way forward. **Transport Policy**. v.12, p.207-220, 2005. doi:10.1016/j.tranpol.2005.01.006
- BETARELLI JUNIOR A. A. Custo de acessibilidade entre residência e trabalho: um enfoque das características individuais, familiares e locais. **Revista Nova Economia**. N 25. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/2112>
- BEATTY R. **Northern Ireland Multiple Deprivation Measure 2001 – A user’s guide**. Northern Ireland Statistics & Research Agency. 2004. Disponível: https://www.nisra.gov.uk/sites/nisra.gov.uk/files/publications/deprivation_measure_2001_1.pdf
- BHALLA A.; LAPEYRE F. **Social exclusion: towards and analytical and operational framework**. Development and Change, v.28, p. 413-433, 1997.
- BHAT B., KOCKELMAN, K. CHEN Q. HANDY S., MAHMASSANI H., WESTON L. **Urban accessibility index: literature review**. Texas department of transportation. 2000.
- BLANCO J.; APAOLAZA R. Socio-territorial inequality and differential mobility. Three key issues in the Buenos Aires Metropolitan Region. **Journal of Transport Geography**. v.67, p. 76-84, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2017.07.008>
- BOCAREJO J. P. S.; OVIEDO D. R. H. Transport accessibility and social inequities: a tool for identification of mobility needs and evaluation of transport investments. **Journal of Transport Geography**. v.24, p. 142-154, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.12.004>

BOISJOLY G., SERRA B., OLIVEIRA G. T., EL-GENEIDY A. Inequity in transit: Evaluating public transport distribution through accessibility measurements in São Paulo, Rio de Janeiro, Curitiba and Recife, Brazil. **Annual Meeting of the Transportation Research Board**, 98., Washington D.C., USA, 2019.

BRASIL. Altera dispositivos da Consolidação das Leis do Trabalho – CLT, Lei 10.097/ 2000. Disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l10097.htm

BRASIL. Dispõe sobre o Estatuto da Criança e do Adolescente e dá outras providências – CLT, Lei 8.069/1990. Disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8069.htm

BRASIL. Institui a unidade fiscal de referência, altera a legislação do imposto de renda e dá outras providências. Lei 8.383/1991. Disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8383.htm

BRASIL. PNMU – Política Nacional de Mobilidade Urbana. Lei 12.587/ 2012. Disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm

BRUSSEL M., ZUIDGEEST M., PFEFFER K., VAN MAARSEVEEN M. Access or Accessibility? A Critique of the Urban Transport SDG Indicator. **ISPRS International Journal of Geo-Information**. 8(2):67. 2019a. <https://doi.org/10.3390/ijgi8020067>

BRUSSEL M., ZUIDGEEST M., VAN DEN BOSCH F., MUNSHI T., VAN MAARSEVEEN M. Can the urban poor reach their jobs? Evaluating equity effects of relocation and public transport projects in Ahmedabad, India. **Measuring Transport Equity**. 2019b. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814818-1.00006-8>

BUCHANAN, N.; EVANS R.; DODSON J. **Transport Disadvantage and Social Status: A Gold Coast Pilot Study**. Brisbane, 2005. Monografia ao programa de Pesquisa Urbana da Universidade de Griffith. file:\\doi101\software\LIBRARY_PDF\URP_RM8_GCCCTransport.pdf

BURCHARDT T.; GRAND J.; PIACHAUD D. **Social Exclusion in Britain 1991 – 1995**. Social Policy & Administration, v. 33, p.227-244, 1999.

BUSSCHER R. **Contribution of the Metro de Bogotá to the city's accessibility**. Enschede, 2017. Monografia (Graduation in Science in Geo-information Science and Earth Observation) - Faculty of Geo-information Science and Earth Observation, University of Twente. Disponível: <http://essay.utwente.nl/74388/>

CABRERA-BARONA P.; WEI C.; HAGENLOCHER M. Multiscale evaluation of an urban deprivation index: Implications for quality of life and healthcare accessibility planning. **Applied Geography**, v.70, p. 1-10, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2016.02.009>

CASTRO I. R. **Compreensão das mudanças no uso do solo e na acessibilidade ao trabalho da população de baixa renda em Fortaleza**. Dissertação de mestrado, Centro de Tecnologia Federal Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil. 2019. Disponível: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/50146>

CAVALCANTI N. A. de H. **Sistemas de integração de transporte público: a qualidade percebida de terminais de integração – o caso do TI Barro/RMR**. Recife. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco. 2017. <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/25624>

CEBOLLADA A. Mobility and labour market exclusion in the Barcelona Metropolitan Region. **Journal of Transport Geography**. v.17, p. 226-233, 2009. DOI:10.1016/j.jtrangeo.2008.07.009

CERVERO R., SARMIENTO O. L., JOCOBY E. R., GÓMEZ L. F. Influences of built environments on walking and cycling lessons from Bogotá. **International Journal of Sustainable Transportation**, v.3, p.203-226. 2009. DOI:10.1080/15568310802178314

CHENG J., BERTOLINI L. Measuring urban job accessibility with distance decay, competition and diversity. **Journal of Transport Geography** 30, 100-109. 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.03.005>

CHURCH A.; FROST M.; SULLIVAN K. Transport and social exclusion in London. **Transport Policy**, v. 7, p.195- 205, 2000.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI, **Retratos da Sociedade Brasileira: Mobilidade Urbana**. 2015. Disponível: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/7f/1d/7f1de722-455b-4a18-bc0abdc5430b9a7/retratosdasociedadebrasileira_27_mobilidadeurbana.pdf

CURRIE G., RICHARDSON T.; SMYTH P.; VELLA-BRODRICK D.; HINE J.; LUCAS L.; STANLEY J.; MORRIS J. KINNEAR R. STANLEY J. Investigating links between transport disadvantage, social exclusion and well-being in Melbourne – Updated results, **Research in Transportation Economics**, v29, p. 287-295, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2010.07.036>

DARGARY J. The effect of prices and income on car travel in the UK. **Transportation Research Part A**. v.41, p.949-960, 2007. DOI:10.1016/j.tra.2007.05.005

DELBOSC A.; CURRIE G. The spatial context of transport disadvantage, social exclusion and well-being. **Journal of Transport Geography**. v.19, p. 1130-1137, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.04.005>

DUARTE L. B. **Acessibilidade ao emprego e resultados no mercado de trabalho**. Recife. Tese (Doutorado em Ciências Econômicas) – Centro de Ciências Sociais e aplicadas, Universidade Federal de Pernambuco. 2020. Disponível: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/39312>

EMILIANO P. C. **Fundamentos e aplicações dos critérios de informação: Akaike e Bayesiano – AIC**. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agropecuária) – Instituto de Ciências exatas e tecnologias - ICET, Universidade Federal de Lavras. 2009. Disponível: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/3636>

EMPRESA MUNICIPAL DE TRANSPORTE URBANO – EMTU. **Pesquisa domiciliar 97 – Região metropolitana de Recife – RMR**. 1998. Disponível: <http://planodemobilidade.recife.pe.gov.br/node/61265>

FERRARI T. K. **Acessibilidade ao trabalho, educação e lazer na região metropolitana de São Paulo: padrões espaciais por arranjos domiciliares e grupos de renda**. São José dos Campos, 2017. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível: <http://mtc-m21b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m21b/2017/08.09.15.11/doc/publicacao.pdf>

FIGUEIREDO C. D.; MAIA M. L. A. **O uso da motocicleta e a inclusão social**. 2013. Disponível: http://files-server.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/10/07/3B55590A-BAC7-4FCE-BC04-4AD816344055.pdf

FIGUEIRÊDO, C. D. F.; Maia, M. L. A. Para onde e por quais razões se deslocam os pedestres? Uma pesquisa realizada em Recife. **Revistas dos Transportes Públicos –**

ANTP. V. 32, 2009. <http://www.antp.org.br/biblioteca-vitrine/revista-dos-transportes-publicos.html>

FUNDAÇÃO AMAZÔNIA DE AMPARO A ESTUDOS E PESQUISAS DO PARÁ – FAPESPA. **Relatório sobre a Vulnerabilidade Social no Estado do Pará. Diretoria de Estudos e Pesquisas Socioeconômicas e Análise Conjuntural**. Belém, 2015. Disponível: <http://www.fapespa.pa.gov.br/upload/Arquivo/anexo/570.pdf?id=1480084947>

GARCIA, C. S. H. F.; MACÁRIO M. R. M. R.; MENEZES E. D. A. G., LOUREIRO C. F. G. Strategic Assessment of Lisbon's Accessibility and Mobility Problems from an Equity Perspective. **Networks and Spatial Economics**, v. 18, n. 2, p. 415–439. 2018. doi:10.1007/s11067-018-9391-4

GEURS K. T.; van WEE B.V. Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. **Journal of Transport Geography**. v.12, p. 127-140, 2004. DOI:10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005

GRAÇA N. R. A. **Análise das desigualdades de acessibilidade ao trabalho e renda em São Paulo**. Dissertação de mestrado, Escola politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. 2019. DOI:10.11606/D.3.2019.tde-30012019-140044

Grande Recife. **Sistema Estrutural Integrado**. 2021. Disponível em: <https://www.granderecife.pe.gov.br/sitegrctm/transporte/sistema-estrutural-integrado/>

GRIGOLON A. B. **Assignment 2: Accessibility Modeling**. University of Twente. Notas de aula. 2021

GUIMARÃES G. V.; SANTOS T. F., FERNANDES V. A., MAQUILON J. E. C., SILVA M. A. V. Análise da equidade social sob a ótica da acessibilidade a empregos em Medellín-Colômbia. **Anais do 34º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET**. 2020.

GUIMARÃES T. Desenvolvimento de um indicador de acessibilidade para avaliação de projetos de transporte da perspectiva da exclusão social: a linha 6 do metrô de São Paulo. Belo Horizonte. **Anais do 25º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET**. 2011.

HAMIDI Z. **Applying accessibility measures to explore the integration of bicycle and transmilenio system in the city of Bogota**. Enschede. Dissertação (Master of Science in Geo-information Science and Earth Observation) - Faculty of Geo-information Science and Earth Observation, University of Twente. 2014. <http://essay.utwente.nl/84424/1/hamidi.pdf>

HANDY S. L.; NIEMEIER D. A. Measuring accessibility: an exploration of issues and alternatives. **Environment and Planning A**. v.29, p. 1175-1194, 1997.

HANSEN W. G. How Accessibility Shapes Land Use. **Journal of the American institute of planners**. v.25, p. 73-76, 1959.

HOLZ, R. da F. **Realidade da motocicleta no ambiente urbano com foco no Brasil**. Porto Alegre 2014. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/108507>

HONG HA P. T., BOSCH F. V. D., QUANG N. N., ZUIDGEEST M. Urban Form and Accessibility to Jobs: A comparison of Hanoi and Randstad metropolitan areas. **Environment and Urbanization ASIA**, v.2, p.265-285, 2011. DOI: 10.1177/097542531100200209

HURNI, A. Transport and social exclusion in Western Sydney. **28 Australasian Transport Research Forum**. Sydney. 2005.

INGRAN D. R. The concept of accessibility: A search for an operational form. **Regional Studies**, v. 5, p. 101-107, 1971.

IBGE. CENSO Demográfico. Resultados do universo: características da população e domicílios. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 03 de abril de 2021. 2010

IBGE. **Pesquisa Nacional por amostra de domicílio: Síntese de Indicadores**. 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/educacao/9127-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios.html?t=destaques>

IPEA. **Atlas da vulnerabilidade social nas regiões metropolitanas brasileiras**. Brasília. 2015. Disponível: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/151008_atlas_regioes_metropolitanas_brasileiras.pdf

IPEA. **Textos para discussão: 2012**. Distribuição de aglomerados subnormais na rede urbana e nas grandes regiões brasileiras. Brasília. 2014

IPEA. **Textos para discussão: 2364**. Vulnerabilidade social no Brasil: conceitos, métodos e primeiros resultados para municípios e regiões metropolitanas brasileiras. Brasília. 2018.

IPEA. **Textos para discussão: 960**. Transporte urbano e inclusão social: elementos para políticas públicas. Brasília. 2003.

IPEA. **Textos para discussão: 2115**. Planos de mobilidade urbana: instrumento efetivo da política pública de mobilidade? Brasília. 2015

ITC. **Measuring Accessibility to Jobs for the Urban Poor in Ahmedabad Phase 2: Model Update and Validation**. WB Final Report -Summary of Result. 2020.

JARAMILLO C.; LIZARRAGA C.; GRINDLAY A. Spatial disparity in transport social needs and public transport provision in Santiago de Cali (Colombia). **Journal of Transport Geography**, v.24, p 340-357, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.04.014>

JATOBÁ, J. O custo da imobilidade. **Revista Algo Mais**, Pernambuco, v. 6, n. 68, 2011.

KAMRUZZAMAN Md.; HINE J.; GUNAY B.; BLAIR N. Using GIS to visualize and evaluate student travel behavior. **Journal of Transport Geography**. v.19, p. 13-32, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2009.09.004>

KAMRUZZAMAN Md.; YIGITCANLAR T.; YANG J.; MOHAMED M A. Measure of transport-related social exclusion: a critical review of the literature. **Sustainability**, v. 8, nº 696, 2016. DOI:10.3390/su8070696

KENYON S.; LYONS G.; RAFFERTY J. Transport and social exclusion: investigating the possibility of promoting inclusion through virtual mobility. **Journal of Transport Geography**, v.10, p 207-219, 2002.

KUSHARIRI R.; YIGITCANLAR, T.; BUNKER, J.M. Sustainable transportation development: a framework to determine transportation disadvantaged. **Rethinking Sustainable Development: Urban Management, Engineering, and Design**. Hershey, P.A., USA. pp. 104-118. 2010.

LAMEIRA V., GOLGHER A. Mobilidade para trabalho na Região Metropolitana de São Paulo a partir dos dados do Censo Demográfico de 2010. **Revista brasileira de estudos de população**, v.38, p.1-27, 2021. <http://dx.doi.org/10.20947/S0102-3098a0140>

LEMOS D. S. C. P. S.; SANTOS M. P. S.; PORTUGAL L. S. Análise da relação entre o sistema de transporte e a exclusão social na cidade do Rio de Janeiro. **Engevista**. v. 6, p. 36-53, 2004.

LI T.; DODSON J.; SIPE N. Differentiating metropolitan transport disadvantage by mode: Household expenditure on private vehicle fuel and public transport fares in Brisbane, Australia. **Journal of Transport Geography**, v.49, p 16-25, 2015. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2015.10.001

LIMA G. C. L. S., BARBOZA M. H. C., PORTUGAL L. S., GIANNOTTI M. Exclusão social relacionada aos transportes: a acessibilidade é um fator relevante para a inclusão social? **Anais do 34º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET**. 2020.

LIMA J. H. **MOBILIDADE E EQUIDADE: um olhar da justiça distributiva sobre o uso da motocicleta em Alagoas**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco. 2020. Disponível: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/37729>

LIMA J. H. **Transporte, velocidade efetiva e inclusão social: um estudo para o Recife**. Recife. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco. 2016. Disponível: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/17141>

LIMA J., MAIA M. L., LUCAS K. Income vs. travel time: Why do the poorest and the richest travel fastest in northeastern Brazil? **Transportation Research Procedia**. v.25. p. 4285-4295. 2017. DOI: 10.1016/j.trpro.2017.05.250

LITMAN T. **Evaluating Transportation Equity**: Guidance for Incorporating Distributional Impacts in Transportation Planning. *World Transport Policy & Practice*. v.8, p. 50-65, 2017.

LUCAS K. Transport and social exclusion: Where are we now? **Transport Policy**. v. 20, p. 105–113, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2012.01.013>

LYONS G. The introduction of social exclusion into the field of travel behavior. **Transport Policy**, v. 10, p. 339-342, 2003. DOI:10.1016/j.tranpol.2003.09.001

MANUM B.; ARNESEN P.; NORDSTROM T.; GIL J. Improving GIS-based models for bicycling speed estimations. 46th European Transport Conference 2018. **Transportation Research Procedia** v.42, p. 85 - 99. 2019.

MELLO A. J. R. **A acessibilidade ao emprego e sua relação com a mobilidade e o desenvolvimento sustentáveis: o caso da região metropolitana do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro**. Tese de (doutorado em Engenharia de Transportes) – Departamento de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2015. Disponível:

MELLO A. J. R.; PORTUGAL L. S. Transportes e exclusão social: como tratar essa questão? **Anais da VII Rio de Transportes**. 2010.

MELLO C. A.; SILVA C. F. A.; MAIA M. L. A.; OLIVEIRA L. K. Um estudo exploratório da relação espacial da população feminina e frota de motocicleta no nordeste brasileiro. **Anais do 34º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET**. 2020.

MELO M. F. S. **Sistema de bicicletas publicas: uma alternativa para promoção da mobilidade urbana sustentável no município de Recife**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco. 2013. Disponível: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/12323>

MENEZES E. D. A. G. **Metodologia para avaliação estratégica da problemática da acessibilidade urbana sob o princípio da equidade**. Fortaleza. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Departamento de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará. 2015. Disponível: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/21099>

METRÔ RECIFE. **Horário de Funcionamento**. Disponível: <https://www.metrorecife.com.br/horarios/> 2020.

MIRANDA S. C. F.; FREITAS I. M. D. P. Análise da acessibilidade das pessoas com deficiência no sistema de transporte coletivo por ônibus na cidade de Salvador. **Anais do 23º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET**. 2009.

MUNSHI T.; BRUSSEL M.; ZUIDGEEST M.; van MAESEVEEN M. Development of Employment sub-centres in the City of Ahmedabad, India. **Environment and Urbanization ASIA**. v.9, p. 37-51, 2018. DOI: 10.1177/0975425317748521

NADALIN V. G., FURTADO B. A., RABETTI M. Concentração intraurbana de população e empregos: os centros antigos das cidades brasileiras perderam primazia? **Revista Brasileira de Estudos de População** v. 35. 2018. <https://doi.org/10.20947/S0102-3098a0043>

NEUTENS T.; WITLOX F.; DEMAEYER P. Individual accessibility and travel possibilities: A literature review on time geography. **European Journal of Transport and Infrastructure Research**. v.4, p. 335-352. 2007. DOI:10.18757/ejtir.2007.7.4.3403

NIMDM- NORTHERN IRELAND MULTIPLE DEPRIVATION MEASURE. **Description of Indicators**. Department of Finance. Northern Ireland Statistics and Research Agency. Belfast, 2017. Disponível: <https://www.nisra.gov.uk/publications/nimdm17-results>.

NIMM - NORTHERN IRELAND MULTIPLE MEASURE. **Measure of Deprivation in Northern Ireland**. Social Disadvantage Research Center – Department of Social Policy and Social Work. Reino Unido, 2001. Disponível: <https://www.nisra.gov.uk/statistics/deprivation/northern-ireland-multiple-deprivation-measure-2001-nimdm2001>

O´BRIEN D.; WILKES J.; HAAN A.; MAXWELL S. Poverty and Social Exclusion in North and South. **IDS Working Paper**. v.55, 1997. <https://doi.org/10.19088/1968-2017.141>

OLIVEIRA P. C., AMORIM F. G., TOLEDO M. L. G. CRUZ F. R. B. Otimização de redes de circulação de pedestres sujeitas a congestionamento. **Anais do XXXVI SBPO – Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional São Joao del-Rei**, 2004.

OLIVEIRA F. C. Acessibilidade ao transporte publico nas áreas de morro do Recife. Recife. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco. 2017. Disponível: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/26313>

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **ONU prevê que cidades abriguem 70% da população mundial até 2050**. 2019. Disponível: <https://news.un.org/pt/story/2019/02/1660701>

ÖZKAZANÇ S.; SÖNMEZ F. N. Ö. Spatial analysis of social exclusion from a transportation perspective: A case study of Ankara metropolitan area. **Cities**. V.67, p 71-84. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.04.013>

PEREIRA E. L. **A cultura carnavalesca da bomba do Hemetério como recurso econômico: uma análise pós-desenvolvimentista.** Dissertação (Mestrado em Administração) – Departamento de Ciências Administrativas, Universidade Federal de Pernambuco. 2015 Disponível: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/17165>

PINTO D. G. L. **Compreensão das desigualdades socio espaciais na acessibilidade ao trabalho formal e informal em Fortaleza.** Dissertação de mestrado, Centro de tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil. 2020. Disponível: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/53751>

PORTUGAL, L. S. (org.) **Transporte, mobilidade e desenvolvimento urbano.** 1ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

PRESTON J.; RAJÉ. F. Accessibility, mobility and transport-related social exclusion. **Journal of Transport Geography**, v. 3, p.151–160, 2007. DOI:10.1016/j.jtrangeo.2006.05.002

PRITCHARD J., MOUR F., SILVA J. A., MARTINEZ. Spatial analysis of transportation-related social exclusion in Lisbon metropolitan area. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 111, p. 440 – 449, 2014. DOI: 10.1016/j.sbspro.2014.01.077

QUESADO FILHO N. O.; SOUSA F. F. L. M Evolução das desigualdades na acessibilidade ao trabalho na região metropolitana de fortaleza no começo do século XXI. **Anais do 34º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET. 2020.**

RAIA JUNIOR A. A. **Acessibilidade e mobilidade na estimativa de um índice de potencial de viagens utilizando redes neurais artificiais e sistemas de informações geográficas.** Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia de Transportes, Universidade de São Paulo. 2000. DOI: 10.11606/T.18.2000.tde-10112001-160812

RPODSP - RELATORIO DA PESQUISA DE ORIGEM E DESTINO DA CIDADE DE SÃO PAULO **Pesquisa Origem Destino 2017 – 50 anos. A mobilidade urbana da região metropolitana de São Paulo em detalhes.** Secretaria estadual dos transportes metropolitanos. 2019.

RPODRMR - RELATORIO DA PESQUISA ORIGEM DESTINO DA REGIÃO METROPOLITANA DE RECIFE. **Pesquisa Origem-Destino metropolitana Recife 2017-2018.** Governo do Estado de Pernambuco, 2018.

RIBEIRO L. C. Q.; RIBEIRO M. G. **IBEU municipal índice de bem-estar urbano dos municípios brasileiros.** Rio de Janeiro, 2016. Disponível: <https://ibeu.observatoriodasmetropoles.net.br>

RIBEIRO L. C. Q.; RIBEIRO M. G. **IBEU: índice de bem-estar urbano.** Rio de Janeiro, 2013. ISBN 9788577852185

ROCHA NETO O. A. **Mobilidade urbana e cultura do automóvel na singularidade da metrópole modernista brasileira.** Brasília. Dissertação (Mestrado em Sociologia) – Instituto de Ciências Sociais, Universidade de Brasília. 2012. Disponível: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/11560>

RODRIGUES D. S. **Avaliação multicritério de acessibilidade em ambiente SIG.** Braga. Dissertação (Mestrado em Engenharia Municipal) – Departamento de Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade do Minho. 2001. Disponível: <http://hdl.handle.net/1822/42>

SANTOS M. M. B. **Intervenção governamental e cotas de emprego para trabalhadores com deficiência na região metropolitana de Recife – um estudo de caso da superintendência estadual de apoio a pessoa com deficiência / SEAD.** Dissertação (Mestrado em Serviço Social) – Centro de ciências sociais aplicadas, Universidade Federal de Pernambuco. 2006. Disponível: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/9815>

SANTOS P. R. G. **Análise da influência da segurança pública na escolha do uso do carro como modo de transporte pela população da Região Metropolitana do Recife.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco. 2017. Disponível: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/26316>

SANTOS P. R. G.; MEIRA L. H. Análise de critérios motivacionais na escolha do uso do automóvel como modo principal de transporte pela população da região metropolitana do Recife. **Anais do 34º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET.** 2020.

SHAY E. COMBS T. S., FINDLEY D., KOLOSNA C., MADELEY M. SALVESEN D. Identifying transportation disadvantage: Mixed-methods analysis combining GIS mapping with qualitative data. **Transport Policy.** v.48, p. 129-138, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.03.002>

SILVA M. N. **O transporte público coletivo na produção do espaço: Experiências Cotidianas de uma Mobilidade Periférica na Região Metropolitana do Recife.** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Urbano) – Centro de Artes de Comunicação, Universidade Federal de Pernambuco. 2018. Disponível: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/32456>

SEADE. **Índice Paulista de Vulnerabilidade Social.** Governo do Estado de São Paulo. São Paulo. 2013.

SKOV-PETERSEN H. Estimation of distance-decay parameters -GIS-based indicators of recreational accessibility. **Scangis.** p. 237-258, 2001.

SMEED R. J.; **The Road Capacity of City Centers. Traff. Eng. and Control,** p. 22-37, 1967.

SOCIAL EXCLUSION UNIT. **Making the Connections: Final Report on Transport and Social Exclusion.** Office of the Deputy Prime Minister, Reino Unido, 2003. Disponível: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---emp_policy/---invest/documents/publication/wcms_asist_8210.pdf

TACO P. W. G.; SOUSA A. M; SILVA P. B. S. **Acessibilidade e mobilidade urbana na perspectiva da equidade e inclusão social.** Ed. Kelps, Goiânia, 2018. ISSN: 978-85-400-2423-6

TOMLINSON M.; KELLY G. **What's the Use of the Noble Index? Theories, Methods and Applications.** Department for Social Development. Northern Ireland, 2003.

TRIBBY C. P.; ZANDBERGEN P. A. High-resolution spatio-temporal modeling of public transit accessibility. **Applied Geography.** v.34, p.345-355, 2012. DOI:10.1016/j.apgeog.2011.12.008

URRY J. Mobility and proximity. **Sociology.** v.36, p.255-274, 2002. DOI: 0038-0385(200205)36:2;255-274;022760

VANDENBULCKE G.; STEENBERGHEN T., THOMAS I. Mapping accessibility in Belgium: a tool for land-use and transport planning? **Journal of Transport Geography**, v.17, p.39-53, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2008.04.008>

VASCONCELLOS E. A. **Análisis de la movilidad urbana. Espacio, medio ambiente y equidad**. 1º Ed. Bogotá: Corporación Andina de Foment, 2010. ISBN:978-980-6810-60-0

WU B. M.; HINE J. P. A PTAL approach to measuring changes in bus service accessibility. **Transport Policy**. v.10, p. 307-320, 2003. DOI:10.1016/S0967-070X(03)00053-2

YAN-YAN C., PAN-YI W., JIAN-HUI L., GUO-CHEN F., XIN L., YI G. An Evaluating Method of Public Transit Accessibility for Urban Areas Based on GIS. **Procedia Engineering**. V.137, p. 132 – 14, 2016. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.01.24

YIGITCANLAR T.; RASHID K.; DUR F. Sustainable Urban and Transport Development for Transportation Disadvantaged: A Review. **The Open Transportation Journal**. v.4, p.1-8, 2010. DOI:10.2174/1874447801004010001

ZANDONADE P., MORETTI R. O padrão de mobilidade de São Paulo e o pressuposto de desigualdade. **EURE Santiago**. V. 38, Nº 113, pp. 77-97, 2012. <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612012000100004>