

**DANIEL AGOSTINI CRUZ
HENRIQUE BARBOSA PRIMON
MATEUS HUMBERTO ANDRADE
RODRIGO DEUSDARÁ LABOISSIÈRE**

ESTRUTURAÇÃO DE CAMINHOS DE PEDESTRES

**SÃO PAULO
2015**

**DANIEL AGOSTINI CRUZ
HENRIQUE BARBOSA PRIMON
MATEUS HUMBERTO ANDRADE
RODRIGO DEUSDARÁ LABOISSIÈRE**

ESTRUTURAÇÃO DE CAMINHOS DE PEDESTRES

**Trabalho de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo, no âmbito do Curso de
Engenharia Civil**

**Orientação: Prof. Dr. Claudio Luiz
Marte**

**SÃO PAULO
2015**

Catalogação na publicação

Cruz, Daniel Agostini *et al.*

Estruturação dos caminhos de pedestres / D. A. Cruz, H. B. Primon, M. H. Andrade, R. D. Laboissière, C. L. Marte -- São Paulo, 2015.
164 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Transportes.

1. PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES I. Universidade de São Paulo.
Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Transportes II.t.
III. Primon, Henrique Barbosa IV. Andrade, Mateus Humberto V. Laboissière,
Rodrigo Deusdará VI. Marte, Cláudio Luiz

AGRADECIMENTOS

Ao Claudio Luiz Marte, pela oportunidade, pela confiança e pelo acompanhamento ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

À Juliana Carmo Antunes, pela leitura atenta e pela disponibilidade.

Ao Eduardo Alcântara Vasconcellos, pelo apoio e pelo exemplo.

À Mariana Abrantes Giannotti, pelo direcionamento, pelas referências e orientações.

Ao German Freiberg, pelas ideias iniciais e pelos comentários.

Ao Renato Arbex, pelas orientações, pelas sugestões e pelos dados.

Ao Paulo Jorge Monteiro de Cambra, pela coincidência e pelas sugestões.

Aos demais grupos de TF de geoprocessamento, pela troca de dados e informações.

Aos amigos do APÊ, pelas conversas e motivações.

Aos familiares, pelo suporte e pela compreensão.

A todos os demais amigos e colegas que nos ajudaram com informações, leituras e críticas.

RESUMO

A estruturação dos caminhos de pedestres nos grandes centros urbanos apresenta uma grande dificuldade em relação à escala das análises necessárias para o diagnóstico das condições existentes e identificação dos problemas atuais. Tendo como foco a Cidade de São Paulo, este trabalho propõe um método de avaliação da atratividade do ambiente construído para os deslocamentos realizados a pé. Partiu-se da escala do município (macro), agregando-se informações das bases de dados disponibilizadas pelos órgãos públicos ao nível de zonas OD. Utilizando o método analítico AHP, os conjuntos de fatores de atratividade definidos - integridade da rede viária, segurança, diversidade do uso do solo, acesso ao transporte público e escolas - foram ponderados de forma a compor um indicador do potencial de realização de deslocamentos a pé em cada uma das zonas OD de São Paulo. Com base nos dados da Pesquisa OD de 2007, foi calculada a proporção de deslocamentos a pé realizados nessas zonas, permitindo uma comparação entre o potencial, calculado em função do ambiente construído (macro), e o real, estimado pela pesquisa OD. A partir dessa comparação, foi observado um descolamento entre esses dois indicadores, ou seja, zonas com alta atratividade do ambiente apresentam poucos deslocamentos a pé, e vice-versa. Em seguida, na tentativa de refinar a análise em uma escala menor, a subprefeitura da Sé foi escolhida como foco do estudo, uma vez que aí se observaram zonas nos dois extremos do indicador, isto é, zonas com os maiores e os menores descolamentos. As zonas identificadas foram objeto de um levantamento micro do ambiente construído com base em alguns aspectos (continuidade elargura de calçadas, cobertura vegetal, estreiteza do leito carroçável, fachada ativa, dentre outros) que, reunidos em um segundo indicador do ambiente construído (micro), mostraram alta correlação com os dados de proporção dos deslocamentos a pé nessas regiões. Este trabalho buscou, assim, consolidar um método de diagnóstico que permita o estabelecimento de critérios para a melhoria do processo de planejamento de transportes voltado ao pedestre.

Palavras-chave: pedestre; caminhabilidade; planejamento de transportes; uso do solo; rede viária; segurança; transporte público; São Paulo.

ABSTRACT

The structuring of pedestrian routes in metropolitan areas poses a great challenge once the analyses for a proper diagnosis of the existing conditions and identification of the problems may demand scales different than those typically available for transportation planning. Focusing on the city of São Paulo, this work proposes a method for evaluating the attractiveness of the built environment to trips made on foot. Beginning at a municipal scale (the whole city of São Paulo), this study compiles a variety of data available within the Origin Destination zones. Using the analytical framework AHP (Analytic Hierarchy Process), the attractiveness factors defined – network integrity, safety, diversity of land use, access to public transit and schools – compose together an indicator of the environment attractiveness for trips on foot in each of the Origin-Destination zones in São Paulo. Based on data from the 2007 Origin Destination Survey, the share of pedestrian displacements in these zones was estimated, allowing for a comparison between the potential previously calculated as a function of the built environment, and the actual proportions, as measured by the OD Survey. A detachment between these indicators was observed: zones with high environment attractiveness levels had few trips on foot and vice-versa. Following this first part of the work, in an attempt to refine the analysis on a lower scale, the Sé borough was chosen as focus, once it presented zones on the two extremes, that is, zones with high and low detachment.

The zones identified were addressed a detailed and comprehensive survey concerning other aspects of the built environment for pedestrian trips(e.g. continuity and width of sidewalks, tree canopy, narrowness of carriageway, active frontage of lots), that, grouped into a second indicator of the environment attractiveness, were highly correlated with the share of pedestrian displacements in these zones. Thus, the study aimed at consolidating a method for diagnosis that allows the establishment of criteria for the improvement of a process of transportation planning focused on the pedestrian.

Key words: pedestrian; walkability; transportation planning; land use; traffic network; safety; public transit; São Paulo.

SUMÁRIO

1. OBJETIVOS	1
2. INTRODUÇÃO	2
2.1. MOBILIDADE E DESLOCAMENTOS A PÉ	2
2.2. A BUSCA DA REINSERÇÃO DO PEDESTRE NO PLANEJAMENTO DA MOBILIDADE URBANA	3
2.3. O PAPEL DO DIAGNÓSTICO NO PLANEJAMENTO	5
2.4. ESTRUTURA DO TRABALHO	9
3. REVISÃO DOS ESTUDOS EXISTENTES	10
3.1. DADOS DOS DESLOCAMENTOS A PÉ	10
3.2. ABORDAGENS DO PLANEJAMENTO VOLTADO AO PEDESTRE.....	17
3.2.1. Planejamento baseado no fluxo medido.....	17
3.2.2. Planejamento baseado na atratividade do ambiente construído.....	20
3.3. ESCALA MACRO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO	23
3.4. ESCALA MICRO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO.....	25
3.5. FATORES DE ATRATIVIDADE DOS DESLOCAMENTOS A PÉ	27
3.5.1. Integridade da rede	27
3.5.2. Uso do solo	32
3.5.3. Acesso ao transporte público	33
3.5.4. Declividade	35
3.5.5. Segurança.....	35
3.5.6. Seguridade.....	37
3.5.7. Arborização.....	39
3.5.8. Sinalização para o pedestre	39
3.5.9. Continuidade das calçadas	40
3.5.10. Pavimento das calçadas	41
3.5.11. Fachada ativa	41
3.5.12. Existência de calçada	41
3.5.13. Largura de calçadas	41
3.5.14. Estreiteza do leito carroçável.....	42
3.6. CONSOLIDAÇÃO DO CAPÍTULO	42
4. MÉTODO E APLICAÇÃO: NÍVEL MACRO.....	44
4.1. BASES GEORREFERENCIADAS LEVANTADAS E PROCESSADAS.....	44
4.2. PROCESSAMENTO DOS DADOS.....	46
4.3. RELAÇÃO ENTRE OS FATORES.....	59

4.4. ÍNDICE DE ATRATIVIDADE MACRO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO (IA-macro)	62
4.5. ÍNDICE DE COMPARAÇÃO (IC)	66
4.6. CONSOLIDAÇÃO DA ANÁLISE MACRO	68
5. MÉTODO E APLICAÇÃO: NÍVEL MICRO	70
5.1. ESCOLHA DAS ZONAS OD PARA LEVANTAMENTO NO NÍVEL MICRO	70
5.2. BASES GEORREFERENCIADAS LEVANTADAS E PROCESSADAS	75
5.3. PROCESSAMENTO DOS DADOS	82
5.4. RELAÇÃO ENTRE OS FATORES	86
5.5. ÍNDICE DE ATRATIVIDADE MICRO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – IA-Micro ..	87
5.6. CONSOLIDAÇÃO DA ANÁLISE MICRO	89
6. CONSOLIDAÇÃO DO DIAGNÓSTICO	91
6.1. ZONAS DO GRUPO 1	91
6.2. ZONAS DO GRUPO 2	100
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	108
7.1. CONCLUSÕES	108
7.2. REVISÃO CRÍTICA	109
7.3. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	114
9. REFERÊNCIAS	115
9.1. BIBLIOGRÁFICAS	115
9.2. BASES GEORREFERENCIADAS	123
ANEXO I: AHP – Analytic Hierarchy Process	125
ANEXO II: AHP – Matrizes da Análise Macro	129
ANEXO III: AHP – Matriz da Análise Micro	132
ANEXO IV: IA-macro – Obtenção dos fatores de atratividade macro do ambiente construído	133

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Interfaces do espaço urbano.....	6
Figura 2: O diagnóstico de de pedestres dentro do processo de planejamento de transportes	7
Figura 3: Gráfico das Razões Declaradas Para Escolha Do Modo “A Pé”	12
Figura 4: Gráfico dos Motivos Principais das Viagens A Pé.....	14
Figura 5: Gráfico da Comparação entre viagens por modo principal e total de deslocamentos feitos pelas pessoas – 2013.....	15
Figura 6: Mapas da Proporção das Viagens Realizadas a Pé em Relação às Viagens Totais (à esquerda) e dos Deslocamentos Realizados a Pé em Relação aos Deslocamentos Totais (à direita) por Zona OD.	16
Figura 7: Referência para determinação de fluxo e densidade de tráfego de pedestres.	19
Figura 8: Níveis de serviço associados a densidade e a volume de escoamento de pedestres.....	19
Figura 9: Três e cinco “Ds” do ambiente construído.....	25
Figura 10: Ilustração de descontinuidade gerada por diferentes níveis hierárquicos.....	30
Figura 11: Principais topologias em redes de transportes.....	30
Figura 12: Diferentes morfologias do sistema viário.....	31
Figura 13: Influência da Velocidade de Colisão na Probabilidade de Morte de Pedestres ..	37
Figura 14: Mapa dos Níveis de Agregação dos Dados: exemplo para o distrito do Butantã - Distritos, Zonas OD e Setores Censitários.....	47
Figura 15: Análises da Integridade da Rede Viária.	49
Figura 16: Análises da Diversidade de Uso do Solo.....	52
Figura 17: Análise das Densidades de Matrículas Escolares.....	54
Figura 18: Análise da Segurança dos Deslocamentos a Pé.....	56
Figura 19: Análises Relativas ao Acesso ao Transporte Público, para cada zona OD.	58
Figura 20: Análises Relativas ao Acesso ao Transporte Público, para cada zona OD.	59
Figura 21: Análises da Integridade da Rede Viária e da Diversidade de Uso do Solo.....	63
Figura 22: Análises das Escolas, da Segurança, e do Acesso ao Transporte Público.	64
Figura 23: Índices de Atratividade Macro – IA-macro.....	65
Figura 24: Índice de Comparação (IC).	67
Figura 25: Diferentes Abordagens de Políticas Públicas de Acordo com o IC da Zona OD. 68	
Figura 26: Dez Subprefeituras com as Maiores Diferenças Entre os Valores Máximo e Mínimo do IC (barras), com Indicação dos Valores Máximo (Linha Azul) e Mínimo (Linha Vermelha).	71
Figura 27: Dez Subprefeituras com as Maiores Diferenças Entre os Valores Máximo e Mínimo do IC.	72
Figura 28: Zonas OD da Subprefeitura da Sé e Respectivos Valores de IC. Em Destaque, Zonas OD Selecionadas para Levantamento Micro do Ambiente Construído: Grupo 1 (Vermelho) e Grupo 2 (Laranja).	74
Figura 29: Valores de IC das Zonas OD da Subprefeitura da Sé, com Delimitação das Zonas Selecionadas para Levantamento Micro do Ambiente Construído.	75
Figura 30: Pavimento de Calçada Muito Bom - Av. Higienópolis.....	77
Figura 31: Fachada Ativas na Rua Galvão Bueno – Liberdade.....	79
Figura 32: Rua de Acesso Restrito – Liberdade.....	83
Figura 33: Valores Normalizados dos Fatores que Compõem o IA-micro.	85

Figura 34: Participação dos Fatores Levantados na Composição do IA-micro (Ponderados Pelos Pesos), com Valor do Índice entre Parênteses.....	88
Figura 35: Correlação Entre o IA-micro e a Proporção dos Deslocamentos a Pé: Ajuste por Curva Exponencial com $R^2=0,881$	88
Figura 36: Esquema explicativo da natureza da correlação exponencial entre a qualidade do ambiente construído e a proporção dos deslocamentos a pé.	89
Figura 37: Composição das Cinco Categorias do Ambiente Construído Macro no Valor do IA-macro das Zonas OD do Grupo 1 (Sem Ponderação).....	92
Figura 38: Fatores do Levantamento Micro do Ambiente Construído, apresentados de acordo com a Rede Viária das Zonas OD do Grupo 1.	93
Figura 39: Fatores do Levantamento Micro do Ambiente Construído, apresentados de acordo com a Rede Viária das Zonas OD do Grupo 1.	94
Figura 40: Fatores do Levantamento Micro do Ambiente Construído, apresentados de acordo com a Rede Viária das Zonas OD do Grupo 1.	95
Figura 41: Fatores do Levantamento Micro do Ambiente Construído, apresentados de acordo com a Rede Viária das Zonas OD do Grupo 1.	96
Figura 42: Fatores do Levantamento Micro Apresentados de Acordo com a Rede Viária das Zonas OD do Grupo 1.....	97
Figura 43: Composição das Cinco Categorias do Ambiente Construído Macro no Valor do IA-macro das Zonas OD do Grupo 2 (Sem Ponderação).....	100
Figura 44: Fatores do Levantamento Micro do Ambiente Construído, apresentados de acordo com a Rede Viária das Zonas OD do Grupo 2.	101
Figura 45: Fatores do Levantamento Micro do Ambiente Construído, apresentados de acordo com a Rede Viária das Zonas OD do Grupo 2.	102
Figura 46: Fatores do Levantamento Micro do Ambiente Construído, apresentados de acordo com a Rede Viária das Zonas OD do Grupo 2.	103
Figura 47: Fatores do Levantamento Micro do Ambiente Construído, apresentados de acordo com a Rede Viária das Zonas OD do Grupo 2.	104
Figura 48: Fatores do Levantamento Micro Apresentados de Acordo com a Rede Viária das Zonas OD do Grupo 2.....	105
Figura 49: Mapa do fator da Declividade Média das Vias das Zonas OD.....	134
Figura 50: Mapa do fator da Densidade de Extensão da Rede Viária por Área Urbanizada da OD.....	135
Figura 51: Mapa do fator da Densidade de Nós Intersectantes da Rede Viária por Extensão da Rede.....	136
Figura 52: Mapa do fator da Densidade de Nós Intersectantes da Rede Viária por Área de Zona OD.....	137
Figura 53: Mapa do Índice de entropia por zona OD.....	138
Figura 54: Mapa do fator da Proporção de área construída de usos coletivos, compreendendo: comércio e serviços horizontal, comércio e serviços vertical, uso escola e uso coletivo.....	139
Figura 55: Mapa do fator da Proporção de área construída de uso residencial.....	140
Figura 56: Mapa do fator da Proporção de área construída de uso não residencial.....	141
Figura 57: Mapa do fator do número de matrículas de crianças (alunos de creche e pré-escola) por área de zona OD, em km^2	142
Figura 58: Mapa do fator do número de matrículas de jovens (alunos de educação especial, ensino fundamental e ensino médio) por área de zona OD, em km^2	143

Figura 59: Mapa do fator do número de matrículas de adultos (alunos de educação profissional, educação de jovens e adultos, educação complementar e atendimento educacional especializado) por área de zona OD, em km ²	144
Figura 60: Mapa do Fator de segurança dos deslocamentos a pé por extensão viária.	145
Figura 61: Mapa do Fator de segurança dos deslocamentos a pé por área urbanizada.	146
Figura 62: Mapa do fator do fluxo de veículos por hora por extensão viária.....	147
Figura 63: Mapa do fator da Capacidade de transporte público por extensão viária.	148
Figura 64: Mapa do fator do Fluxo de veículos por área.	149
Figura 65: Mapa do fator da Capacidade de transporte público por área.	150
Figura 66: Mapa do fator das Paradas de transporte público por extensão viária.	151
Figura 67: Mapa do fator da Capacidade de transporte público por população residente da zona OD.	152

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Elementos de análise micro de condições de <i>caminhabilidade</i> do ambiente construído.....	27
Tabela 2: Bases georreferenciadas obtidas para análise espacial dos fatores de atratividade.....	45
Tabela 3: Uso do solo homogeneizado e respectiva descrição.....	50
Tabela 4: Hierarquização dos Fatores Analisados a Nível Macro.....	60
Tabela 5: Resultados da Aplicação do Método AHP nos Fatores do IA-macro	61
Tabela 6: Parâmetros de Análise do Levantamento.....	79
Tabela 7: Normalização das Notas dos Fatores.....	84
Tabela 8: Resultados da Aplicação do Método AHP nos Fatores do IA-micro	87
Tabela 9: Consolidação do Diagnóstico do Ambiente Construído para o Pedestre nas Zonas do Grupo 1.....	97
Tabela 10: Consolidação do Diagnóstico do Ambiente Construído para o Pedestre nas Zonas do Grupo 1.....	105
Tabela 11: Pesos Relativos Entre os Fatores Ai e Aj	127
Tabela 12: Matriz de Julgamentos do Nível Hierárquico Superior – Análise Macro.....	129
Tabela 13: Matriz de Julgamentos – Integridade da Rede Viária	129
Tabela 14: Matriz de Julgamentos – Diversidade do Uso do Solo.....	130
Tabela 15: Matriz de Julgamentos – Escolas.....	130
Tabela 16: Matriz de Julgamentos – Segurança	131
Tabela 17: Matriz de Julgamentos – Acesso ao Transporte Público	131
Tabela 18: Matriz de julgamentos do IA-micro	132

1. OBJETIVOS

Este Trabalho de Formatura perseguiu o objetivo geral de desenvolver um método de diagnóstico que possibilite a incorporação do pedestre ao planejamento de transportes. O método de diagnóstico proposto neste trabalho partiu de uma abordagem do ambiente construído da cidade de São Paulo, a partir de ferramentas e conhecimentos desenvolvidos na engenharia, dentro do domínio dos transportes e do geoprocessamento.

Foi intenção mensurar, para regiões da cidade de São Paulo, os níveis de atratividade dos deslocamentos realizados a pé, tanto em um nível macro (a cidade inteira) quanto em um nível micro (algumas zonas OD). Por meio da correlação de alguns desses fatores com a distribuição dos deslocamentos a pé em cada região, buscou-se não só a identificação de características que qualifiquem um local como atrativo ao pedestre, mas também a aferição de possíveis medidas para esses aspectos. Além disso, tornou possível ensaiar uma correlação dessas características com as viagens ou deslocamentos a pé medidos, de acordo com os dados disponíveis.

Assim, este trabalho buscou cumprir as seguintes metas específicas:

1. Elencar as abordagens existentes de planejamento para o pedestre, com base em pesquisa bibliográfica, bem como seus critérios e categorias;
2. Encontrar, selecionar e processar bases de dados georreferenciados, de modo a desenvolver e calcular fatores que mensurem os critérios ou categorias pesquisados;
3. Estabelecer índices de atratividademicro e macro do ambiente construído, a partir desses fatores;
4. Consolidar e estruturar um método de diagnóstico para o planejamento de transportes voltado ao pedestre.

2. INTRODUÇÃO

2.1. MOBILIDADE E DESLOCAMENTOS A PÉ

Um dos temas centrais na gestão das cidades, a mobilidade urbana, tem sido discutido e pensado em âmbito nacional, seja entre cidadãos preocupados com a qualidade de vida e trânsito em suas cidades, seja entre profissionais, acadêmicos e legisladores, também responsáveis por esse tema. A mobilidade é uma condição essencial para acessar os bens e serviços urbanos e, também, um fator fundamental para a integração social e urbana.

Sob o pretexto de reorganização do sistema de circulação, foram implantados, nas últimas décadas, sistemas de transporte nas cidades em favor do transporte motorizado. Esses sistemas conferiram velocidades maiores que as tradicionalmente praticadas nas cidades – sobretudo a pé e de bicicleta –, o que permitiu, dentre outros, a extensão do raio de deslocamento diário das pessoas. Como contrapartida, no entanto, houve uma diminuição na escolha dos pontos de destino, além da quebra de fluxos, da criação de grupos isolados e hierarquizados de destino e do aumento do tempo dedicado à circulação, decorrente da dependência do deslocar-se por meio do transporte motorizado, público ou privado (IILICH, 1974: 44, 57). Além disso, a crescente ineficiência dos congestionamentos, a dependência de recursos não renováveis e a distribuição desigual dos custos e benefícios dos sistemas de transporte sinalizam novas abordagens à solução de problemas em mobilidade, isto é: passar por uma mudança de paradigma (LITMAN, 2003: 1). É necessário reafirmar que, mais que em termos da velocidade, o sucesso de um sistema de transporte é a facilidade de acesso a outras pessoas e destinos. Mais que simplesmente aumentar a velocidade sob a qual uma pessoa se locomove, deve-se “introduzir mudanças que nos permitam gastar menos tempo ganhando acesso aos destinos que nós precisamos” (WHITELEGG, 1993: 131). Ao se reorganizar o espaço em favor do motor, a capacidade inata de se mover fica esvaziada de sentido (IILICH, 1974: 65).

“É exatamente essa mobilidade natural do ser humano que **não ganha significação formal por parte das grandes equipes profissionais**, que preparam a maioria dos grandes estudos sobre a reorganização da circulação necessária (...) **O engenheiro é incapaz de conceber a renúncia**

à velocidade, o atraso geral da circulação, como meio de abolir o espasmo energético que atualmente entorpece os transportes. Não quer elaborar seus programas com base no postulado de proibir na cidade qualquer veículo motorizado que exceda a cadência da bicicleta” ILICH, 1974: 59-60, grifo nosso.

2.2. A BUSCA DA REINSERÇÃO DO PEDESTRE NO PLANEJAMENTO DA MOBILIDADE URBANA

Nos últimos anos, sobretudo pela esfera pública federal, houve uma evolução na compreensão e conceituação de mobilidade urbana, o que demonstra um direcionamento das políticas urbanas em prol da equidade no uso do espaço público, da gestão democrática do planejamento urbano, do desenvolvimento sustentável das cidades e, portanto, dos deslocamentos a pé (baseado em KNEIB, 2011):

- **2001:** Estatuto das Cidades: Plano de Transporte Urbano Integrado;
- **2003:** Criação do Ministério das Cidades (MCidades) e da SEMOB (Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade); Conferência das Cidades;
- **2004:** Cadernos MCidades: mobilidade entendida como diferentes respostas dadas por indivíduos e agentes econômicos às necessidades de deslocamento, considerando as dimensões do espaço urbano e a complexidade das atividades nele desenvolvidas;
- **2005:** Resolução Concidades: Plano Diretor de Transporte e da Mobilidade
- **2007:** Caderno PlanMob: Mobilidade urbana sustentável;
- **2012:** Lei federal 12.587 e instituição do Plano de Mobilidade Urbana como instrumento de efetivação da Política Nacional de Mobilidade Urbana.

A Lei federal nº 12.587/2012, intitulada PNMU (Política Nacional de Mobilidade Urbana), além de instituir o Plano de Mobilidade Urbana como instrumento de efetivação da Política Nacional de Mobilidade Urbana (BRASIL, 2012), garante “a prioridade do transporte não motorizado [entre os quais a caminhada e a bicicleta] sobre o transporte individual motorizado, independentemente do tamanho das cidades” (MCidades, 2015: 34).

A existência da PNMU, dentre outras normas, regulamentos e manuais, não garantiu, porém, um avanço prático na melhoria da mobilidade na maioria das cidades. De fato, é notável a compreensão das questões que se referem à mobilidade, sobretudo com relação aos instrumentos disponíveis aos gestores; entretanto, além da quebra de paradigma, há como desafios a apreensão do conceito, o entendimento das reais prioridades para a cidade e a articulação entre as políticas relacionadas (KNEIB, 2011).

Isso não significa, porém, que os conhecimentos desenvolvidos na engenharia deixam de ser úteis na concepção das políticas de mobilidade. “Pelo contrário, a engenharia de transportes e de tráfego deve ser intensamente utilizada na elaboração dos Planos de Mobilidade Urbana, porém orientada pelos conceitos e abordagem presentes no PlanMob” (MCidades, 2015: 68). O PlanMob, principal caderno de referência para elaboração de planos de mobilidade, prossegue:

“Os Planos de Mobilidade Urbana devem tratar da **circulação de pessoas e bens e não só dos veículos, priorizando o pedestre e o transporte coletivo** e não só o automóvel e administrando todo o sistema viário e não apenas a pista de rolamento (...). A inclusão destes deslocamentos [a pé e de bicicleta] no cerne do planejamento urbano e no planejamento dos transportes, bem como na gestão da mobilidade urbana (...) significa também contribuir para o processo de inclusão social de parte da população brasileira que se desloca, prioritariamente, por modos não motorizados.” MCidades, 2015: 35, 68. Grifo nosso.

Mais que simplesmente medir a quantidade de mobilidade (tal como a velocidade do deslocamento ou a quilometragem percorrida), a engenharia que trata do planejamento da mobilidade sustentável deve focar em resultado, tal como a qualidade no acesso, isto é, a habilidade de obter certos bens, serviços e atividades (LITMAN, 2003: 3). Além disso, pelo fato de os deslocamentos efetuados a pé possuírem “motivos e comportamentos distintos daqueles observados nas viagens motorizadas (...), **a incorporação do pedestre ao planejamento da circulação tende a exigir estudos adicionais e específicos**” (MCidades, 2015: 37; grifo nosso).

“Vamos dizê-lo de imediato: a questão ‘por que nos movemos?’ não envolve o domínio dos transportes somente. Ela nos faz entrar com os dois pés no estudo, muito mais vasto, dos modos de vida contemporâneos. Fazer passar objetos ou pessoas de um ponto a outro, é implicar efetivamente um vasto leque de atividades humanas”. KAUFMANN, 2011: 14

A busca da inserção da mobilidade sustentável nas cidades deve ser permeada pela discussão racional de um tema fundamental: a ordem de grandeza do limite de velocidade nas cidades (ILICH, 1974: 59). Do plano ao projeto, para que a mobilidade natural das pessoas seja reincorporada às cidades, “as vias devem ser desenhadas para estimular que condutores trafeguem na velocidade adequada (...). Bons projetos de engenharia podem, inclusive, reduzir a necessidade de fiscalização” (MCidades, 2015: 74). Ao compreender que “as distâncias percorridas são um mau indicador da mobilidade” e que “podemos ter pouca mobilidade mesmo se deslocando bastante” (KAUFMANN, 2011: 100), a engenharia assume o papel de envolver em sua atuação uma discussão abrangente, que ultrapassa o conteúdo comumente ensinado nas escolas. Associado a isto, o fato de a mobilidade urbana ser um “conceito ‘novo’ em fase de assimilação e amadurecimento” (KNEIB, 2011) reafirma a necessidade de se passar por uma mudança de paradigma na reformulação das maneiras de se pensar as cidades em prol do pedestre e das demais formas de transporte ativo.

2.3. O PAPEL DO DIAGNÓSTICO NO PLANEJAMENTO

O planejamento de transportes configura-se em um dos componentes do planejamento do espaço urbano e se trata de um processo dinâmico, uma vez que as cidades encontram-se em constantes transformações, e diretamente influenciado pela distribuição espacial dos usos do solo, das infraestruturas urbanas, da população e das oportunidades. A consideração desta sobreposição de ambientes naturais, dos sistemas urbanos e do ambiente construído, apresentada na Figura 1, mostra-se como disciplina essencial para a identificação, discussão e antecipação dos problemas a serem evitados e das medidas a serem adotadas pelo gestor público.

Figura 1: Interfaces do espaço urbano

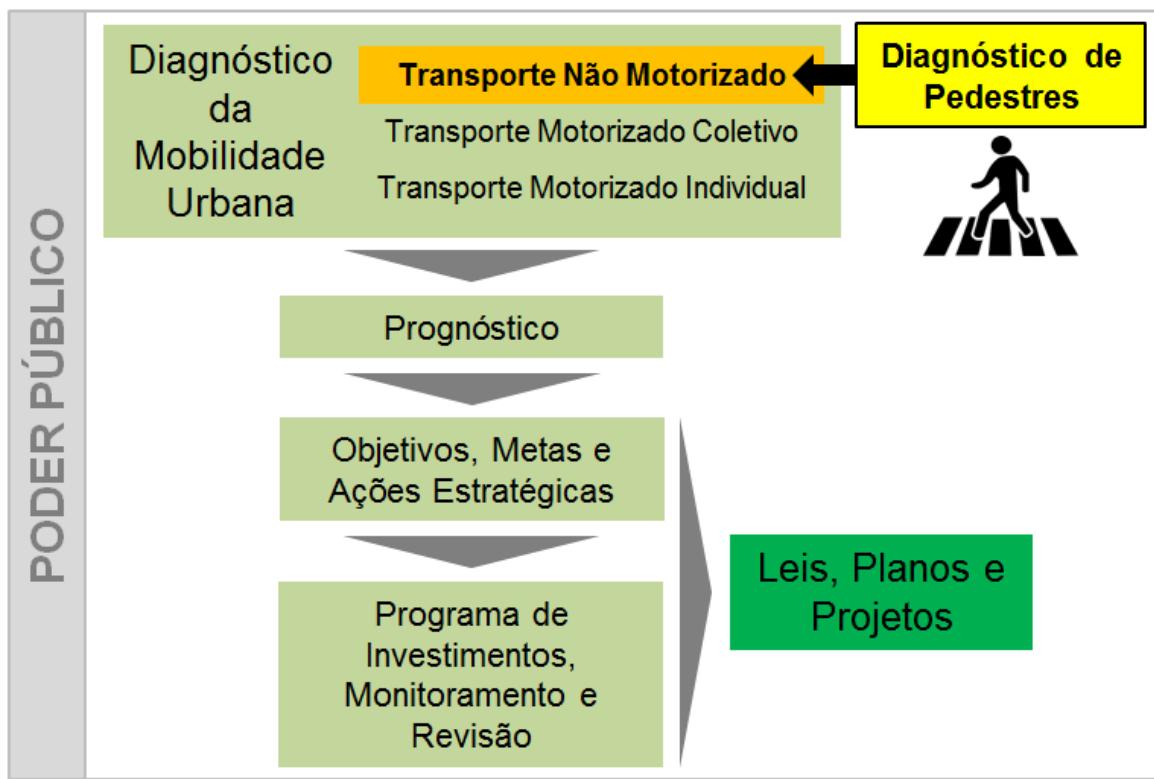


Fonte: MELLO, 2012.

O processo de planejamento de transportes nos ambientes urbanos consolida-se, no nível municipal, por meio da elaboração do Plano de Mobilidade, que é tradicionalmente dividido em cinco etapas principais: (i) o diagnóstico da mobilidade urbana; (ii) o prognóstico; (iii) a definição de objetivos, metas e ações estratégicas; (iv) a criação de programas de investimentos, monitoramento e revisão; e, por fim, (v) a consolidação do plano, das leis e dos projetos desenvolvidos.

Essas etapas, geralmente conduzidas pelo poder público, estão esquematizadas Figura 2, onde destaca-se o diagnóstico das condições para o pedestre.

Figura 2: O diagnóstico de pedestres dentro do processo de planejamento de transportes



Fonte:elaboração própria.

Este trabalho concentra seus esforços na primeira etapa do processo, o diagnóstico da mobilidade urbana, que tem como objetivo principal identificar claramente os problemas enfrentados pelas pessoas para acessar as oportunidades que a cidade oferece e as suas causas (MCidades, 2015: 147).

“Um diagnóstico bem elaborado é condição para o estabelecimento de um conjunto de ações regulatórias e projetos de transporte público e não motorizados que a cidade vai implementar nos próximos anos para a solução dos problemas identificados. A etapa de diagnóstico da mobilidade urbana tem também a função de levantar e sistematizar um conjunto robusto de dados e informações, por meio dos quais torna-se possível, ao gestor público, não só obter uma fotografia da situação das condições de deslocamento na cidade, como entender seus vetores econômicos, políticos, técnicos e culturais, e, a partir daí, possibilitar uma leitura de futuro sobre a interrelação mobilidade-desenvolvimento urbano, bem como o delineamento de alternativas para a política local de mobilidade.” (MCidades, 2015: 147)

Visto a necessidade não só de bases de dados, mas também de métodos que os interpretem e que auxiliem na identificação dos problemas no ambiente urbano para o pedestre, o diagnóstico das condições para o pedestre mostra-se carente de

informações primárias e secundárias e de métodos aplicáveis. Essa carência amplifica-se nas grandes cidades, uma vez que a escala repleta de peculiaridades do pedestre requer uma análise por parte do gestor público em um nível de detalhamento que se torna impraticável.

A escala dos deslocamentos de pedestres se dá em um nível diferente das escalas dos modos de transporte motorizados. Ao caminhar, os indivíduos estão em constante e direta interação com o ambiente urbano e sujeitos às condições impostas por esse ambiente, diferentemente dos ambientes de conforto personalizados que podem ser simulados pelos veículos individuais. Sendo assim, a cidade deve estar preparada para propiciar sensações agradáveis aos pedestres, convidando-os a caminhar.

“Por décadas, a dimensão humana tem sido um tópico do planejamento urbano esquecido e tratado a esmo, enquanto várias outras questões ganham mais força, como a acomodação do vertiginoso aumento do tráfego de automóveis. Além disso, as ideologias dominantes de planejamento - em especial, o modernismo - deram baixa prioridade ao espaço público, às áreas de pedestres e ao papel do espaço urbano como local de encontro dos moradores da cidade. [...] O planejamento físico pode influenciar imensamente o padrão de uso em regiões e áreas urbanas específicas. **O fato de as pessoas serem atraídas para caminhar e permanecer no espaço da cidade é muito mais uma questão de se trabalhar cuidadosamente com a dimensão humana e lançar um convite tentador.** [...] Trabalhar com a escala humana significa, basicamente, criar bons espaços urbanos para pedestres, levando em consideração as possibilidades e limitações ditadas pelo corpo humano.” (GEHL, 2013: 3, 17) Grifo nosso.

Sendo assim, é necessária uma compatibilização entre a visão do gestor público sobre uma grande cidade e a dimensão dos deslocamentos realizados a pé. Nesse sentido, necessita-se de métodos que facilitem a identificação dos problemas nessa escala mais próxima do pedestre e, consequentemente, a proposição de soluções que possam ser utilizados pelo poder público de grandes cidades, como São Paulo.

A partir da consolidação de um diagnóstico efetivo do espaço urbano, os órgãos responsáveis estarão aptos para prosseguir com o processo de planejamento de uma forma mais objetiva e serão capazes de conduzir ações que incentivem de forma mais eficaz a utilização do modo a pé e, com isso, tornar as cidades mais convidativas às pessoas.

2.4. ESTRUTURA DO TRABALHO

O Capítulo 1 deste trabalho apresenta os objetivos que seu desenvolvimento buscou alcançar. São descritos os objetivos teóricos, que consistem na pesquisa e no elenco de métodos de abordagem de planejamento para pedestres, e os objetivos práticos da realização deste trabalho, que incluem a proposição de métodos e indicadores para a composição de um diagnóstico de atratividade do ambiente construído para o pedestre.

O Capítulo 2 introduz e contextualiza o tema de deslocamentos a pé no panorama de mobilidade presente,

O Capítulo 3 apresenta a revisão bibliográfica deste trabalho, incluindo os dados da Pesquisa de Origem e Destino Domiciliar 2007 disponíveis para deslocamentos a pé, as abordagens existentes de planejamento voltado ao pedestre, as pesquisas relevantes sobre ambiente construído e atratividade para o pedestre.

O Capítulo 4 apresenta uma proposta de índice de atratividade para os deslocamentos a pé e sua aplicação em nível macro, para toda a cidade de São Paulo.

O Capítulo 5 apresenta uma proposta de índice de atratividade de elementos da rua e da calçada para os deslocamentos a pé, bem como sua aplicação em nível micro, para lagumas zonas OD da cidade de São Paulo.

O Capítulo 6 propõe, com base nos critérios e categorias dos capítulos precedentes, uma proposta de consolidação do diagnóstico de atratividade do ambiente construído para o pedestre.

O Capítulo 7 apresenta conclusões, revisões críticas e sugestões de trabalhos futuros.

Por fim, são listada as referências bibliográficas e as bases georreferenciadas utilizadas no trabalho.

Os anexos abordam o método do *Analytic Hierarchy Process* (AHP) utilizado no trabalho.

3. REVISÃO DOS ESTUDOS EXISTENTES

3.1. DADOS DOS DESLOCAMENTOS A PÉ

A Pesquisa Origem Destino Domiciliar é um instrumento de identificação e caracterização das viagens realizadas diariamente pela população residente de um município ou região. A partir dela, pode-se analisar os fluxos existentes, compará-los com as redes de transportes e identificar os locais onde há carência de oferta de transportes. Portanto, trata-se de uma importante aliada do planejamento urbano, constituindo uma das atividades centrais no planejamento de transportes.

A realização da Pesquisa Origem Destino, ou Pesquisa OD, baseia-se na coleta de dados amostrais em domicílios escolhidos aleatoriamente nas Zonas da Pesquisa. Os residentes desses domicílios são entrevistados e questionados sobre detalhes das viagens realizadas por cada morador no dia anterior, indicando as zonas de origem e destino das viagens, duração, modos utilizados, motivos de origem e destino, horários, entre outros parâmetros de análise. Também são coletadas informações socioeconômicas, como renda familiar e posse de veículos e eletrodomésticos.

Os dados existentes de viagens a pé de São Paulo encontram-se principalmente na Pesquisa Origem e Destino Domiciliar realizada pela Companhia do Metropolitano de São Paulo (Metrô, 2008). Essa pesquisa é formatada e utilizada para o planejamento de transporte em um nível metropolitano, então seus dados foram processados e analisados, sendo a única fonte disponível para essa informação. Assim, a análise dessa pesquisa para viagens a pé fornece algumas características qualitativas e indícios de ordem de grandeza dos deslocamentos a pé.

Na Região Metropolitana de São Paulo a Pesquisa OD é realizada pelo Metrô a cada dez anos, sendo que a primeira aconteceu em 1967 e a mais recente é a de 2007. Esse item visa a discussão e análise de um recorte dos dados da Pesquisa Origem Destino realizada em 2007 relativos aos deslocamentos realizados pelo modo “a pé” no Município de São Paulo.

É imprescindível ressaltar que a análise dos deslocamentos de pedestres por meio dos dados de uma Pesquisa OD envolve vários problemas e limitações, pois nem sempre todos os deslocamentos são considerados. De acordo com o Manual da Pesquisa Domiciliar (METRÔ, 2012) o modo “a pé” só é considerado quando for modo único, isto é, jamais aparecerá combinado com outros modos. Dessa forma, não há dados sobre os deslocamentos a pé realizados nas transferências entre modos e nos trajetos de início e fim das viagens relatadas. Além disso, ainda de acordo com o Manual, as viagens a pé só são registradas quando a distância percorrida é igual ou superior a cinco quadras (aproximadamente 500 metros), excetuando-se as viagens nas quais o motivo da viagem é trabalho ou estudo na origem ou destino.

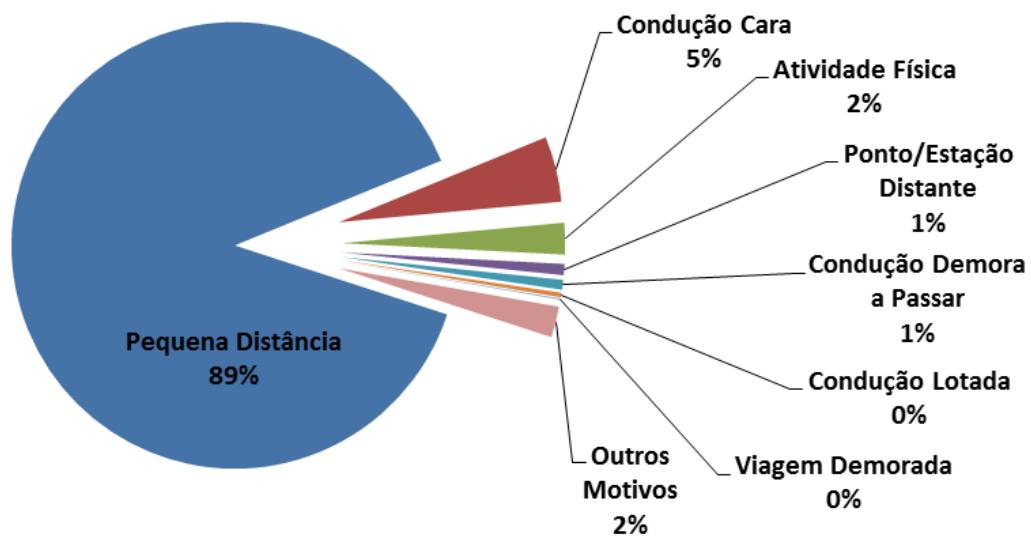
Sendo assim, a interpretação dos dados de deslocamentos de pedestres deve ser feita cuidadosamente, sabendo-se que a real dinâmica dos fluxos realizados a pé pode ser muito mais intensa do que aquela apontada pela pesquisa.

Os problemas que envolvem os resultados dos métodos tradicionais de aplicação de uma Pesquisa OD vão além dos deslocamentos de pedestres. Nota-se que durante as entrevistas há uma subrelato das viagens totais realizadas por parte dos entrevistados. A identificação e minimização desses subrelatos é alvo de diversos estudos e pesquisas. Por exemplo, um estudo realizado em Sydney utilizou dispositivos GPS para monitoramento dos deslocamentos de parte dos moradores dos domicílios da amostra, revelando que cerca de 7,4% das viagens totais haviam sido omitidas pelo método tradicional (STOPHER *et al.*, 2007). Além disso, os dispositivos seriam uma alternativa para a obtenção dos dados referentes aos deslocamentos de pedestres de curtas distâncias e transferências entre os demais modos. Porém, a utilização desses dispositivos ainda eleva consideravelmente o preço das pesquisas, tornando-as inviáveis, principalmente nos países com recursos financeiros mais limitados.

Os dados colhidos durante a Pesquisa contêm informações sobre a razão que levou a pessoa entrevistada a escolher o modo “a pé” para realizar a viagem declarada. O principal motivo declarado, que corresponde a cerca de 89% das viagens a pé, foi a pequena distância da viagem. A Figura 3 apresenta uma compilação desses

resultados. A maior fatia do gráfico corresponde à principal razão declarada, a pequena distância, e as fatias menores mostram outras das razões investigadas pela pesquisa. O preço do transporte público (Condução Cara – 5%) e a predisposição para a prática de atividades físicas (Atividade Física – 2%) foram as segunda e terceira razões mais frequentes de acordo com a Pesquisa OD.

Figura 3: Gráfico das Razões Declaradas Para Escolha Do Modo “A Pé”.



Fonte: Elaboração própria, com dados da PODD 2007 do Metrô (2008).

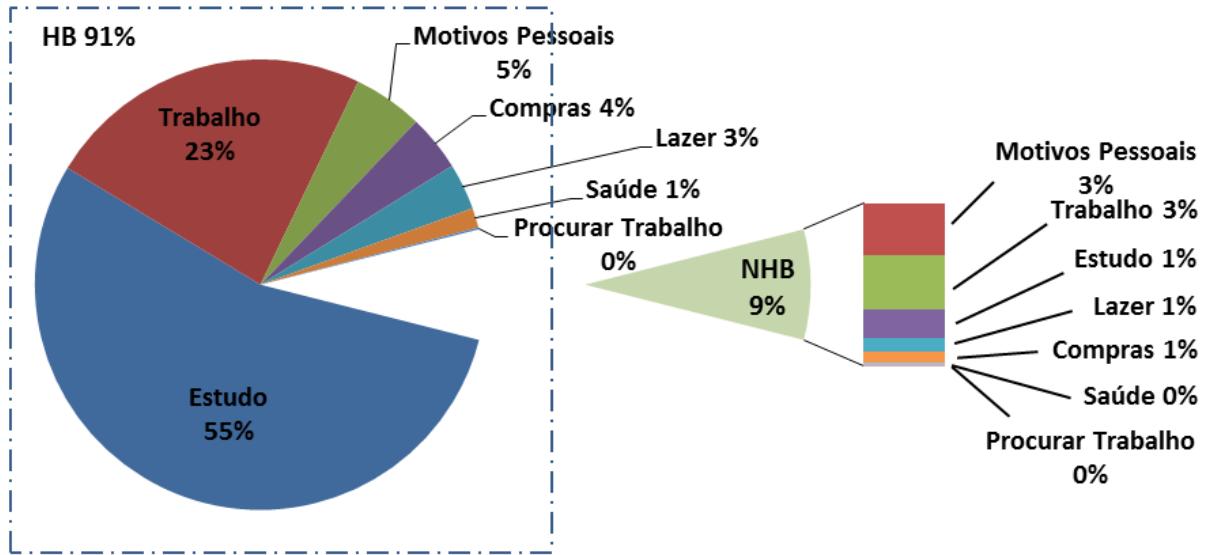
O fato de que a distância pequena é uma das principais razões para a escolha do modo “a pé” para a realização da viagem pode corroborar a discussão realizada acerca da influência da diversidade de usos do solo no potencial de deslocamento de pedestres no capítulo anterior. Isso porque, quanto maior a diversidade de usos do solo, menores devem ser as distâncias até os destinos das viagens.

Em relação aos motivos da viagem, os dados da pesquisa são bastante completos e fornecem informações sobre o motivo de origem e o motivo de destino de cada uma das viagens. A partir desses dados foi possível caracterizar cada uma das viagens de acordo com o seu motivo principal e com o fato da viagem apresentar ou não uma base residencial, ou seja, quando ou o motivo de origem ou o motivo de destino é a residência do entrevistado.

Sendo assim, todas as viagens que apresentaram motivos de origem ou destino “Residência” foram classificadas como viagens *Home Based* (HB), i.e. viagens com base residencial. E as viagens em que nem o motivo de origem nem o motivo de destino era “Residência” foram classificadas como *Non Home Based* (NHB), i.e. viagens com base não residencial. Essa classificação é de extrema importância para a caracterização das viagens realizadas, pois indica se a viagem realizada está ligada com a zona de domicílio do entrevistado.

Além da classificação referente à base da viagem, foi possível analisar o motivo principal da viagem, classificando-a como motivo Estudo, Trabalho, Compras, Lazer, Saúde, Procurar Trabalho e Motivos Pessoais. A Figura 4 apresentada na sequência mostra graficamente a distribuição desses motivos principais de viagens a pé de acordo com a base residencial ou não residencial. Aproximadamente 91% das viagens a pé relatadas na Pesquisa OD são *Home Based* e as outras 9% não apresentam base residencial.

Figura 4: Gráfico dos Motivos Principais das Viagens A Pé.



Fonte: Elaboração própria, com dados da PODD 2007 do Metrô (2008).

Após essa análise dos motivos e razões dos deslocamentos a pé, pode-se partir para uma segunda análise dos dados da pesquisa: a localização e distribuição espacial das viagens realizadas.

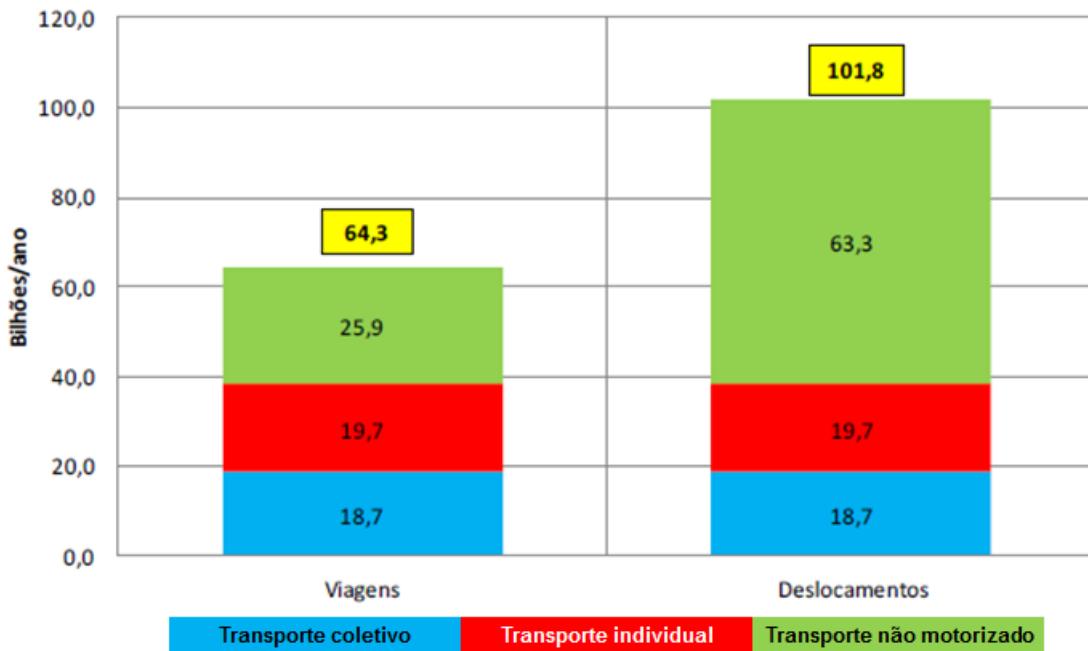
O zoneamento utilizado na Pesquisa OD – e apresentado nessa análise – apoiou-se nos setores censitários e nas divisões distritais, dividindo o município de São Paulo em 320 Zonas OD. Os dados de origens e destinos das viagens referem-se a essas zonas.

Conforme foi abordado anteriormente, a Pesquisa OD de São Paulo não considera a utilização do modo a pé em viagens realizadas utilizando-se mais de um modo de transporte. Assim, os deslocamentos realizados a pé em viagens que utilizam outros modos, como transporte público, não estão sendo considerados.

A fim de solucionar esse impasse e possibilitar a estimativa do número real de deslocamentos a pé que ocorrem na cidade de São Paulo, considerou-se que em cada uma das viagens que utilizam o transporte público ocorrem possivelmente dois deslocamentos a pé. Esses dois deslocamentos referem-se ao trajeto de chegada até o sistema de transporte e ao trajeto de saída do sistema de transporte público e chegada ao destino final da viagem.

Essa estimativa do número de deslocamentos a pé baseou-se no Relatório 2013 – Sistema de Informações da Mobilidade Urbana (ANTP, 2015) em que o ajuste foi realizado para os modos não motorizados, como mostra a Figura 5 abaixo.

Figura 5: Gráfico da Comparação entre viagens por modo principal e total de deslocamentos feitos pelas pessoas – 2013.



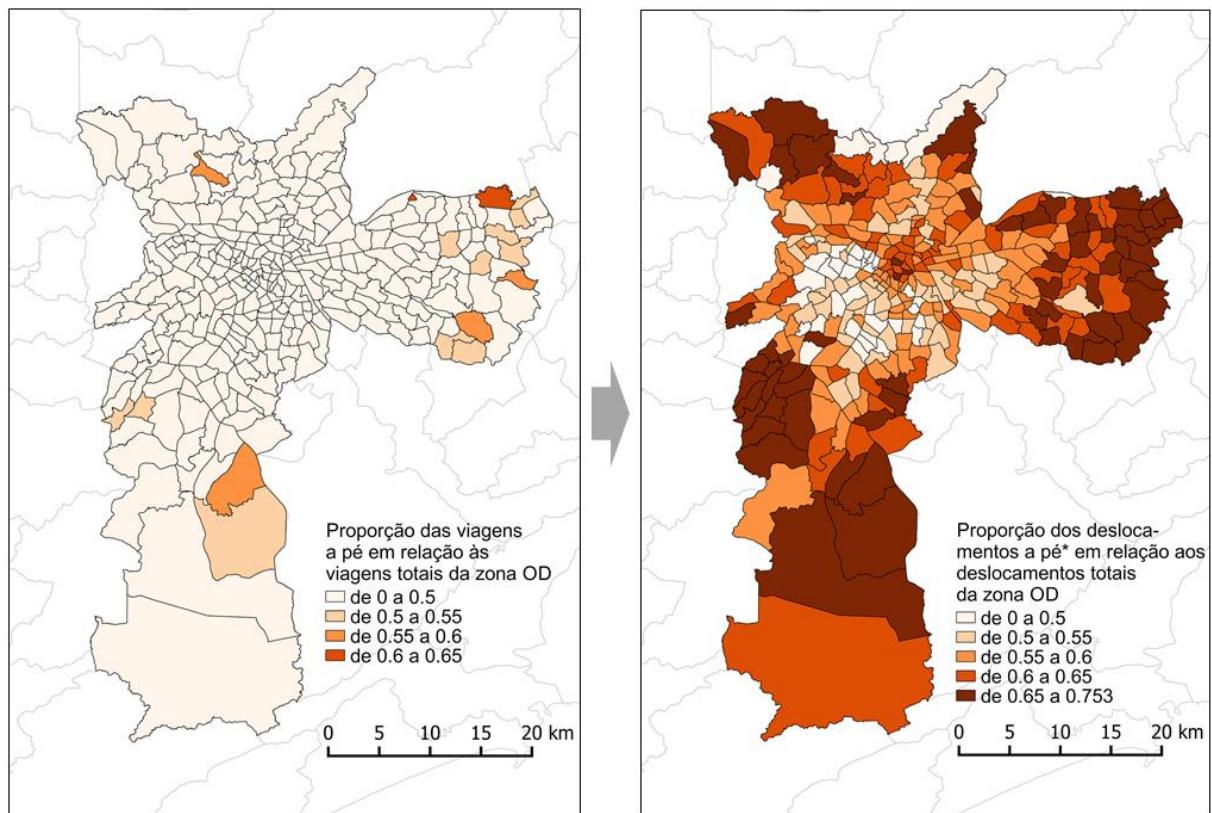
Fonte: extraído de ANTP (2015: 8).

Apesar da estimativa da ANTP envolver todos os modos não motorizados, diferentemente deste trabalho que considera somente o modo “a pé”, acredita-se que aplicação dessa majoração dos deslocamentos para a OD Domiciliar de São Paulo é pertinente, considerando que a utilização de outros modos não motorizados como acesso ao transporte público constituía uma fração muito baixa desses deslocamentos quando comparada ao modo “a pé” no ano de 2007.

Os fatores de majoração foram calculados utilizando-se os dados de produção e atração de viagens realizadas por transporte público em cada uma das zonas. Para a produção de viagens (trecho de chegada ao sistema de transporte) foi adicionado um deslocamento a pé e para a atração de viagens (trecho de saída do sistema de transporte e chegada ao destino final) foi adicionado outro deslocamento a pé.

Após o cálculo desses fatores, pôde-se realizar a correção e estimativa do número de deslocamentos a pé. Os resultados obtidos estão apresentados na Figura 6, que mostra, à esquerda, o mapa da proporção das viagens realizadas a pé em relação às viagens totais realizadas por zona e, à direita, o mapa dos deslocamentos realizados a pé em relação aos deslocamentos totais, evidenciando a quantidade de deslocamentos que não foram considerados na pesquisa. Percebe-se que somente em poucas zonas a proporção de viagens ultrapassa os 50%, enquanto que, quando se consideram os deslocamentos, a proporção é muito maior. Portanto, será esse número de deslocamentos a pé o utilizado para as análises e comparações realizadas adiante nesse trabalho.

Figura 6: Mapas da Proporção das Viagens Realizadas a Pé em Relação às Viagens Totais (à esquerda) e dos Deslocamentos Realizados a Pé em Relação aos Deslocamentos Totais (à direita) por Zona OD.



Fonte: Elaboração própria, com dados da PODD 2007 do Metrô (2008).

3.2. ABORDAGENS DO PLANEJAMENTO VOLTADO AO PEDESTRE

O trabalho de elencar características do deslocamento de pedestres pode ser encampado a partir de diferentes abordagens, que dizem respeito aos objetivos do estudo. Assim, para estudos em que o objetivo tende ao projeto, com escalas menores e níveis de agregação mais refinados, as características são normalmente sumarizadas com base em conceitos da engenharia de tráfego, medindo, em geral, um nível de serviço associado a fluxos de pedestres (NZTA, 2009; LIMA GONÇALVES, 1978a). Na outra ponta, um nível que contemple dados mais agregados e que perfaçam, portanto, uma análise de padrões macro de deslocamentos, tende a utilizar um domínio de indicadores que estão mais relacionados a condições físicas instaladas (padrões da rede viária e uso do solo, por exemplo) (ANTUNES, 2010). Esta divisão pode ser mais ou menos rígida dependendo do tipo de estudo e dos aspectos analisados, constituindo apenas uma tendência observada na bibliografia.

Um exemplo de interseção das duas abordagens é o estudo feito pela CET para implantar as ruas pedonais no centro de São Paulo (LIMA GONÇALVES, 1978b), que utiliza, além de medidas de fluxo de pedestres, informações de uso do solo e de áreas construídas.

3.2.1. Planejamento baseado no fluxo medido

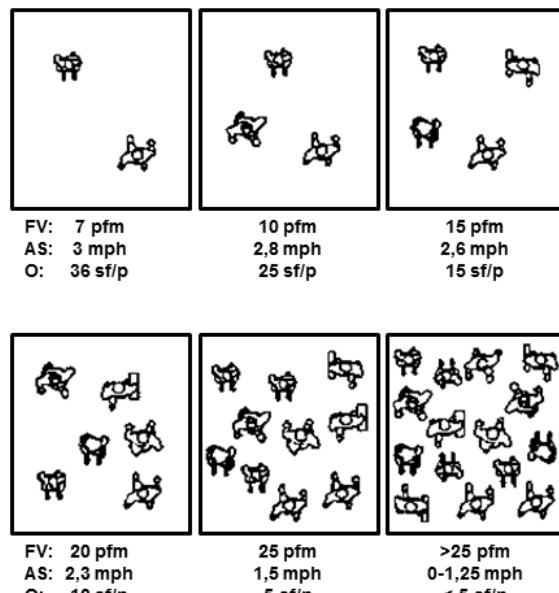
A primeira tendência de estudo do comportamento de pedestres consiste em compor modelos de comportamento do pedestre, baseando-se em análises de engenharia de tráfego. Os modelos construídos com tais prerrogativas abordam, de maneira simplificada, alternativamente a escolha de rota do pedestre, ou os comportamentos em cruzamentos (PAPADIMITRIOU et al., 2009).

O estudo desenvolvido por Papadimitriou (2009) traz uma revisão compreensiva dos métodos desenvolvidos em cada caso. Para a escolha da rota, os modelos são normalmente macroscópicos e baseados no fluxo de tráfego, ou na teoria de filas, ou na mecânica dos fluidos contínuos (*ibid.*). Esses métodos partem de pressupostos como a velocidade média, a densidade ou ocupação em uma área e o fluxo em uma

seção, para enfim determinar níveis de serviço associados a um dado trecho de rede (LIMA GONÇALVES, 1978a), conforme exemplifica a Figura 8, ou a uma interseção (FITZPATRICK et al., 2006).

1. **Velocidade média.** É normalmente obtida de gráficos e tabelas de manuais consagrados (*ibid.*) e varia em função da faixa etária, do motivo do deslocamento, da declividade e da densidade de pedestres.
2. **Densidade**, em pedestres por m^2 . Pode ser estimada por foto aérea ou por captura de quadros em filmagens, estando associada a uma maior ou menor facilidade de tráfego. A determinação dos níveis de densidade pode ser estabelecida conforme a Figura 7.
3. **Fluxo.** Produto da velocidade e da densidade, é medido em pedestres por minuto para uma seção da via (geralmente, por metro de largura da via). A determinação dos níveis de fluxo pode ser estabelecida conforme a Figura 8.
4. **Nível de serviço.** É determinado de acordo com os parâmetros anteriores, seguindo também alguns manuais da bibliografia.

Figura 7: Referência para determinação de fluxo e densidade de tráfego de pedestres.



FV: volume de fluxo
 AS: velocidade média
 O: ocupação
 pfm: pedestres por minuto por pé de largura
 sf/p: pés quadrados por pessoa

Fonte: FITZPATRICK et al., 2006

Figura 8: Níveis de serviço associados a densidade e a volume de escoamento de pedestres.

NÍVEIS DE SERVIÇO								
	A	B	C	D	E	F		
Densidade de escoamento (pedestres/m ²)	Baixa	Baixa	Média	Média	Elevada	Elevada		
	<0,3	0,3-0,4	0,4-0,7	0,7-1,0	1,0-2,0	2		
Volume (pedestres/min/m ²)	Baixo	Baixo	Médio	Elevado	Elevada	Instável		
	20	20-30	30-50	50-70	70-80	80		
Velocidade								
Fluxo em sentido oposto ao fluxo principal								
Cruzamento com outro fluxo								

Condições favoráveis: liberdade de movimentos, circulação agradável, poucos conflitos.

Condições médias: restrições de movimento, circulação densa, conflitos numerosos mas ainda toleráveis.

Condições desfavoráveis: fortes restrições de movimento, circulação difícil, conflitos constantes, situação provavelmente intolerável.

Fonte: LIMA GONÇALVES, 1978a.

3.2.2. Planejamento baseado na atratividade do ambiente construído

Já a segunda tendência de estudo de pedestres trata dos fatores que compõem o que se costuma chamar de *caminhabilidade* (de um bairro, distrito ou cidade). Esses fatores são comumente denominados *fatores ambientais*, para os quais muitos autores já propuseram diversos tipos de agregações, tanto na literatura nacional quanto na internacional.

O escopo desses trabalhos pode diferir quanto ao recorte geográfico e aos objetivos finais. Alguns deles (ANTUNES, 2010; PAIXÃO e DELGADO, 2014; PASSMORE, 2007:13-33), por exemplo, aplicam alguns dos fatores ambientais para análise da *caminhabilidade* de pedestres, especialmente para o acesso ao transporte público; outros estudos (ACKERSON, 2005:12; SILVA et al., 2012; RODRIGUES, 2013) fazem recortes geográficos para análise de uma área com potencialidade de viagens a pé com motivo estudo ou compras, sem necessariamente incluir elementos de transporte público nesses recortes. Esses recortes geográficos são realizados tipicamente em escalas locais, compondo análises micro que abordam aspectos particulares de alguns trechos de rede viária. Outra linha de estudos (AMANCIO 2005; CERVERO e KOCKELMAN, 1997; CERVERO, 2009), entretanto, faz recortes geográficos maiores, utilizando escalas macro para fazer estudos mais compreensivos, como a relação entre elementos socioeconômicos ou do ambiente construídos e viagens a pé.

Um exemplo de compilação dos fatores ambientais pode ser encontrado em Paixão e Delgado (2014), que aplicam um método a uma escala micro, correspondendo ao entorno da Estação da Lapa em Salvador, no estado da Bahia. Esse estudo propõe uma avaliação *in loco* de elementos do ambiente construído, segundo uma escala qualitativa dividida em seis categorias, variando de péssimo a excelente, para qualificar: a qualidade dos passeios e calçadas; a continuidade; o conforto; a segurança; os elementos de orientação; os conflitos com outros modos; os conflitos entre usuários; e, por fim, a atratividade. Esses critérios e suas notas são ponderados segundo uma matriz de prioridade para classificar as condições de *caminhabilidade* dos trechos.

Outro estudo que segue a linha de qualificar a infraestrutura e a atratividade ao pedestre pode ser visto em Silva e Rodrigues *et al.* (2010). Aqui, calçadas dentro dos centros de Aracaju e de Salvador foram analisadas segundo outro conjunto de critérios de *caminhabilidade*. Dentro de um conjunto denominado “atratividade”, foram observados o uso do solo lindeiro e a “animação” - oportunidade para relações sociais; dentro do conjunto “conforto”, foram observados largura da calçada, condições do piso e existência de obstáculos, proteção contra intempéries (sombra e chuva), mobiliário urbano e poluição (sonora ou atmosférica); e dentro do último grupo, de “segurança”, foram avaliadas a sensação de insegurança pessoal e a proteção em relação ao tráfego local. Categorias e notas específicas foram atribuídas a cada fator, permitindo a comparação das condições de *caminhabilidade* nas calçadas.

Os estudos citados, em função dos escopos e das escalas locais empregadas, utilizam fatores ambientais para qualificar e classificar o estado da infraestrutura disponível para pedestres. Ainda que possam ser extrapolados para níveis municipais, são geralmente aplicáveis em um nível menos agregado. Partem do método de observar alguns conjuntos de fatores ambientais, compor esses fatores com as notas ou parâmetros cabíveis para, por fim, avaliar a micro-acessibilidade em um dado recorte geográfico, ponderando sobre a necessidade, o tipo e a extensão de intervenções físicas.

O estudo realizado por Amancio (2005) procura precisamente verificar se há relação entre a opção por viagens a pé e a chamada “forma urbana”, nome utilizado pelo autor para abrigar alguns conjuntos de fatores ambientais e variáveis socioeconômicas. Aplicando seu modelo a um município de médio porte, a cidade de São Carlos, no estado de São Paulo, o autor procura estabelecer a correlação entre esses fatores e o número de viagens a pé, por meio de dois modelos comportamentais do tipo logit¹, provando que as características da forma urbana influenciam a opção por viagens a pé. É utilizada uma vasta gama de indicadores para caracterizar cinco grupos de variáveis que se relacionam à densidade urbana, à

¹ De acordo com Pindyck & Rubinfeld (1998), o modelo Logit Binomial consiste em um modelo econômétrico de seleção qualitativa, uma vez que gera respostas de procedimentos qualitativos do tipo presença ou ausência de um determinado atributo.

qualidade dos espaços para pedestres, à diversidade de usos do solo, ao desenho das vias e à disponibilidade de transporte público.

Outros estudos, particularmente os de Robert Cervero, da Universidade da Califórnia, também procuraram estudar a tendência de comportamento dos pedestres (CERVERO e KOCKELMAN, 1997; CERVERO, 2009). Este autor lançou estudos que parecem ter sido seminais para as análises macro de comportamento dos pedestres, no que tange tanto à compilação dos fatores quanto ao uso e processamento deles.

Os trabalhos de Robert Cervero, Kara Kockelman e Marcelo Amancio são exemplos dos estudos que se utilizam de escalas macro, abrangendo cidades inteiras, para correlacionar fatores ambientais com a tendência a escolher o modo a pé, perfazendo assim um estudo comportamental que relaciona características do ambiente construído com a tendência de deslocamentos a pé.

Ainda uma distinção pode ser observada nos estudos que procuram relacionar deslocamento de pedestres aos fatores ambientais. É prática desses estudos distinguir entre variáveis que caracterizam o indivíduo (ou o domicílio, conforme o banco de dados ou a pesquisa que estiver disponível) e aquelas que caracterizam o ambiente construído em si. Nesse sentido, atributos como idade, gênero, escolaridade e posse de automóvel compõem um painel sociodemográfico da tendência a deslocar-se a pé, enquanto fatores relativos ao ambiente construído, por outro lado, compõem um quadro de potenciais de atratividade. Dentre a bibliografia pesquisada, a tendência parece ser a de separar esses dois aspectos, abordando-os complementarmente. Assim, a forma urbana e os fatores que a caracterizam constituem, normalmente, a variável que se quer relacionar, enquanto as variáveis socioeconômicas tendem a ser usadas como variáveis de controle, buscando explicitar padrões diferentes em grupos sociodemográficos distintos (CERVERO et al., 2009; AMANCIO, 2005).

Para caracterizar deslocamentos de pedestres, este trabalho utiliza a abordagem baseada no ambiente construído, que alguns autores (AMANCIO, 2005; CAMBRA, 2012) também denominam forma urbana. A partir da escolha dessa abordagem, o

trabalho buscou definir as escalas de análise e os respectivos métodos aplicados a cada escala. Assim, para uma escala dita “macro” e para uma escala dita “micro”, que, para os fins deste estudo, correspondem respectivamente à cidade inteira e a ruas (ou a segmentos da rede viária), os itens 3.3 e 3.4 a seguir apresentam alguns métodos já empregados em cada contexto.

3.3. ESCALA MACRO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

A escala macro foi definida por CAMBRA (2012) como a escala capaz de abrigar uma caracterização das condições de pedestres no nível de um bairro, para áreas urbanas inteiras. As abordagens metodológicas e disciplinares para essa escala podem ainda ser diversas, segundo os estudos realizados, que se iniciaram especialmente a partir da década de 90. Particularmente a partir desse período, a percepção de que era preciso diminuir as consequências negativas de uma sociedade dependente do automóvel, como o consumo de combustíveis fósseis, poluição atmosférica e segregação social, fomentou discussões sobre maneiras de reduzir o número de viagens motorizadas e incentivar a utilização de modos não motorizados.

Na tentativa de propor mudanças que resultassem em alterações nesses padrões de viagens, Robert Cervero e Kara Kockelman, em 1997, analisaram as conexões existentes entre três dimensões do ambiente urbano - densidade, diversidade e design - e a demanda por viagens.

A densidade relaciona-se à concentração de construções, domicílios, empregos, serviços, atividades e pessoas. A diversidade está relacionada com o uso do solo, ou seja, a mistura de tipos diferentes de usos para as construções - comercial, residencial, industrial, entre outros. E o *design*, ou desenho urbano, relaciona-se à rede existente, que proporciona os caminhos para a realização das viagens.

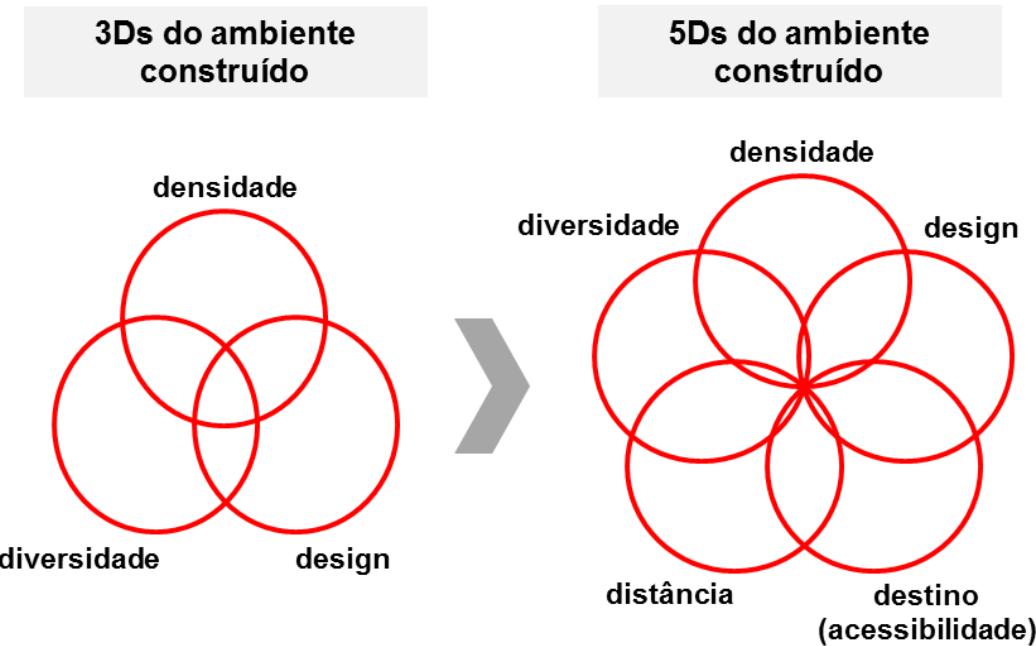
Na época, os efeitos da densidade na demanda de viagens já eram conhecidos (LEVINSON e WYNN, apud CERVERO e KOCKELMAN, 1997), mas a ideia de que quarteirões mais compactos, uso diverso do solo e *design* em prol do pedestre

poderiam reduzir as viagens realizadas por automóveis e encorajar os residentes a caminhar já existia.

Em seu estudo “Travel demand and the 3Ds: density, diversity, and design”, Cervero e Kockelman (1997) analisaram viagens realizadas em São Francisco (Califórnia, EUA) e encontraram fatores de correlação entre as variáveis que se mostraram consistentes, podendo assim confirmar que a combinação de vizinhanças mais compactas e diversas (em relação ao uso do solo) com um desenho orientado para o pedestre pode definitivamente influenciar o modo pelo qual as pessoas viajam.

Pouco mais de uma década depois, em 2009, em estudo realizado em Bogotá, na Colômbia, cidade conhecida por sua extensa rede de transporte urbano, Robert Cervero examinou a influência de outros dois componentes do ambiente urbano no comportamento de pedestres e ciclistas. Na publicação “Influences of Built Environments on Walking and Cycling: Lessons from Bogotá” (CERVERO *et al.*, 2009), o autor adiciona a distância até o transporte público e a acessibilidade de destino ao modelo anterior, aumentando de três para cinco os “Ds” do ambiente construído urbano, como mostra a figura seguinte.

Figura 9: Três e cinco “Ds” do ambiente construído.



Fonte: extraído de CERVERO *et al.* (2009)

Nesse estudo, a avaliação da distância ao transporte público foi proposta como a distância em rede até a estação mais próxima do TransMilenio (BRT) e a acessibilidade de destino foi avaliada em relação à facilidade de acesso a escolas públicas, hospitais, bibliotecas públicas, *shopping centers*, igrejas e bancos. Essas cinco dimensões propostas se mostraram de grande influência na determinação da utilização de modos não motorizados e apresentam inter-relações entre si e com o número de viagens a pé realizadas.

3.4. ESCALA MICRO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Uma análise que se utiliza da escala micro do ambiente construído, diferentemente da escala macro, pode ser entendida como aquela que busca qualificar especificamente a infraestrutura disponível para circulação, do ponto de vista do pedestre. Para os fins deste estudo, escala micro será considerada aquela que abrange um conjunto de ruas ou segmentos da rede viária.

A condição estabelecida para o uso dessa escala, qual seja, a de que o ponto de vista deve ser o do pedestre, já impõe uma limitação para a consecução do estudo: as bases de dados georreferenciados produzidas sob essa hipótese são raras, ou inexistentes, ou de qualidade

e discretização insuficientes. Alguns dos elementos que normalmente comporiam um estudo das condições da infraestrutura, isto é, disponibilidade e características das calçadas, arborização, iluminação etc. não estão disponíveis ou não existem.

Por exemplo, para o contexto da cidade São Paulo, pode-se citar as bases de redes viárias normalmente disponíveis, formadas tipicamente por segmentos unifilares, e geralmente caracterizadas em termos de capacidade viária. Elas não contemplam, assim, segmentos correspondentes às calçadas ou às interseções. Outro exemplo constitui no dado constante dos censos do IBGE acerca da presença de árvores dentro dos limites do lote de cada domicílio. Como essa informação é binária (existe árvore ou não existe árvore), e é uma característica domiciliar, e não necessariamente da infraestrutura ou da via pública associada, a informação carece de precisão ou de qualidade.

Nesse sentido, vários dos estudos micro têm por escopo construir e levantar indicadores e dados relevantes para qualificar o caminho do pedestre. O Centro para Design Ativo, de Nova York (Center for Active Design), é responsável por uma série de publicações que estudam, fomentam e recomendam parâmetros para o chamado desenho ativo, que inclui conceitos e recomendações de projeto que fomentem os modos ativos de deslocamento, especialmente o modo a pé. A publicação *Active Design: Shaping the Sidewalk Experience*(2013) elenca alguns elementos físicos das calçadas que contribuem para seu aproveitamento: conectividade, acessibilidade, variedade de atividades e velocidades de deslocamentos, segurança, escala humana e sustentabilidade. Além desses elementos inerentes à calçada, a publicação ainda elenca e descreve três níveis contextuais que dizem respeito à calçada: em primeiro lugar, a escala que engloba o contexto do bairro, com as ofertas disponíveis na região e atrações de viagens possíveis; em seguida, a tipologia da rua, com os níveis de densidade e os tipos de usos do térreo e dos níveis superiores; e por fim, os planos que compõem o espaço da calçada propriamente dita, incluindo o nível do solo, a parede ou o buffer dos edifícios lindeiros, a perspectiva superior e a interação com a via adjacente. Todos esses elementos são ditos “micro”, sendo a maior parte deles avaliada e mesmo projetada diretamente no local.

Um estudo seminal e comprehensivo em termos de escala, isto é, que procura abranger desde a escala da cidade até a escala local em ruas ou segmentos de rua, é o realizado por Paulo Cambra em sua dissertação de mestrado, *Pedestrian Accessibility and Attractiveness* (CAMBRA, 2013). Esse trabalho apresenta uma extensa revisão dos métodos e escalas para abordagem de deslocamentos de pedestres e perfaz, além de uma análise macro, com indicadores para toda a cidade, um estudo sobre condições micro para alguns segmentos

de rua, que são parametrizados de acordo com um conjunto chamado pelo autor de “7Cs”: *connectivity* (conectividade), *convenience* (conveniência), *comfort* (conforto), *conviviality* (ambiência), *conspicuous* (visibilidade), *coexistence* (coexistência) e *commitment* (manutenibilidade).

Esses sete grupos de componentes, denominados pelo autor pontos de vista fundamentais ou preocupações-chave, são descritos pelos chamados “pontos de vista de elementares” (*elementary ViewPoints*), apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Elementos de análise micro de condições de *caminhabilidade* do ambiente construído.

Preocupações-chave	Pontos de vista elementares
Conectividade	Continuidade da rede pedonal
Conveniência	Disponibilidade líquida de calçada (comprimento)
Conforto	Facilidades
	Árvores
	Proteção ao clima
	Iluminação
Ambiência	Prédios murados ou cercados
	Fachada dos prédios
Visibilidade	Invólucro do caminho
Coexistência	Conflitos
	Comprimento do <i>buffer</i> da calçada
Manutenibilidade	Manutenção
	Asseio

Fonte: CAMBRA (2013). Tradução livre.

3.5. FATORES DE ATRATIVIDADE DOS DESLOCAMENTOS A PÉ

Para se mensurar, para diversas regiões, uma série de fatores de atratividade dos deslocamentos realizados a pé na cidade de São Paulo, é proposta a análise de aspectos de cinco elementos do ambiente construído: rede viária (integridade da rede, declividade e sinalização para o pedestre), segurança (acidentes e velocidade praticada pelos veículos), arborização, iluminação, uso do solo e acesso ao transporte público.

3.5.1. Integridade da rede

A constituição do traçado de uma rede viária pode ser produto de um projeto, como algumas cidades planejadas como Brasília, Belo Horizonte, Palmas, dentre outras, ou de um desenvolvimento espontâneo da dinâmica do desenvolvimento urbano. Esse traçado é fruto de uma série de fatores, desde a topografia, obstáculos naturais e políticas públicas (MCidades, 2015).

O estudo da influência do desenho urbano é formado por uma lista com vários fatores relacionando características como tamanho de quarteirões e densidade de interseções, por exemplo, com a qualidade constituinte do espaço para a mobilidade a pé e a propensão para esses deslocamentos. Quarteirões longos não são amigáveis para pedestres e ciclistas, e o número de interseções facilita o acesso aos destinos por meio do transporte não motorizado. (CERVERO, 2009).

Vários são os componentes do sistema viário que podem ser considerados como mensuração da integridade da rede, e, portanto, como fator de atratividade de um deslocamento a pé. Em 2011, foi feita uma revisão bibliográfica por Praveen K. Maghelal e Cara Jean Capp, denominada *Walkability: A Review of Existing Pedestrian Indices* (MAGHELAL e CAPP, 2011). Nela, exploram o método dos índices existentes de quantificar a qualidade do ambiente construído para o pedestre. Classificam as variáveis em objetivas, que são variáveis obtidas por meio de SIG e auditorias, as variáveis subjetivas, que são questionários e variáveis distintas, que geralmente são aplicadas a casos específicos, como no exemplo de Robert Cervero na cidade de Bogotá, que as associa à distância às estações do Transmilenio (CERVERO, 2009).

Dentre as variáveis identificadas no estudo, a maior parte (53 de 85 variáveis) diz respeito ao desenho viário, com destaque aos seguintes fatores: distância (ao transporte público, escolas, igrejas e demais facilidades ao pedestre), estado das vias, existência de calçadas, quantidade de interseções, fluxo de veículos e existência de separação lateral (do tráfego). Estudos sobre interseções e ruas aparecem, respectivamente, em 12 e 14 publicações das 25 levantadas, com índices que computam a morfologia da rede (rede em árvores ou rede em circuitos, densidade de ruas em determinada área, declividade das vias, continuidade das

calçadas ao longo das vias, distância a escolas, densidade de interseções ao longo do comprimento das vias, conectividade das ruas, dentre outros).

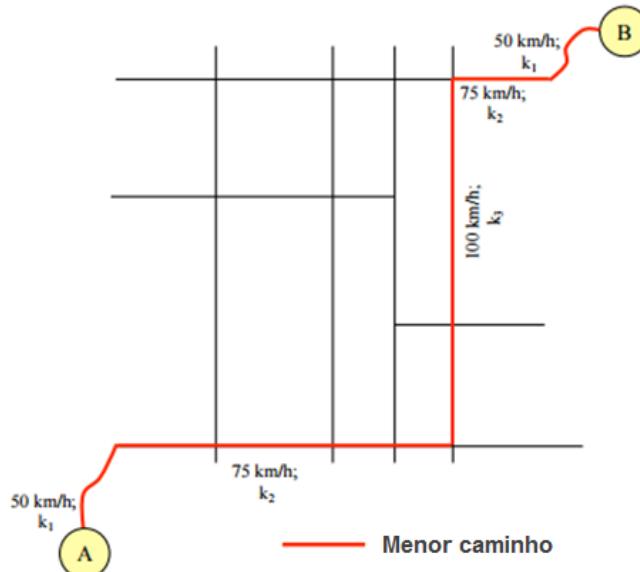
Na dissertação “A mobilidade dos pedestres e a influência da configuração da rede de caminhos”, de André Rodrigues (2013), há uma análise mais detalhada dos índices que compõem a área de estudo sobre o desenho viário e suas correlações com o número de pedestres em áreas distintas, em um estudo de caso feito no Rio de Janeiro. Discute sobre a Teoria dos Grafos, que, em linhas gerais, é um ramo da matemática que estuda as relações entre os objetos (grafos) de um determinado conjunto representado matematicamente (nós e ligações ou vértices e arestas) e mede o desempenho de redes em geral (em especial, a rede de caminhos). Além disso, verifica, por meio de análises numéricas, que os índices associados a essa teoria têm uma melhor correlação com a realidade do que fatores tradicionais. O autor levanta, assim, quatro indicadores que influenciam a propensão quanto ao uso da caminhada em uma dada localidade (RODRIGUES, 2013: 49-50).

- Número de ciclos (conexidade);
- Índice Beta, que mede o nível de conectividade em um grafo;
- Índice Alpha, que mede a conectividade do número de ciclos em um grafo em comparação com o número máximo de ciclos;
- Índice Gamma, que relaciona a conectividade ao número de ligações observadas e o número de ligações possíveis.

Pavithra Parthasarathi, em sua dissertação “Network Structure and Travel” (PARTHASARATHI, 2011), propõe quatro formas de se classificar a rede viária na estruturação dos deslocamentos:

- Hierarquia: diferenças entre a rede de caminhos em relação a sua hierarquia no sistema viário. Destaca-se a descontinuidade gerada quando o pedestre passa para uma via de hierarquia diferente, e também de trechos em que não é permitido acesso de pedestres, como em algumas rodovias;

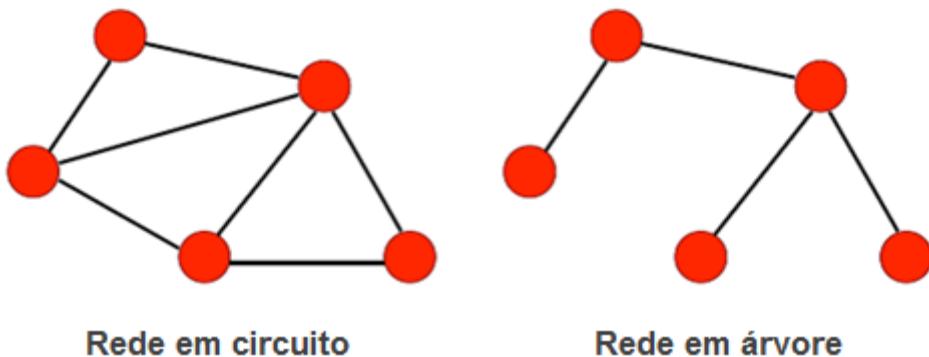
Figura 10: Ilustração de descontinuidade gerada por diferentes níveis hierárquicos.



Fonte: extraído de Parthasarathi, 2011.

- **Topologia:** Identifica as conectividades e o padrão de conexão da rede de caminhos. Aqui entra a ideia de nós, ligações e a formação de ciclos. É uma análise derivada de dois tipos principais de redes: a rede em circuitos, que é o percurso iniciando em um nó, percorrendo um caminho, e terminando nele mesmo, ou a tipologia de árvore, onde as ruas estão conectadas somente com uma outra. Analisam-se essas redes com base em índices que medem o comprimento dos trechos que estão em árvore e compara-se com o comprimento total, que é a soma dos dois tipos. Quanto maior o índice, a configuração da rede é mais próxima da rede de árvores e mais ineficiente é a rede viária.

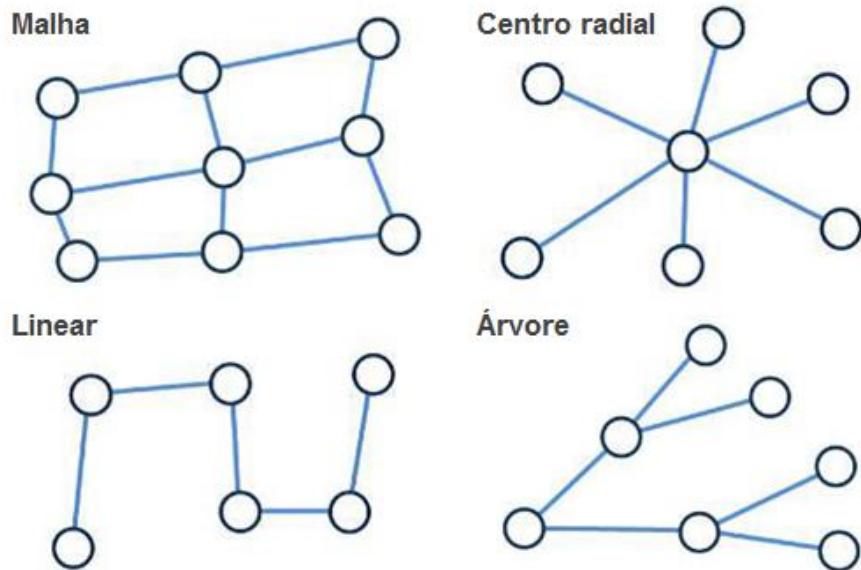
Figura 11: Principais topologias em redes de transportes.



Fonte: extraído de Parthasarathi, 2011

- Morfologia – Descreve a regularidade da rede de caminhos, suas formas e divisões, uma relação entre o perímetro e a área de estudo, levando em consideração o trajeto percorrido;

Figura 12: Diferentes morfologias do sistema viário.



Fonte: extraído de Parthasarathi, 2011.

- Escala: Esta abordagem captura a intensidade da rede de caminhos dentro de uma área especificada, utilizando as densidades de nós (interseções) e ligações (ruas).

Por fim, Kevin Krizek, em seu estudo “Operationalizing Neighborhood Accessibility for Land Use–Travel Behavior Research and Regional Modeling” (KRIZEK, 2003), destaca que fatores como a densidade de interseções e tamanho de quarteirões têm uma influência mais significativa que seu formato geométrico. O fundamental e importante no desenho urbano é a distância entre as atividades e a continuidade da caminhada (KRIZEK, 2003: 276). Assim, índices de acessibilidade como densidade de interseções e tamanho dos quarteirões, ou seja, a tipologia e escala, parecem ter uma maior importância do que a simples análise da morfologia da rede.

3.5.2. Uso do solo

A diversidade de usos do solo permite dizer quão variada é a combinação de usos urbanos para um dado nível de agregação (quadra, zona origem-destino, bairro). Tipicamente, esses usos podem ser, por exemplo, residencial, comercial, industrial, escolar ou público (praças, parques).

A importância em analisar a diversidade de usos do solo parte do pressuposto de que uma variedade maior de tipos de uso tende a atrair mais viagens por modos não motorizados, uma vez que isso pode ser traduzido como uma proximidade entre pontos de atração e de geração de viagens, além de estimular o encadeamento de viagens. O processo de incorporar o uso do solo na análise pode ser encampado por diversos métodos e/ou indicadores, conforme o escopo e o grau de abrangência do estudo.

Essa constatação empírica é provada em alguns estudos (CERVERO 2009; AMANCIO, 2005) e refutada em outros (CRANE e CREPEAU, 1998). Ainda outras nuances podem ser observadas nessa correlação. Uma delas diz respeito a que tipos de uso do solo ensejam de fato um potencial de atratividade para o pedestre. Por exemplo, uma grande parcela de terreno ocupada por um hospital aliada a um uso residencial em um mesmo nível de agregação não deve, necessariamente, ser traduzido em maior potencial de atratividade. Esse exemplo traz à tona a questão da complementaridade dos usos, formando uma cadeia lógica de motivos para atração de viagens. Outra nuance importante é a distância relativa entre usos complementares: a diversidade de usos só seria traduzida realmente em atratividade para o pedestre desde que as distâncias entre os polos de atração sejam aceitáveis para a escolha do pedestre (HESS et al., 2000 *apud* AMANCIO, 2005).

No estudo de Antunes (2010) para acessibilidade a pontos de ônibus, o uso do solo foi avaliado por inspeção nos perímetros em torno dos pontos de embarque e desembarque selecionados. Foram elencados oito tipos de uso, e cada segmento dentro do perímetro foi hierarquizado proporcionalmente à quantidade de usos pesquisada.

Em outro estudo Cervero e Sarmiento (*op. cit.*) foram diferenciados os usos do solo para um perímetro imediato e para um perímetro expandido em relação a duas quadras, escolhidas em cada um dos distritos da análise. Nesse estudo são sugeridos três índices para medir a diversidade de usos do solo: a proporção de edifícios com usos verticalmente diversificados; a proporção de área útil em edifícios com dois ou mais usos; e o índice de entropia.

O índice de entropia foi utilizado em dois dos estudos pesquisados (*ibid.*; AMANCIO, *op. cit.*). Esse índice avalia o equilíbrio na distribuição de área construída nas diferentes categorias de usos do solo dentro de uma determinada região, e pode ser calculado através da seguinte formulação:

$$E_i = \frac{-\sum_{j=1}^k (p_{ji})(\ln p_{ji})}{(\ln k)}$$

Onde:

E_i = índice de entropia no setor censitário i

p_{ij} = parcela da área construída ocupada pelo uso do solo j no setor i

k = número de categorias de uso do solo consideradas

O índice de entropia pode variar entre 0 (homogeneidade, existe apenas um tipo de uso do solo no bairro) e 1 (heterogeneidade, o bairro é ocupado por porcentagens iguais de todos os usos do solo considerados).

3.5.3. Acesso ao transporte público

O acesso ao transporte público já pressupõe, naturalmente, a realização de ao menos dois deslocamentos a pé: um quando do ingresso e outro quando da saída do veículo. Isso ainda não contabiliza eventuais conexões entre linhas, que não necessariamente são realizadas dentro do sistema de transporte público. Por essas condições, a existência de pontos de acesso ao transporte público já denota naturalmente uma tendência de atração de deslocamentos a pé.

O estudo de Passmore (2007) aborda a experiência de caminhada até o transporte público na região metropolitana de São Paulo, visando compor uma análise das

práticas de política pública existentes e das ferramentas de planejamento de transporte, para o contexto especificado. Esse estudo traz uma abordagem inteiramente qualitativa, dos métodos aos resultados. Nesse sentido são realizadas entrevistas semiestruturadas com pedestres antes e durante uma caminhada de acesso ao transporte público e com profissionais relacionados ao assunto. As conclusões são de ordem prioritariamente institucional.

O estudo de Antunes (2010) pesquisou a opinião dos usuários quanto ao acesso a pontos de embarque e desembarque selecionados na cidade de São Carlos. A amostra de entrevistas foi caracterizada quanto ao usuário (por exemplo, se possuía ou não carro, carteira de motorista etc.) e quanto à viagem (por exemplo, motivo daquela viagem a um ponto de embarque e desembarque), e foram atribuídas notas ao entorno do ponto de embarque e desembarque segundo critérios como conforto, segurança, segurança e atratividade. O trabalho hierarquiza qual ou quais critérios são mais relevantes para a percepção de *caminhabilidade* no entorno de um ponto, sinalizando, assim, alguns aspectos que tendem a ser mais relevantes para o acesso ao transporte público.

O estudo de Cervero et al. (2009), dentro do critério de distância ao transporte público (*distance to transit*), utiliza três indicadores para a cidade de Bogotá, na Colômbia: número de estações do Transmilenio (BRT); menor distância na rede até uma estação do Transmilenio; número de estações de linhas alimentadoras do Transmilenio. Esses foram os indicadores de grande relevância estudados. Para essa cidade, de acordo com o estudo, como muitos dos bairros já são providos de bom acesso ao transporte público, esse fator não gerou relevância estatística.

O estudo de Amancio (2005) elenca várias publicações com diversos indicadores de transporte público agregados no nível de uma zona, mesmo que o escopo de seu trabalho seja prioritariamente a forma urbana, e não exatamente o acesso ao transporte público. Ele cita, especialmente, os indicadores frequência (número de viagens por dia de cada linha de transporte público, em uma dada zona), cobertura (número de pontos de parada dentro da zona) e capacidade (número de lugares por linha de ônibus pela distância percorrida). Esses foram os indicadores que

inspiraram este trabalho, incluindo os devidos refinamentos e adaptações em função do banco de dados obtido.

3.5.4. Declividade

Em um estudo sobre a importância de diversos fatores que interferem na opção de um indivíduo por um modo, Amâncio (2005) sugere como uma das variáveis de influência a declividade das vias. Segundo o autor, geralmente locais com topografia acidentada dificultam e limitam a opção pelo modo a pé. Assim, inclui a declividade entre as variáveis da forma urbana que podem influenciar a opção individual pelo modo de transporte a pé.

A NBR nº 9.050 (ABNT, 2004) normatiza a declividade dos caminhos de pedestres por meio do estabelecimento de diretrizes referentes à inclinação e dimensionamento das calçadas. De acordo com a norma a inclinação transversal de calçadas, passeios e vias exclusivas de pedestres não deve ser superior a 3%. Em relação à inclinação longitudinal, deve sempre acompanhar a inclinação das vias ladeiras. Porém, recomenda que a inclinação longitudinal das áreas de circulação exclusivas de pedestres seja de no máximo 8,33% (1:12). Sendo assim, a norma impõe que as calçadas, passeios e vias exclusivas de pedestres que tenham inclinação superior à máxima não podem compor rotas acessíveis.

3.5.5. Segurança

A segurança é relacionada ao conflito dos automóveis com os pedestres, ocasionando acidentes, muitas vezes fatais, decorrentes da vulnerabilidade do pedestre frente aos automóveis. Uma pesquisa qualitativa por meio de entrevistas feita em Portland, EUA (MICHAEL, 2006), exemplificou a preocupação de pessoas com o risco de acidentes, especialmente idosos. A maioria dos entrevistados descreveu ruas com tráfego pesado como desagradáveis e perigosas, e algumas evitavam andar por determinadas regiões no horário de pico. Alguns entrevistados descreveram canteiros e calçadas largas, e ainda estacionamentos ao longo da via como uma barreira entre os automóveis e os pedestres, encorajando a caminhada.

O problema se agrava em bairros industriais, onde veículos pesados trafegam em altas velocidades.

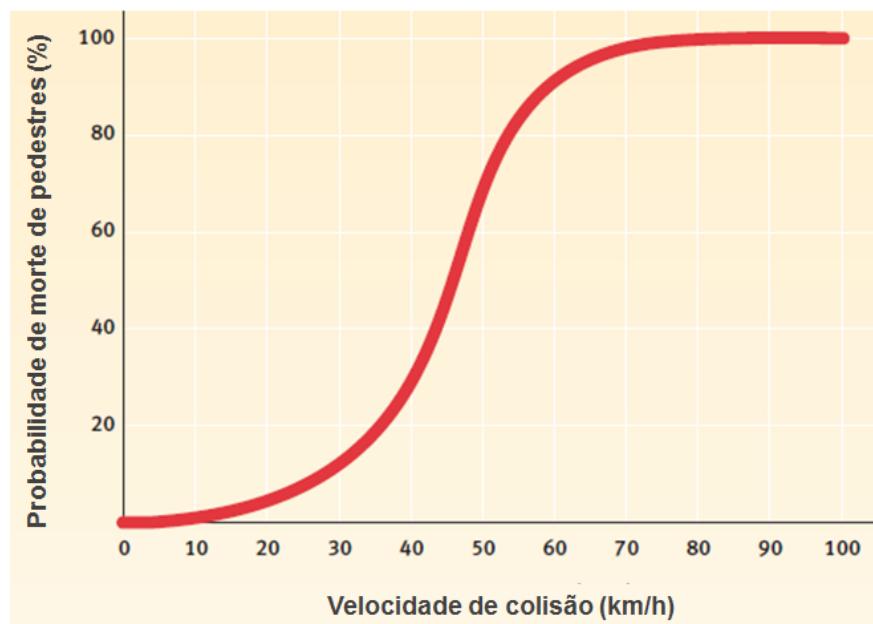
Antonio Mello (2012), em sua dissertação “Mobilidade a pé e ambiente urbano favorável ao pedestre: condicionantes, conceitos e práticas de projeto urbano” inclui o controle de velocidade dos veículos a 30km/h como um princípio de sustentabilidade favorável à mobilidade.

Segundo o autor, é necessário reduzir a velocidade dos veículos motorizados para a segurança dos meios não motorizados. Mello (*op. cit.*) critica que a ótica dos dimensionamentos é prioritária ao fluxo de veículos em detrimento do fluxo de pedestres e das linhas de desejo das travessias.

Do outro lado do mundo, o governo da Nova Zelândia, no “Pedestrian planning and design guide” (NZTA, 2009) cita como uma das causas para as pessoas não realizarem viagens a pé a alta velocidade do tráfego de veículos. Segundo o guia, a velocidade de tráfego de veículos é um problema significativo para os pedestres. Quanto maior a velocidade do motorista, mais difícil é evitar a colisão caso apareça um pedestre em seu caminho e quanto maior for a velocidade em que uma pessoa for atingida, mais graves serão os seus ferimentos.

De acordo com o estudo “Down with Speed: A Review of the Literature, and the Impact of Speed on New Zealanders” (ACCLTSA, 2000), quando um pedestre é atingido a uma velocidade de 30km/h a chance de morte é de 5%. Quando a colisão ocorre a 50km/h a probabilidade de morte sobe para 40% e se ocorrer a 70km/h essas chances sobem para 96%, como mostra o gráfico seguinte.

Figura 13: Influência da Velocidade de Colisão na Probabilidade de Morte de Pedestres.



Fonte: extraído de ACCLTSA, 2000.

Esse gráfico reflete a fragilidade dos pedestres frente aos veículos em altas velocidades.

De volta ao Rio de Janeiro, Mello (*op. cit.*) exemplifica uma medida para a redução de acidentes: a criação das “zonas 30” identificadas e sinalizadas com “portas de entrada e saída” em setores a cidade que se pretendem incentivar os deslocamentos de pedestres. Busca-se nestes espaços equilibrar a relação entre veículos e pedestres de forma a modificar os hábitos de ambos os atores.

Assim, percebe-se que, para o pedestre, vias onde veículos desenvolvem altas velocidades constituem barreiras para o deslocamento com travessias dificultadas e grande sensação de insegurança.

3.5.6. Seguridade

A seguridade de uma localidade, conceito relacionado a segurança de violência pode influenciar de maneira decisiva a escolha pelo meio de transporte utilizado, atingindo ainda gêneros de maneiras distintas.

Fachadas de edificações que são inertes, como um longo muro de um condomínio, ou galpões, figuras tão comuns em São Paulo, causam uma sensação de vulnerabilidade para o pedestre. Localidades onde as fachadas das edificações têm comércios ou localidades próximas de grande circulação de pessoas mostram-se lugares muito mais confortáveis em relação a segurança. A escolha das pessoas em andar ou não a pé não é feita com base em um estudo estatístico da criminalidade de determinada região, e sim, com base em sua intuição e experiências em áreas próximas.

O maior problema apresenta-se no período noturno, quando a circulação diminui. A iluminação de uma região mostra-se um fator crítico. A ocorrência de crimes pode diminuir em até 20% com investimentos na iluminação, em comparação à redução de 5% proveniente de um sistema de vigilância por câmeras, e ainda assim, o volume de investimentos em sistemas de monitoramento é enorme, enquanto o retorno poderia ser maior com investimentos em iluminação (Barnett, 2006).

A iluminação pública contribui para a formação do ambiente urbano favorável ao pedestre na medida em que cria as condições de utilização noturna dos espaços públicos, além de ser fundamental na promoção da segurança pública. A iluminação deve também criar as condições de segurança no passeio e na via, evidenciando as travessias de pedestres e os cruzamentos. (MELLO, 2012)

Keppe Junior (2007) insere, assim como a arborização, a iluminação como uma variável de caracterização física e ambiental da infraestrutura das calçadas, segundo os aspectos de qualidade do ambiente, na composição do Índice de Acessibilidade das Calçadas e Travessias, pois a iluminação adequada estabelece o grau de média luminância da calçada durante o período noturno.

Sendo assim, vias bem iluminadas se apresentam de forma mais atrativas aos pedestres, incentivando os deslocamentos de pedestres.

3.5.7. Arborização

Segundo o Manual Técnico de Arborização Urbana da Prefeitura de São Paulo (SMVMA, 2005), uma boa arborização é essencial à qualidade de vida em uma metrópole.

Keppe Junior (2007) insere a arborização como uma variável de caracterização física e ambiental da infraestrutura das calçadas, segundo os aspectos de qualidade do ambiente, na composição de um Índice de Acessibilidade das Calçadas e Travessias. Segundo o autor, a existência de árvores adequadas nas calçadas proporciona sombra e frescor.

Portanto, a existência de arborização pode constituir um fator incentivador à realização dos deslocamentos a pé, devido ao maior conforto proporcionado. Além do fato de que a necessidade de investimento em arborização urbana é uma das diretrizes defendidas pela Política Nacional de Mobilidade Urbana (BRASIL, 2012) coordenada pelo Ministério das Cidades.

Segundo Amâncio (2005) em áreas da cidade onde existam características favoráveis aos pedestres, entre elas a arborização, verifica-se uma maior porcentagem de caminhadas.

3.5.8. Sinalização para o pedestre

De acordo com Tamayo, 2006, a interação com os veículos de forma direta torna as travessias como os pontos mais críticos para o pedestre. Porém, Mônica Mello (2008) em sua dissertação de mestrado “Estudo das variáveis que influenciam o desempenho das travessias de pedestres sem semáforos” defende que a partir do momento que foi estabelecido um percurso, os pedestres pretendem gastar pouco tempo para realizar o cruzamento das vias e dar continuidade à caminhada. Então, estes locais não devem ser tratados como ponto de conflito entre veículos e pedestres, sem que sejam considerados alguns anseios, características e necessidades de deslocamento dos pedestres.

Segundo a autora, a perda de tempo sofrida pelos pedestres, na espera de uma oportunidade para transpor a corrente de fluxo de veículos, pode ser encarada como excessiva e gerar uma situação de risco e de acidentes caso ele não esteja disposto a aguardar intervalos mais seguros para a realização desta travessia. Entretanto, a maioria dos modelos tradicionais de estudos de tráfego dá ênfase aos atrasos sofridos pelos veículos e pouca preocupação é destinada ao tempo de espera dos pedestres.

Gomes *et al.* (2005) afirmam que grandes atrasos nas intersecções ou outros locais de travessias podem induzir a uma mudança de rota por parte de ciclistas ou à desobediência aos controles de tráfego. Essa mesma lógica pode ser estendida aos pedestres, considerando que o aumento do tempo de deslocamento pode influenciar negativamente o deslocamento a pé.

Ainda segundo Mello (2008), no Brasil, o investimento e incentivo ao andar a pé não soam como uma novidade em certos meios. As vantagens dos ambientes livres de barreiras e com percursos mais seguros durante a caminhada beneficiam esses usuários e, nesse modo de transporte, oferecer travessias seguras para os pedestres é fundamental para garantir e não comprometer todo esse investimento e intenções.

Sendo assim, a existência de travessias de pedestres bem sinalizadas ou que não ofereçam risco à segurança do usuário e que não resultem em tempos de espera muito penosos constituem características que podem influenciar as escolhas dos caminhos pedonais.

3.5.9. Continuidade das calçadas

A continuidade das calçadas assegura que o pedestre possa se deslocar livremente, sem a necessidade de fazer desvios excessivos de trajeto ou de passar por estreitamentos significativos em sua rota. Assegurar continuidade para as calçadas significa, assim, garantir que o percurso seja contínuo, e conecte pessoas a pontos de destino e não resulte em trechos sem saída (CENTER FOR ACTIVE DESIGN, 2013).

3.5.10. Pavimento das calçadas

O pavimento das calçadas é relevante para a caminhada do pedestre ao caracterizar o material, a textura e os padrões de linguagem visual (CENTER FOR ACTIVE DESIGN, 2013). Diferentes cores e padrões de pavimento podem influenciar a ambiência do lugar e estimular a caminhada. A continuidade e a manutenção dos pavimentos são também cruciais, especialmente para garantir conforto e acessibilidade universal a diferentes perfis de pedestres.

3.5.11. Fachada ativa

Fachada ativa corresponde “à ocupação da fachada localizada no alinhamento de passeios públicos por uso não residencial com acesso aberto à população e abertura para o logradouro” (SMDU, 2015). Esse fator constitui, assim, uma particularidade de uso do solo que tende a atrair viagens, promovendo dinamização de usos do passeio público. A fachada ativa, de maneira mais ampla, é também descrita pelo CENTER FOR ACTIVE DESIGN (2013) dentro da categoria escala humana e complexidade, podendo incluir detalhamento arquitetural, entradas, transparência e assim por diante, de modo a aumentar a complexidade e a porosidade dos níveis mais térreos.

3.5.12. Existência de calçada

A existência ou não de calçadas é um atributo que pode ser bastante relevante, especialmente em contextos específicos de países em desenvolvimento e também em lugares de ocupação informal. A verificação da existência de calçadas, entretanto, não foi objeto de levantamento dos estudos pesquisados, sendo normalmente assumida a disponibilidade de passeios em ambos os bordos das vias. Ainda assim, este trabalho procura incluir esse critério, para incorporação nos casos e contextos em que for relevante.

3.5.13. Largura de calçadas

A largura de calçadas é alvo de estudos e levantamentos das condições dos trabalhos de PAIXÃO e DELGADO (2014), SILVA et alli (2012), ANTUNES (2010), dentre outros estudos. Esse fator tende a ser mais relevante em estudos que tratam de abordagens voltadas ao planejamento em função do fluxo (LIMA GONÇALVES 1978b). Entretanto, em estudos que focam a atratividade do ambiente construído, a largura, mesmo que computada, apresenta baixa relevância quando ponderada (ANTUNES 2010).

3.5.14. Estreiteza do leito carroçável

A estreiteza do leito carroçável é um atributo que deriva de uma descrição constante do CENTER FOR ACTIVE DESIGN (2013), que diz respeito ao plano da rua, ou do leito carroçável. Dentre vários elementos do espaço destinado à circulação de veículos que influem na *caminhabilidade* de um trecho de rua – a velocidade permitida, o número de faixas, existência de vias cicláveis, vagas na via, canteiros centrais, entre muitos outros –, uma característica importante para o pedestre é a estreiteza da via, que tende normalmente a tornar o ambiente menos hostil e mais favorável à travessia e à caminhada de pedestre.

3.6. CONSOLIDAÇÃO DO CAPÍTULO

Para compor o trabalho de busca de um método de diagnóstico para o planejamento de transportes voltado ao pedestre, foi necessário consultarestudos já existentes sobre duas questões principais: i) quais são as abordagens possíveis para se estruturar esse método de diagnóstico; e ii) quais são os dados de deslocamentos a pé existentes, a fim de que possam ser confrontados ao método proposto.

A partir de duas abordagens possíveis para o diagnóstico – uma baseada no fluxo medido e outra baseada na atratividade do ambiente construído –, foi decidido prosseguir o trabalho com base na análise da atratividade do ambiente construído aos deslocamentos a pé. Proseguiu-se daí à definição de duas escalas de análise do ambiente construído (macro e micro), além do reconhecimento de fatores de atratividade dos deslocamentos a pé possíveis de ser levantados e incorporados no método, com base nas referências encontradas.

Por fim, referente aos dados de deslocamentos a pé, foi feito um processamento dos dados de viagens a pé eem transporte público da Pesquisa Origem e Destino de 2007 (Metrô, 2008), a fim de se estimar os deslocamentos a pé feitos em cada zona OD, e não somente as viagens feitas integralmente a pé. Tendo como referência o método proposto pela Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP, 2013), foram incorporados os acessos e egressos do transporte público na estimativa dos deslocamentos a pé, em que foi possível consolidar a estimativado número de deslocamentos a pé feitos em cada zona OD. Assim, foi definida, para cada zona OD, a proporção dos deslocamentos a pé em relação aos deslocamentos a pé em casa em cada zona OD da cidade de São Paulo, dado que foi confrontado aos índices de atratividade macro e micro do ambiente construído, construídos nos capítulos seguintes.

4. MÉTODO E APLICAÇÃO: NÍVEL MACRO

Todo o conjunto de estudos pesquisados e apresentados no Capítulo 3 influiu no tipo de abordagem apresentada a seguir nesta análise. Posto de lado o planejamento baseado no fluxo, e uma vez pesquisada a gama de critérios de atratividade, a pesquisa se preocupou em buscar os dados de deslocamentos a pé e os vários bancos de dados relativos ao ambiente construído, foco escolhido para este trabalho.

O trabalho procedeu a uma extensiva caracterização dos fatores de atratividade do ambiente construído para pedestres. A sequência do trabalho apresentará, então, o processo de busca de bases, processamento dos bancos de dados e preparação dos indicadores relevantes para cada critério de atratividade. Este item elenca os fatores de atratividade calculados para esse trabalho. O ciclo inicial consistiu em levantar as bases de dados georreferenciados disponíveis. Com as bases levantadas, procedeu-se a uma análise de qual nível de agregação dos dados seria apropriado para esse estudo. Essas bases foram então processadas para a obtenção dos fatores de atratividade de cada um dos critérios pesquisado no Capítulo 3. Esse percurso metodológico geral é descrito dentro desse item.

Por fim, esta seção apresenta um resultado da conjugação hierarquizada dos fatores dentro de cada critério, bem como uma conjugação dos critérios entre si, para assinalar o nível de atratividade de cada zona, de acordo com esse método. São propostos pesos de relevância para todos os fatores de um mesmo critério ou categoria e, dentre as categorias, também são classificadas com ponderações, de modo a hierarquizar aquelas consideradas mais relevantes.

4.1. BASES GEORREFERENCIADAS LEVANTADAS E PROCESSADAS

As bases georreferenciadas levantadas estão listadas na tabela a seguir. Parte relevante e fundamental deste trabalho foi a busca dessas bases junto aos órgãos governamentais responsáveis, algumas vezes esbarrando em regras e controles burocráticos rígidos sobre o acesso a esses dados.

Uma vez que a base estava disponível, boa parte do tempo dispendido neste trabalho foi empregada para articular essas bases, cujos dados estavam, muitas vezes, em tipos de vetores diferentes. Assim, para citar um exemplo, a obtenção do fator de declividade viária média em uma dada zona partiu inicialmente da base de pontos cotados (base vetorial de pontos) da Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano (CDHU). Essa base derivou, por meio de ferramentas de geoprocessamento, uma base intermediária de declividade média do terreno (base *raster*), que serviu para, finalmente, obter-se as declividades mínimas, máximas e médias dos trechos da rede viária em uma dada zona (base vetorial de linhas).

Processos equivalentes foram empregados em outras bases e em outros tipos de dados. Assim, os dados contidos nos atributos de cada campo foram processados e analisados, compondo um conjunto de fatores para cada critério de atratividade.

Tabela 2: Bases georreferenciadas obtidas para análise espacial dos fatores de atratividade.

Nome	Tipo	Fonte	Ano	Atributos Relevantes
Rede viária	vetor (linhas)	Centro de Estudos da Metrópole (CEM)	2014	extensão dos links
Limites municipais	vetor (polígonos)	Centro de Estudos da Metrópole (CEM)	2013	nome do município
Pontos cotados	vetor (pontos)	Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano (CDHU)	2009	elevação
Acidentes fatais de 2007 a 2012	vetor (pontos)	Companhia de Engenharia de Tráfego (CET)	2013	tipo de acidente
Zonas OD	vetor (polígonos)	Companhia do Metropolitano de São Paulo (Metrô)	2008	população, viagens realizadas por modo
Censo escolar	vetor (pontos)	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep)	2013	número de alunos por tipo de escola

Nome	Tipo	Fonte	Ano	Atributos Relevantes
Rede viária	vetor (linhas)	Open Street Maps (OSM)	2015	extensão dos links, velocidade máxima
Cadastro Territorial e Predial, de Conservação e Limpeza (TPCL)	vetor (polígonos)	Prefeitura de São Paulo (Secretaria Municipal de Finanças e Desenvolvimento Econômico)	2012	setor fiscal, quadra fiscal, tipo de uso do solo, área construída (por uso e por quadra fiscal)
GTFS das rotas e pontos de ônibus em 03/03/2015	vetor (pontos)	São Paulo Transportes (SPTTrans)	2015	pontos de ônibus, estações de metrô e trens, itinerário das linhas de ônibus, frequência de partidas dos ônibus ao longo do dia
Mancha urbana	vetor (polígonos)	Seção Técnica de Geoinformação e Produção de Bases Digitais da FAU-USP (CESAD-FAUUSP)	2002	área urbanizada

Fonte: elaboração própria.

4.2. PROCESSAMENTO DOS DADOS

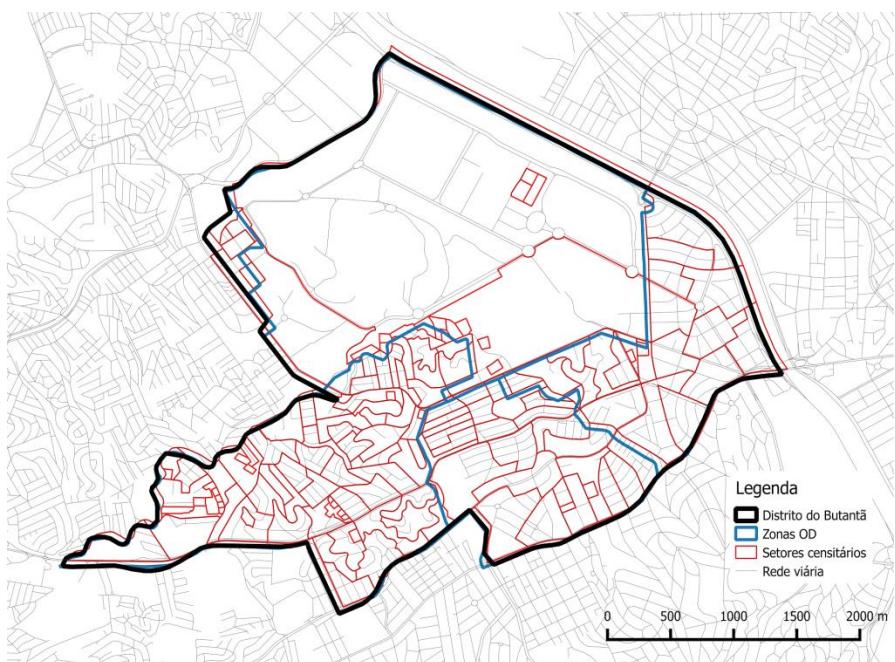
A partir das bases de dados levantadas ao longo deste Trabalho Final, foi possível realizar uma série de análises espaciais sobre alguns dos fatores de atratividade ao deslocamento de pedestres discutidos anteriormente. Alguns dos fatores discutidos não puderam ser analisados devido à falta ou à impossibilidade de acesso aos dados necessários.

Para a agregação e análise dos dados foram escolhidas as Zonas OD utilizadas na pesquisa Origem Destino do Metrô. Essas zonas constituem a unidade territorial utilizada pelo metrô para o levantamento e processamento dos dados da pesquisa, de forma a garantir a validade estatística das informações geradas.

As Zonas OD acompanham os limites dos setores censitários, possibilitando a agregação dos dados e são, geralmente, menores que as divisões em distritos - o

que permite uma análise mais detalhada, necessária para o caso de deslocamentos de pedestres - e maiores que as divisões em setores censitários - o que poderia inviabilizar a análise do sistema viário, na maior parte dos casos. O mapa apresentado a seguir mostra a diferença entre esse três zoneamentos possíveis e sua sobreposição com o sistema viário, exemplificados a partir do Distrito do Butantã, na Zona Oeste de São Paulo.

Figura 14: Mapa dos Níveis de Agregação dos Dados: exemplo para o distrito do Butantã - Distritos, Zonas OD e Setores Censitários.



Fonte: elaboração própria, com dados do Metrô (2008) e CEM (2014).

Os itens a seguir mostram as análises dos fatores de atratividade ao deslocamento de pedestres realizadas para a Cidade de São Paulo.

4.2.1. Integridade da rede viária

A análise da rede viária foi realizada utilizando-se a base de logradouros de São Paulo obtida na plataforma Open Street Maps (OSM) no início de 2015. Essa base é formada por links conectados por pontos; cada um desses links representa um trecho de uma via e os pontos representam as intersecções viárias.

Nesta categorias foram realizadas quatro análises: (i) densidade de extensão da rede viária por área urbanizada; (ii) densidade de nós intersectantes da rede viária por extensão viária; (iii) densidade de nós intersectantes da rede viária por área urbanizada; e (iv) declividade média das vias.

A análise da densidade da extensão da rede viária por área urbanizada foi realizada a partir da divisão da extensão total da rede viária, em quilômetros, de cada zona OD pela sua respectiva área urbanizada, em quilômetros quadrados. Adotou-se a análise por área urbanizada devido ao fato de cada Zona OD apresentar um padrão de urbanização diferente em relação à sua área total, o que é observado principalmente nas zonas mais periféricas. Dessa forma, foi possível avaliar quais zonas apresentam redes viárias mais densas.

Como foi discutido anteriormente, para o pedestre a rede viária precisa ser interconectada, aumentando as possibilidades de caminhos pedonais e a simples análise da densidade da rede não indica o grau de conexão dos links. Por exemplo, uma Zona OD pode ter uma alta densidade de links, mas que não se interconectam, desfavorecendo os deslocamentos dos pedestres.

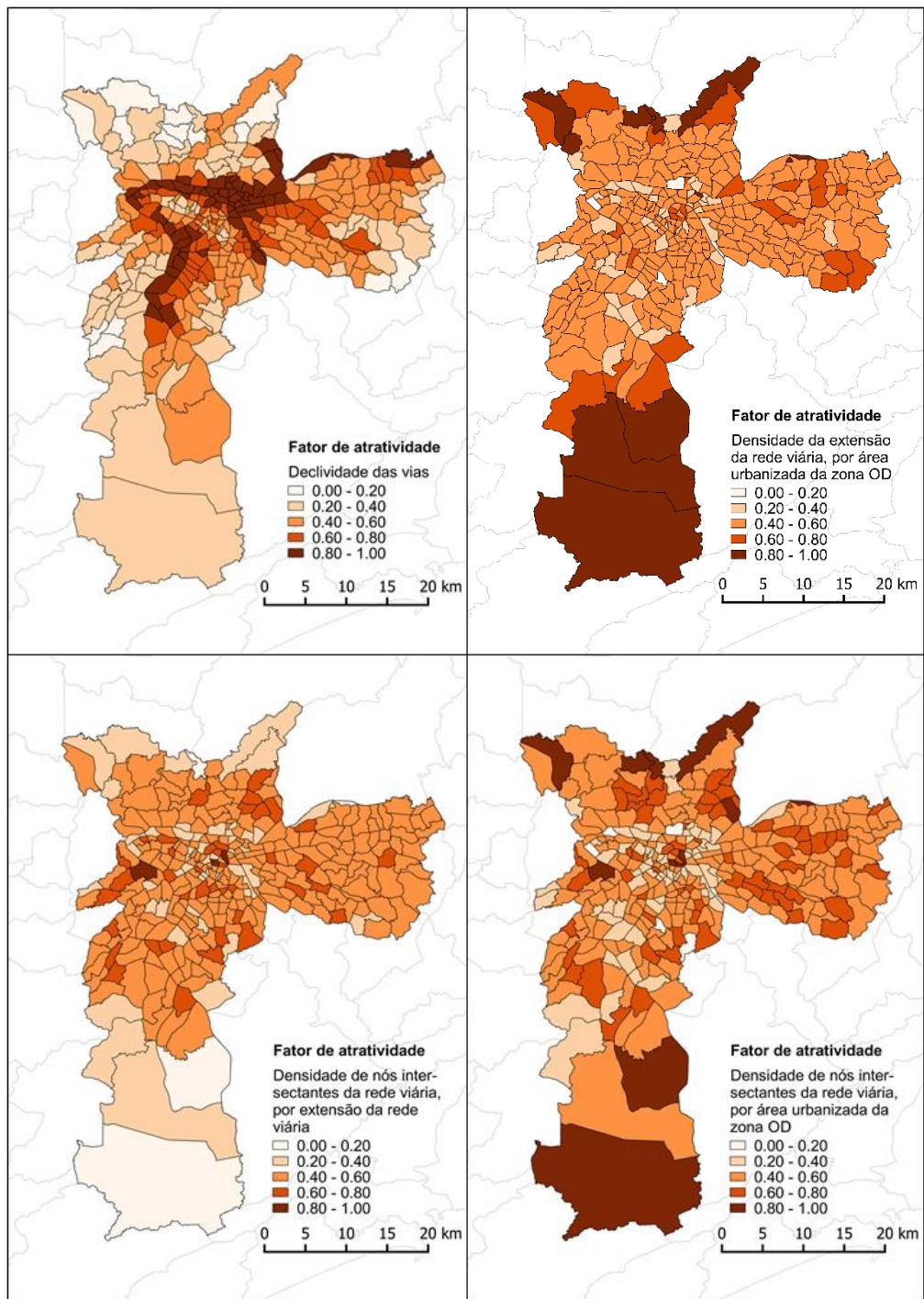
Para avaliar a conexão entre os links da rede foram realizadas as análises em relação às densidades de nós intersectantes tanto por extensão da rede viária quanto por área urbanizada para cada zona OD. Assim, pôde-se quantificar a existência de conexões e cruzamentos entre as vias das zonas OD.

Para a análise da declividade média das vias foi realizado um cruzamento da base de dados de logradouros, ou seja, a rede viária, com a base de pontos cotados da Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano (CDHU). Essa base de pontos, bem distribuída, apresenta o atributo “elevação”, o que possibilitou a construção, a partir do software de geoprocessamento, de um mapa digital de elevação da altimetria e, por fim, da declividade (em porcentagem).

A partir desse mapa digital foi possível o cálculo da declividade das vias da rede viária e, com essas declividades foram calculadas as declividades médias das vias

de cada Zona OD². As análises realizadas em relação à integridade da rede viária estão representadas na Figura 15 a seguir, por meio de mapas para cada uma das análises.

Figura 15: Análises da Integridade da Rede Viária.



Fonte: elaboração própria, com dados do Metrô (2008), OSM (2015), CEM (2014) e CDHU (2009).

²Para a categorização das declividades, utilizou-se como referência a NBR 9050 de acessibilidade a edificações (ABNT, 2004), adotando-se declividades acima de 8% como íngremes demais aos deslocamentos a pé (atratividade mínima ao deslocamento a pé).

4.2.2. Diversidade do uso do solo

O banco de dados primários utilizado para a análise da diversidade do uso do solo foi o chamado TPCL (Cadastro Territorial e Predial de Conservação e Limpeza), uma base originalmente utilizada pela Secretaria Municipal de Finanças e Desenvolvimento Econômico da prefeitura de São Paulo. Sua finalidade primeira é a de servir de base para o cálculo de alguns impostos municipais relacionados ao imóvel. Entretanto, em função da relevância de seus atributos, essa base é frequentemente processada para servir aos fins de estudos do uso do solo urbano.

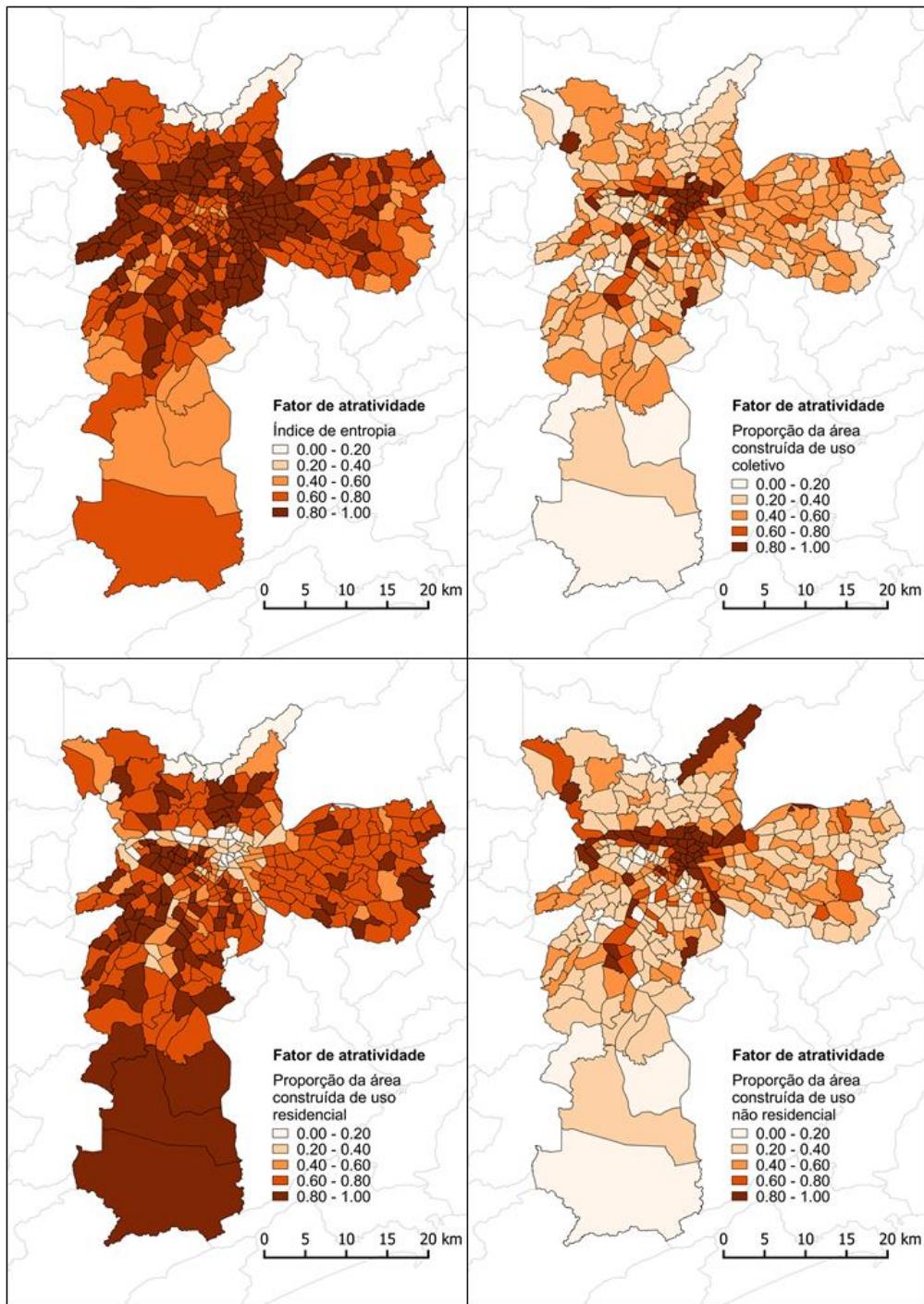
Essa base é normalmente apresentada no nível de cada lote (terreno) do município. A base obtida por este trabalho e processada pelo grupo, entretanto, estava agregada no nível da quadra fiscal. Assim, para cada quadra fiscal do município, e dentro dela estavam disponíveis, segmentados em cada um dos usos de solo da tabela a seguir, [i] a área total, [ii] a área construída e [iii] o número de lotes.

Tabela 3: Uso do solo homogeneizado e respectiva descrição.

Código do UsoH	Descrição
1	Uso Residencial Horizontal Baixo Padrão
2	Uso Residencial Horizontal Médio Padrão
3	Uso Residencial Horizontal Alto Padrão
4	Uso Residencial Vertical Médio Padrão
5	Uso Residencial Vertical Alto Padrão
6	Uso Comércio e Serviço Horizontal
7	Uso Comércio e Serviço Vertical
8	Uso Industrial
9	Uso Armazéns e Depósitos
10	Uso Especial (Hotel, Hospitais, Cartório, Etc)
11	Uso Escola
12	Uso Coletivo (Cinema, Teatro, Clube, Templo, Etc.)
13	Uso Terrenos Vagos
14	Uso Residencial Vertical Baixo Padrão
15	Uso Garagens Não Residenciais

Para agregar as quadras no nível das zonas OD, foi realizada, no software de geoprocessamento, a operação de união dos atributos por localização, atribuindo a cada quadra a informação da zona OD à qual pertence. A partir disso, o banco de dados foi agregado para apresentar informações também no nível das zonas OD. Então, a partir de operações simples com o banco de dados, foram calculados, para cada zona OD: [i] o índice de entropia (Item 3.5.2 – Uso do solo); [ii] a proporção de área construída de uso coletivo, o que corresponde às áreas construídas das categorias 6, 7, 11 e 12 da tabela; [iii] a proporção de área construída de uso residencial, o que corresponde às categorias 1 a 5 e 14 da tabela acima; e [iv] a proporção de área construída de uso não residencial, o que corresponde a todas as outras categorias, de 6 a 13 e 15. Estas quatro análises estão representadas nos mapas compilados na Figura 16 a seguir.

Figura 16: Análises da Diversidade de Uso do Solo.



Fonte: elaboração própria, com dados do Metrô (2008) e Prefeitura de São Paulo (2012).

4.2.3. Escolas

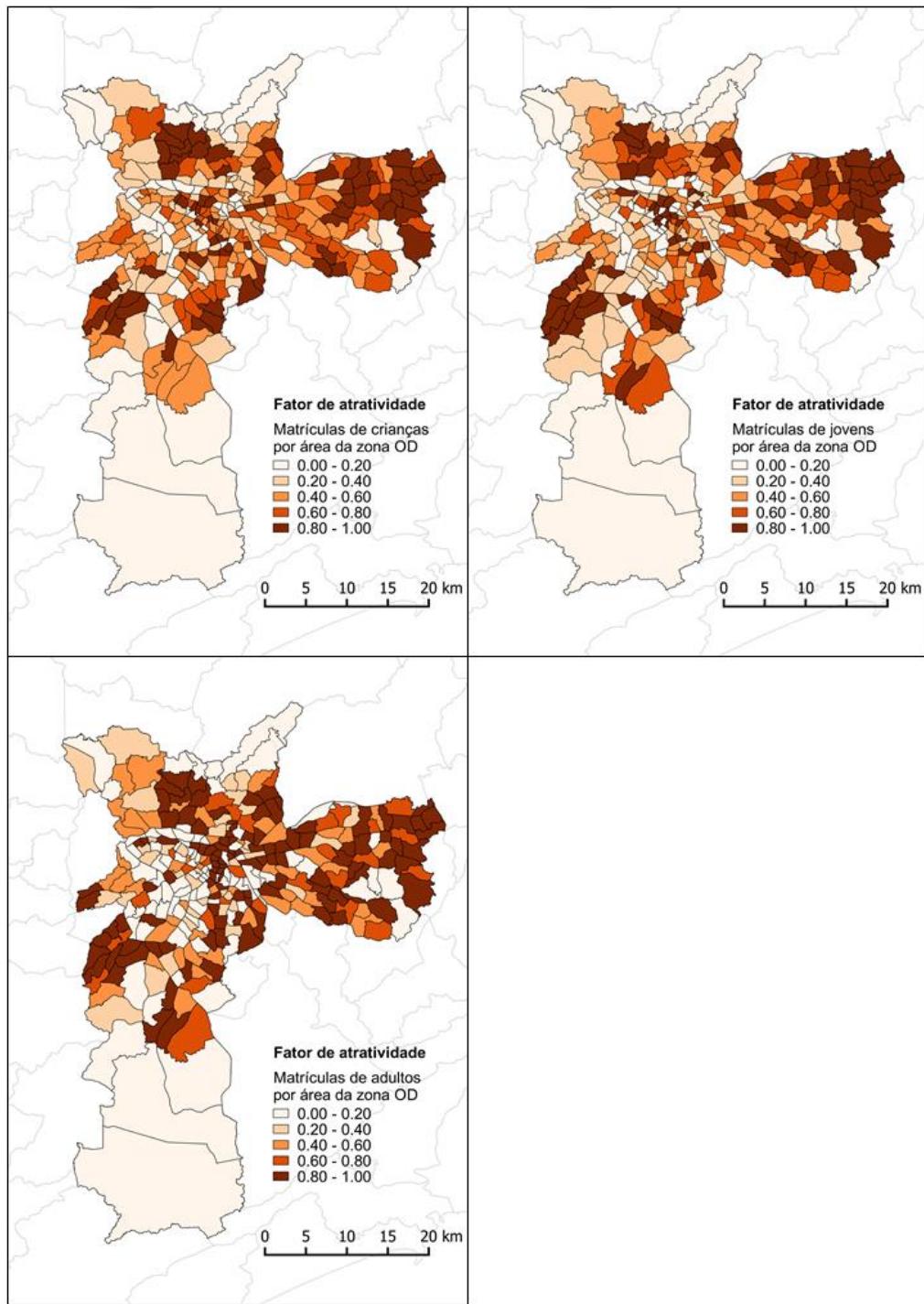
Também foi realizada uma análise da distribuição espacial das matrículas escolares em cada uma das zonas OD. As matrículas escolares foram escolhidas para compor o método pois tratam-se de um dado que pode representar um dos 5Ds do ambiente

construído, a acessibilidade de destino, ou seja, a facilidade de acesso a pontos de interesse público – no caso, as escolas.

A análise pode ser discretizada em termos do número de matrículas de crianças, de jovens e de adultos, a partir dos dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). Acredita-se que a abordagem do número de matrículas constitui uma análise mais precisa do que a da área construída (utilizando-se os dados do TPCL), uma vez que o número de matrículas perfaz uma medida mais exata desses pontos de interesse.

Na Figura 17 a seguir, estão apresentados os mapas resultantes dessas análises.

Figura 17: Análise das Densidades de Matrículas Escolares.



Fonte: elaboração própria, com dados do Metrô (2008) e Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2013).

4.2.4. Segurança

A análise do fator de segurança aos pedestres foi realizada a partir da base de acidentes fatais ocorridos de 2007 a 2012, da CET (Companhia de Engenharia de

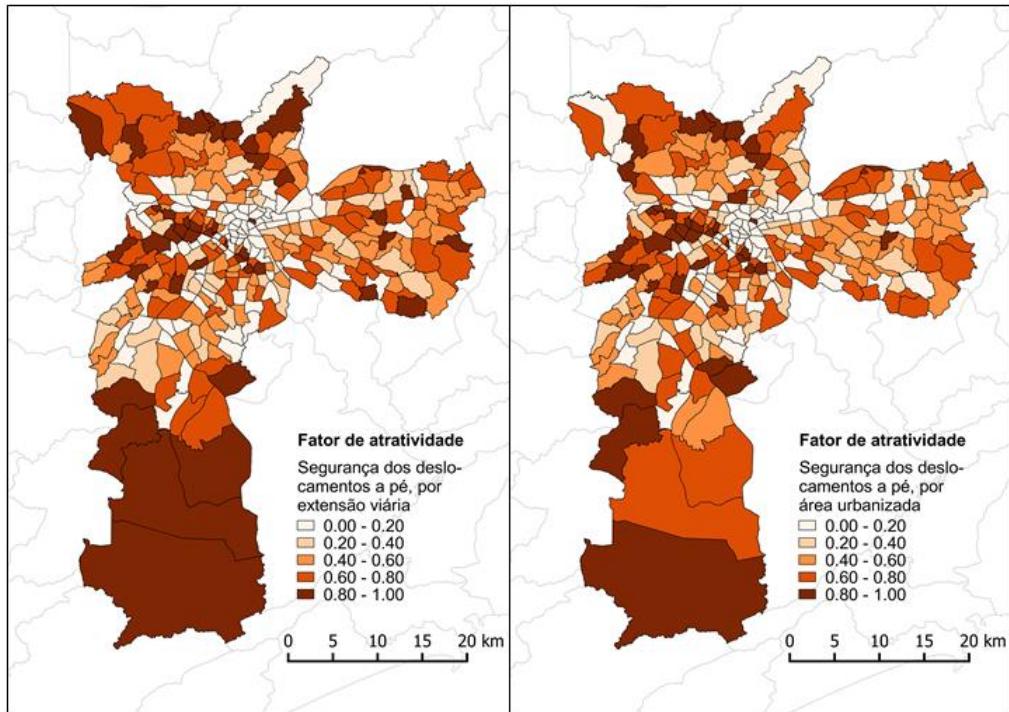
Tráfego), na qual os acidentes fatais estão georreferenciados na forma de pontos e classificados de acordo com o tipo. Isto é, foi feita uma análise da segurança dos deslocamentos a pé com base em sua insegurança, esta baseada somente nos acidentes fatais: os registros de acidentes não fatais ou mesmo conflitos de tráfego e quase-acidentes, utilizados em análises mais refinadas de segurança viária (PIETRANTONIO, 2015: 9), não foram obtidos. Com base nessas considerações, para a análise de segurança dos deslocamentos a pé, foram filtrados somente os acidentes do tipo Atropelamento.

Inicialmente, realizou-se um cruzamento com a base de Zonas OD de forma a se calcular a densidade de acidentes fatais ocorridos envolvendo pedestres em cada uma das Zonas, por área urbanizada, de forma a compensar os tamanhos diferentes de cada uma dessas zonas.

Porém, cada uma das zonas apresenta uma diferente configuração de rede viária, com extensões e densidades variadas, como já foi apresentado. Pensando nisso, foi realizada uma segunda análise de forma a relacionar essas diferenças com as quantidades de acidentes fatais ocorridos envolvendo pedestres. Para isso, calculou-se a densidade de atropelamentos ocorridos por quilômetro de via em cada uma das zonas OD.

Por fim, para se gerar um indicador que represente a segurança dos deslocamentos a pé (e não a insegurança, que representa supostamente um fator de repulsão das viagens a pé), foi feito uma inversão dos resultados, obtendo-se valores de 0 a 1 para a segurança dos deslocamentos a pé, conforme representado nos mapas apresentados na Figura 18 a seguir.

Figura 18: Análise da Segurança dos Deslocamentos a Pé.



Fonte: elaboração própria, com dados do Metrô (2008) e CET (2013).

4.2.5. Acesso ao transporte público

Um dos fatores que influenciam a decisão da população pelo deslocamento a pé é a proximidade ao transporte público. Em Bogotá, por exemplo, um fator que influencia a decisão de andar ou não a pé é a proximidade ao Transmilenio, eixo de transporte de alta capacidade (CERVERO, 2009).

A análise da atratividade da caminhada por meio do transporte público deu-se através dos dados do GTFS (General Transit Feed Specification) de terça-feira, três de março 2015. Esta base, distribuída pela SPTRANS para desenvolvedores de aplicativos para *smartphones* e análises, dentre outros, consiste em uma base de todos os pontos de ônibus, estações de trem e metrô da cidade de São Paulo, frequência de partida dos veículos, itinerários, incluindo o atributo identificador dos pontos de transporte público na ordem em que o veículo efetua sua trajetória. O cruzamento dos dados dos pontos fornecidos com a geometria das Zonas OD a que pertencem foi feita pelo software QGIS, por meio da ferramenta de juntar atributos por localização. Assim, foi possível quantificar: (i) veículos por extensão viária; (ii)

capacidade de transporte público por extensão viária; (iii) veículos por área urbanizada; (iv) capacidade de transporte público por área urbanizada; (v) paradas de transporte público por extensão viária; e (vi) capacidade de transporte público por população residente.

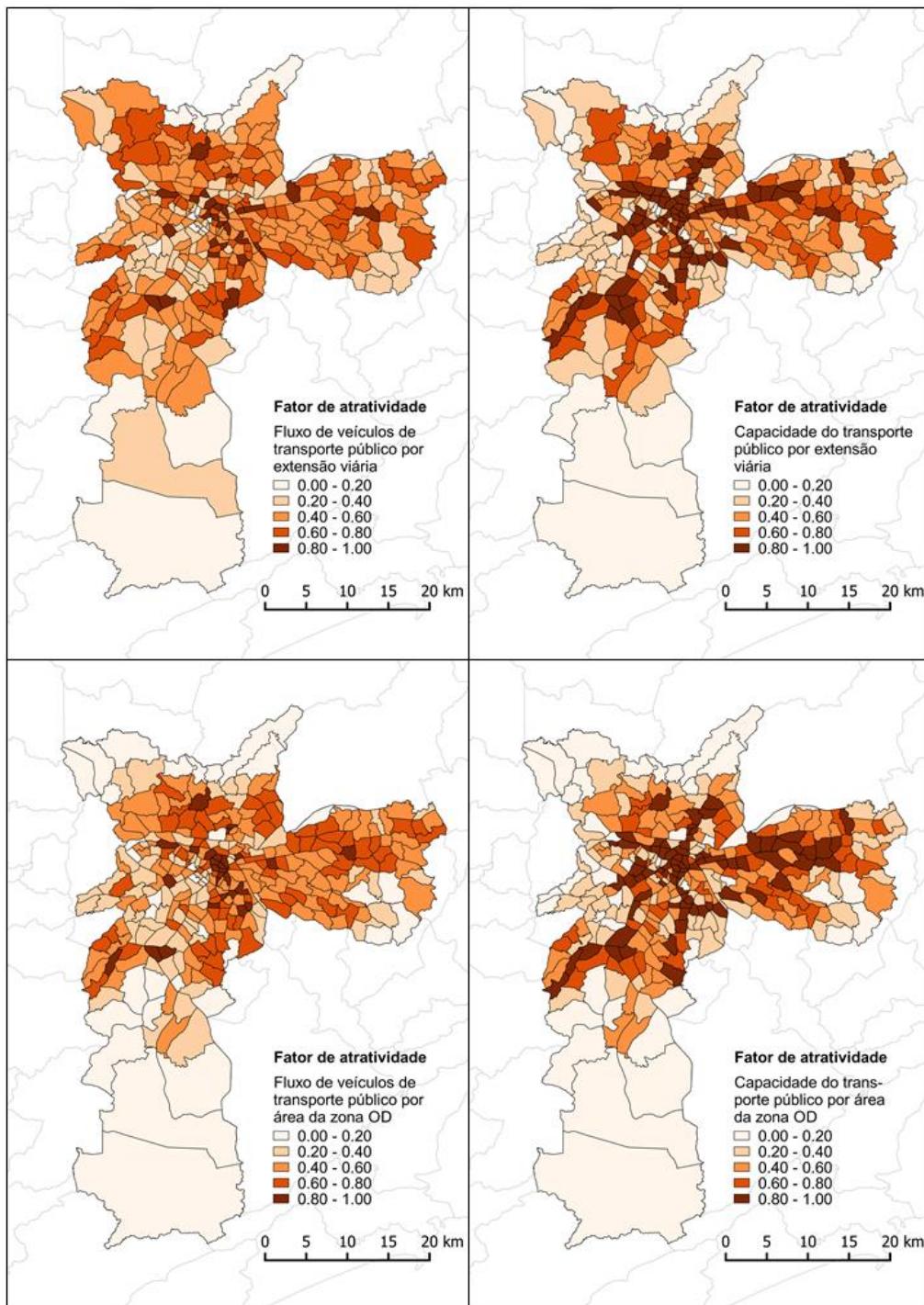
Quanto à quantificação das paradas de transporte público, observou-se que em terminais de ônibus constam, na base, diversos pontos de ônibus; assim, estes foram contabilizados individualmente, como forma de ponderar a maior atratividade de um terminal de ônibus em relação a um ponto de ônibus isolado. Essa quantidade de paradas de transporte público foi relativizada por extensão viária para cada zona OD.

Para ponderar atratividade dos pontos com base na acessibilidade promovida pela quantidade de diferentes linhas que passam nos pontos, ou quantidade de destinos possíveis, foram processados os dados dos itinerários e listadas as rotas de transporte que passam por cada ponto. Ainda com outros dados referentes ao intervalo de todos os veículos ao longo do dia, foi obtida a frequência média para cada linha. Com isso, para cada ponto de embarque do transporte público foi obtida uma quantidade de veículos, incluindo trem, metrô e ônibus que passam por hora. O valor absoluto da soma de todos os pontos de uma Zona OD foi utilizado para as análises de veículos por extensão viária e por área urbanizada.

Com isto, temos uma análise em que as atratividades dos pontos de metrô e ônibus são equivalentes, sendo diferenciados com base apenas no intervalo de passagem desses veículos. Para ponderar a diferente atratividade dos sistemas de transporte, foi determinada a capacidade de transporte de passageiros, com um número médio de 70 passageiros por ônibus e 2500 passageiros por carro de trem e metrô, possibilitando-se, assim, a análise da capacidade de transporte público por extensão viária, por área urbanizada e pela população residente.

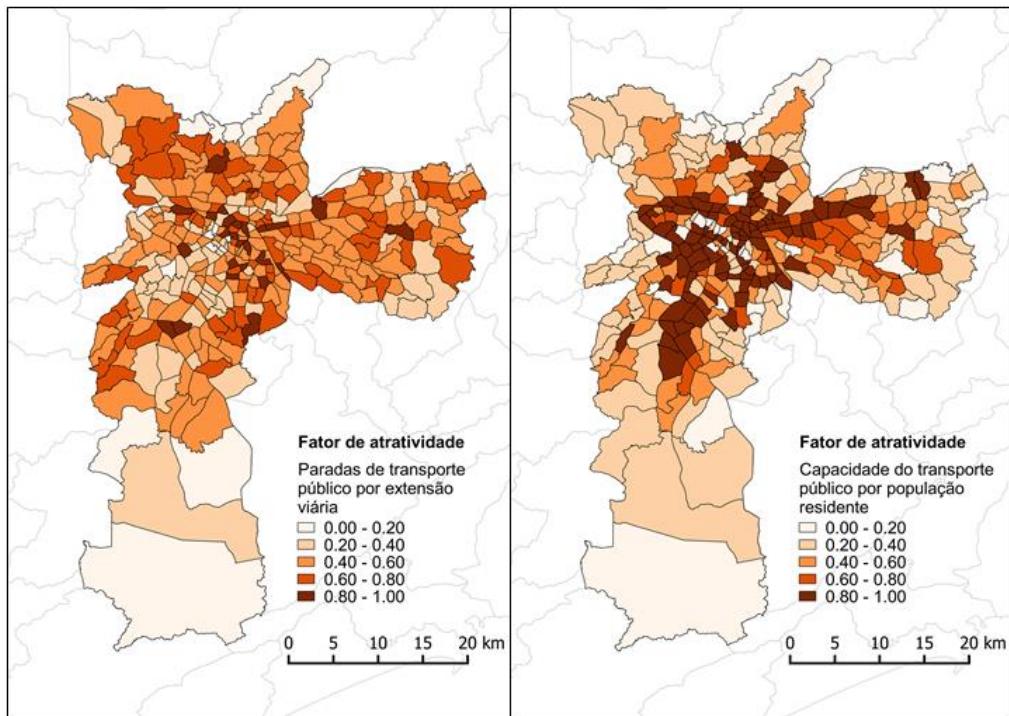
Essas seis análises relativas ao acesso ao transporte público estão representadas graficamente nos mapas apresentados na Figura 19 e na Figura 20 abaixo.

Figura 19: Análises Relativas ao Acesso ao Transporte Público, para cada zona OD.



Fonte: elaboração própria, com dados do Metrô (2008) e SPTRANS (2015).

Figura 20: Análises Relativas ao Acesso ao Transporte Público, para cada zona OD.



Fonte: elaboração própria, com dados do Metrô (2008) e SPTRANS (2015).

4.3. RELAÇÃO ENTRE OS FATORES

A fim de se compor um índice único de atratividade na análise macro, recorreu-se a utilização do método AHP - Analytic Hierarchy Process, que consiste em uma sistematização utilizada como suporte à tomada de decisões em ambientes multifatoriais complexos. O *ANEXO I: AHP – Analytic Hierarchy Process* apresenta a fundamentação teórica desse método em maiores detalhes.

Para a definição dos pesos finais de cada um dos fatores analisados na composição de um índice final, estes foram organizados em dois níveis hierárquicos, sendo o nível superior composto pelas cinco categorias de fatores expostas no item anterior deste capítulo, e o nível inferior composto pelos fatores provenientes das análises realizadas em cada uma das categorias, conforme mostra a Tabela 4 abaixo.

Tabela 4: Hierarquização dos Fatores Analisados a Nível Macro.

	Declividade média das vias
Integridade da rede viária	Densidade de extensão da rede viária por área
	Densidade de nós intersectantes da rede viária por extensão viária
	Densidade de nós intersectantes da rede viária por área
Diversidade de uso do solo	Índice de entropia
	Proporção de área construída de usos coletivos
	Proporção de área construída de uso residencial
	Proporção de área construída de uso não residencial
Escolas	Número de matrículas de crianças por área
	Número de matrículas de jovens por área
	Número de matrículas de adultos por área
Segurança	Fator de segurança dos deslocamentos a pé por extensão viária
	Fator de segurança dos deslocamentos a pé por área
	Veículos por extensão viária
	Capacidade de transporte público por extensão viária
	Veículos por área urbanizada
Acesso ao transporte público	Capacidade de transporte público por área urbanizada
	Paradas de transporte público por extensão viária
	Capacidade de transporte público por população residente

Fonte: elaboração própria

Inicialmente, realizou-se uma análise das categorias do nível hierárquico superior: integridade da rede viária; diversidade do uso do solo; escolas; segurança; e acesso ao transporte público. Para isso, foram realizados julgamentos por meio de uma comparação par a par feita pelos autores desse trabalho com base na revisão dos estudos existentes realizada no primeiro momento. Assim, ponderou-se a importância de uma determinada categoria em relação a cada uma das outras. Por exemplo, observa-se uma maior importância do uso do solo em relação a segurança em CERVERO, 2009. Foi atribuída então uma importância relativa de valor 5, que seguindo os parâmetros estabelecidos na *Tabela 11: Pesos Relativos Entre os*

Fatores Ai e Aj no ANEXO II: AHP – Matrizes da Análise Macro, significa que o fator Uso do Solo tem uma forte importância sobre o fator Segurança. Constitui-se então a matriz de julgamentos do nível hierárquico superior (Tabela 12 no *ANEXO II: AHP – Matrizes da Análise Macro*).

Em seguida, procedeu-se para a análise dos fatores componentes de cada uma das categorias do nível hierárquico inferior, realizando, da mesma forma, julgamentos por meio da comparação par a par de cada fator. Ainda, valendo-se da experiência pessoal dos integrantes do grupo, foram feitas comparações dos pares criando-se cenários favoráveis para um fator em detrimento do outro. Por exemplo, na comparação entre um bairro que apresenta ruas muito íngremes, mas com alta densidade viária, com um bairro com ruas planas e com baixa densidade viária, o grupo julgou que a declividade média das vias tem uma importância muito forte em relação a densidade viária.

As matrizes de julgamentos obtidas estão relacionadas no *ANEXO II: AHP – Matrizes da Análise Macro*.

A partir dessas matrizes de julgamentos, foram determinados os pesos relativos a cada um dos fatores e categorias analisadas e Razão de Consistência³ das matrizes de julgamento. A determinação dos pesos finais de cada fator foi feito a partir da multiplicação do peso relativo do fator com o peso da sua categoria. A Tabela 5 a seguir apresenta o resultado dessa aplicação do método AHP.

Tabela 5:Resultados da Aplicação do Método AHP nos Fatores do IA-macro

Fatores do nível hierárquico superior	Peso do nível hierárquico superior	Fatores do nível hierárquico inferior	Peso do nível hierárquico inferior	Peso final de cada fator	Razão de consistência (CR)
Integridade da rede viária	0,085	Declividade média das vias	0,470	0,040	0,056
		Densidade de extensão da rede viária por área	0,052	0,004	
		Densidade de nós intersectantes da rede viária por extensão viária	0,313	0,027	

³É desejável que o valor da Razão de Consistência seja menor ou igual a 0,1, procedendo-se com refinamentos dos julgamentos caso o valor exceda esse limite.

Fatores do nível hierárquico superior	Peso do nível hierárquico superior	Fatores do nível hierárquico inferior	Peso do nível hierárquico inferior	Peso final de cada fator	Razão de consistência (CR)
Diversidade de uso do solo	0,473	Densidade de nós intersectantes da rede viária por área	0,165	0,014	
		Índice de entropia	0,621	0,294	
		Proporção de área construída de usos coletivos	0,165	0,078	0,077
		Proporção de área construída de uso residencial	0,048	0,023	
Escolas	0,145	Proporção de área construída de uso não residencial	0,165	0,078	
		Número de matrículas de crianças por área	0,467	0,068	
		Número de matrículas de jovens por área	0,467	0,068	0
		Número de matrículas de adultos por área	0,067	0,010	
Segurança	0,048	Fator de segurança dos deslocamentos a pé por extensão viária	0,750	0,036	
		Fator de segurança dos deslocamentos a pé por área	0,250	0,012	0
Acesso ao transporte público	0,255	Veículos por extensão viária	0,096	0,024	
		Capacidade de transporte público por extensão viária	0,247	0,063	
		Veículos por área urbanizada	0,037	0,009	0,056
		Capacidade de transporte público por área urbanizada	0,106	0,027	
		Paradas de transporte público por extensão viária	0,036	0,009	
		Capacidade de transporte público por população residente	0,479	0,122	

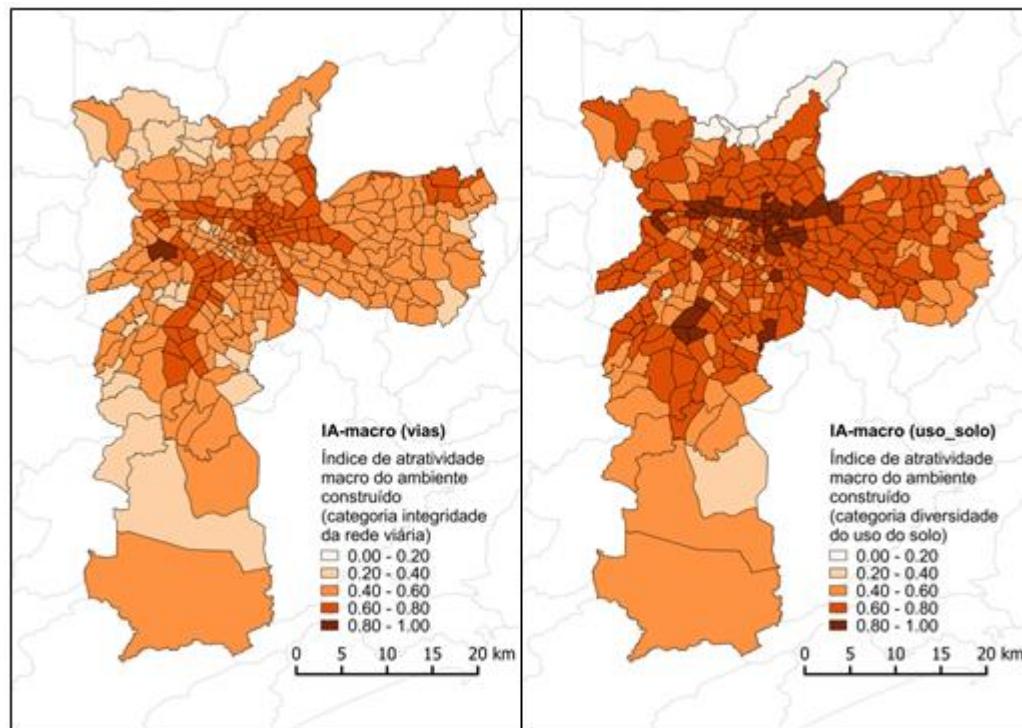
Fonte: elaboração própria

4.4. ÍNDICE DE ATRATIVIDADE MACRO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO (IA-macro)

A partir dos pesos do nível hierárquico superior obtidos a partir do método AHP pôde-se consolidar a análise para cada uma das categorias de atratividade para o deslocamento de pedestres definidas. As Figura 21 e Figura 22 mostra os mapas

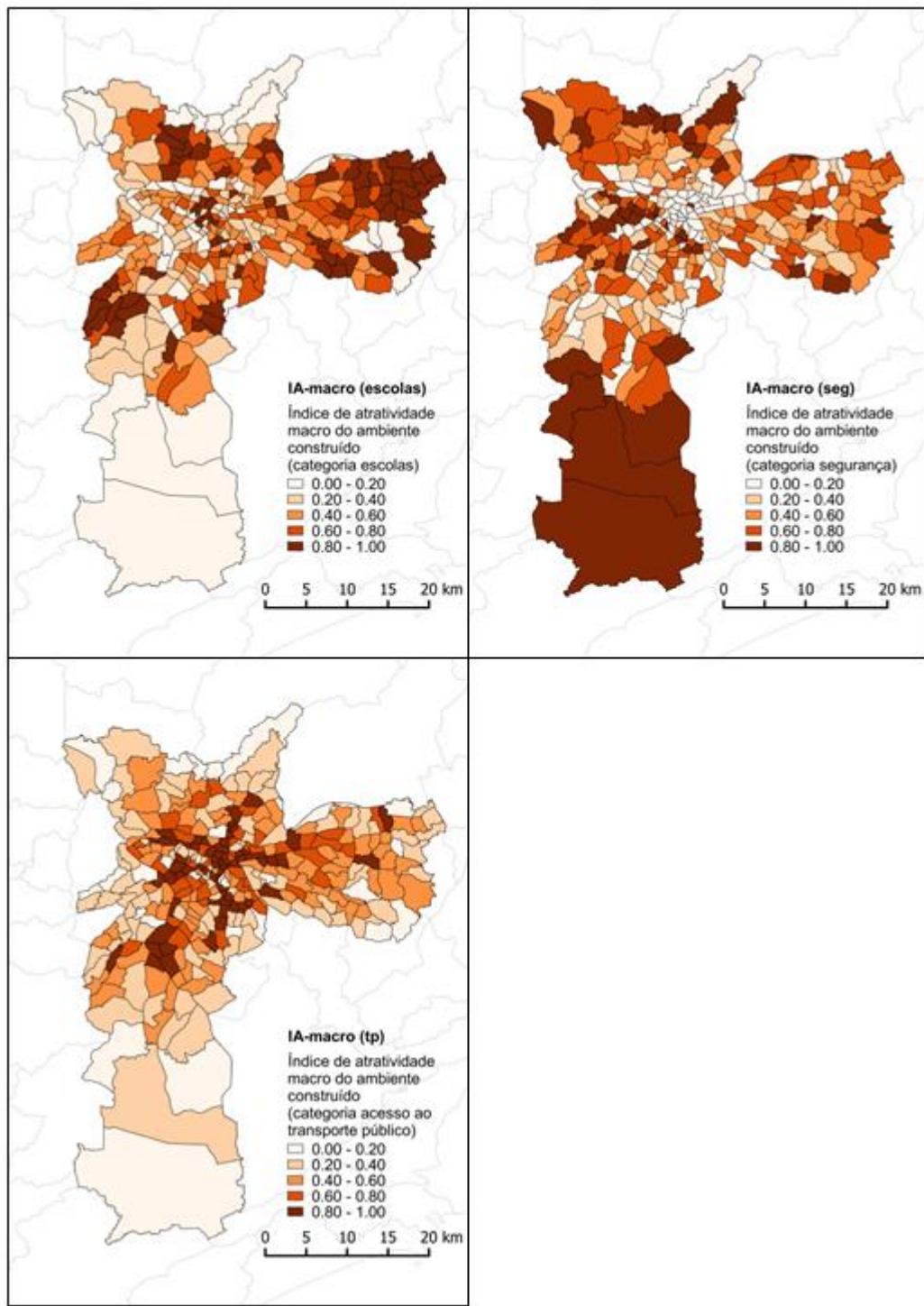
dos índices de atratividade macro para cada uma dessas categorias: integridade da rede viária; diversidade de uso do solo; escolas; segurança; e acesso ao transporte público.

Figura 21: Análises da Integridade da Rede Viária e da Diversidade de Uso do Solo.



Fonte: elaboração própria, com dados Metrô (2008), Prefeitura de São Paulo (2012), OSM (2015), CEM (2014) e CDH (2009).

Figura 22: Análises das Escolas, da Segurança, e do Acesso ao Transporte Público.

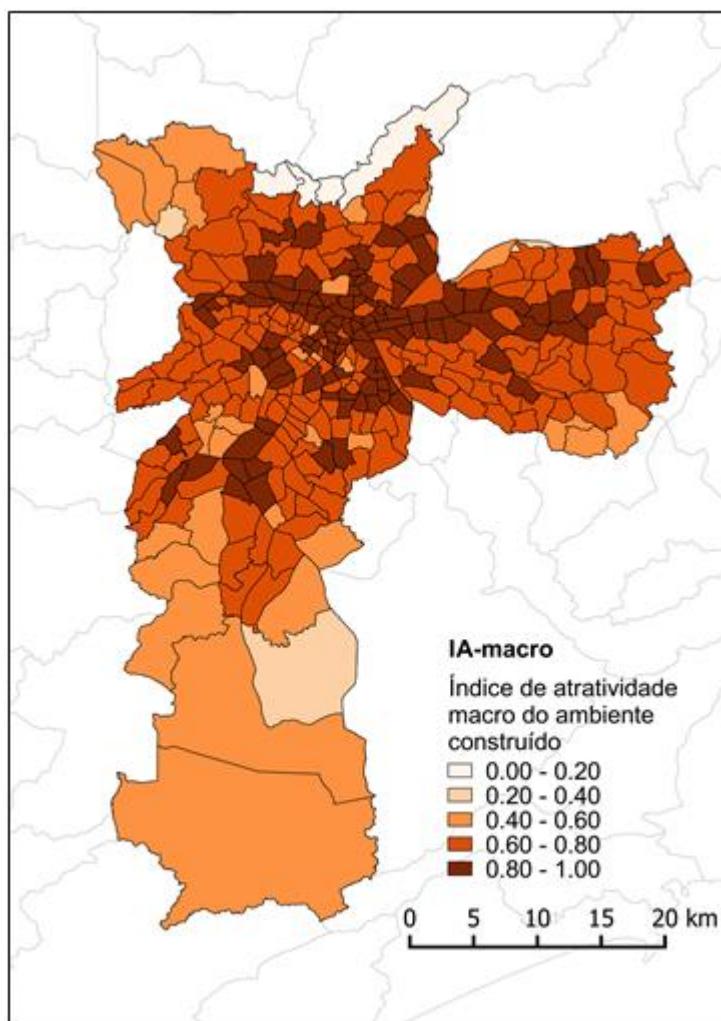


Fonte: elaboração própria, com dados Metrô (2008), SPTRANS (2015), CET (2013), INEP (2013), OSM (2015) e CEM (2014).

Em seguida, utilizando-se os pesos finais de cada fator, todas as análises foram agrupadas de forma a compor uma única nota para cada uma das zonas OD de São Paulo. Essa nota foi chamada de Índice de Atratividade Macro DO Ambiente

Construído (IA-macro) e indica o nível de atratividade de cada zona OD aos deslocamentos de pedestres de acordo com as características avaliadas do ambiente construído de um ponto de vista global da cidade. O mapa apresentado na Figura 23 abaixo mostra a distribuição espacial dos IA-macro obtidos para o município de São Paulo.

Figura 23: Índices de Atratividade Macro – IA-macro.



Fonte: elaboração própria, com dados Metrô (2008), SPTRANS (2015), CET (2013), INEP (2013), Prefeitura de São Paulo (2012), OSM (2015), CEM (2014) e CDHU (2009).

A confrontação do IA-macro das zonas OD de São Paulo permite a realização de uma análise comparativa entre o potencial de atratividade para o pedestre e a proporção de deslocamentos a pé em relação aos totais efetivamente verificados a partir da pesquisa OD. A ideia de comparar o IA-macro com a proporção de

deslocamentos a pé segue o partido de verificar quão díspares ou quão próximas se encontram essas duas medidas.

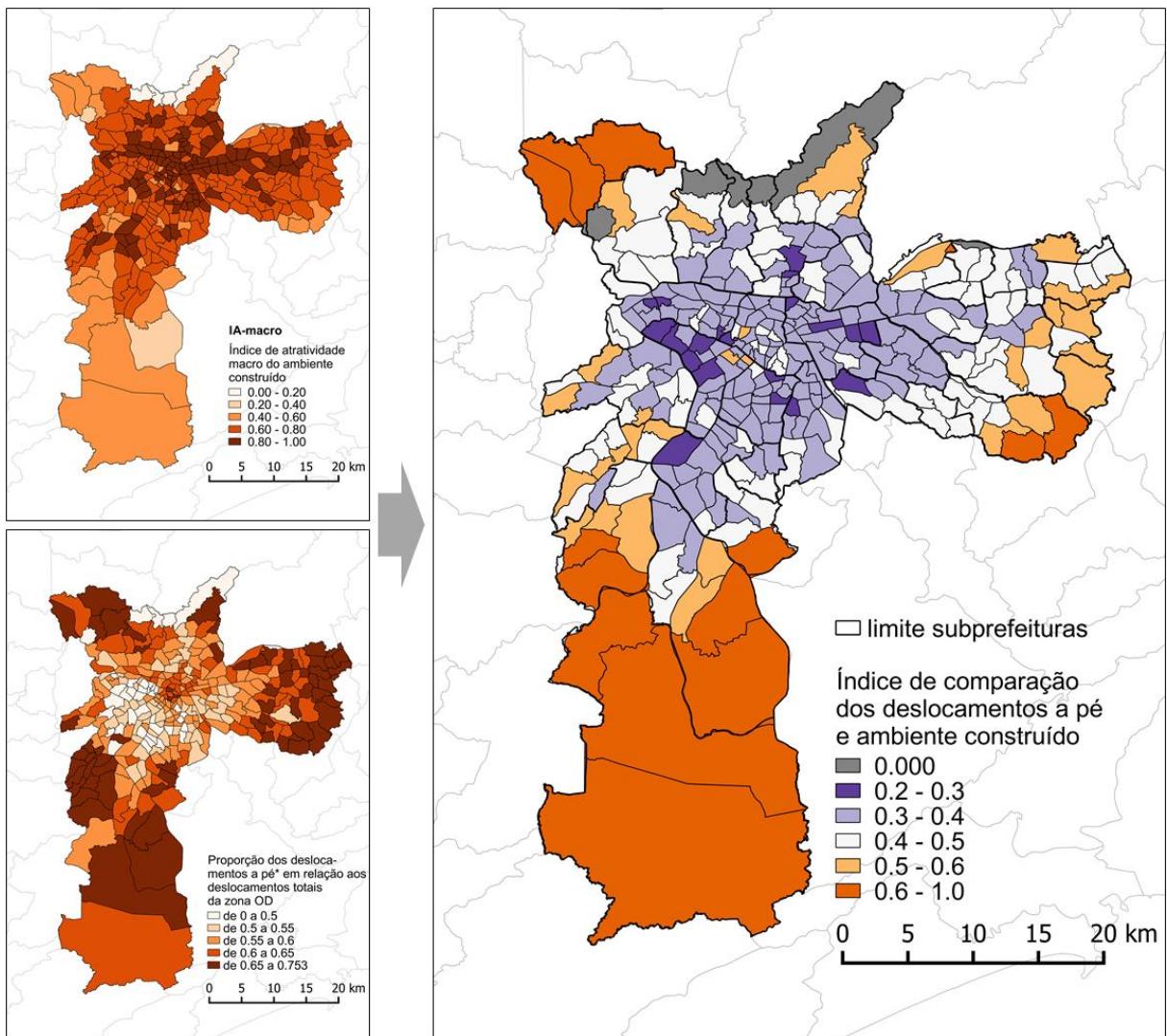
4.5. ÍNDICE DE COMPARAÇÃO (IC)

Para o confronto do IA-macro com a proporção de deslocamentos realizados a pé, procedeu-se ao cálculo de um Índice de Comparação (IC). O IC varia de 0 a 1 e é uma medida que permite aferir a aderência entre a efetiva realização de deslocamentos a pé e a atratividade potencial de deslocamentos a pé.

$$IC = \frac{\text{Fator de proporção dos desloc. a pé em relação aos totais}}{IA - macro}$$

Quanto maior o IC, maior é o descolamento entre a quantidade de caminhadas e a atratividade do ambiente construído da zona OD. E quanto menor é o IC, menor é esse descolamento, ou seja, a atratividade do ambiente construído aos pedestres é coerente com a proporção de deslocamentos a pé verificada na zona OD em questão. Os ICs calculados para a cidade de São Paulo estão apresentados no mapa à direita da Figura 24 a seguir.

Figura 24: Índice de Comparação (IC).



Fonte: elaboração própria, com dados Metrô (2008), SPTRANS (2015), CET (2013), INEP (2013), Prefeitura de São Paulo (2012), OSM (2015), CEM (2014) e CDH (2009).

A análise da distribuição espacial do IC em São Paulo mostra que, de uma forma geral, o IC apresenta valores mais altos nas zonas mais periféricas da cidade, enquanto que nas zonas mais centrais, seus valores são menores. Essa distribuição indica que a realização dos deslocamentos a pé é influenciada de maneiras distintas em cada parte do Município. Nas zonas mais centrais a influência do ambiente construído é maior, enquanto que nas zonas mais periféricas, essa influência é menor.

4.6. CONSOLIDAÇÃO DA ANÁLISE MACRO

Do ponto de vista do planejamento de transportes, as zonas periféricas com altos ICs indicam que o modo a pé é fortemente utilizado a despeito da baixa atratividade teórica representada pelo IA-macro, o que sugere que nesses lugares a abordagem das políticas públicas deva focar a qualificação do ambiente construído, uma vez que ocorrem em um ambiente desprovido de condições adequadas para os deslocamentos a pé. De outro modo, as zonas centrais com baixos ICs indicam uma utilização do modo a pé em função da qualidade do ambiente construído, o que sugere que o baixo aproveitamento desse potencial seja abordado por outro viés de política pública, a promoção do modo a pé em lugares onde o ambiente construído já apresenta um patamar razoavelmente consolidado no que se refere ao potencial de atratividade. A Figura 25 esquematiza esse raciocínio.

Figura 25: Diferentes Abordagens de Políticas Públicas de Acordo com o IC da Zona OD.



Fonte: elaboração própria.

A análise do IA-macro, da proporção dos deslocamentos a pé e, consequentemente, do IC de cada zona OD lança uma série de questões relativas ao comportamento dos pedestres no ambiente urbano. Entre elas, destaca-se o questionamento acerca da existência de uma correlação de fato entre o aumento da qualidade do ambiente

construído e o aumento da proporção dos deslocamentos realizados a pé nas zonas centrais e mais consolidadas do espaço urbano.

Existe de fato uma correlação entre a proporção dos deslocamentos a pé e uma combinação de diversos fatores supostamente atrativos do ambiente em uma determinada região? Na tentativa de verificar a existência dessa correlação, partiu-se para a segunda parte deste trabalho: a análise do ambiente construído a partir de um ponto de vista micro, i.e., a partir de variáveis em escala mais próxima à realização dos deslocamentos a pé.

5. MÉTODO E APLICAÇÃO: NÍVEL MICRO

Em seguida à adoção da atratividade do ambiente construído como método de diagnóstico voltado ao pedestre e à elaboração de um índice de atratividade macro dos deslocamentos a pé, foi necessário aproximar-se à escala do pedestre. O trabalho prosseguiu por meio de um levantamento extensivo de variáveis do ambiente construído no nível micro, resultando na elaboração de um novo banco de dados georreferenciado. Será apresentado, assim, o processo de elaboração, processamento e preparação do banco de dados, além da ponderação dos valores obtidos para a composição do novo índice de atratividade, agora na escala da rede viária.

Por fim, nesta seção é apresentado um resultado da relação do índice micro de atratividade dos deslocamentos a pé com os dados da parcela dos deslocamentos em cada zona OD feita por pedestres.

5.1. ESCOLHA DAS ZONAS OD PARA LEVANTAMENTO NO NÍVEL MICRO

Devido à diversidade dos valores obtidos no IC, a continuação do trabalho foi motivada no sentido de compreender a razão pela qual foram encontrados diferentes níveis de descolamento entre a proporção dos deslocamentos a pé e o índice de atratividade macro do ambiente construído (IA-macro), obtido no primeiro semestre deste Trabalho Final. A pesquisa prosseguiu, assim, por meio do levantamento de variáveis no nível micro, com o objetivo de compreender os fatores que determinam a adoção da caminhada nos deslocamentos em uma determinada região.

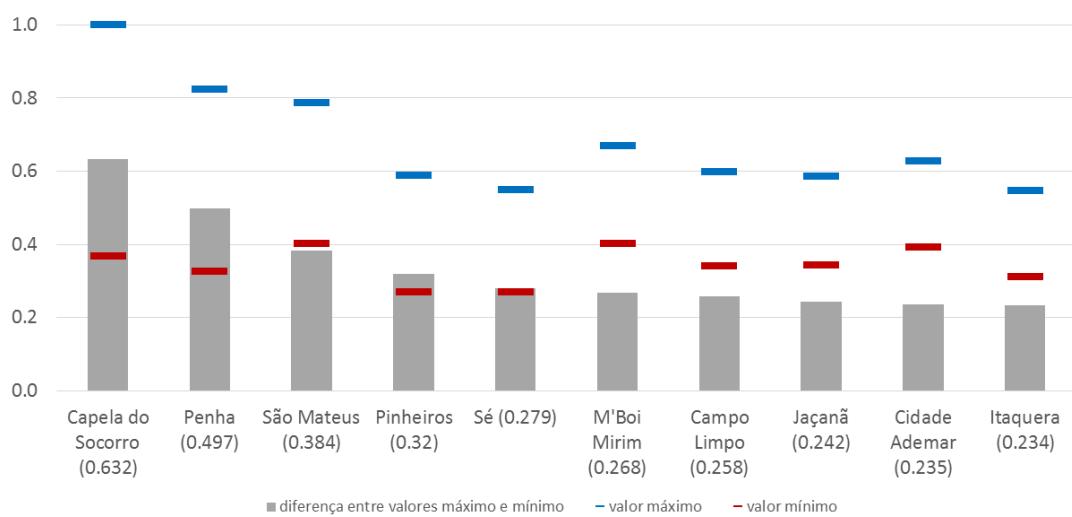
Realizar um levantamento de uma série de variáveis no nível micro nas vias de todas as 320 zonas OD da cidade é infactível no escopo de um Trabalho Final de Graduação. Assim, foi necessário selecionar um número limitado, porém significativo de zonas OD, para se poder verificar a influência do ambiente construído na distribuição dos deslocamentos a pé. Para esta seleção, foram consideradas em primeiro lugar as zonas OD que: i) apresentam grande variação do IC-macro, a fim de se verificar se este descolamento também ocorre no nível micro; ii) estão reunidas em um território comum (contíguo), a fim de que estas diferenças, se

percebidas, possam ser comparadas às zonas vizinhas e a fim de minimizar as possíveis interferências de outros fatores além do ambiente construído.

Às considerações acima, aliaram-se ainda duas particularidades que permitiram orientar a seleção das zonas para o levantamento: i) a existência da divisão política em subprefeituras existente na cidade de São Paulo; ii) o começo da elaboração dos Planos Regionais pela Secretaria de Desenvolvimento Urbano, que, voltados para cada subprefeitura, terão como um dos eixos a mobilidade a pé. Portanto, a elaboração de uma base em uma determinada subprefeitura, além de configurar um território comum, poderá servir de subsídio à elaboração de um Plano Regional específico.

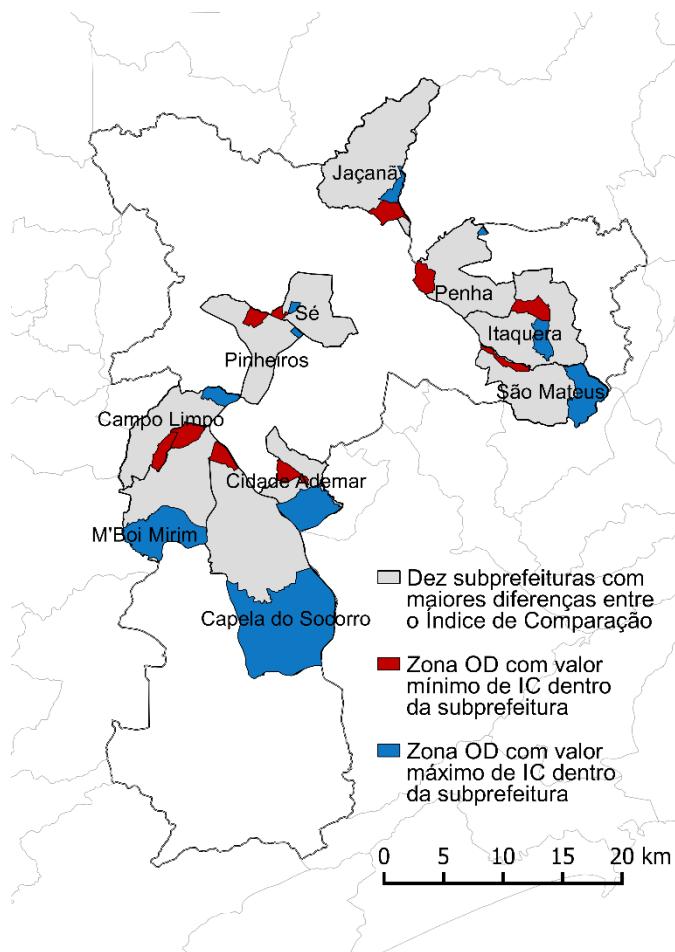
Assim, para se decidir o conjunto de zonas OD em que foi feito o levantamento micro do ambiente construído, foram reunidas as zonas OD por subprefeitura e, para cada uma delas, foi calculada a diferença entre os valores máximo mínimo do IC.

Figura 26: Dez Subprefeituras com as Maiores Diferenças Entre os Valores Máximo e Mínimo do IC (barras), com Indicação dos Valores Máximo (Linha Azul) e Mínimo (Linha Vermelha).



Fonte: elaboração própria.

Figura 27: Dez Subprefeituras com as Maiores Diferenças Entre os Valores Máximo e Mínimo do IC.



Fonte: elaboração própria.

Em uma primeira análise, a subprefeitura de Capela do Socorro seria a opção mais adequada para o levantamento, em que a maior diferença do IC ocorre entre a zona OD Bororé (com valor máximo do IC, 1,000) e Vila Socorro (0,368). Todavia, a zona OD com maior valor (Bororé) não possui cobertura fotográfica pelo Google Street View, o que impossibilita o levantamento, conforme será explicado no item 5.2 a seguir.

Dado isso, em seguida ter-se-ia a subprefeitura da Penha, com maior diferença entre as zonas OD “Penha” e “USP Leste I”. Porém, a zona OD que compreende a área da USP na região leste é um campus universitário e, por ter área bem reduzida e condições não tipicamente urbanas, optou-se por não ser selecionada aplicação do levantamento.

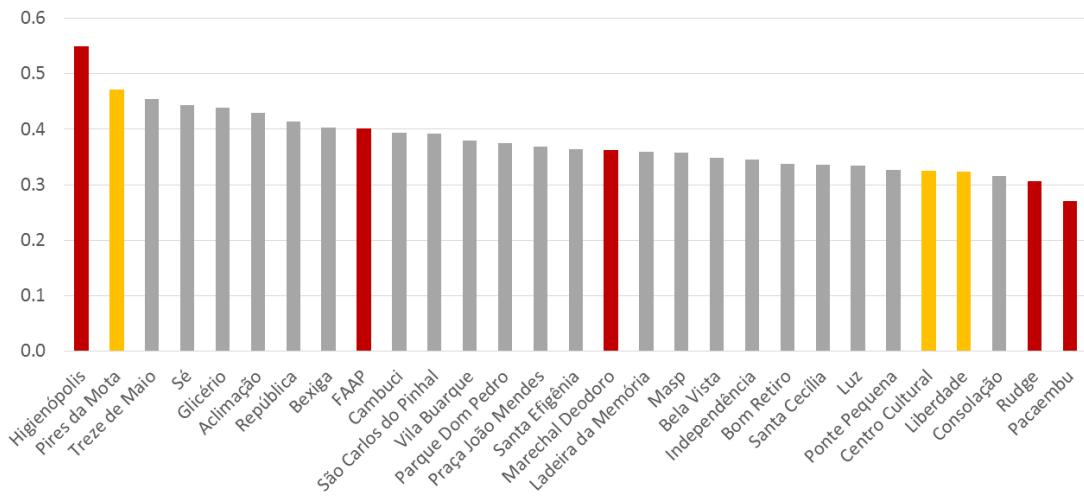
Com as condições apresentadas, a subprefeitura a ser considerada em seguida seria a de São Mateus, que também não foi selecionada, devido ao fato da zona OD “Terceira Divisão”, com maior valor do índice dentro da subprefeitura (0,787), ser um bairro desconexo da mancha urbana, com condições análogas a rurais. Isso também ocorre em outras zonas OD desta subprefeitura. Como a intenção, porém, é avaliar por meio do levantamento a forma pela qual o ambiente construído influencia o comportamento dos deslocamentos a pé, adotou-se uma posição mais conservadora: iniciar a avaliação da atratividade micro – e, portanto, o levantamento de suas variáveis – em regiões mais consolidadas e homogêneas com relação ao tecido urbano. Dessa forma, prosseguiu-se à análise das subprefeituras seguintes que contemplam o novo critério.

Após as considerações feitas, finalmente, ficaram como candidatas ao levantamento duas subprefeituras: Pinheiros e Sé. Ambas as subprefeituras possuem, dentro de seu perímetro, um conjunto de zonas OD que possuem não só cobertura de fotos do Google Street View na vasta maioria de seus logradouros, como também características consolidadas e típicas de um tecido urbano. Entretanto, apesar do valor pouco maior encontrado em Pinheiros na Figura 26, optou-se por fim pela subprefeitura da Sé, que possui características socioeconômicas e relacionadas à constituição do tecido urbano mais variadas que em Pinheiros. Além disso, com a possibilidade de o estudo ser tocado futuramente pela administração pública ou demais instituições interessadas, acredita-se que a região central configure um bom ponto de partida para um levantamento preliminar. Dessa forma, foi escolhida a subprefeitura da Sé como objeto do levantamento micro do ambiente construído.

A subprefeitura da Sé contém dentro de seu perímetro 29 zonas OD. Destas, foram selecionadas oito para se aplicar o levantamento, com os seguintes critérios: i) grande variação dos valores do IC; ii) contiguidade entre as zonas OD selecionadas. Assim, foram constituídos dois grupos de zonas OD para o levantamento micro do ambiente construído: FAAP, Higienópolis, Marechal Deodoro, Pacaembu e Rudge (grupo 1) e Centro Cultural, Liberdade e Pires da Mota (grupo 2). Na Figura 28 e na Figura 29 a seguir, é possível verificar não só a variação dos índices de comparação

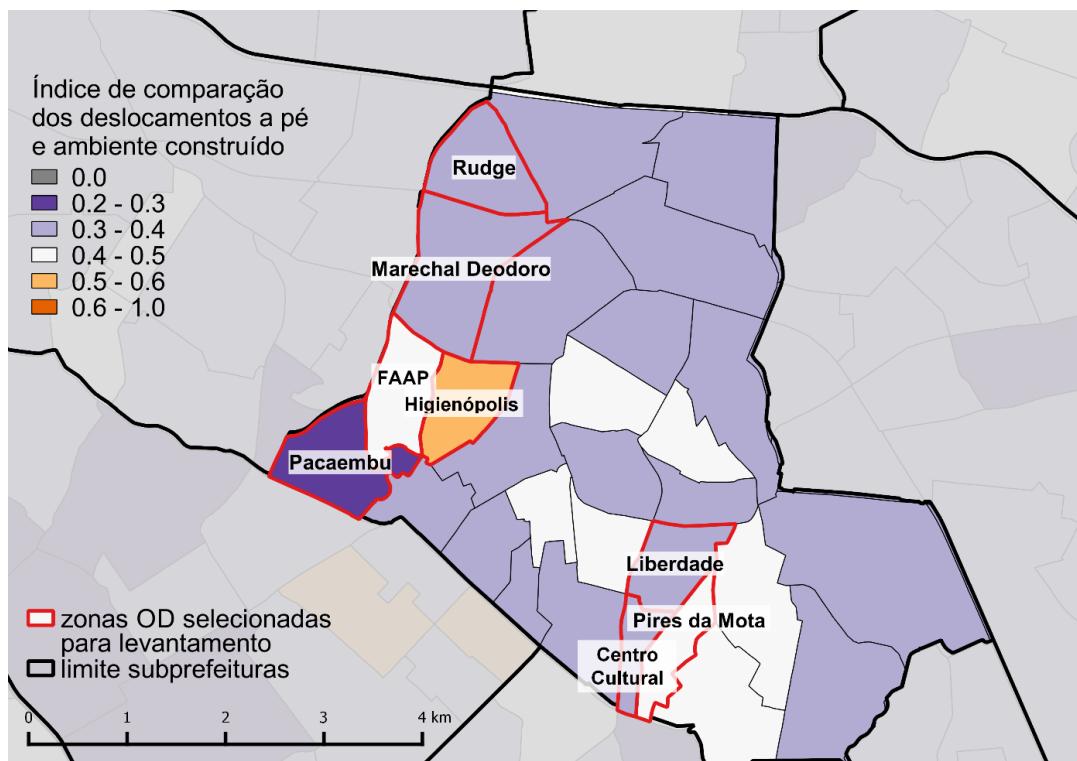
das zonas OD da subprefeitura da Sé, como a localização dos grupos de zonas selecionadas.

Figura 28: Zonas OD da Subprefeitura da Sé e Respectivos Valores de IC. Em Destaque, Zonas OD Selecionadas para Levantamento Micro do Ambiente Construído: Grupo 1 (Vermelho) e Grupo 2 (Laranja).



Fonte: elaboração própria.

Figura 29: Valores de IC das Zonas OD da Subprefeitura da Sé, com Delimitação das Zonas Selecionadas para Levantamento Micro do Ambiente Construído.



Fonte: elaboração própria.

5.2. BASES GEORREFERENCIADAS LEVANTADAS E PROCESSADAS

Como parte do método proposto por esse trabalho para o diagnóstico do ambiente construído para o pedestre nas zonas escolhidas da subprefeitura da Sé, foi realizado um levantamento de uma série de fatores para cada trecho viário que corresponde aos links da rede viária utilizada.

O levantamento foi realizado nos dois grupos de zonas (Grupo 1 e Grupo 2) por meio da utilização do Google Street View. A utilização dessa ferramenta possibilitou a agilização do processo de levantamento de dados micro do ambiente construído, uma vez que a plataforma apresenta imagens em 360 graus de toda a extensão das vias. As imagens online permitiram a observação das características a serem levantadas de uma forma sistemática pelos autores desse trabalho de uma forma mais ágil do que a coleta de dados de forma presencial.

O Google Street View é uma alternativa de levantamento de dados de baixo custo associado, devido ao seu acesso livre e necessidade de equipamentos presentes em todas as partições públicas (computador conectado à internet). O envio de pesquisadores a campo torna o levantamento mais lento e eleva o seu custo, necessitando que equipamentos especiais e em maior número, como um dispositivo móvel (por exemplo tablet) para cada pesquisador. A coleta de informações por meio de formulários de papel torna o processo ainda mais lento e está sujeito aos erros de transcrição dos dados e dificuldades no registro e georreferenciamento das informações.

Com base nos fatores já citados nesse trabalho que influem na realização dos deslocamentos a pé, foram selecionadas doze características para compor o levantamento. Essas características do ambiente construído são detalhadas a seguir:

- 1. Existência de calçadas:** para cada trecho de via observou-se a existência de calçadas em apenas um lado da via, nos dois lados da via ou em nenhum dos lados. Ressalta-se que os trechos de vias com canteiro central, geralmente, são representados na rede utilizando-se dois links, um para cada lado do canteiro central. Nesses casos, registrou-se a existência de calçadas dos dois lados da via somente quando o canteiro central apresenta calçada também. Nos trechos em que o canteiro central não permite o trânsito longitudinal de pedestres, foi considerada a existência de calçadas de somente um lado do link;
- 2. Largura das calçadas:** refere-se à largura média das calçadas (dimensão aproximada e discretizada de 0,5 em 0,5 metro) ao longo do trecho da via representado pelo link. Para a estimativa da largura por meio das imagens online foram realizadas comparações com pessoas e objetos próximos às calçadas;
- 3. Qualidade do pavimento de calçadas:** a avaliação do pavimento das calçadas do trecho em análise baseou-se na qualidade do pavimento que variou de uma escala de péssimo (pavimento inexistente ou em má qualidade em praticamente toda a extensão do link) até muito bom (pavimento em bom

estado e com unidade visual em toda a extensão do link). A Figura 30 abaixo mostra um exemplo de pavimento de calçada classificado como muito bom;

Figura 30: Pavimento de Calçada Muito Bom - Av. Higienópolis.



Fonte: Google Street View, 2015.

4. **Continuidade de calçadas:** para cada trecho viário foi avaliada a capacidade do pedestre em percorrer toda a extensão do link sem a necessidade de sair da calçada ou sem precisar realizar grandes desvios dentro dela. A nota de desse parâmetro foi baseada em uma escala de péssimo (o pedestre é levado a andar fora da calçada ao longo de toda ou a maioria da extensão do link) a muito bom (o pedestre pode fazer o percurso ao longo da calçada do link sem precisar fazer desvios significativos);
5. **Estreiteza do leito carroçável:** considerou-se o número de faixas do leito carroçável em ambos os sentidos da via, desconsiderando aquelas utilizadas como estacionamento;
6. **Existência de canteiro central:** observou-se a existência de canteiro central em um lado ou nos dois lados do trecho representado pelo link em questão;
7. **Velocidade permitida:** para a avaliação da velocidade permitida no trecho da via, em quilômetros por hora, foi observada a existência de placas ou painéis de mensagens variáveis no trecho em questão ou em trechos anteriores;
8. **Acessibilidade das calçadas:** analisou-se a possibilidade de se percorrer as calçadas da via com o uso de cadeiras de rodas e observou-se a existência de piso podotátil. A existência de degraus nas calçadas, rampas muito inclinadas e a obstrução do caminho com mobiliário ou outros objetos foram considerados impedimentos ao trânsito com cadeiras de rodas. As calçadas foram classificadas em uma escala de péssimo (inacessível à pessoa com

cadeira de rodas em ambos os lados da via) a muito bom (presença de rampas para as faixas de travessia e piso podotátil associados à possibilidade de deslocamento da pessoa com cadeiras de rodas em toda a extensão do link e em ambos os lados da via).

9. **Cobertura vegetal das calçadas:** nesse parâmetro, foi avaliada a existência de cobertura vegetal nas calçadas no trecho de via considerado. Os trechos receberam notas de 0 a 4 conforme a distribuição da cobertura vegetal ao longo do link, em que a nota zero corresponde a nenhuma arborização e a nota 4 corresponde à existência de cobertura vegetal ao longo de todo o link e em ambos os lados da via.
10. **Sinalização para o pedestre:** avaliou-se a existência de travessias de pedestres sinalizadas horizontalmente (faixas pintadas na via) e verticalmente (sinalização eletrônica) e a existência de sinalização vertical destinada aos pedestres. Os trechos foram avaliados em uma escala de péssimo (nenhuma sinalização) a muito bom (sinalização horizontal, semafORIZAÇÃO das travessias e placas de orientação para pedestres).
11. **Rua sem saída:** observou-se a conectividade do trecho com outras vias, sinalizando os trechos de vias sem saída.
12. **Fachada ativa:** refere-se à utilização do térreo das edificações do trecho considerado e a existência de muros, grades ou barreiras de acesso. Cada link foi classificado em uma escala que considera a porcentagem do comprimento do link que apresenta fachadas ativas. Essa escala vai de péssimo (nenhuma edificação com fachada ativa em toda a extensão do link) a muito bom (mais de 60% da extensão do link composto por edificações com fachadas ativas). A Figura 31 apresentada a seguir mostra um exemplo de fachadas ativas na zona OD Liberdade.

Figura 31: Fachada Ativas na Rua Galvão Bueno – Liberdade.



Fonte: Google Street View, 2015

A Tabela 6 apresentada a seguir mostra em detalhes as classificações adotadas para cada um desses parâmetros avaliados no levantamento micro do ambiente construído.

Tabela 6: Parâmetros de Análise do Levantamento.

Parâmetro	Codificação e comentários
Existência de calçadas	<p>0 - Sem calçadas</p> <p>1 - Calçada apenas em um dos lados da via</p> <p>2 - Calçada em ambos os lados</p>
Largura das calçadas	Dimensão aproximada em metros, discretizada de 0,5 em 0,5 metro.
Pavimento	<p>0 - Péssimo (pavimento inexistente ou em má qualidade em praticamente toda a extensão do link)</p> <p>1 - Ruim (pavimento em má qualidade na maioria dos trechos do link)</p> <p>2 - Regular (pavimento com proporção semelhante entre trechos em boa e má qualidade)</p> <p>3 - Bom (pavimento com pequena parcela dos trechos em má qualidade)</p> <p>4 - Muito bom (pavimento em bom estado e com unidade visual)</p>

Parâmetro	Codificação e comentários
	<p>0 - Péssimo (calçada sem continuidade: pedestre é levado a andar fora da calçada ao longo de toda ou maioria da extensão do link)</p>
	<p>1 - Ruim (calçada com pouca continuidade: pedestre é levado a andar fora da calçada em parte do percurso do link)</p>
Continuidade	<p>2 - Regular (pedestre faz percurso pelo link integralmente pela calçada, mas é levado a fazer desvios significativos)</p>
	<p>3 - Bom (pedestre tem de fazer poucos desvios dentro da calçada para percorrer extensão do link)</p>
	<p>4 - Muito bom (pedestre pode fazer percurso ao longo da calçada do link sem desvios significativos)</p>
Estreiteza	Número de faixas do leito carroçável em ambos os sentidos
Existência de canteiro central	<p>0 - Sem canteiro central</p> <p>1 - Canteiro central em um lado do link</p> <p>2 - Canteiro central nos dois lados do link</p>
Velocidade permitida (km/h)	Velocidade máxima permitida; se não houver indicação, zero.
	<p>0 - Péssimo (inacessível à pessoa com cadeira de rodas, em ambos os lados da via)</p>
	<p>1 - Ruim (a pessoa com cadeira de rodas se desloca apenas em um dos bordos da via, quando há calçadas em ambos os bordos da via)</p>
Acessibilidade	<p>2 - Regular (a pessoa com cadeira de rodas se desloca em toda a extensão das calçadas disponíveis, mas não há rampas de acesso)</p>
	<p>3 - Bom (é possível se deslocar nos dois lados da via, e há rampas de acesso nas faixas de travessia em ambos os extremos do link)</p>
	<p>4 - Muito bom (rampas para as faixas de travessia, piso podotátil e deslocamento em toda a extensão do link em ambos os lados da via)</p>

Parâmetro	Codificação e comentários
Cobertura vegetal	<p>0 - Nenhuma arborização ao longo da extensão do link</p> <p>1 - Pouca arborização ao longo do link</p> <p>2 - Proporção semelhante de trechos com e sem arborização</p> <p>3 - Grande parte da extensão do link provida de cobertura vegetal ao pedestre</p> <p>4 - Cobertura vegetal ao pedestre ao longo de todo o link</p>
Sinalização para pedestres: placas, semáforos, travessias	<p>0 - Péssima (nenhuma sinalização)</p> <p>1 - Ruim (sinalização horizontal somente)</p> <p>2 - Regular (sinalização horizontal e vertical)</p> <p>3 - Bom (sinalização horizontal, vertical, semáforo)</p> <p>4 - Muito bom (sinalização horizontal, vertical, semáforo, placas para pedestre)</p>
Rua sem saída	<p>0 - Demais</p> <p>1 - Rua sem saída</p>
Fachada ativa	<p>0 - Péssimo (nenhuma edificação com fachada ativa em toda a extensão do link)</p> <p>1 - Ruim (até 20% da extensão do link de edificações com fachada ativa)</p> <p>2 - Regular (entre 20% e 40% da extensão do link de edificações com fachada ativa)</p> <p>3 - Bom (entre 40% e 60% da extensão do link de edificações com fachada ativa)</p> <p>4 - Muito bom (mais de 60% da extensão do link de edificações com fachada ativa)</p>

Fonte: elaboração própria.

Para o registro das informações coletadas durante o levantamento micro do ambiente construído foi utilizada a plataforma Google Maps, que permite a edição de bases de dados georreferenciados por mais de uma pessoa simultaneamente. Assim, cada um dos autores desse trabalho foi responsável pela realização do

levantamento nos links de duas ou mais das zonas escolhidas. Nessa plataforma, foi criado um ambiente de edição conjunta com a base viária utilizada nesse trabalho com os campos para registro dos doze parâmetros para cada um dos links. Ao final do levantamento a base foi exportada de forma a permitir o processamento dos dados registrados.

5.3. PROCESSAMENTO DOS DADOS

A primeira etapa do processamento dos resultados foi a verificação da consistência dos dados. Nesse primeiro momento, optou-se pela não utilização dos dados relativos à velocidade permitida nos trechos das vias. Observou-se que na grande maioria dos links não há placas de sinalização da velocidade permitida ou essas placas não estavam visíveis, dificultando o registro das informações.

Na segunda parte do processamento, os dados coletados foram avaliados para a aplicação do método AHP e composição do índice de atratividade micro do ambiente construído (IA-micro). Nesse momento, decidiu-se pela não utilização dos dados de mais três parâmetros: existência de canteiro central, acessibilidade e rua sem saída.

Notou-se que o parâmetro de existência de canteiro central, da maneira que foi levantado, seria indiferente para o deslocamento dos pedestres, uma vez que não foi considerada a existência de barreiras físicas nesse canteiro. Sendo assim, a informação mais relevante nesse sentido já estava contida no parâmetro existência de calçadas, que considerou como calçada dos dois lados da via os links que apresentaram canteiros centrais com condições que permitem o caminhar dos pedestres.

Em relação ao fator de acessibilidade das calçadas, optou-se por mantê-lo apenas como caracterização da qualidade do ambiente construído em cada zona OD, e não como composição do IA-micro, pois as características associadas à acessibilidade não são representativas do comportamento dos deslocamentos a pé como um todo. Ao ser comparada à proporção dos deslocamentos a pé, a atratividade micro

tornaria esse fator desprezível, o que não é verdade para um sistema de calçadas que se quer atrativo para diferentes perfis de *caminhabilidade*.

Por último, percebeu-se que o parâmetro rua sem saída já havia sido considerado durante a análise macro realizada no início desse trabalho, a partir da análise da ramificação da rede viária e quantificação dos nós intersectantes por zona (Capítulo 4). Além disso, grande parte das ruas sem saída das zonas analisadas são de acesso restrito, o que impossibilitou a coleta de dados, por não estarem disponíveis na plataforma online do Google Street View. As entradas dessas ruas são fechadas por portões ou grades, permitindo o acesso somente dos moradores, como mostrado na Figura 32 a seguir.

Figura 32: Rua de Acesso Restrito – Liberdade.



Fonte: Google Street View, 2015.

Como etapa final do processamento dos resultados do levantamento, foi realizada uma normalização dos dados, de forma que cada um dos oito parâmetros selecionados (e o parâmetro acessibilidade) foram normalizados, a fim de se obter uma nota que variasse de 0 a 1 para cada um deles. A Tabela 7 abaixo indica a normalização considerada para cada um dos fatores.

Tabela 7: Normalização das Notas dos Fatores.

Parâmetro	Normalização	
	Codificação	Nota
Existência de calçadas	0	0,000
	1	0,500
	2	1,000
Largura das calçadas	0 m	0,000
	0,5 m	0,167
	1,0 m	0,333
	1,5 m	0,500
	2,0 m	0,667
	2,5 m	0,833
Pavimento	3 m ou mais	1,000
	0	0,000
	1	0,250
	2	0,500
	3	0,750
Continuidade	4	1,000
	0	0,000
	1	0,250
	2	0,500
	3	0,750
Estreiteza	4	1,000
	4 faixas ou mais	0,000
	3 faixas	0,250
	2 faixas	0,500
	1 faixa	0,750
Acessibilidade	Nenhuma faixa	1,000
	0	0,000
	1	0,250
	2	0,500
	3	0,750
Cobertura vegetal	4	1,000
	0	0,000
	1	0,250
	2	0,500
	3	0,750
Sinalização para pedestres	4	1,000
	0	0,000
	1	0,250
	2	0,500
	3	0,750
Fachada ativa	4	1,000
	0	0,000

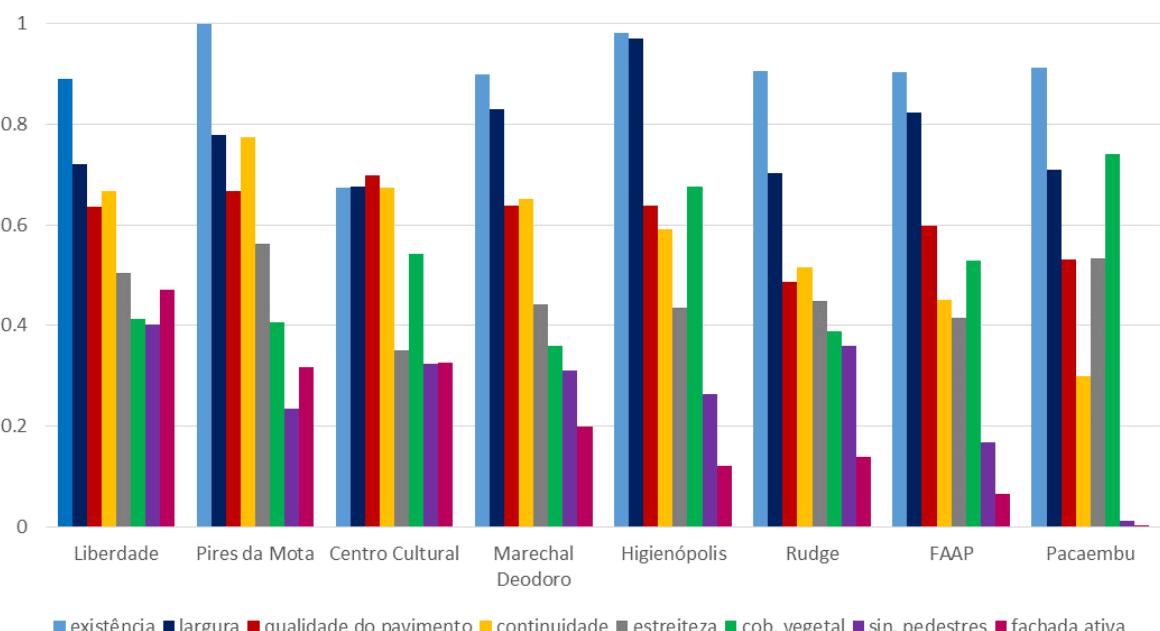
Parâmetro	Normalização	
	Codificação	Nota
1	0,250	
2	0,500	
3	0,750	
4	1,000	

Fonte: elaboração própria.

Em seguida, essas notas foram agregadas por zona OD. Para isso, a nota de cada link foi multiplicada pelo comprimento total do link. Assim, pôde-se somar os resultados obtidos por zona e dividi-los pelo comprimento total dos links de cada zona, permitindo que cada uma das zonas ficasse com uma nota de 0 a 1 para cada um dos parâmetros, em uma escala em que a nota 1 é potencialmente atradora dos deslocamentos a pé e a nota 0 tem atração desprezível desses deslocamentos.

Com os dados obtidos a partir do levantamento micro de variáveis do ambiente construído, foi possível agregá-los novamente ao nível das zonas OD, em que foi possível ter uma visão geral das condições de alguns elementos da infraestrutura em relação ao pedestre.

Figura 33: Valores Normalizados dos Fatores que Compõem o IA-micro.



Fonte: elaboração própria.

A partir dos valores agregados ao nível da zona OD e normalizados⁴, aplicou-se novamente o método AHP para a determinação dos pesos de cada fator no índice micro de atratividade do ambiente construído de cada zona OD.

5.4. RELAÇÃO ENTRE OS FATORES

Na composição do índice de atratividade micro do ambiente construído(IA-micro) de cada uma das zonas OD, os pesos atribuídos a cada um dos fatores foi determinado pelo método AHP (*ANEXO I: AHP – Analytic Hierarchy Process*), de maneira similar a determinação do IA-macro. A análise dos fatores foi feita em apenas um nível hierárquico, comparando os oito parâmetros por meio de julgamentos sobre a importância relativa de cada um na composição final do índice.

A determinação da importância de um fator sobre outro foi feita muitas vezes comparando-se situações favoráveis e desfavoráveis para cada par. Na determinação da importância relativa entre os fatores (a) e (b), formularam-se cenários para estimar a diferença de atratividade de cada um dos seguintes casos: fator (a) generoso em detrimento de (b), ou fator (b) generoso em detrimento de (a).

Por exemplo, na análise do par fachada ativa e cobertura vegetal, formulou-se a hipótese de que uma via com grande parte de suas fachadas ativas, mas sem cobertura vegetal é fortemente mais atrativa para o pedestre do que uma via com muita cobertura vegetal, mas sem fachadas ativas.

A matriz de julgamentos da análise micro está apresentada no ANEXO III: AHP – Matriz da Análise Micro e os pesos relativos obtidos pelo processamento dos julgamentos são mostrados na Tabela 8 a seguir.

⁴ Os dados desagregados de cada fator, espacializados nos logradouros levantados, estão apresentados no Capítulo 6 seguinte.

Tabela 8: Resultados da Aplicação do Método AHP nos Fatores do IA-micro

Fator	Peso
Largura das calçadas	0,024
Qualidade do pavimento das calçadas	0,095
Continuidade de calçadas	0,236
Estreiteza do leito carroçável	0,061
Cobertura vegetal das calçadas	0,115
Sinalização para pedestres	0,119
Fachada ativa	0,321
Existência de calçadas	0,024

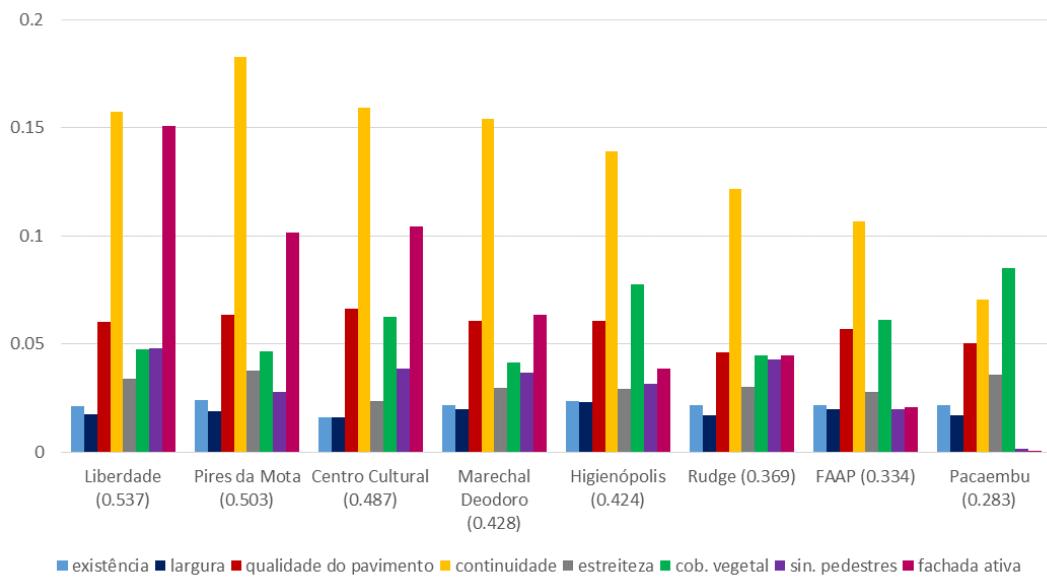
Fonte: elaboração própria.

Observa-se que os julgamentos dos autores deste trabalho classificaram (i) fachada ativa, (ii) continuidade da calçada, (iii) sinalização para o pedestre e (iv) cobertura vegetal das calçadas como os fatores mais significativos para a atratividade dos deslocamentos a pé.

5.5. ÍNDICE DE ATRATIVIDADE MICRO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – IA-Micro

A partir dos coeficientes de ponderação obtidos a partir do método AHP pôde-se consolidar a análise da atratividade das variáveis analisadas não somente por meio do cálculo do IA-micro, mas também na composição de cada um dos termos no resultado final, em que a participação de fatores como a continuidade de calçadas e a fachada ativa se mostraram de grande relevância.

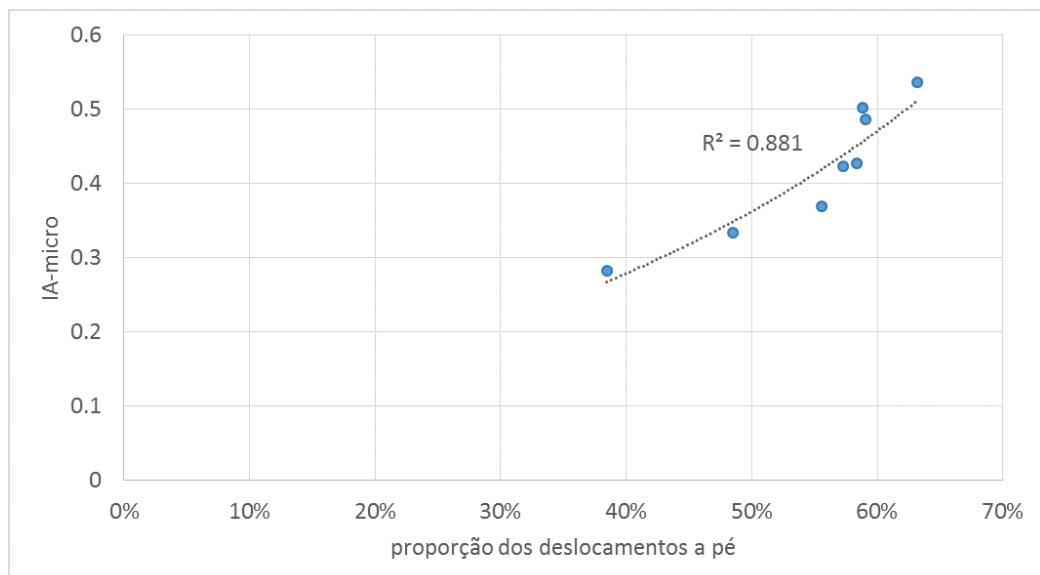
Figura 34: Participação dos Fatores Levantados na Composição do IA-micro (Ponderados Pelos Pesos), com Valor do Índice entre Parênteses.



Fonte: elaboração própria.

Este novo índice, quando comparado ao IA-macro ou ao IC, não apresenta nenhuma correspondência. Entretanto, quando comparado à proporção dos deslocamentos a pé, apresenta uma alta correlação ($R^2=0,881$).

Figura 35: Correlação Entre o IA-micro e a Proporção dos Deslocamentos a Pé: Ajuste por Curva Exponencial com $R^2=0,881$.



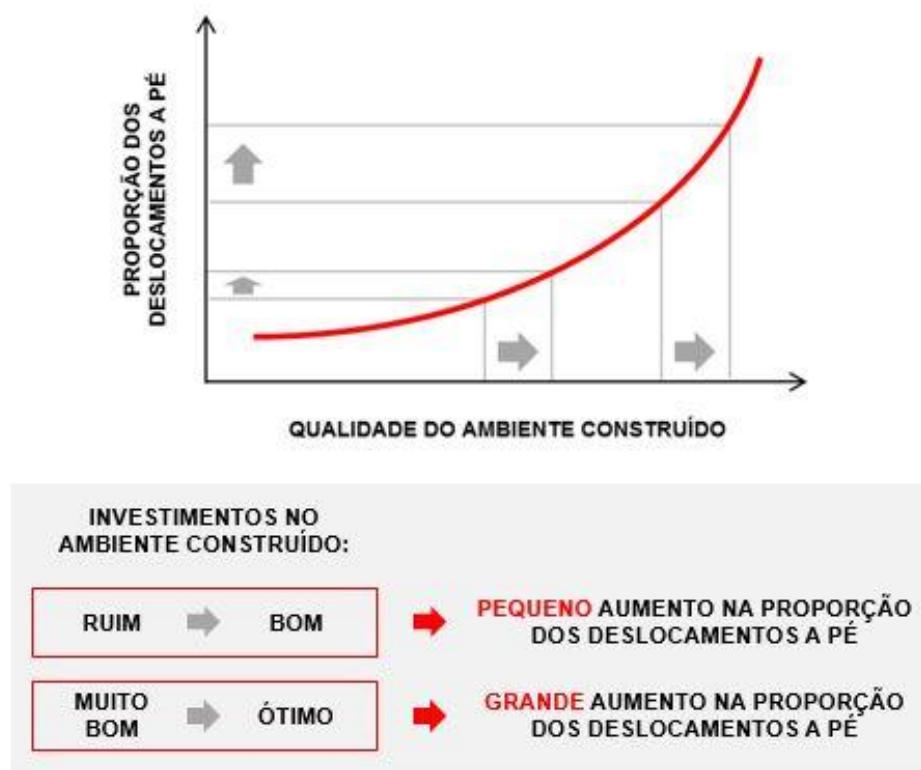
Fonte: elaboração própria.

5.6. CONSOLIDAÇÃO DA ANÁLISE MICRO

Essa forte correlação parece demonstrar, portanto, algo evidente: que um ambiente com caminhos contínuos ao pedestre, pavimento em bom estado, cobertura vegetal, fachada ativa etc. (isto é, um ambiente construído de qualidade) atrai o pedestre. Essa afirmação não é inédita para a grande parcela dos técnicos envolvidos no assunto.

A maior novidade parece vir, entretanto, da natureza logarítmica da relação entre os dois fatores: supondo ser possível mensurar melhorias de igual magnitude em dois ambientes - um com atratividade relativamente alta e outro com péssimas condições de *caminhabilidade*, por exemplo -, ter-se-ia que a intervenção no primeiro (de um ambiente bom para uma condição melhor ainda) é muito mais efetiva no fomento dos deslocamentos a pé do que a melhoria de ambientes em baixíssima atratividade para um índice de atratividade ligeiramente superior.

Figura 36: Esquema explicativo da natureza da correlação exponencial entre a qualidade do ambiente construído e a proporção dos deslocamentos a pé.



Fonte: elaboração própria.

Essa relação, também encontrada similarmente no trabalho de Cambra (2015), prenuncia a afirmativa que um ambiente é tão mais composto por deslocamentos a pé quanto melhor ele é do ponto de vista de uma série de variáveis voltadas ao nível micro, isto é, à escala do pedestre.

6. CONSOLIDAÇÃO DO DIAGNÓSTICO

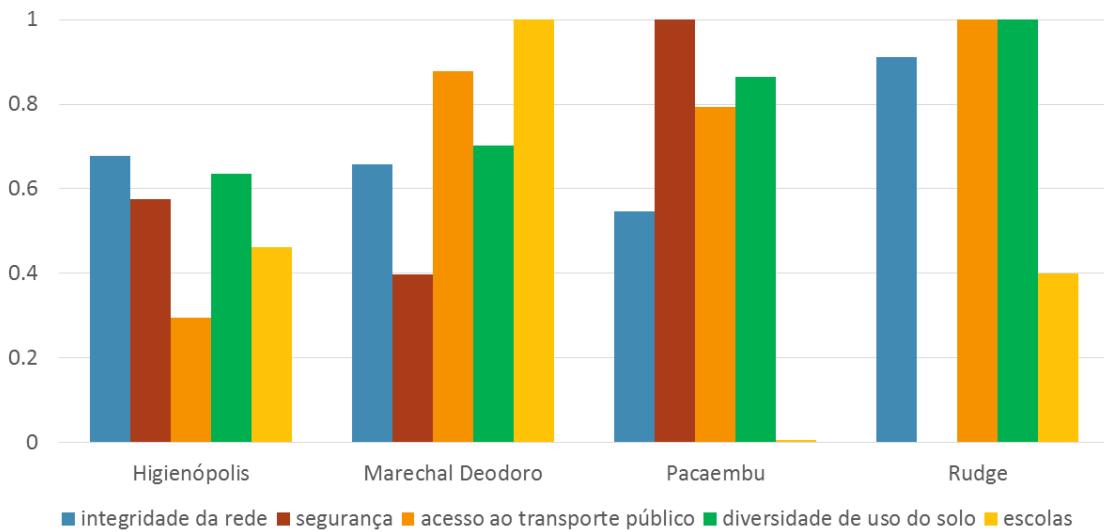
Este capítulo objetiva consolidar a proposta de diagnóstico do trabalho, com base nas zonas levantadas como estudo de caso. Essa consolidação pretende estabelecer um formato de enquadramento para o conjunto de informações levantado pela metodologia proposta. Dessa maneira, cada grupo de zonas será descrito segundo os critérios e categorias estudados. Para as zonas do Grupo 1 serão apresentados os resultados do IA-macro e os mapas resultantes do IA-micro, além de um quadro que se propõe a consolidar os critérios e as características de diagnóstico.

6.1. ZONAS DO GRUPO 1

A Figura 37 mostra os valores das cinco categorias do IA-macro para as zonas Higienópolis, Marechal Deodoro, Pacaembu e Rudge Ramos. Os mapas da Figura 38 à Figura 42 apresentam os resultados dos levantamentos da rede viária para cada categoria do IA-micro.

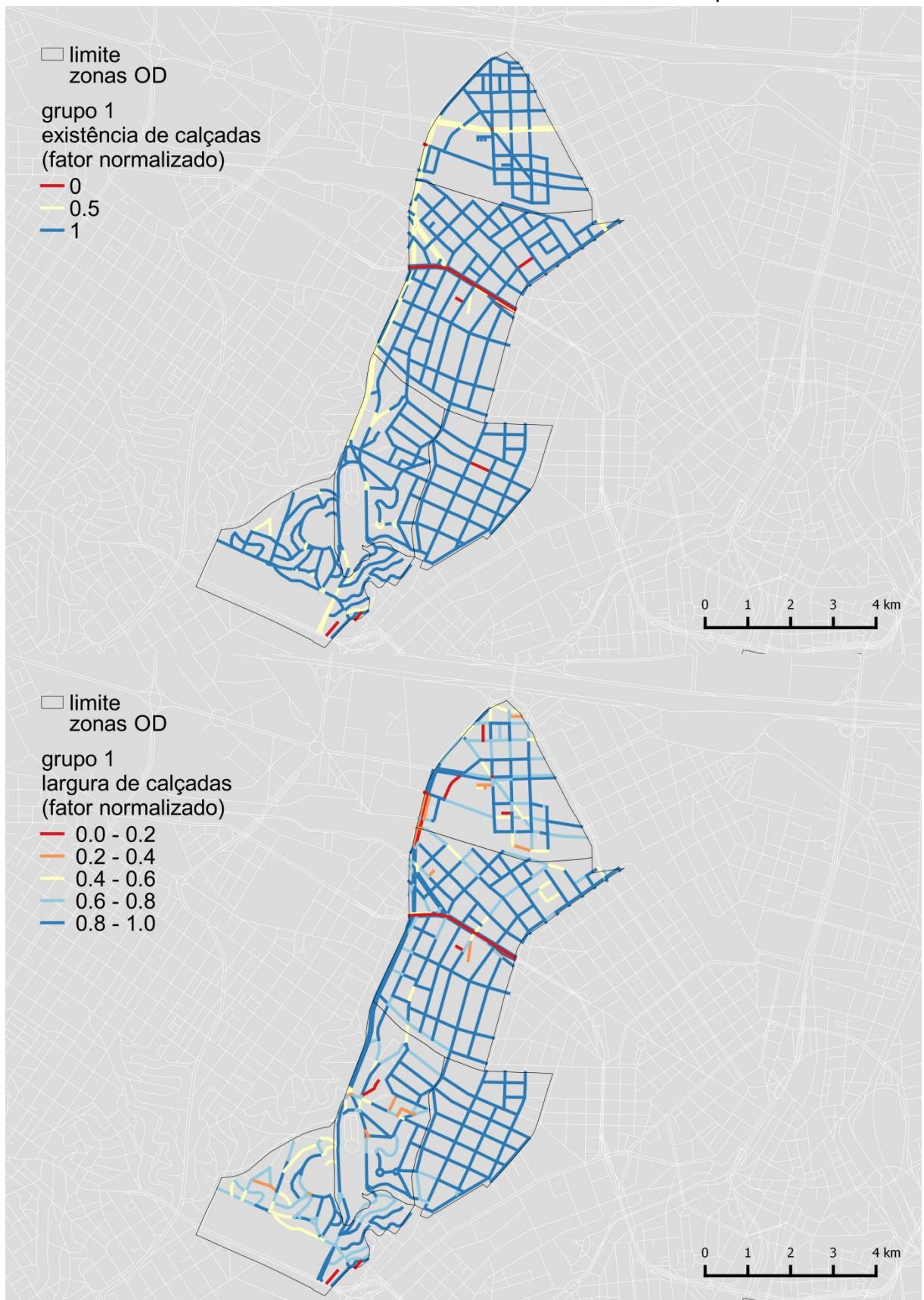
A Tabela 9 descreve, para o grupo de zonas, as situações observadas nas figuras anteriores. Essa tabela consolida, assim, a proposta de método de diagnóstico deste trabalho.

Figura 37: Composição das Cinco Categorias do Ambiente Construído Macro no Valor do IA-macro das Zonas OD do Grupo 1 (Sem Ponderação).



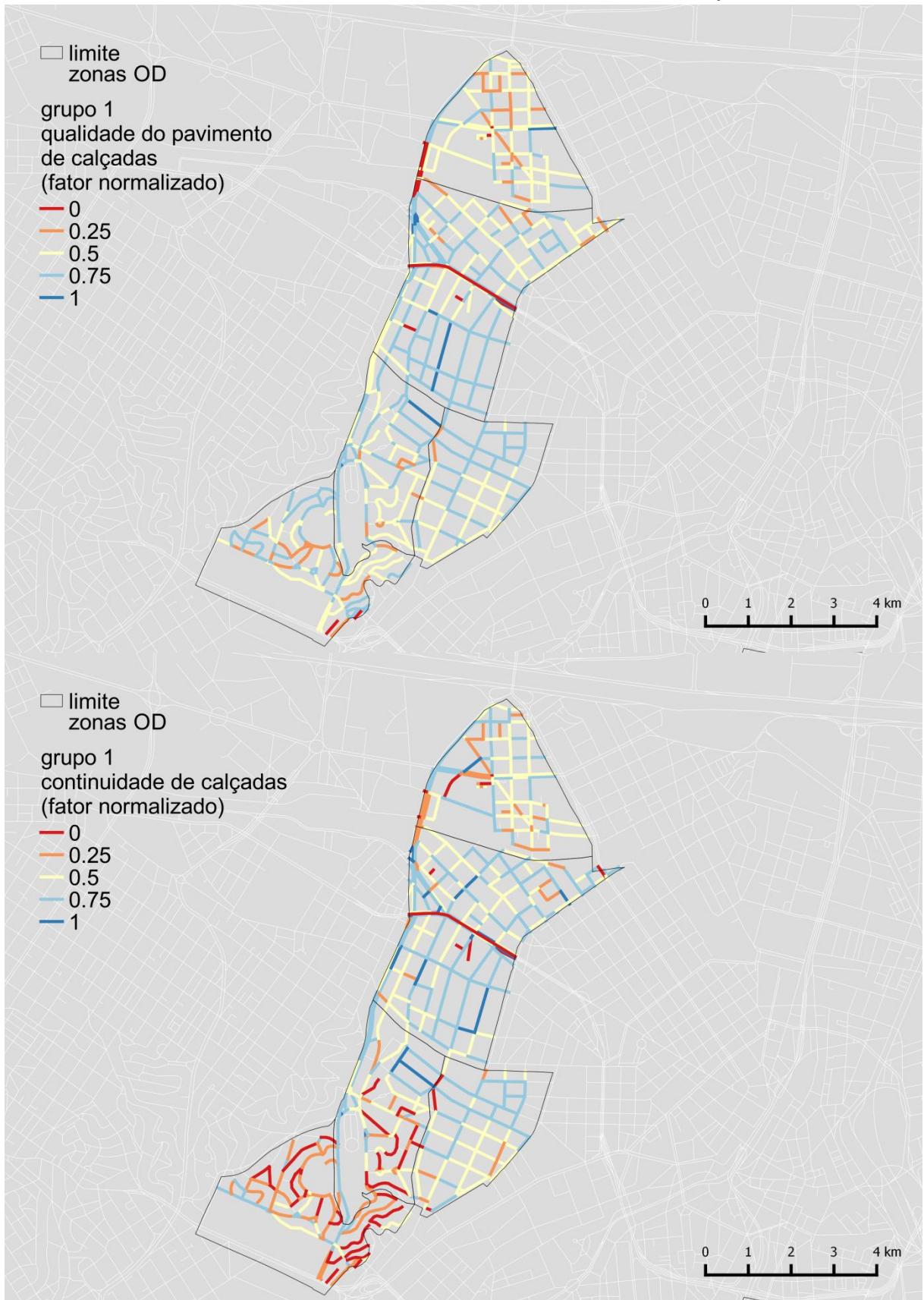
Fonte: elaboração própria.

Figura 38: Fatores do Levantamento Micro do Ambiente Construído, apresentados de acordo com a Rede Viária das Zonas OD do Grupo 1.



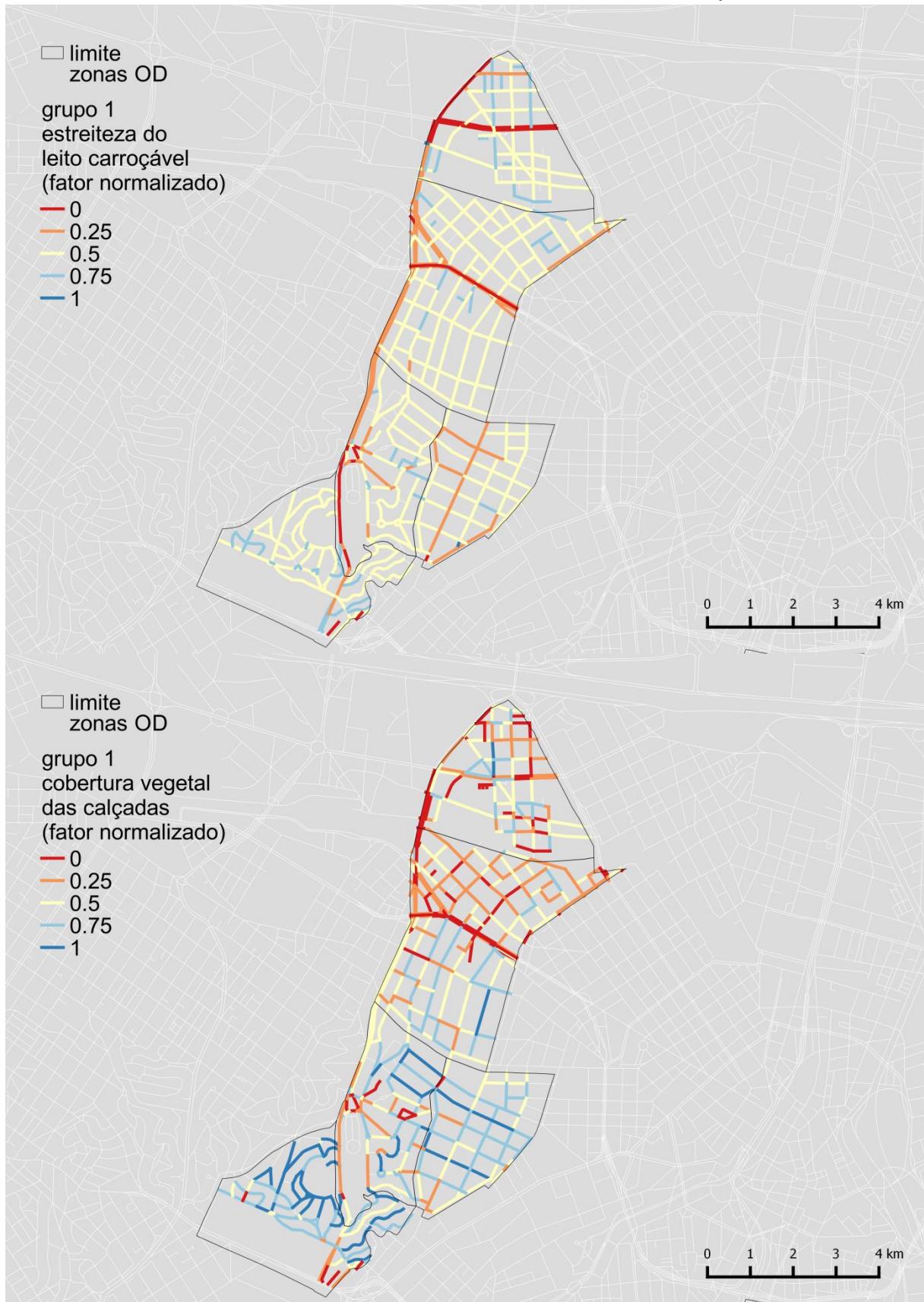
Fonte: elaboração própria.

Figura 39: Fatores do Levantamento Micro do Ambiente Construído, apresentados de acordo com a Rede Viária das Zonas OD do Grupo 1.



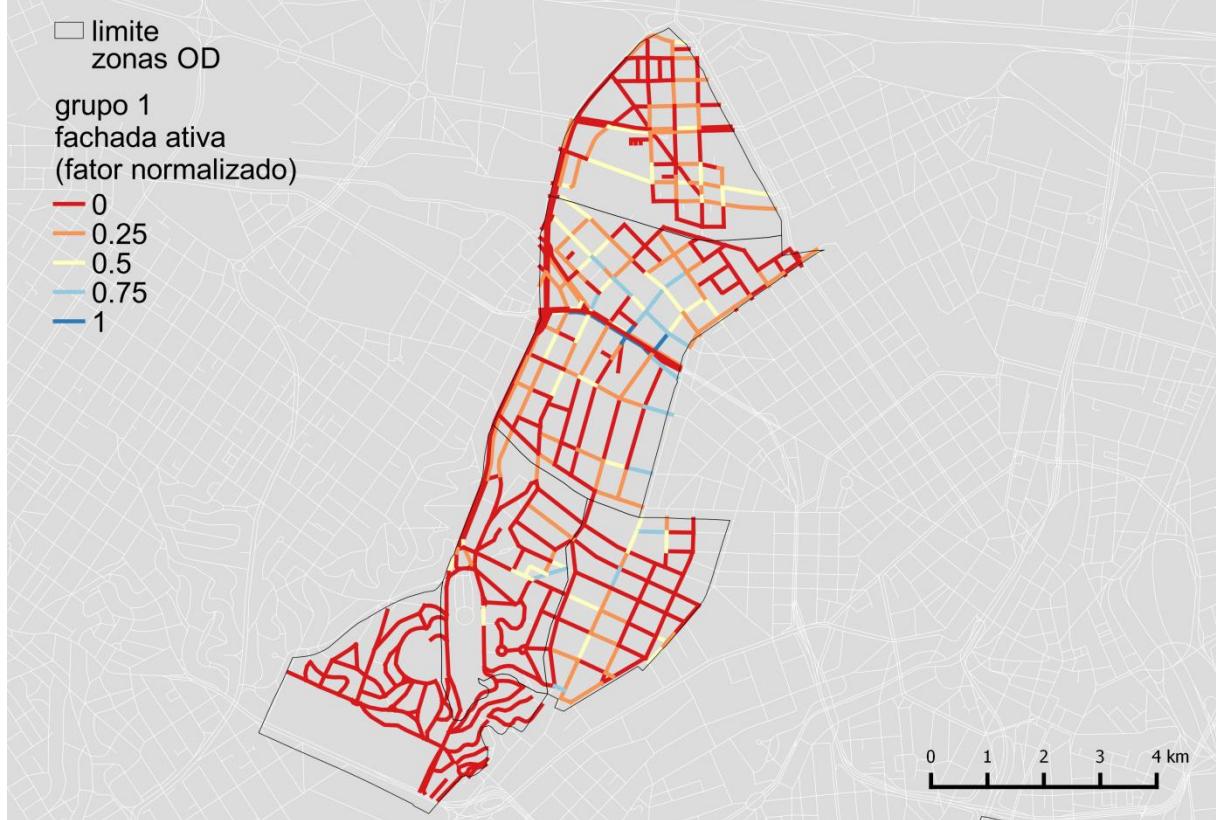
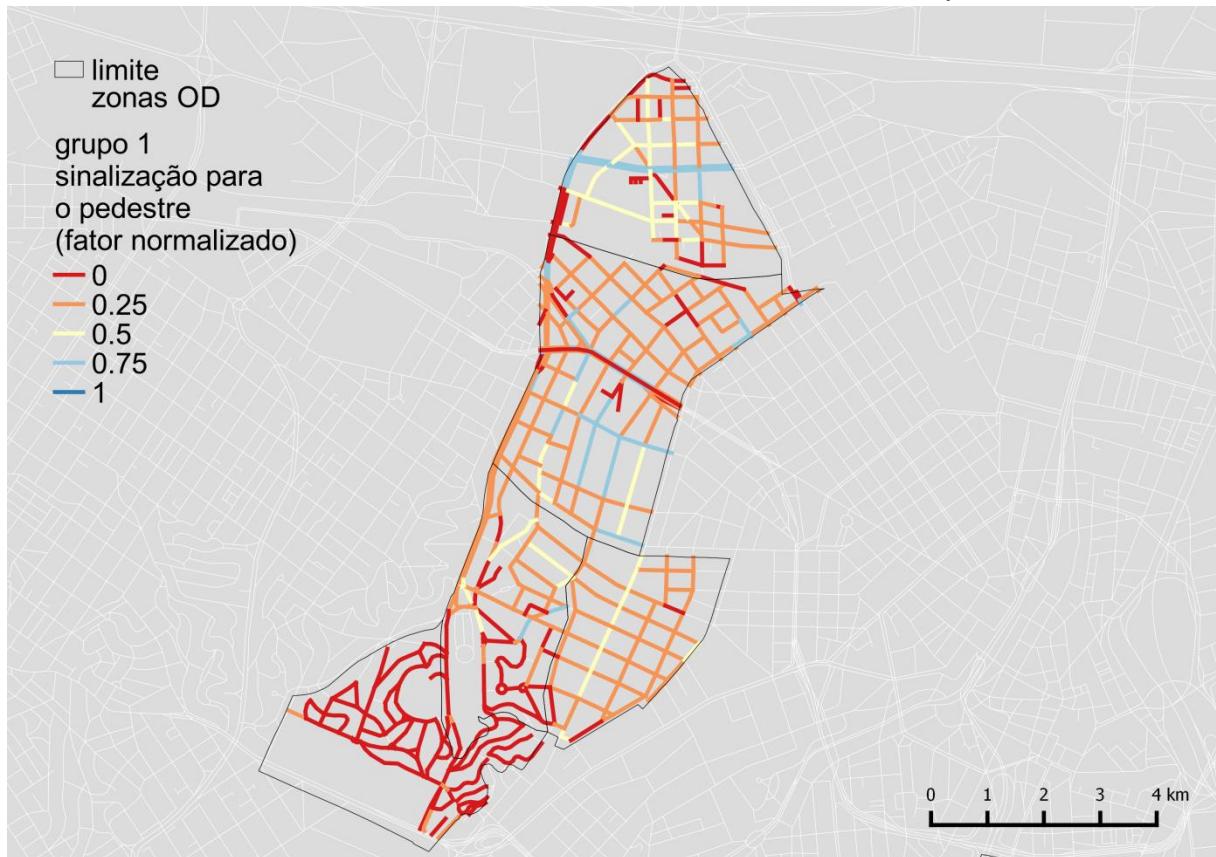
Fonte: elaboração própria.

Figura 40: Fatores do Levantamento Micro do Ambiente Construído, apresentados de acordo com a Rede Viária das Zonas OD do Grupo 1.



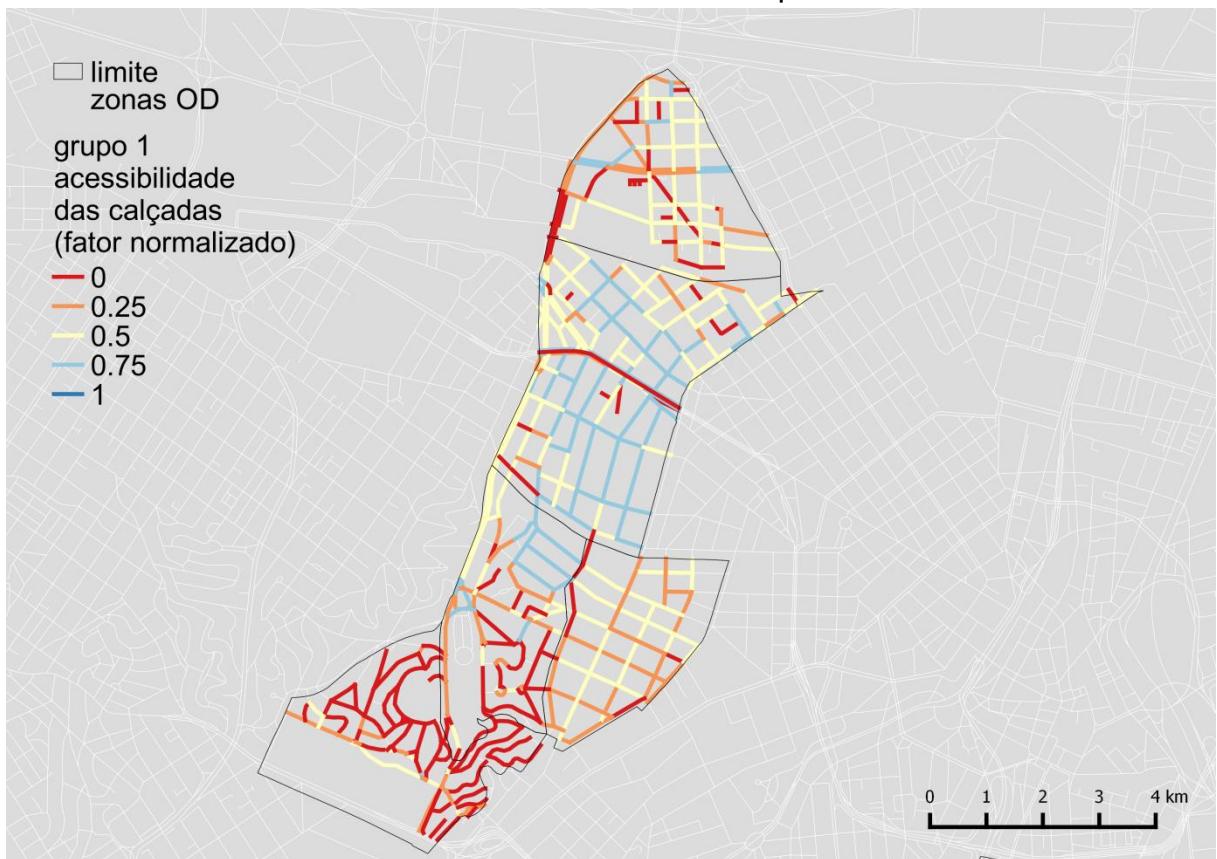
Fonte: elaboração própria.

Figura 41: Fatores do Levantamento Micro do Ambiente Construído, apresentados de acordo com a Rede Viária das Zonas OD do Grupo 1.



Fonte: elaboração própria.

Figura 42: Fatores do Levantamento Micro Apresentados de Acordo com a Rede Viária das Zonas OD do Grupo 1.



Fonte: elaboração própria.

Tabela 9: Consolidação do Diagnóstico do Ambiente Construído para o Pedestre nas Zonas do Grupo 1.

GRUPO 1	
Analises	Diagnóstico
Macro	<p>Integridade da rede viária</p> <p>A rede viária das zonas Higienópolis, Marechal Deodoro e Rudge Ramos desse grupo apresenta, em geral, boa ramificação e declividades moderadas ou baixas. As zonas Pacaembu e FAAP, entretanto, apresentam rede viária com ramificações relativamente menores, apresentando, portanto, menos conectividade. Isso se verifica possivelmente em função de essas zonas também terem declividades relativamente mais acentuadas que as demais, o que condiciona o desenho da rede viária, e também possivelmente em função dos projetos e da tipologia original dos bairros abrigados nessas zonas.</p>
	<p>Diversidade do uso do solo</p> <p>A zona que apresentou uso do solo mais diverso foi a Rudge Ramos, dentre as selecionadas para esse grupo. A presença de extensos galpões e de usos industriais pode ter influenciado para essa posição, uma vez que os parâmetros que mediram essa diversidade foram a área construída. Ainda, a zona Pacaembu apresentou maior diversidade de usos do solo que as zonas FAAP, Higienópolis e Marechal Deodoro.</p>
Escolas	As zonas Pacaembu, Higienópolis e Rudge Ramos apresentam o

GRUPO 1	
Análises	Diagnóstico
Micro	menor número de matrículas dentre as zonas escolhidas. As zonas FAAP e Marechal Deodoro se situam entre as de maior densidade de matrículas.
	As zonas que apresentaram mais segurança viária, medida pela incidência de acidentes, foram a Pacaembu e a FAAP, enquanto a Rudge Ramos e a Marechal Deodoro se situam no outro extremo. Isso provavelmente se explica em função da presença de eixos principais nas últimas duas zonas, enquanto as duas primeiras apresentam um padrão de ruas mais locais, com velocidades normalmente reduzidas.
	A zona Rudge Ramos foi a que apresentou melhor avaliação quanto à presença de transporte público, provavelmente em função da linha férrea. A zona Marechal Deodoro também apresenta boa avaliação quanto à oferta de transporte público, em função da passagem de uma linha de metrô. A zona Pacaembu também apresenta boa avaliação, possivelmente por ser circundada por importantes eixos pelos quais passam linhas de transporte coletivo. As demais zonas foram avaliadas como possuindo baixos níveis de oferta de transporte público.
	As zonas abrigadas no Grupo 1 apresentam, em sua quase totalidade, avaliação máxima quanto à existência de calçadas. Assim, de acordo com o critério dessa pesquisa, praticamente toda a rede viária dispõe de calçadas em ambos os bordos das vias. As exceções ficam em algumas vias específicas, como o Elevado Presidente Costa e Silva, que não apresenta calçada em nenhum dos lados. Ainda, em algumas ruas da região da zona Rudge Ramos, como a rua Norma Pieruchini Giannotti, foi observada a presença de calçada em apenas um dos bordos da via.
	As calçadas apresentam, em sua maioria, larguras máximas, que se enquadram na maior categoria para os fatores normalizados. Pela avaliação proposta para essa metodologia, as calçadas, então, larguras entre 2 e 3 metros em sua maioria. As zonas mais homogêneas quanto à largura são a Higienópolis e Marechal Deodoro. As zonas Pacaembu, FAAP e Rudge Ramos, entretanto, apresentam maior dispersão, apresentando calçadas mais estreitas, caso da zona Pacaembu, e até mesmo larguras mínimas ou inexistentes, caso da zona Rudge Ramos.
	As calçadas apresentam, em sua maioria, baixa qualidade do pavimento, quando avaliado em relação ao estado de conservação, à continuidade visual e ao tipo de pavimento. As zonas Higienópolis e Marechal Deodoro são, dentre as zonas levantadas, as que parecem melhor avaliação de qualidade do pavimento. As zonas Pacaembu e FAAP apresentam calçadas com pavimentos bastante irregulares e descontínuos, em virtude de os pavimentos estarem vinculados à predominância residencial dessas zonas. A zona Rudge Ramos apresenta grandes descontinuidades e calçadas pouco conservadas.
Continuidade	As calçadas apresentam baixa continuidade principalmente nas zonas Pacaembu e FAAP, e em alguns trechos da zona Rudge Ramos. Essas zonas apresentam, assim, calçadas pouco contínuas quanto à faixa livre para circulação, em virtude possivelmente de se tratarem de zonas residenciais e de

GRUPO 1	
Análises	Diagnóstico
	apresentarem declividades significativas. As zonas Higienópolis e Marechal Deodoro mostraram-se mais contínuas quanto à faixa livre de circulação das calçadas.
Estreiteza	As vias das zonas apresentam, em sua maioria, poucas faixas de circulação no leito carroçável. O resultado do levantamento mostra que as vias de circulação mais largas são as que correspondem aos principais eixos da região, ou seja, correspondem à avenida Pacaembu, ao elevado Presidente Costa e Silva e à avenida Norma Pieruccini Giannotti, além de outras, como as avenidas Angélica e Higienópolis.
Cobertura vegetal	As zonas Pacaembu e FAAP apresentam boa cobertura vegetal de suas calçadas, presença que diminui progressivamente em direção às zonas Marechal Deodoro e Rudge Ramos.
Sinalização para pedestres	As zonas levantadas apresentam pouca sinalização voltada para pedestres. As zonas Pacaembu e FAAP foram as que menos apresentaram essa sinalização, que aparece normalmente associada a eixos principais ou a áreas de grande densidade. As zonas Marechal Deodoro e Higienópolis apresentam melhores classificações quanto à existência de sinalização para pedestres, especialmente junto às avenidas Angélica e junto às áreas de densidade elevada dessas zonas. Na zona Rudge Ramos, a incidência de sinalização para o pedestre é baixa, aumentando junto à rua Norma Pieruccini Giannotti.
Fachada ativa	A maior parte dos terrenos das vias das zonas levantadas não apresenta fachadas ativas. Junto a alguns eixos importantes das zonas Higienópolis e Marechal Deodoro, como as avenidas Angélica e Higienópolis, ou mesmo em algumas ruas locais, as fachadas encontram-se mais ativadas.
Acessibilidade	A acessibilidade neste grupo está fortemente associada com a declividade das ruas. Na zona Rudge, por exemplo, a declividade quase nula propicia em quase todas as calçadas o deslocamento de cadeirantes. No Pacaembu, as calçadas apresentam degraus, muitas vezes com a rampa de acesso de veículos dos lotes sendo levadas para a calçada. A presença de rampas acontece de maneira esparsa pelas zonas, tendo maior concentração nas avenidas principais e na Marechal Teodoro.

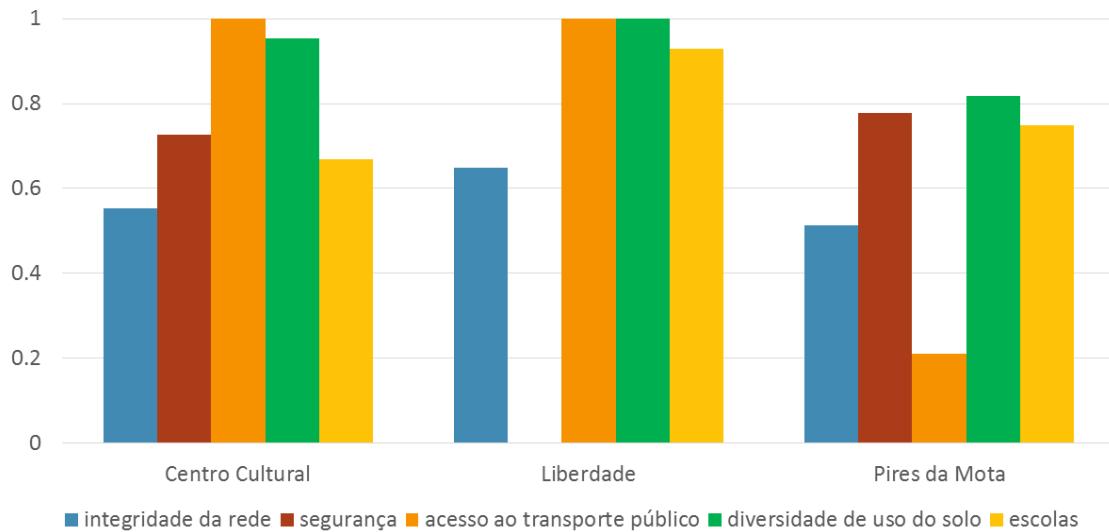
Fonte: elaboração própria

6.2. ZONAS DO GRUPO 2

A Figura 43 mostra os valores das cinco categorias do IA-macro para as zonas Centro Cultural, Liberdade e Pires da Mota. Os mapas da Figura 44 à Figura 48 apresentam os resultados dos levantamentos da rede viária para cada categoria do IA-micro.

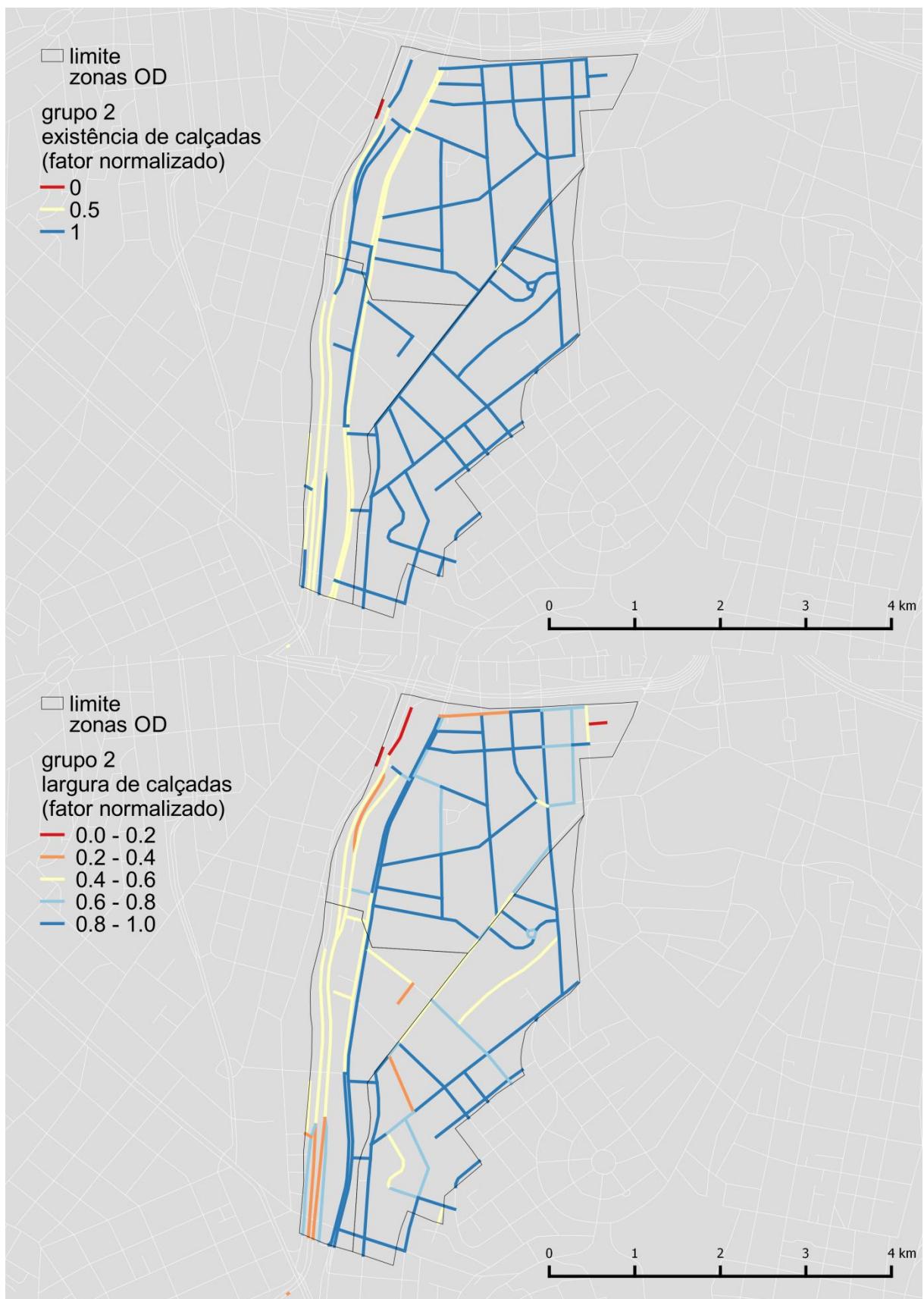
A Tabela 10 descreve, para o grupo de zonas, as situações observadas nas figuras anteriores. Essa tabela consolida, assim, a proposta de método de diagnóstico deste trabalho.

Figura 43: Composição das Cinco Categorias do Ambiente Construído Macro no Valor do IA-macro das Zonas OD do Grupo 2 (Sem Ponderação).



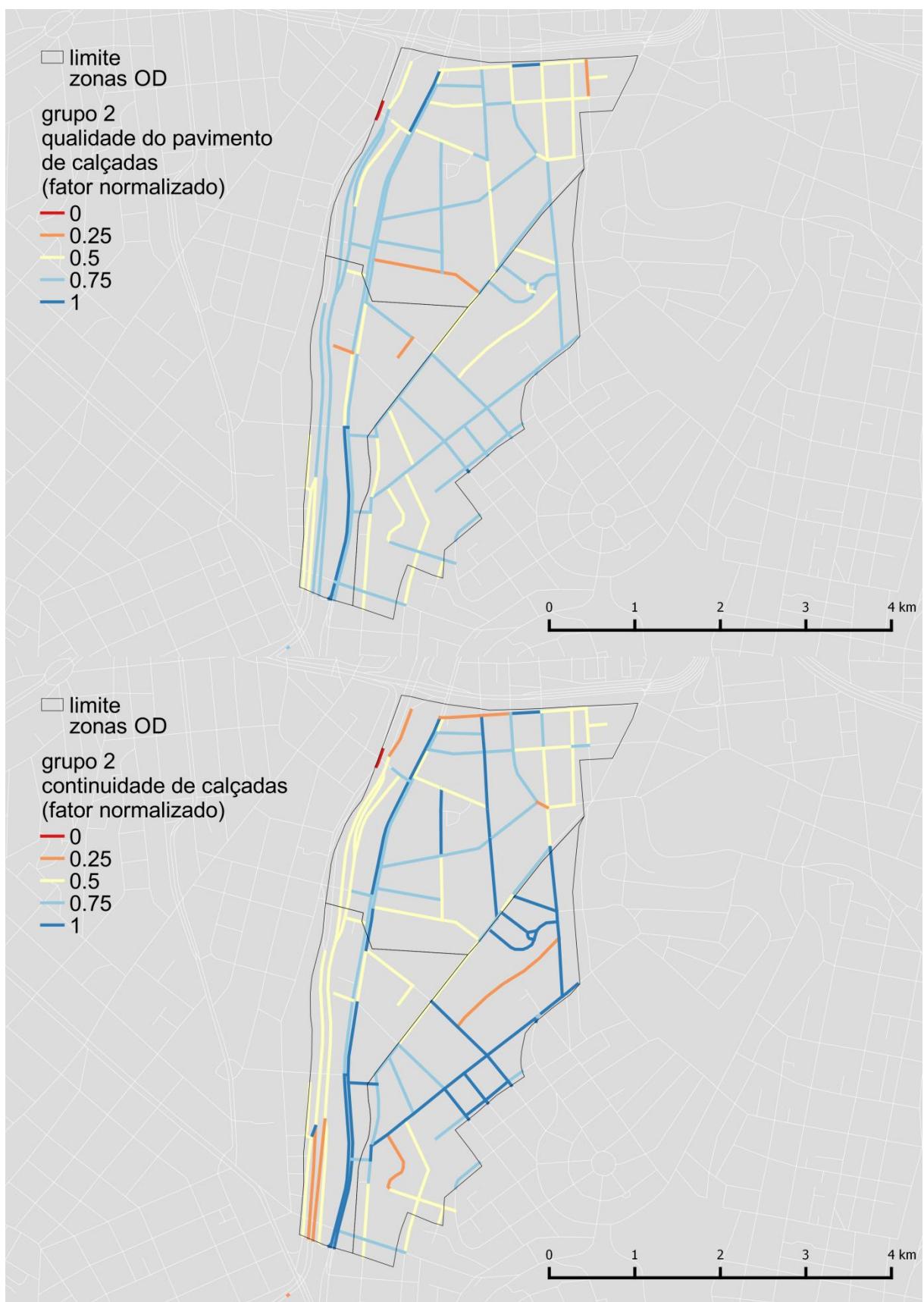
Fonte: elaboração própria

Figura 44: Fatores do Levantamento Micro do Ambiente Construído, apresentados de acordo com a Rede Viária das Zonas OD do Grupo 2.



Fonte: elaboração própria.

Figura 45: Fatores do Levantamento Micro do Ambiente Construído, apresentados de acordo com a Rede Viária das Zonas OD do Grupo 2.



Fonte: elaboração própria.

Figura 46: Fatores do Levantamento Micro do Ambiente Construído, apresentados de acordo com a Rede Viária das Zonas OD do Grupo 2.



Fonte: elaboração própria.

Figura 47: Fatores do Levantamento Micro do Ambiente Construído, apresentados de acordo com a Rede Viária das Zonas OD do Grupo 2.



Fonte: elaboração própria.

Figura 48: Fatores do Levantamento Micro Apresentados de Acordo com a Rede Viária das Zonas OD do Grupo 2.



Fonte: elaboração própria.

Tabela 10: Consolidação do Diagnóstico do Ambiente Construído para o Pedestre nas Zonas do Grupo 1.

GRUPO 2			
Análises		Diagnóstico	
Macro	Integridade da rede viária	As zonas do grupo 2 apresentam redes viárias com integridade de boa a moderada, devido à ramificação, conectividade e declividades, em geral, pouco acentuadas.	
	Diversidade do uso do solo	As zonas desse grupo destacam-se por apresentar uma alta diversidade do uso do solo, principalmente a Liberdade - com nota máxima - e a Centro Cultural.	
	Escolas	Em relação à quantidade de escolas, representando o acesso à pontos de interesse público, a zona Liberdade destaca-se com uma maior concentração de matrículas escolares. As zonas Pires da Mota e Centro Cultural também apresentam altas concentrações de matrículas escolares.	
	Segurança	A análise da segurança revela uma característica bastante relevante: a zona Liberdade configura-se entre as zonas da cidade de São Paulo onde acontecem mais atropelamentos, recebendo a pior nota (0 em uma escala de 0 a 1). Nas outras zonas desse grupo, a segurança -uma medida indireta do número de atropelamentos - apresenta notas altas.	

GRUPO 2

Análises		Diagnóstico
Micro	Acesso ao trasnporte público	O acesso ao transporte público nas três zonas do grupo 2 é muito grande, quando comparado à cidade como um todo, o que se deve à existência de estações de metrô e grande número de parada de ônibus.
	Existênciade calçadas	As vias do grupo 2 apresentam em sua maioria calçadas em ambos os lados da via. Porém, percebe-se que nos principais eixos viários do grupo - Av. Liberdade, Rua Vergueiro e Av. 23 de Maio - as calçadas estão presentes em apenas um lado da via, o que acontece devido à existência de canteiro central que não se configura como um espaço de circulação de pedestres.
	Largura das calçadas	No grupo 2, a Av. 23 de Maio e suas ruas adjacentes destacam-se com calçadas muito estreitas, incluindo um trecho norte da Rua Vergueiro. Percebe-se também que a Rua Tamandaré, na Liberdade, apresenta calçadas mais estreitas, enquanto que no restante do grupo as calçadas são mais largas, próximas aos 3,0 metros de largura.
	Qualidade do pavimento	Poucos trechos de vias apresentam calçada com pavimento muito bom, com destaque para o trecho da Rua Vergueiro de acesso ao Centro Cultural de São Paulo. Apesar disso, as demais vias do grupo dividem-se com calçadas com pavimento bom ou regular, e somente algumas, como a Rua Dr. Siqueira Campos, com qualidade ruim.
	Continuidade	A continuidade das calçadas mostra-se bastante heterogênea nas zonas do grupo 2. As Rua Vergueiro, Av. Liberdade, Rua Pires da Mota, Rua Galvão Bueno e Rua Conselheiro Furtado apresentam os maiores índices de continuidade. Enquanto que A Av. 23 de Maio e a Rua Sen. Felício dos Santos apresentam a pior continuidade.
	Estreiteza	Percebe-se que a vias desse grupo que apresentam as menores estreitezas são a Av. 23 de Maio e a Rua Conselheiro Furtado. A Rua Barão de Iguapé e a parte sul da Rua Vergueiro mostram-se também pouco estreitas, mas em um nível menor. As demais vias apresentam uma estreiteza moderada ou um nível de intimidade ao pedestre mais elevado.
	Cobertura vegetal	A presença de cobertura vegetal não apresentou bons resultados na análise das zonas do grupo 2. Percebe-se a inexistência de arborização ou a existência de árvores esparsas e que não propiciam abrigo ao pedestre nas calçadas. Muitas das árvores existentes não apresentam folhagens densas e, dessa forma, não constituem um fator de aumento do conforto ao pedestre.
	Sinalização para pedestres	A existência de sinalização aos pedestres também é um ponto crítico para as zonas do grupo 2. Percebe-se que somente em trechos da Rua Vergueiro e Av. Liberdade e em poucas outras vias existem semáforos para pedestre. Na Av. 23 de Maio, inexistem faixas de travessias, além da existência de poucas travessias para o pedestre, intensificando a Avenida com uma barreira urbana para o deslocamento de pedestres. Entre as zonas, a Pires da Mota é a mais carente de sinalização.

GRUPO 2	
Análises	Diagnóstico
Fachada ativa	<p>A Rua Vergueiro, Av. Liberdade e as áreas comerciais da Liberdade destacam-se com a maior presença de fachadas ativas, tornando as calçadas dinâmicas e atrativas. Na zona Pires da Mota as edificações predominam pela não utilização do térreo para usos comerciais, transformando as calçadas em grades corredores cercados por muros e grades. A Av. 23 de Maio mostra-se um espaço de uso exclusivo dos automóveis, sem a presença de fachadas, ativas ou não. Nesse grupo, destaca-se a Rua Sen. Felício dos Santos, com praticamente nenhuma fachada ativa.</p>
Acessibilidade	<p>Em relação à acessibilidade a situação é muito heterogênea. Enquanto em algumas ruas existem rampas e continuidade do pavimento de permite o deslocamento de cadeirantes (Rua Vergueiro, Av. Liberdade, Rua Galvão Bueno e trechos da Rua Tamandaré), outras ruas configuram-se como ambientes hostis, fazendo que, em muitos casos, o cadeirante precise se deslocar pelo leito carroçável. Porém, vale ressaltar que a falta de acessibilidade em alguns casos deve-se à maior declividade da via. Mais uma vez, a Av. 23 de Maio destaca-se negativamente nessa análise.</p>

Fonte: elaboração própria

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

7.1. CONCLUSÕES

Na busca de uma forma de incorporação da mobilidade a pé ao planejamento de transportes, creditou-se às investigações da atratividade do ambiente construído um potencial de elaboração de um método alternativo de diagnóstico voltado ao pedestre.

Partindo como parâmetro da utilização da caminhada na cidade de São Paulo, foram utilizados dados da Pesquisa Origem-Destino de 2007 para se obter um índice da proporção dos deslocamentos a pé para 320 zonas OD. Paralelamente, devido à obtenção de um conjunto de bases georreferenciadas suficientes para compor um índice de atratividade macro do ambiente construído, partiu-se dessas variáveis para tentar identificar uma relação que explicasse a influência do ambiente construído na proporção de deslocamentos a pé em uma determinada região. Esse índice, chamado de índice de atratividade macro dos deslocamentos a pé (IA-macro), mostrou-se descasado da proporção dos deslocamentos a pé em vários níveis, em que foi concebido um índice de comparação entre os deslocamentos a pé e o ambiente construído (IC).

O Índice de Comparação dos Deslocamentos e Ambiente Construído (IC), ao mostrar os diferentes distanciamentos entre os dois fatores já citados, foi consonante à segunda parte do trabalho, em que foi necessário eleger um conjunto determinado de zonas OD para se realizar um levantamento extensivo de fatores na escala do pedestre. Em seguida, o índice de atratividade micro dos deslocamentos a pé (IA-micro), decorrente do levantamento realizado nesse grupo de zonas, mostrou-se fortemente relacionado ao fator de proporção dos deslocamentos a pé. A forte correlação, com $R^2=0,881$, levou a duas conclusões principais: i) o ambiente construído de qualidade atrai o pedestre (a função é crescente); ii) o ambiente será tão mais atrator aos deslocamentos a pé quanto melhor for a qualidade do ambiente construído ao pedestre (a função é exponencial).

Além das evidências apresentadas pela relação entre o IA-micro e a proporção dos deslocamentos a pé, a pesquisa permite concluir afirmações centrais sobre o planejamento da mobilidade a pé: i) que, para desenvolver projetos voltados ao pedestre, devem ser priorizados os dados e insumos na escala da rua e do bairro - e não da cidade como um todo; ii) que não há uma *caminhabilidade* somente, com ponderações entre os fatores que a compõem fixas no tempo, mas padrões de *caminhabilidade* que variam com a região da cidade e com as possíveis outras características do espaço urbano, sua consolidação, seus padrões de ocupação, a estrutura socioeconômica da população etc.; iii) que os aspectos mais atrativos à caminhada não incluem a existência de calçadas preponderantemente, mas outras formas de caminho pedonal que compreendem aspectos mais relevantes: fachada ativa, continuidade das calçadas, sinalização para pedestres e cobertura vegetal.

7.2. REVISÃO CRÍTICA

O procedimento apresentado para obtenção de um único índice macro que representa o potencial de atratividade dos deslocamentos a pé, além de sua multiplicação pelo inverso da proporção dos deslocamentos a pé em relação aos totais – para obtenção do IC –, mostrou um resultado geral relevante, qual seja, o descompasso entre o índice de atratividade macro e a proporção de deslocamentos a pé.

Entretanto, algumas considerações devem ser aqui apontadas, a fim não só de atualizações futuras do trabalho, como também de orientar trabalhos semelhantes.

- A estimativa dos pesos para os diversos fatores de atratividade dos deslocamentos a pé foi feita somente dentre os integrantes do grupo deste Trabalho Final. Seria interessante abranger estas suposições a outros grupos de pessoas, a fim de obter ponderações baseadas em outras experiências e percepções. Apesar de parte dos fatores se tratar de quantificações demasiado teóricas (por exemplo, densidade de nós intersectantes da rede viária por área urbanizada da zona OD), acredita-se que o debate de fenômenos ligados a estes fatores poderá contribuir na determinação de

pesos com maior aderência ao que ocorre com os deslocamentos a pé na realidade;

- A não obtenção de algumas bases importantes (velocidade praticada pelos veículos motorizados, arborização e iluminação) pode ter prejudicado a composição de uma matriz final mais fidedigna aos fatores importantes para os deslocamentos a pé;
- O uso da base do TPCL para caracterizar os usos do solo urbano possui uma imprecisão importante para o município de São Paulo: por ser uma base cadastral voltada à cobrança de impostos municipais, o TPCL não inclui em seu cômputo áreas e atividades econômicas não regularizadas e habitações subnormais. Desse modo, uma grande área e uma grande parcela de população não estão contemplados pelo estudo;
- Para se obter uma estimativa dos deslocamentos (e não das viagens) a pé, foram incorporadas as considerações feitas pela Associação Nacional de Transportes Públicos de incluir os acessos e egressos do transporte público ao número de viagens a pé em cada zona OD fornecido pela Pesquisa Origem-Destino de 2007. Entretanto, para uma aferição precisa dos deslocamentos a pé, seria preciso uma nova Pesquisa Origem Destino, que incluísse o modo “a pé” como alternativa. Além disso, ao incluir as viagens de acesso e egresso de transporte público, foram desconsiderados padrões expressivos de viagem a pé, como a viagem de menos de 300m. Por fim, a estimativa dos deslocamentos a pé por esse método fez com que fossem incluídas viagens que têm outro perfil de caminhabilidade, que poderiam se relacionar diferentemente aos índices de atratividade macro ou micro;
- Não foram considerados alguns dados das viagens a pé fornecidos pela Pesquisa Origem-Destino, tais como a distância e o tempo de viagem, que poderiam resultar numa diferente comparação com os dados de atratividade do ambiente construído;
- A soma de fatores em um único índice, mesmo por meio da ponderação por pesos e da limitação do valor máximo de cada fator, prejudica a análise individual de cada fator. Isto é, o procedimento adotado, a falta de um fator pode ser compensada pela falta de outro, o que não será representado na composição da nota final. A reunião de todos os fatores em um auxilia ao se

criar um único indicador de atratividade dos deslocamentos a pé, mas não descarta a importância de se analisar alguns fatores separadamente;

Os fatores que qualificam a infraestrutura destinada à circulação de pedestres, compondo o índice de atratividade micro, foram elencados e levantados sob certas premissas simplificadoras, com vistas à operacionalização do trabalho, que podem, entretanto, ser revistas em trabalhos subsequentes.

- Avaliar qualidade do ambiente construído para o pedestre com base em links de logradouros, destinados a modelos voltados tipicamente ao transporte motorizado, faz com que ambos os bordos de uma via, que podem ter características bem distintas, sejam avaliados com um único atributo. Assim, os elementos efetivamente importantes para os pedestres, que são as duas calçadas lindeiras à via representada pelo link, ficam avaliados e caracterizados de maneira agregada e, por isso, simplificada;
- O levantamento das condições físicas utilizando o Google Street View não possibilita levantar condições de iluminação pública, além de que não permite o levantamento de variáveis com tamanha coerência e clareza quanto faria um levantamento de campo;
- O levantamento pelo Google Street View ainda é uma visão que parte do ponto de vista do automóvel, e não do pedestre;
- O uso das zonas OD “quebra” alguns links e ruas em dois, em pontos que não fazem sentido, em virtude, frequentemente, de incompatibilidade ou de pequenos desvios entre Sistemas de Referência de Coordenadas;
- Os dados do levantamento micro estão atrelados a situações recentes, de 2014 ou 2015; entretanto, dados de comportamento das viagens são de 2007, o que pode fazer com que haja maior descolamento entre os dados comparados;
- As imagens do Google Street View utilizadas na atratividade micro datam de períodos diferentes, sendo a comparação entre as condições das zonas feitas em períodos distintos. Ainda, as imagens, muitas vezes capturadas em 2014 não refletem atuais políticas públicas voltadas para o pedestre na gestão do

prefeito Fernando Haddad, como as faixas verdes na Liberdade, de uso exclusivo de modos ativos de transporte;

- A relação entre a atratividade do ambiente construído e a proporção de deslocamentos a pé apresentada deve ser tomada com cautela. Em primeiro lugar, não foram analisadas as motivações que levam as pessoas a caminhar de acordo com as diferentes regiões da cidade, podendo estar reunidos tanto os deslocamentos realizados por obrigação quanto os feitos por opção ou lazer. Em segundo lugar, a característica exponencial da correlação não pode significar que não valha a pena intervir em ambientes que têm baixa atratividade (e investir somente em melhorar lugares que já têm alta atratividade, visto que se poderia afirmar que as intervenções são “mais efetivas”); pelo contrário: nos lugares com baixa atratividade, é preciso garantir que as intervenções atinjam um patamar minimamente apropriado de atratividade do ambiente construído. Além disso, a forte correlação não deve encorajar causalidades, e sim a complementação de métodos quantitativos por qualitativos, visto que o tecido urbano criado pelo homem, diferentemente dos ambientes naturais, é construído socialmente (Naess, 2015);
- A afirmação da correlação dos fatores com a quantidade de deslocamentos a pé pode ser feita para as regiões em que fizemos levantamento ou, no máximo, para a subprefeitura analisada (Sé) ou demais regiões que possuam características semelhantes. Não é possível afirmar se, por exemplo, zonas da cidade com característica não tipicamente urbanas ou com realidades socioeconômicas muito distintas, seguem um padrão de atratividade dos deslocamentos a pé similar ao que foi verificado neste trabalho;
- A existência e largura de calçadas, apesar de não serem preponderantes na determinação do índice de atratividade micro elaborado, representam o mínimo esperado de um caminho pedonal em uma cidade moderna, que, para ser democrático, deve adotar parâmetros mínimos de existência, continuidade e largura de calçadas;
- A construção dos fatores de atratividade do ambiente construído, apesar de não ter se constituído produto da replicação de outros métodos, teve como principais referências os trabalhos do português Paulo Cambra (2012) e da equipe do estadunidense Robert Cervero em Bogotá (CERVERO *et al.*, 2009).

Apesar da possível similaridade entre o contexto urbano português e as condições levantadas na capital colombiana com o ambiente construído de São Paulo, não se deve desconsiderar que os critérios de cada estudo têm relação com a cultura de onde foram criados e, portanto, uma certa contaminação metodológica é inevitável.

7.3. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

As revisões críticas listadas sugerem a possibilidade de trabalhos futuros que busquem abordar temas relacionados ao deste trabalho.

Uma recomendação de trabalho futuro decorrente da análise macro seria uma aplicação precisa do método dos cinco D's, mediante não somente disponibilidade das bases, mas também validação dos pesos por especialistas (técnica Dolphi) ou por cidadãos interessados em cada região da cidade (oficinas públicas). Nessa mesma linha, o trabalho poderia também incluir discretizações por grupo socioeconômico (faixa etária, estrato de renda, nível de escolaridade etc.) para verificar a validade e eventuais correlações não apuradas por este trabalho.

Outra recomendação de trabalho futuro, decorrente da evolução da análise micro deste trabalho, seria a caracterização das calçadas propriamente ditas, e não dos links da rede viária. Para isso, um possível trabalho futuro poderia utilizar a base de quadras fiscais (polígono) e extrair os contornos (linhas) para caracterizar as calçadas, ou os caminhos longitudinais dos pedestres. Além disso, esse tipo de estudo poderia também usar os nós da rede viária para caracterizar os cruzamentos e travessias de pedestres.

9. REFERÊNCIAS

9.1. BIBLIOGRÁFICAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 9050:2004. Acessibilidade a Edificações, Mobiliário, Espaços e Equipamentos Urbanos. Brasil. 2004.

ACCLTSA (Accident Compensation Corporation and Land Transport Safety Authority). Down with Speed: A Review of the Literature, and the Impact of Speed on New Zealanders. Nova Zelândia. 2000.

ACKERSON, Kristopher Joseph. A GIS approach to evaluating streetscape and neighbourhood walkability. University of Oregon. Estados Unidos da América. 2005. Disponível em

https://scholarsbank.uoregon.edu/xmlui/bitstream/handle/1794/1286/ackerson_thesis.pdf?sequence=1 (acessado em 21 de junho de 2015)

AMANCIO, Marcelo Augusto. Relacionamento entre a forma urbana e as viagens a pé. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 2005. Disponível em

http://www.bdtd.ufscar.br/htdocs/tdeSimplificado/tde_arquivos/11/TDE-2006-06-26T06:53:46Z-1070/PublicODissMAA.pdf (acessado em 21 de junho de 2015)

ANTP (Associação Nacional de Transportes Públicos). Sistema de Informações da Mobilidade Urbana. Relatório Geral 2013. São Paulo. 2015. Disponível em http://www.antp.org.br/_5dotSystem/userFiles/SIMOB/Rel2013V3.pdf (acessado em 21 de junho de 2015).

ANTUNES, Juliana Carmo. Acessibilidade aos pontos de ônibus: estudo de caso em São Carlos (dissertação de mestrado). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 2010. Disponível em

http://www.bdtd.ufscar.br/htdocs/tdeSimplificado//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=3509 (acessado em 21 de junho de 2015)

BARNETT, S. (2006). Creating walkable urban environments. *Engineering Sustainability* 159, Pages 91–97.

BLUMENBERG, Evelyn; DONAHUE, Moira; HANDY, Susan L.; LOVEJOY, Krintin; RODIER, Caroline J.; SHAHEEN, Susan; VOLKER, James. Travel of Diverse Populations: Literature Review. Institute of Transportation Studies, University of California. Davis, Califórnia, Estados Unidos da América. 2007. Disponível em <http://76.12.4.249/artman2/uploads/1/PWP-2007-05.pdf> (acessado em 21 de junho de 2015).

BRASIL. Lei Federal nº 9.503/97 – Código de Trânsito Brasileiro. Brasília. 1997. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9503.htm (acessado em 21 de junho de 2015).

BRASIL. Lei Federal nº 12.587/12 – Diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Brasília. 2012. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/_12587.htm (acessado em 13/junho/2015)

CAMBRA, Paulo Jorge Monteiro. Pedestrian Accessibility and Attractiveness: Indicators for Walkability Assessment. Instituto Superior Técnico de Lisboa. Lisboa. 2012.

CAMBRA, Paulo. A walkability assessment framework that works? The issue of validation methods and results. Walk21 Vienna Conference. Áustria. 2015

CENTER FOR ACTIVE DESIGN. Active Design: Shaping the Sidewalk Experience. Nova York. 2013.

CERVERO, Robert; KOCKELMAN, Kara. Travel Demand and The 3Ds: Density, Diversity, and Design. Department of City and Regional Planning, College of Environmental Design, University of California. Berkeley, Estados Unidos da América. 1997.

CERVERO, Robert; SARMIENTO, Olga L.; JACOBY, E.; GOMEZ, L. F.; NEIMAN, A. Influences of Built Environments on Walking and Cycling: Lessons from Bogotá. *International Journal of Sustainable Transportation*. 3:4, 203-226. 2009. Disponível em http://www.ipenproject.org/documents/study_docs/Columbia_Bogotapaper-cervero-et-al-2009.pdf (acessado em 21 de junho de 2015)

CHANDIO, I. A. GIS- based Land Suitability Analysis Using AHP for Public Parks Planning in Larkana City. *Modern Applied Science* Vol. 5, No. 4. 2011.

CRANE, Randall; CREPEAU, Richard. Does Neighborhood Design Influence Travel? Behavioral Analysis of Travel Data and GIS Data. Working Paper. University of California. Berkeley, Estados Unidos da América. 1998.

FITZPATRICK, Kay; TURNER, Shawn; BREWER, Marcus; CARLSON, Paul; ULLMAN, Brooke; TROUT, Nada; PARK, Eun Sug; WHITACE, Jeff. Improving pedestrian safety at unsignalized crossings. *Transportation Research Board*. Washington, D. C. Estados Unidos da América. 2006. Disponível em http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_rpt_562.pdf (acessado em 21 de junho de 2015).

GEHL, Jan. *Cidades para pessoas*. 1a. Edição. Editora Perspectiva. São Paulo, 2013.

GOMES, Heider Augusto S. G.; JÚNIOR, João A. O.; LOUREIRO, Carlos Felipe G. Análise da Adequabilidade da Metodologia do HCM 2000 para a Realidade das Ciclovias Brasileiras. Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes. Departamento de Engenharia de Transportes. Universidade Federal do Ceará. XIX ANPET. Recife, Pernambuco. 2005. Disponível em http://www.brazhuman.com.br/pdf/BIKE_HCM2000_ANPET2005_258.pdf (acessado em 21 de junho de 2015).

IILICH, Ivan. Energia e Equidade. 1974. Em: LUDD, Ned (org.). Apocalipse Motorizado: a tirania do automóvel em um planeta poluído. 2. ed. rev. Conrad Editora do Brasil. São Paulo. 2005.

KAUFMANN, Vincent. Les paradoxes de la mobilité: bouger, s'enraciner. PPUR : Collection le savoir suisse. Lausanne, Suíça. 2011.

KEPPE JUNIOR, Celso Luiz G. Formulação de um Indicador de Acessibilidade das Calçadas e Travessias (dissertação de mestrado). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 2007. Disponível em http://www.bdtd.ufscar.br/htdocs/tdeSimplificado//tde_busca/arquivo.php?codArquiv=1594 (acessado em 21 de junho de 2015).

KNEIB, Erika. Apresentação "O Estatuto da Cidade e seu rebatimento na política de mobilidade urbana". Seminário Internacional "10 anos de Estatuto da Cidade". 2011. Disponível no Programa Nacional de Capacitação das Cidades - PNCC: <http://www.capacidades.gov.br> (acessado em 21 de junho de 2015).

KRIZEK, K. J. (2003). Operationalizing Neighborhood Accessibility for Land Use – Travel Behavior Research and Regional Modeling. *Journal of Planning Education and Research* 22. p. 270-287. Disponível em <http://kevinjkrizek.org/wp-content/uploads/2012/04/Operationalizing-NA.pdf> (acessado em 21 de junho de 2015).

LEE, G. K. L.; CHAN, E. H. W. The Analytic Hierarchy Process (AHP) Approach for Assessment of Urban Renewal Proposals. The Hong Kong Polytechnic University, Hunghom, Hong Kong. 2007.

LIMA GONÇALVES, José Ernesto. Áreas de pedestres: conceitos. Boletim técnico nº 17. Companhia de Engenharia de Tráfego (CET-SP). São Paulo. 1978a. Disponível em <http://www.cetsp.com.br/media/65426/bt17-%20areas%20de%20pedestres.pdf> (acessado em 21 de junho de 2015)

LIMA GONÇALVES, José Ernesto. Áreas de pedestres: técnicas e aplicações. Boletim técnico nº 19. Companhia de Engenharia de Tráfego (CET-SP). São Paulo. 1978b. Disponível em

<http://www.cetsp.com.br/media/65420/bt19-%20areas%20de%20pedestres%20-%20tecnicas%20e%20aplicacoes.pdf> (acessado em 21 de junho de 2015).

LITMAN, Todd. Exploring the paradigm shifts needed to reconcile transportation and sustainability objectives. Victoria Transport Policy Institute. Victoria, Canada. 2003. Disponível em <http://www.vtpi.org/reinvent.pdf> (acessado em 21 de junho de 2015)

MAGHELAL, P. K.; CAPP, CARA JEAN. Walkability: A Review of Existing Pedestrian Indices. URISA Journal - Vol. 23, No. 2. 2011. Disponível em <http://www.urisa.org/clientuploads/directory/Documents/Journal/Vol%2023%20No%202.pdf> (acessado em 21 de junho de 2015).

MARINS, C. S.; SOUZA, Daniela De Oliveira; BARROS, Magno da Silva. O uso do método de análise hierárquica (AHP) na tomada de decisões gerenciais – um estudo de caso. GEPROS, 2006.

MCidades (Ministério das Cidades). PlanMob: Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana. Brasília. 2015. Disponível em <http://www.cidados.gov.br/images/stories/ArquivosSE/planmob.pdf> (acessado em 21 de junho de 2015)

MELLO, Antonio. Mobilidade a Pé e Ambiente Urbano Favorável ao Pedestre: Condicionantes, Conceitos e Práticas de Projeto Urbano (dissertação de mestrado). Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2012. Disponível em <http://dissertacoes.poli.ufrj.br/dissertacoes/dissertpoli197.pdf> (acessado em 21 de junho de 2015).

MELLO, Mônica B. A. Estudo das Variáveis que Influenciam o Desempenho das Travessias de Pedestres sem Semáforos (dissertação de mestrado). Programa de

Pós-graduação em Engenharia de Transportes, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2008. Disponível em http://www.pet.coppe.ufrj.br/index.php/producaODissertacoes-de-msc/doc_download/109-estudo-das-variaveis-que-influenciam-o-desempenho-das-travessias-de-pedestres-sem-semafaros (acessado em 21 de junho de 2015).

METRÔ (Companhia do Metropolitano de São Paulo). Pesquisa Origem e Destino 2007: Região Metropolitana de São Paulo. Diretoria de Planejamento e Expansão dos Transporte Metropolitanos. São Paulo. 2008. Disponível em http://www.metro.sp.gov.br/metro/arquivos/OD2007/sintese_od2007.pdf (acessado em 21 de junho de 2015).

METRÔ (Companhia do Metropolitano de São Paulo). Manual da Pesquisa Domiciliar: Pesquisa de Mobilidade da Região Metropolitana de São Paulo. Diretoria de Planejamento e Expansão dos Transporte Metropolitanos. São Paulo. 2012. Disponível em <http://www.metro.sp.gov.br/pdf/mobilidade/pesquisa-mobilidade-2012.pdf> (acessado em 21 de junho de 2015).

MICHEL, Y. L.;GREEN, M. K. ; FARQUHARB, S. A (2006). Neighborhood design and active aging. *Health Place.* 734–740. Disponível em <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4145228/> (acessado em 21 de junho de 2015)

NAESS, P. Built Environment, Causality and Travel. Em: *Transport Reviews*, vol. 35, n.3. 2015. P. 275-291.

NZTA (New Zealand Transport Agency) . Pedestrian planning and design guide. Wellington, Nova Zelândia. 2009. Disponível em <http://www.nzta.govt.nz/resources/pedestrian-planning-guide/docs/pedestrian-planning-guide.pdf> (acessado em 21 de junho de 2015)

PAIXÃO, Rosevania Cerqueira da; DELGADO, Juan Pedro Moreno. Análise espacial das condições de deslocamento do pedestre na integração com o transporte público.

XXVIII ANPET - Congresso de ensino e pesquisa em transportes. Curitiba. 2014. Disponível em <http://www.anpet.org.br/xxviiianpet/anais/documents/AC308.pdf> (acessado em 21 de junho de 2015).

PAPADIMITRIOU, Eleonora; YANNIS, George; GOLIAS, John. A critical assessment of pedestrian behaviour models. Department of Transportation Planning and Engineering. National Technical University of Athens. Em: *Transportation Research Part F 12*. Atenas, Grécia. 2009.

PARTHASARATHI, Pavithra, LEVINSON, David, HOCHMAIR, Hartwig. Network Structure and Travel Time Perception. University of Gavle, Suécia. 2013.

PARTHASARATHI, Pavithra. Network Structure and Travel (tese de doutorado). University of Minnesota. Estados Unidos. 2011.

PASSMORE, Dylan. The missing leg: the experience of walking to public transit in São Paulo, Brazil. University of Toronto. Canadá. 2007. Disponível em <http://dylanpassmore.com/Passmore%20%282007%29%20The%20Missing%20Leg%20~%20small.pdf> (acessado em 21 de junho de 2015).

PIETRANTONIO, Hugo. Segurança viária - Introdução. Material da disciplina PTR2377 "Princípios Básicos de Engenharia de Tráfego" da Escola Politécnica da USP. 2015. Disponível em <http://sites.poli.usp.br/d/ptr2377/ET5-SVia-1.ppt> (acessado em 21 de junho de 2015)

PINDYCK, Robert S.; RUBINFELD, Daniel L. Econometria: Modelos e previsões. Ed. Campus, São Paulo, 1998.

RODRIGUES, André Ricardo Prazeres. Mobilidade dos pedestres e a influência da configuração da rede de caminhos (dissertação de mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2013. Disponível em http://www.pet.coppe.ufrj.br/index.php/producao/teses-de-dsc/doc_download/259-a-mobilidade-dos-pedestres-e-a-influencia-da-configuracao-da-rede-de-caminhos (acessado em 21 de junho de 2015).

SAATY, T.L. Decision making with the analytic hierarchy process. *Int. J. Services Sciences*, Vol. 1, No.1. University of Pittsburgh. 2008.

SILVA, C. H. M.; RODRIGUES, M. A. N.; GONÇALVES, D. F. P.; MONTEIRO, S. S.; SOUZA, A. S.; BELOSO, N. A. D. Avaliação das condições de caminhabilidade nas áreas centrais de Salvador e Aracaju, Brasil. XIV CIU - Congresso Iberoamericano de Urbanismo. Tenerife. Espanha. 2012. Disponível em <https://www.sigrh.ufs.br/sigaa/verProducao?idProducao=162050&key=96e3afe732d2fb7ff21710e1463011b1> (acessado em 21 de junho de 2015).

SMDU (Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano). Fachada ativa. 2015. Disponível em <http://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/fachada-ativa/> (acessado em 14 de novembro de 2015).

SMVMA (Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente). Manual Técnico de Arborização Urbana. 2a. Edição. Prefeitura de São Paulo. São Paulo. 2005. Disponível em http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/MANUAL-ARBORIZACAO_22-01-15_.pdf (acessado em 21 de junho de 2015).

STOPHER, Peter; XU, Min; FITZGERALD, Camden. Assessing the Accuracy of the Sydney Household Travel Survey with GPS. Institute of Transportation and Logistics Studies, University of Sydney. Transport and Population Data Centre, Department of Infrastructure, Planning and Natural Resources. Sydney, NSW, Australia. 2007. Disponível em http://www.atrf.info/papers/2005/2005_Stopher_Xu_Fitzgerald.pdf (acessado em 21 de junho de 2015).

TAMAYO, Amílcar S. Procedimento para Avaliação da Segurança de Tráfego em Vias Urbanas (dissertação de mestrado). Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro. 2006. Disponível em <http://aquarius.ime.eb.br/~webde2/prof/vania/pubs/%282%29segurancaviasurbanas.pdf> (acessado em 21 de junho de 2015).

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara. Transporte urbano, espaço e equidade: análise das políticas públicas. São Paulo. 2001.

WHITELEGG, John. Time Pollution. Em: The Ecologist, Vol. 23, No. 4. 1993. P. 131

9.2. BASES GEORREFERENCIADAS

Centro de Estudos da Metrópole (CEM). Base de Logradouros da Região Metropolitana de São Paulo. 2014. Disponível em
<http://www.fflch.usp.br/centrodametropole/716> (acessado em 21 de junho de 2015)

Centro de Estudos da Metrópole (CEM). Limites Territoriais do Brasil - regiões, estados e municípios. 2013. Disponível em
<http://www.fflch.usp.br/centrodametropole/716> (acessado em 21 de junho de 2015)

Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano (CDHU). Pontos cotados. 2009. Disponível em www.cesad.fau.usp.br (acessado em 21 de junho de 2015)

Companhia de Engenharia de Tráfego (CET). Acidentes fatais de 2007 a 2012. 2013. Acesso restrito.

Companhia do Metropolitano de São Paulo (Metrô). Zonas OD. 2008. Disponível em
http://downloadfolhasscm.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_DownloadFolhas.aspx (acessado em 21 de junho de 2015).

Google Street View. Imagens do levantamento micro do ambiente construído. 2015. Disponível em <https://maps.google.com.br/> (acessado em 11 de dezembro de 2015).

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). Censo escolar. 2013. Disponível em <http://portal.inep.gov.br/basica-levantamentos-acessar> (acessado em 21 de junho de 2015).

Open Street Maps (OSM). Rede viária. 2015. Disponível em
<http://www.openstreetmap.org> (acessado em 21 de junho de 2015).

Prefeitura de São Paulo (Secretaria Municipal de Finanças e Desenvolvimento Econômico). Cadastro Territorial e Predial, de Conservação e Limpeza (TPCL). 2012. Acesso restrito.

São Paulo Transportes (SPTrans). GTFS das rotas e pontos de ônibus em 3 de março de 2015. 2015. Acesso restrito.

Seção Técnica de Geoinformação e Produção de Bases Digitais da FAU-USP (CESAD-FAUUSP). Mancha urbana. 2002. Acesso restrito.

ANEXO I: AHP – Analytic Hierarchy Process

O método AHP – Analytic Hierarchy Process – é um método de comparação de fatores para auxílio na tomada de decisão em problemas complexos. Foi desenvolvido na década de 70 por Tomas L. Saaty, e tem sido extensivamente utilizado como ferramenta em ambientes multifatoriais. Um ambiente complexo dificulta a tomada de decisão e interpretação dos fatores componentes da análise, e nesse sentido o método trabalha no sentido de decomposição de problemas complexos em pequenas partes de avaliação mais simples, para depois efetuar uma síntese.

Se tomarmos uma decisão apenas pela intuição e de maneira global, a tendência é que determinemos todos os fatores como úteis e que tanto maior a quantidade de dados, melhor a acurácia da solução. Esse fato pode nos levar a ter uma abordagem errônea do problema e conduzir a resultados inconsistentes. A análise qualitativa mostra-se importante na delineação do problema.

O método pode ser utilizado para diversas aplicações, desde ferramenta para análise de implantação de parques públicos em Larkana (CHANDIO, 2011), como suporte para composição de um plano para uso do solo em Dhaka (ULLAH, 2014), ou até para a formação de diretrizes em políticas públicas de renovação urbana em Hong Kong (LEE, 2007).

A eficiência da comparação para o julgamento da importância de fatores é fundamentada em pesquisas da psicologia cognitiva humana. Segundo Blumenthal, o julgamento absoluto é a identificação da magnitude de alguns estímulos simples, enquanto o julgamento comparativo é a identificação da relação entre dois estímulos apresentados ao observador. Julgamentos absolutos envolvem a relação de um único estímulo e alguma informação capturada na memória de curto prazo, informação sobre alguma forma de comparação ou sobre alguma escala experimentada anteriormente. Para formar um julgamento entre dois estímulos, uma pessoa deve comparar uma impressão imediata com uma impressão na memória (BLUMENTHAL apud SAATY, 1977).

O processo sistemático consiste nos seguintes passos:

- Definição do problema e o tipo de conhecimento envolvido.
- Estruturação da hierarquia a partir do objetivo, desenvolvendo uma perspectiva ampla do problema a partir de critérios e subcritérios.
- Construção de um conjunto matricial de comparação em pares, onde cada elemento de um grau hierárquico é comparado com os outros elementos do mesmo conjunto.
- Análise da consistência lógica dos julgamentos, a partir de uma análise matemática do Índice de Consistência e da Razão de Consistência.
- Usar os pesos dos critérios superiores para ponderar os pesos dos critérios de um nível inferior.

Formulação Matemática

Denotamos as n alternativas, ou n fatores para avaliação por $\{A_1, A_2, \dots, A_n\}$, seus respectivos pesos por $\{w_1, w_2, \dots, w_n\}$, e a matriz da proporção entre seus respectivos pesos por:

$$W = [w_i/w_j] = \begin{pmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{pmatrix}$$

A matriz da comparação em pares

$$A = [a_{ij}] = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1j} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2j} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ 1/a_{1j} & 1/a_{2j} & \dots & a_{jj} & \dots & a_{jn} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1/a_{jn} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

representa a intensidade da preferência entre um par de fatores A_i e A_j , geralmente em uma escala que varia de $(1/9, 1/8, \dots, 8, 9)$, apresentada na Tabela 11.

Tabela 11: Pesos Relativos Entre os Fatores A_i e A_j

Escala numérica	Escala verbal	Explicação
1	Ambos elementos são de igual importância.	Ambos elementos contribuem com a propriedade de igual forma.
3	Moderada importância de um elemento sobre o outro.	A experiência e a opinião favorecem um elemento sobre o outro.
5	Forte importância de um elemento sobre o outro.	Um elemento é fortemente favorecido sobre o outro.
7	Importância muito forte de um elemento sobre o outro.	Um elemento é muito fortemente favorecido sobre o outro.
9	Extrema importância de um elemento sobre o outro.	Um elemento é favorecido pelo menos com uma ordem de magnitude de diferença.
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre as opiniões adjacentes.	Usados como valores de consenso entre as opiniões.
Incremento 0,1	Valores intermediários na graduação mais fina de 0,1.	Usados para graduações mais finas das opiniões.

Fonte: elaboração própria

O objetivo é, a partir da matriz $A = [a_{ij}]$, obter os pesos $\{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ relacionados a cada um dos fatores. Segundo o teorema de Perron-Frobenius, se uma matriz é quadrada, não negativa e primitiva ($A^k > 0$ para algum k), um de seus autovalores λ_{\max} é positivo e maior ou igual em valores absolutos do que seus outros autovalores, e existe um autovetor w correspondente àquele autovalor da equação característica:

$$Aw = \lambda_{\max}w$$

Se a matriz $A = [a_{ij}]$ for totalmente consistente, então ela será igual a matriz $W = [w_i/w_j]$. Porém, como a análise entre os pares é subjetiva, existem inconsistências entre a relação dos fatores. Segundo Saaty, a avaliação da consistência da matriz é dada por um Índice de Consistência - CI, dado por:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

E a Razão de Consistência - CR é dada por:

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Onde RI é o Índice de Consistência para uma matriz randômica.

É desejável que o valor da Razão de Consistência seja menor ou igual a 0,1, procedendo-se com refinamentos dos julgamentos caso o valor exceda esse limite.

ANEXO II: AHP – Matrizes da Análise Macro

Tabela 12: Matriz de Julgamentos do Nível Hierárquico Superior – Análise Macro

	Integridade da rede viária	Diversidade de uso do solo	Escolas	Segurança	Acesso ao transporte público
Integridade da rede viária	-	0,20	0,33	4	0,25
Diversidade de uso do solo	5	-	5	5	3
Escolas	3	0,20	-	5	0,33
Segurança	0,25	0,20	0,2	-	0,20
Acesso ao transporte público	4	0,33	3	5	-

Fonte: elaboração própria

Tabela 13: Matriz de Julgamentos – Integridade da Rede Viária

	Declividade média das vias	Densidade de extensão da rede viária por área	Dens. de nós intersectantes da rede viária por extensão viária	Dens. de nós intersectantes da rede viária por área
Declividade média das vias	-	7	2	3
Densidade de extensão da rede viária por área	0,14	-	0,20	0,20
Dens. de nós intersectantes da rede viária por extensão viária	0,50	5	-	3
Dens. de nós intersectantes da rede viária por área	0,33	5	0,33	-

Fonte: elaboração própria

Tabela 14: Matriz de Julgamentos – Diversidade do Uso do Solo

	Índice de entropia	Proporção de área construída de usos coletivos	Proporção de área construída de uso residencial	Proporção de área construída de uso não residencial
Índice de entropia	-	5,00	7,00	5,00
Proporção de área construída de usos coletivos	0,20	-	5,00	1,00
Proporção de área construída de uso residencial	0,14	0,20	-	0,20
Proporção de área construída de uso não residencial	0,20	1,00	5,00	-

Fonte: elaboração própria

Tabela 15: Matriz de Julgamentos – Escolas

	Número de matrículas de crianças por área	Número de matrículas de jovens por área	Número de matrículas de adultos por área
Número de matrículas de crianças por área	-	1,00	7,00
Número de matrículas de jovens por área	1,00	-	7,00
Número de matrículas de adultos por área	0,14	0,14	-

Fonte: elaboração própria

Tabela 16: Matriz de Julgamentos – Segurança

	Fator de segurança dos deslocamentos a pé por extensão viária	Fator de segurança dos deslocamentos a pé por área
Fator de segurança dos deslocamentos a pé por extensão viária	-	0,33
Fator de segurança dos deslocamentos a pé por área	3,00	-

Fonte: elaboração própria

Tabela 17: Matriz de Julgamentos – Acesso ao Transporte Público

	Veículos por extensão viária	Capacidade de transporte público por extensão viária	Veículos por área urbanizada	Capacidade de transporte público por área urbanizada	Paradas de transporte público por extensão viária	Capacidade de transporte público por população residente
Veículos por extensão viária	-	0,20	3,00	1,00	5,00	0,14
Capacidade de transporte público por extensão viária	5,00	-	5,00	3,00	5,00	0,33
Veículos por área urbanizada	0,33	0,20	-	0,25	1,00	0,11
Capacidade de transporte público por área urbanizada	1,00	0,33	4,00	-	4,00	0,20
Paradas de transporte público por extensão viária	0,20	0,20	1,00	0,25	-	0,12
Capacidade de transporte público por população residente	7,00	3,00	9,00	5,00	8,00	-

Fonte: elaboração própria

ANEXO III: AHP – Matriz da Análise Micro

Tabela 18: Matriz de julgamentos do IA-micro

	Largura das calçadas	Qualidade do pavimento das calçadas	Continuidade de calçadas	Estreiteza do leito carroçável	Cobertura vegetal das calçadas	Sinalização para pedestres	Fachada ativa	Existência de calçadas
Largura das calçadas	-	0,2	0,143	0,33	0,2	0,2	0,11	1
Qualidade do pavimento das calçadas	5	-	0,33	1	1	1	0,2	6
Continuidade de calçadas	7	3	-	5	3	1	1	8
Estreiteza do leito carroçável	3	1	0,2	-	0,25	1	0,14	4
Cobertura vegetal das calçadas	5	1	0,33	4	-	1	0,2	5
Sinalização para pedestres	5	1	1	1	1	-	0,5	0,4
Fachada ativa	9	5	1	7	5	2	-	8
Existência de calçadas	1	0,17	0,125	0,25	0,2	0,25	0,125	-

Fonte: elaboração própria

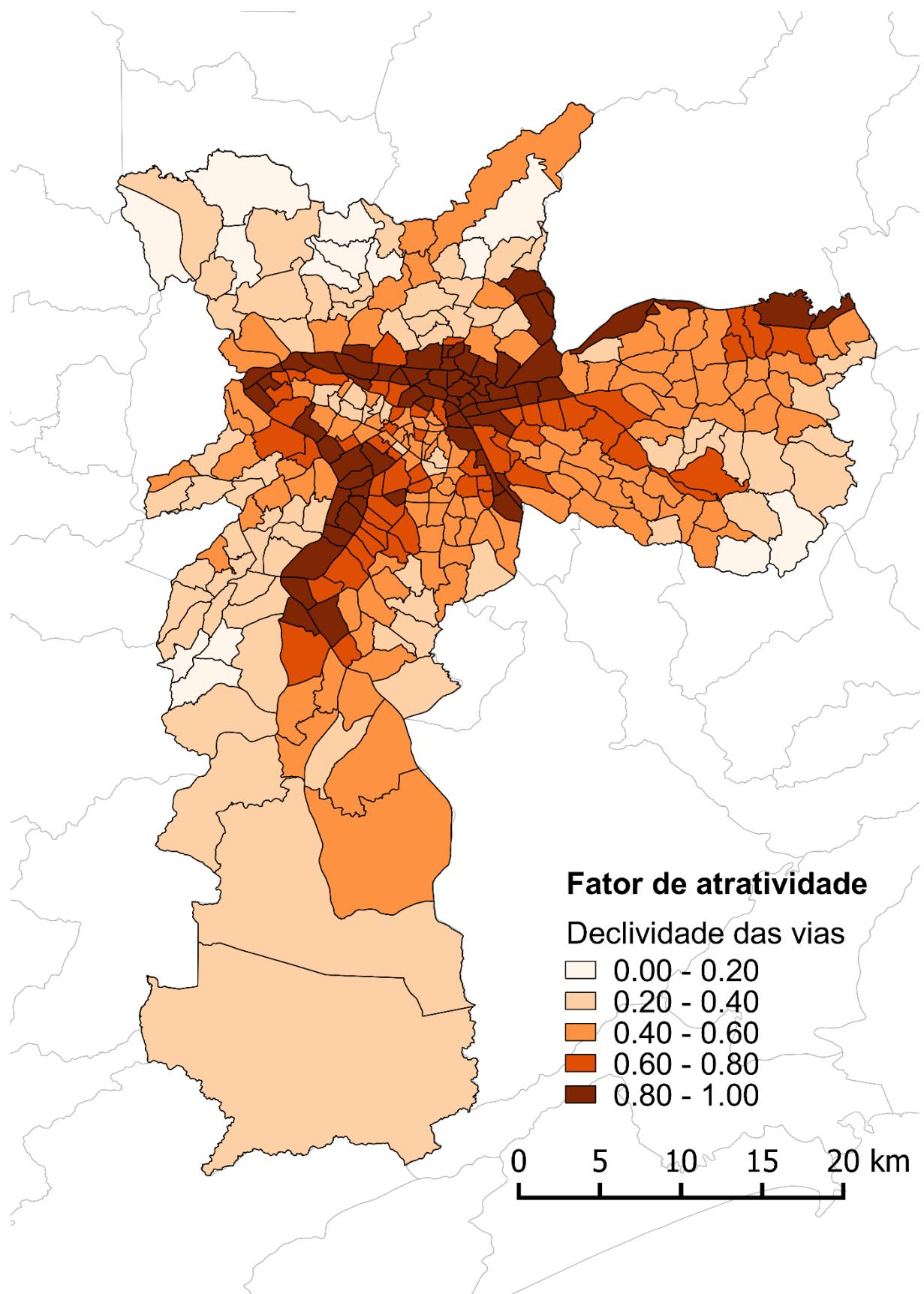
ANEXO IV: IA-macro – Obtenção dos fatores de atratividade macro do ambiente construído

A seguir apresentam-se os resultados obtidos a partir da análise macro do ambiente construído. A partir do valor absoluto de cada item, obtido de acordo com 4.2 PROCESSAMENTO DOS DADOS, calculou-se fatores para cada um dos itens pela normalização desses valores.

Destaca-se que nos dados relativos à segurança, devido à alta concentração de acidentes fatais em algumas zonas OD, pela simples normalização obtivemos grandes disparidades entre algumas regiões e o restante da cidade. Para tentar homogeneizar a análise, procedeu-se com a divisão dos acidentes fatais de cada zona pela mediana dos acidentes fatais em São Paulo, e limitou-se o valor máximo a 2. Então, procedeu-se com a normalização.

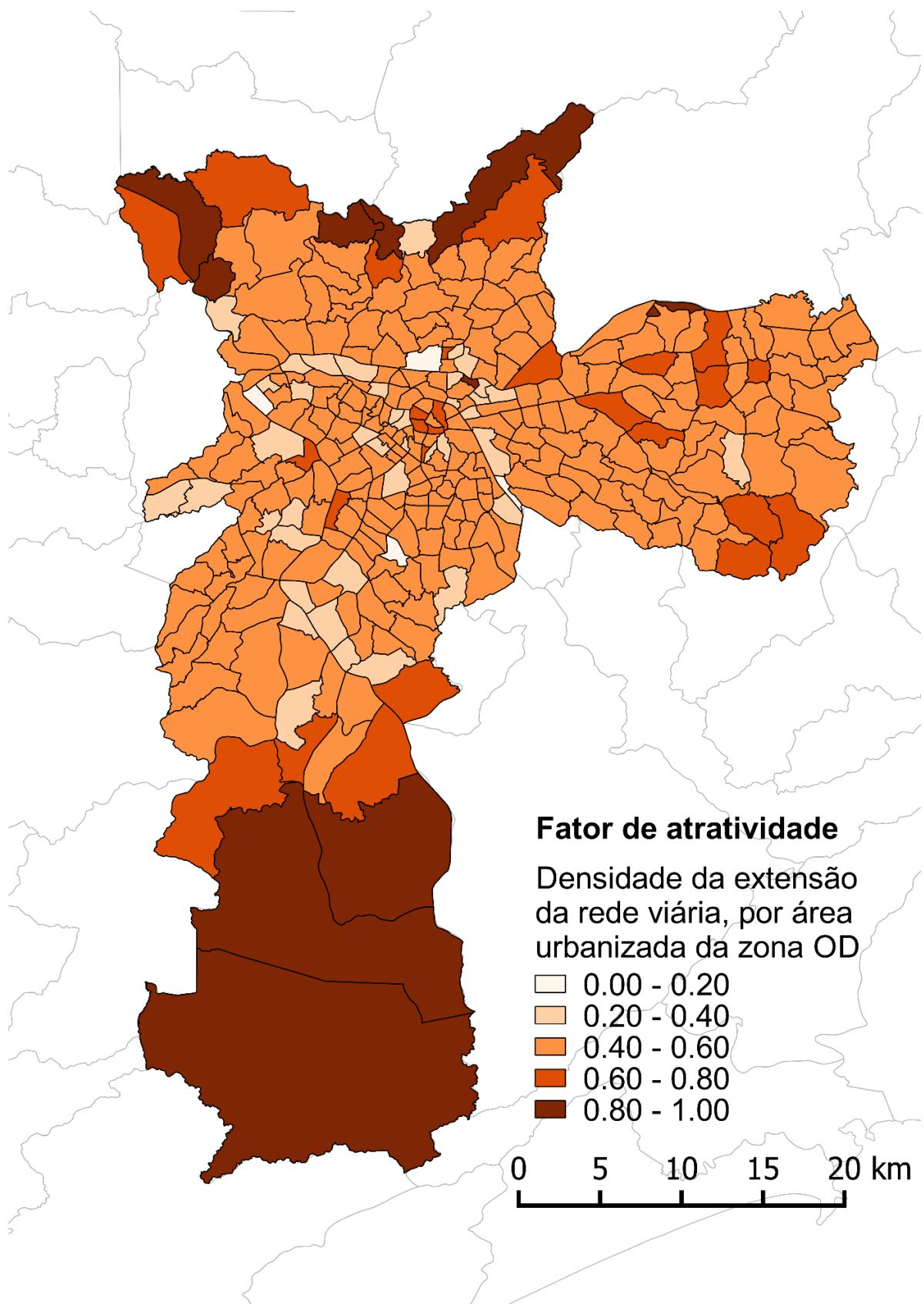
Os mapas resultantes de cada uma das análises realizadas estão apresentados na sequência.

Figura 49: Mapa do fator da Declividade Média das Vias das Zonas OD.



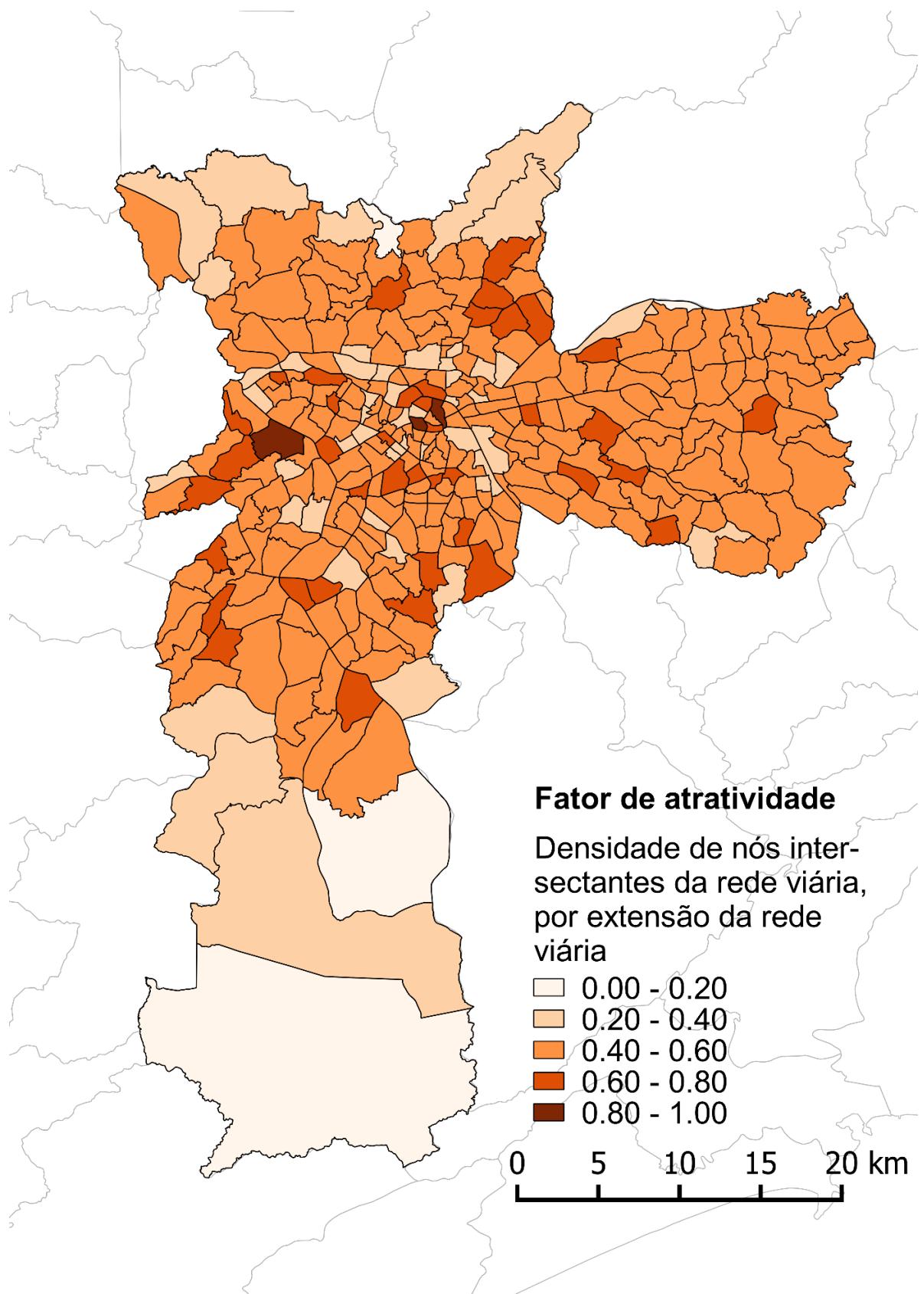
Fonte: elaboração própria, com dados do Metrô (2008), CEM (2014) e CDHU (2009).

Figura 50: Mapa do fator da Densidade de Extensão da Rede Viária por Área Urbanizada da OD.



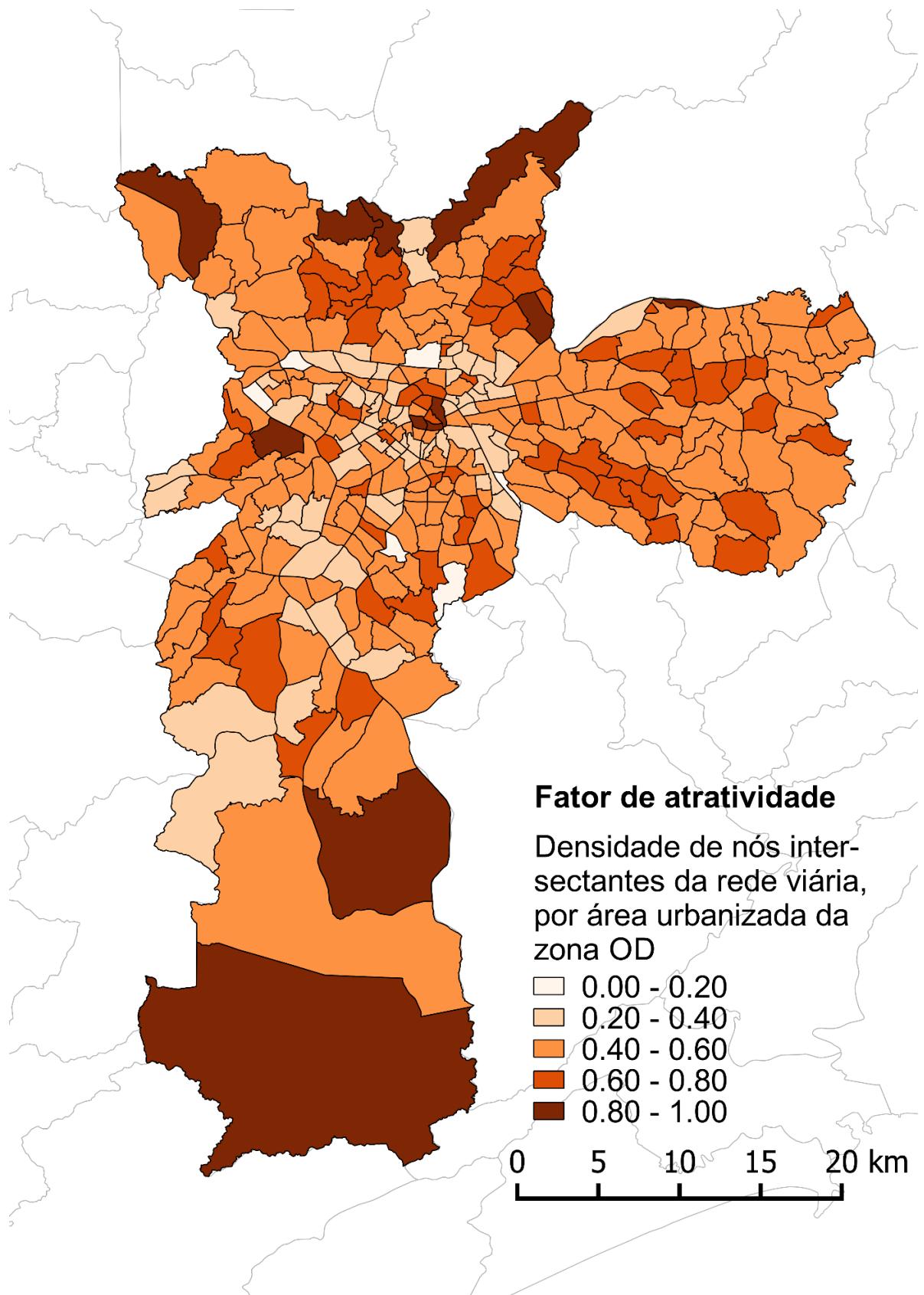
Fonte: elaboração própria, com dados do Metrô (2008) e OSM (2015).

Figura 51: Mapa do fator da Densidade de Nós Intersectantes da Rede Viária por Extensão da Rede.



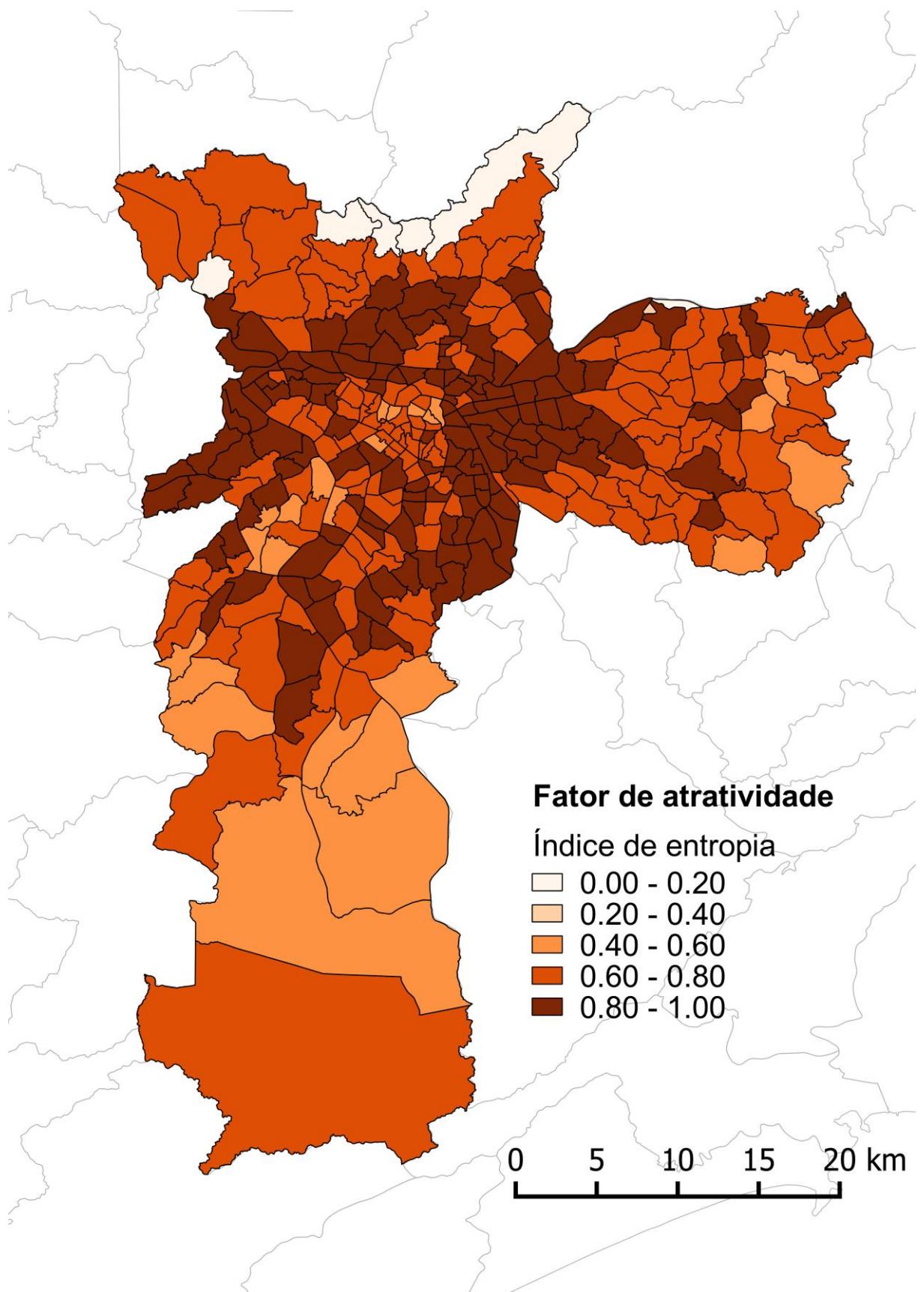
Fonte: elaboração própria, com dados do Metrô (2008) e OSM (2015).

Figura 52: Mapa do fator da Densidade de Nós Intersectantes da Rede Viária por Área de Zona OD.



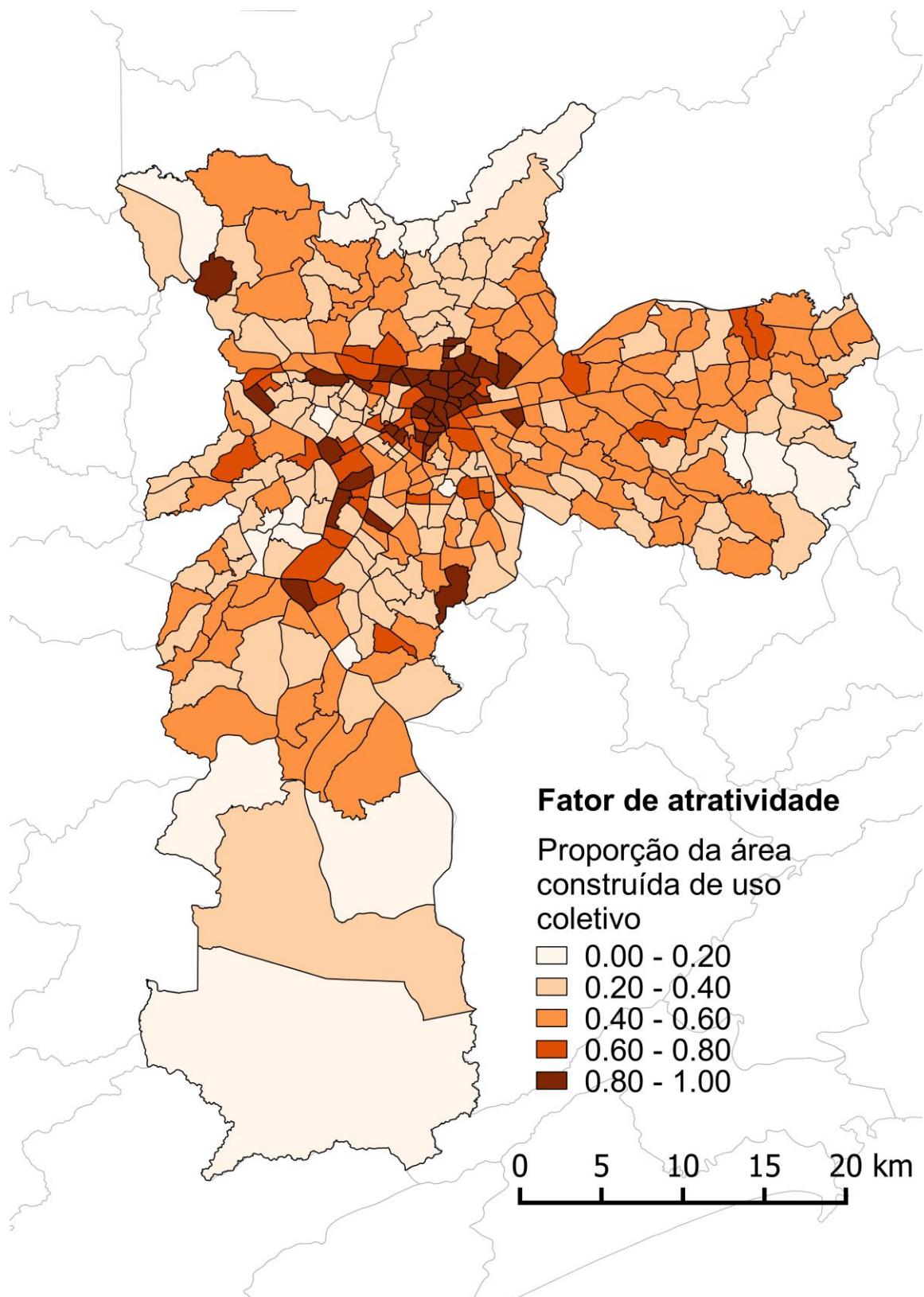
Fonte: elaboração própria, com dados do Metrô (2008) e OSM (2015).

Figura 53: Mapa do Índice de entropia por zona OD.



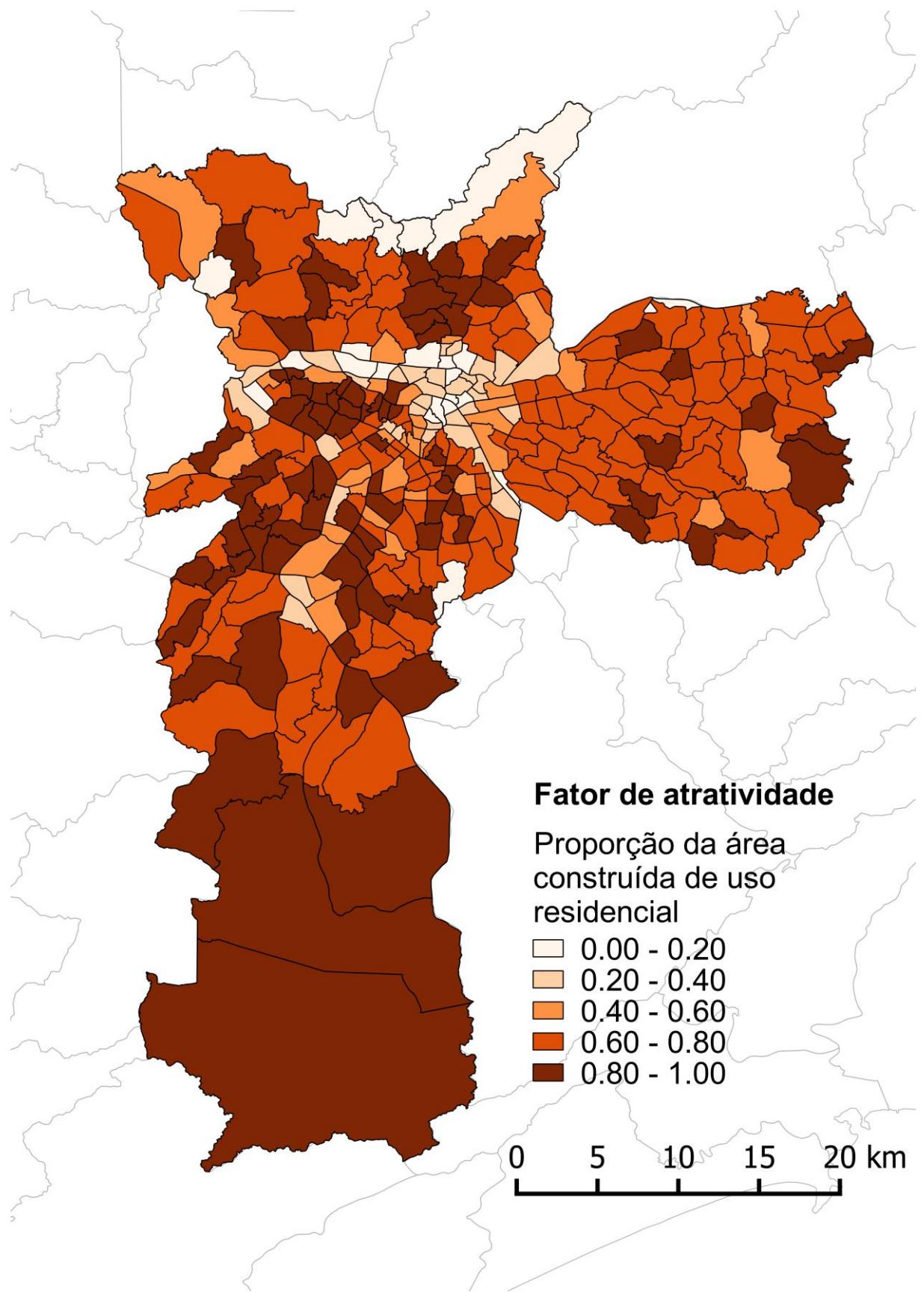
Fonte: elaboração própria, com dados do Metrô (2008) e Prefeitura de São Paulo (2012).

Figura 54: Mapa do fator da Proporção de área construída de usos coletivos, compreendendo: comércio e serviços horizontal, comércio e serviços vertical, uso escola e uso coletivo.



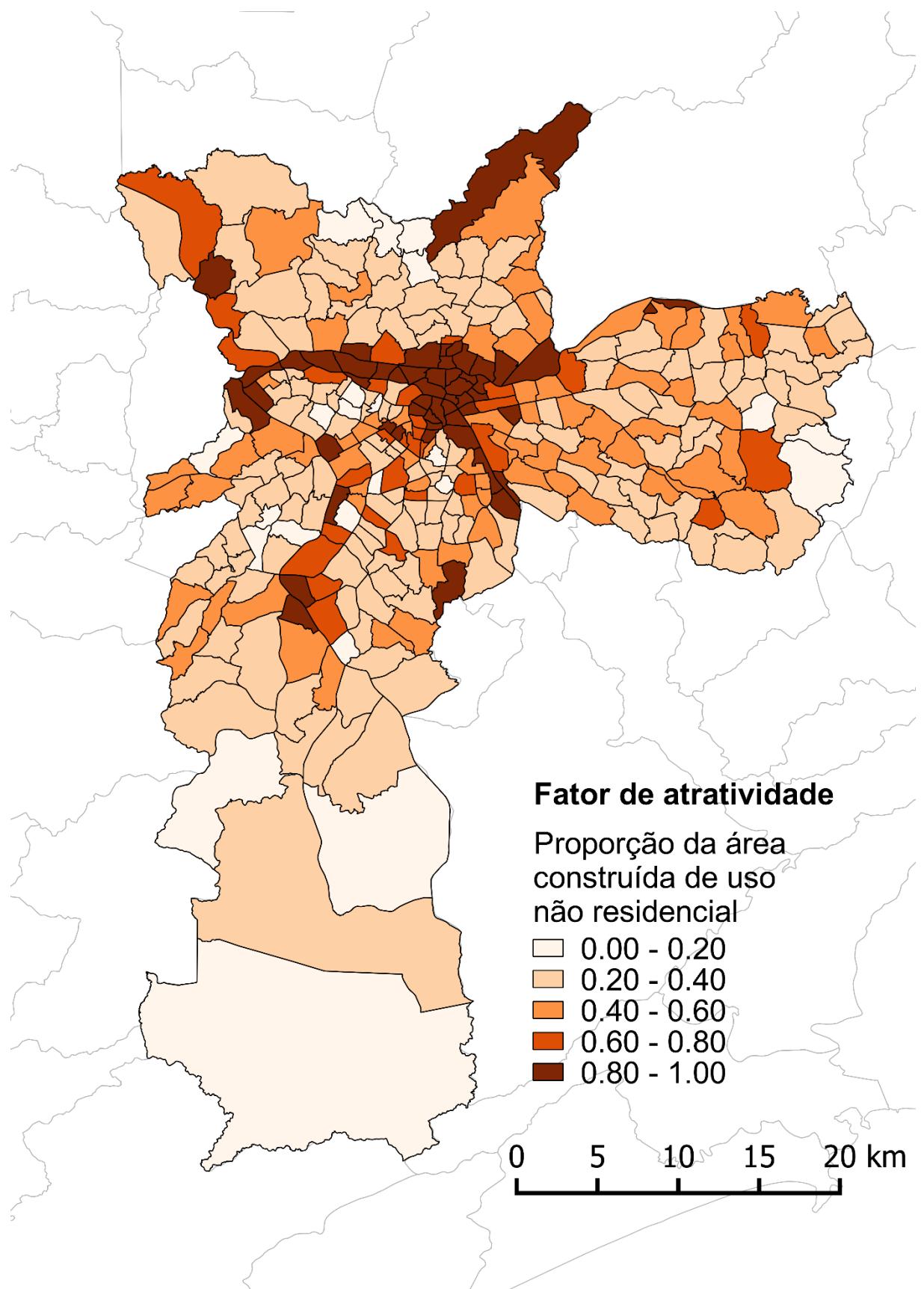
Fonte: elaboração própria, com dados do Metrô (2008) e Prefeitura de São Paulo (2012).

Figura 55: Mapa do fator da Proporção de área construída de uso residencial.



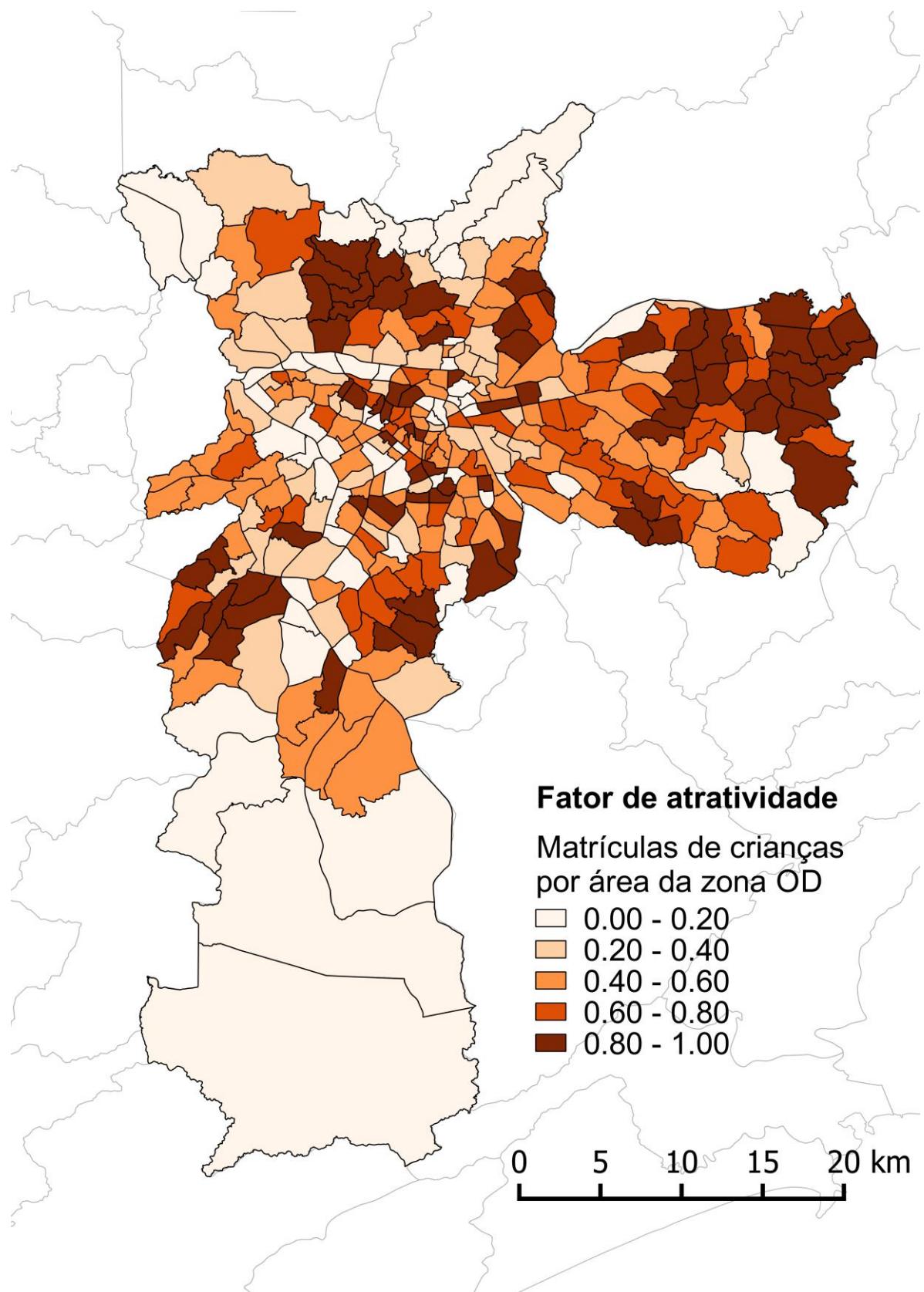
Fonte: elaboração própria, com dados do Metrô (2008) e Prefeitura de São Paulo (2012).

Figura 56: Mapa do fator da Proporção de área construída de uso não residencial.



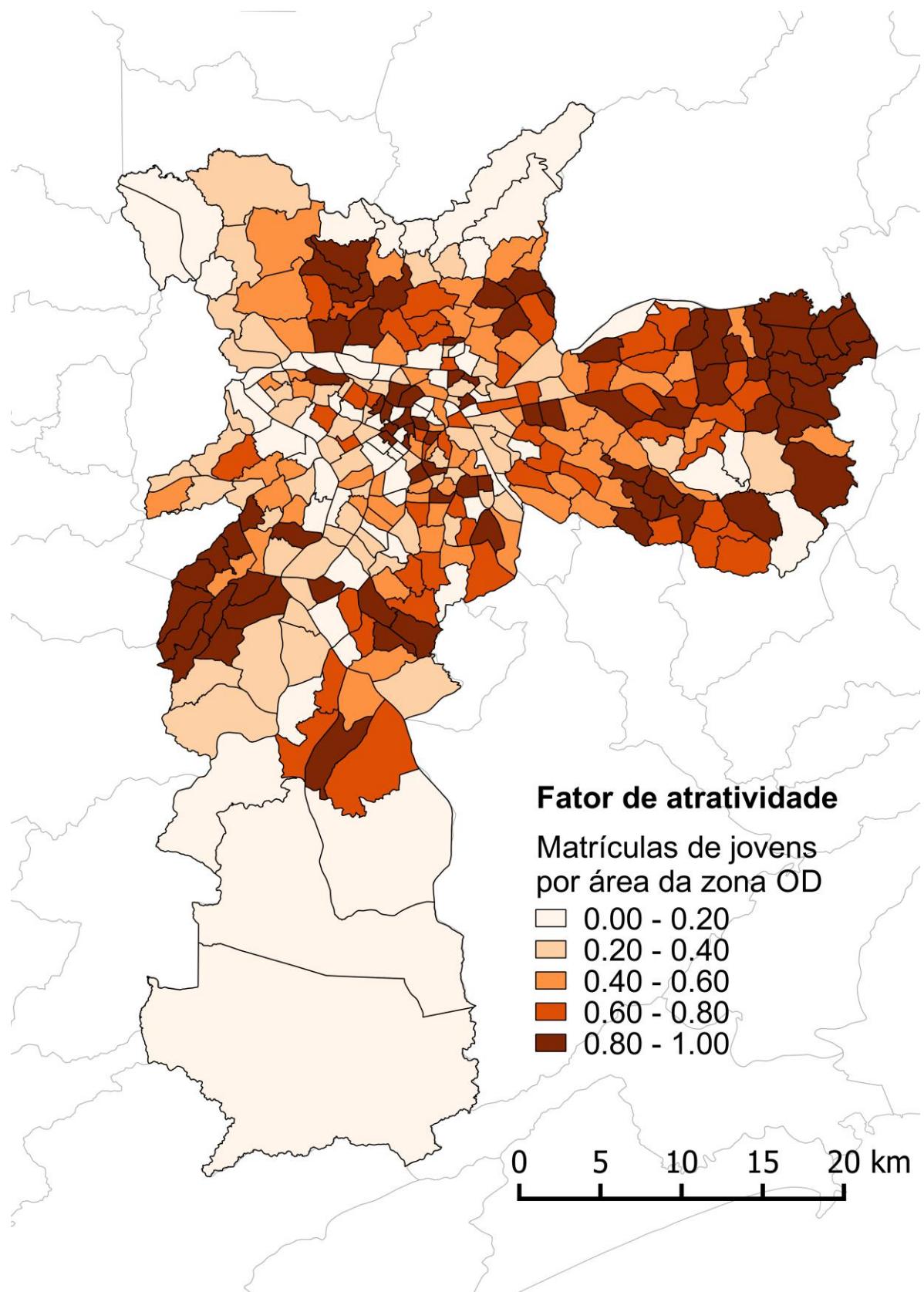
Fonte: elaboração própria, com dados do Metrô (2008) e Prefeitura de São Paulo (2012).

Figura 57: Mapa do fator do número de matrículas de crianças (alunos de creche e pré-escola) por área de zona OD, em km².



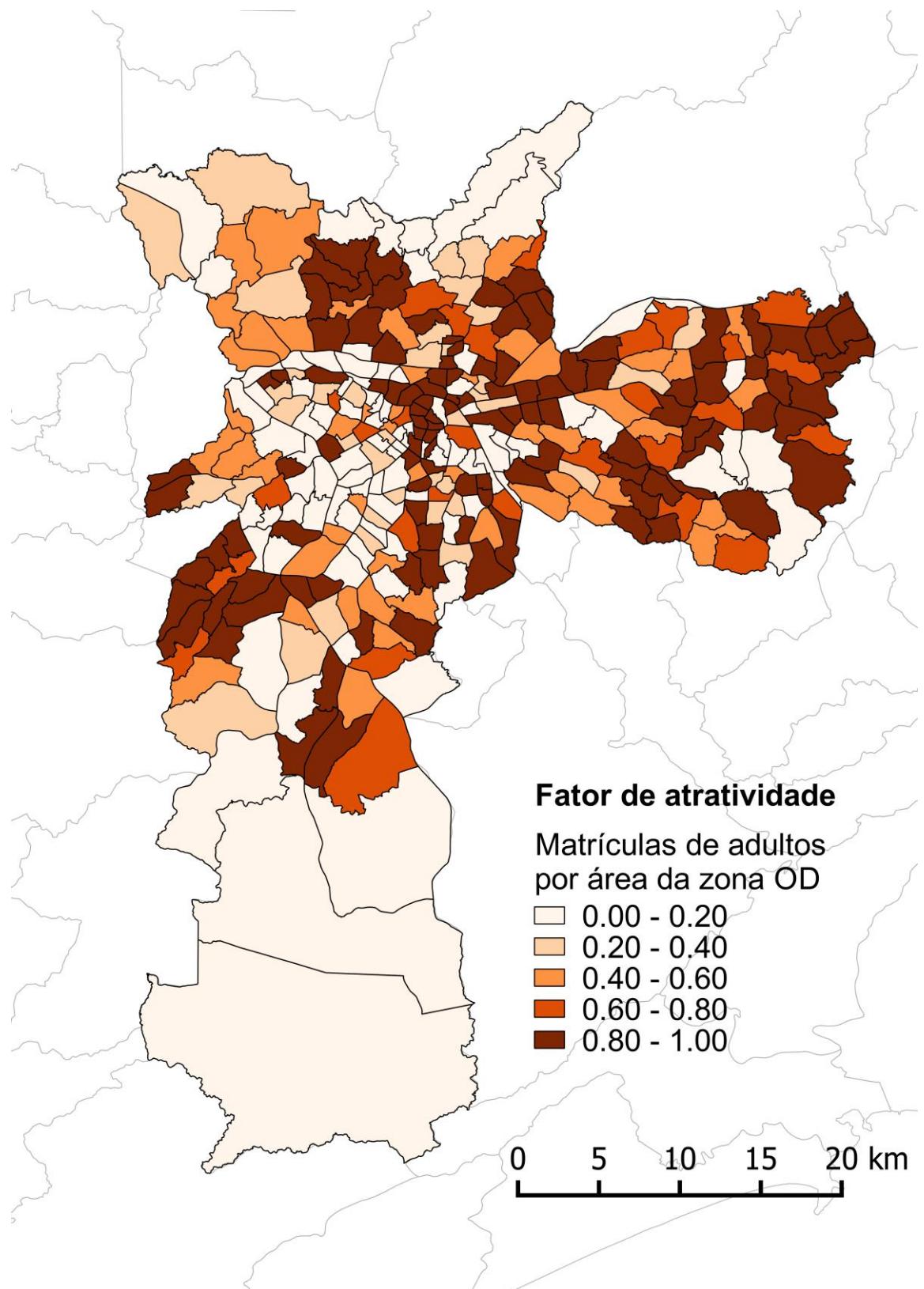
Fonte: elaboração própria, com dados do Metrô (2008) e Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2013).

Figura 58: Mapa do fator do número de matrículas de jovens (alunos de educação especial, ensino fundamental e ensino médio) por área de zona OD, em km².



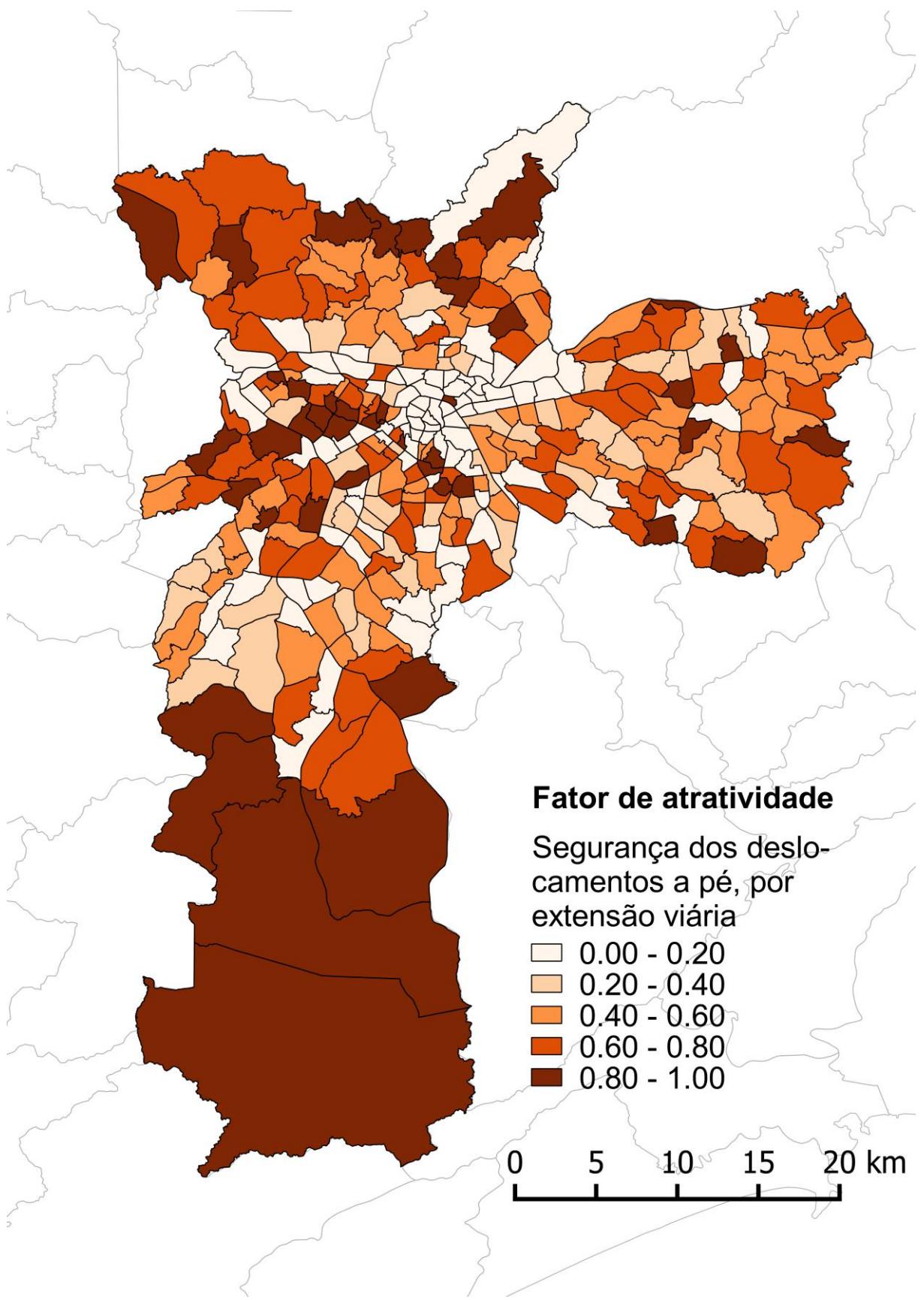
Fonte: elaboração própria, com dados do Metrô (2008) e Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2013).

Figura 59: Mapa do fator do número de matrículas de adultos (alunos de educação profissional, educação de jovens e adultos, educação complementar e atendimento educacional especializado) por área de zona OD, em km².



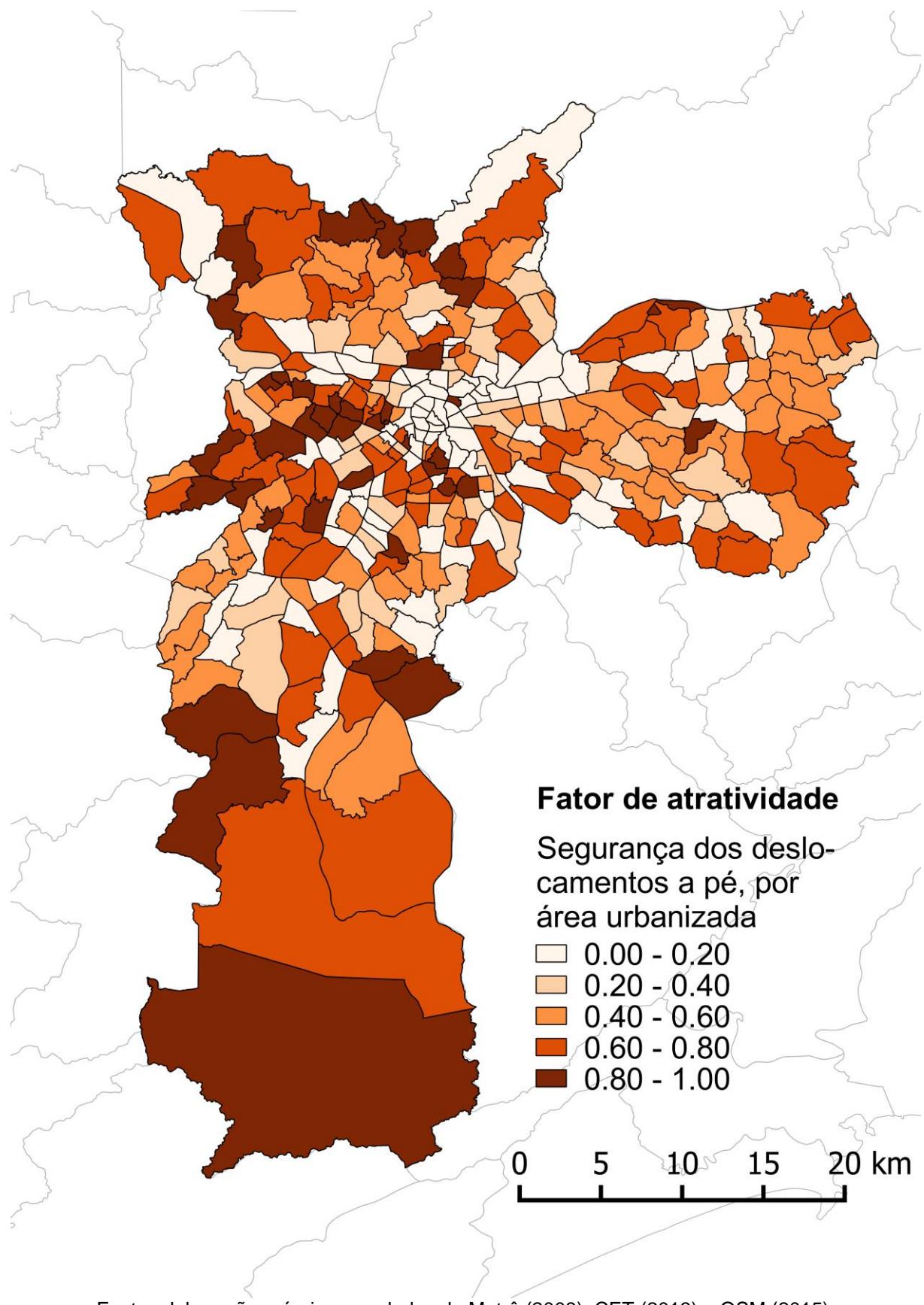
Fonte: elaboração própria, com dados do Metrô (2008) e Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2013).

Figura 60: Mapa do Fator de segurança dos deslocamentos a pé por extensão viária.



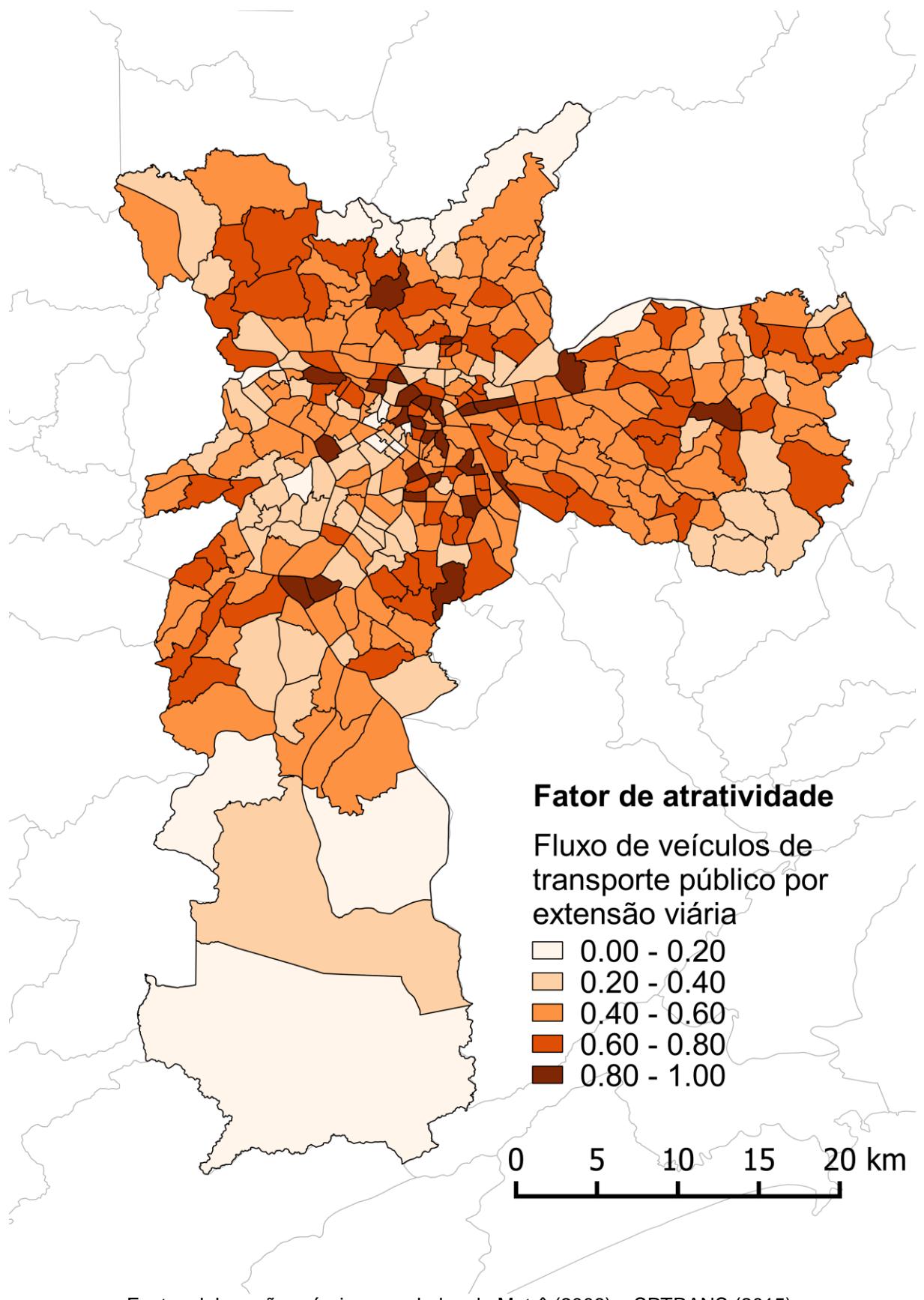
Fonte: elaboração própria, com dados do Metrô (2008), CET (2013) e OSM (2015).

Figura 61: Mapa do Fator de segurança dos deslocamentos a pé por área urbanizada.



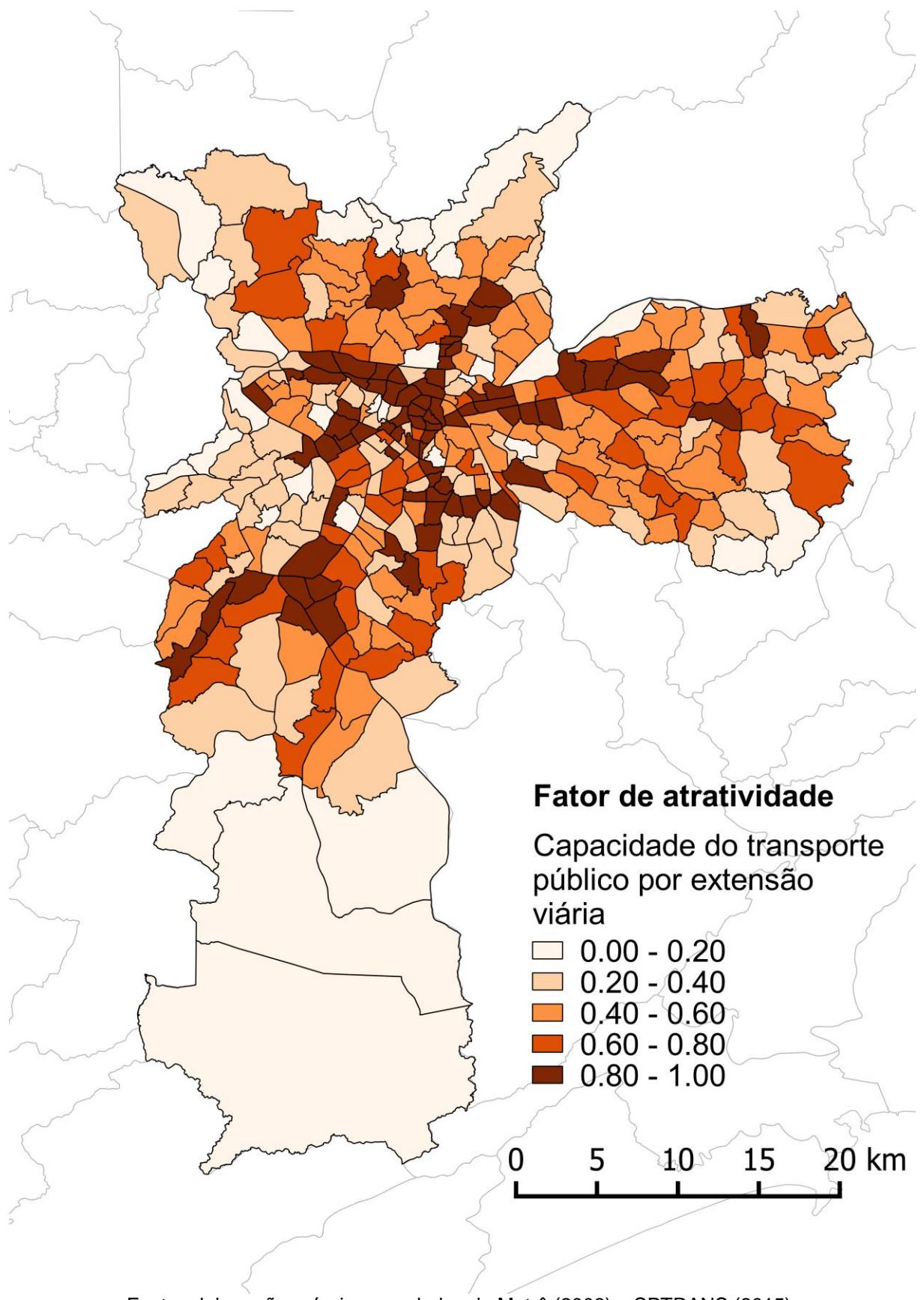
Fonte: elaboração própria, com dados do Metrô (2008), CET (2013) e OSM (2015).

Figura 62: Mapa do fator do fluxo de veículos por hora por extensão viária.



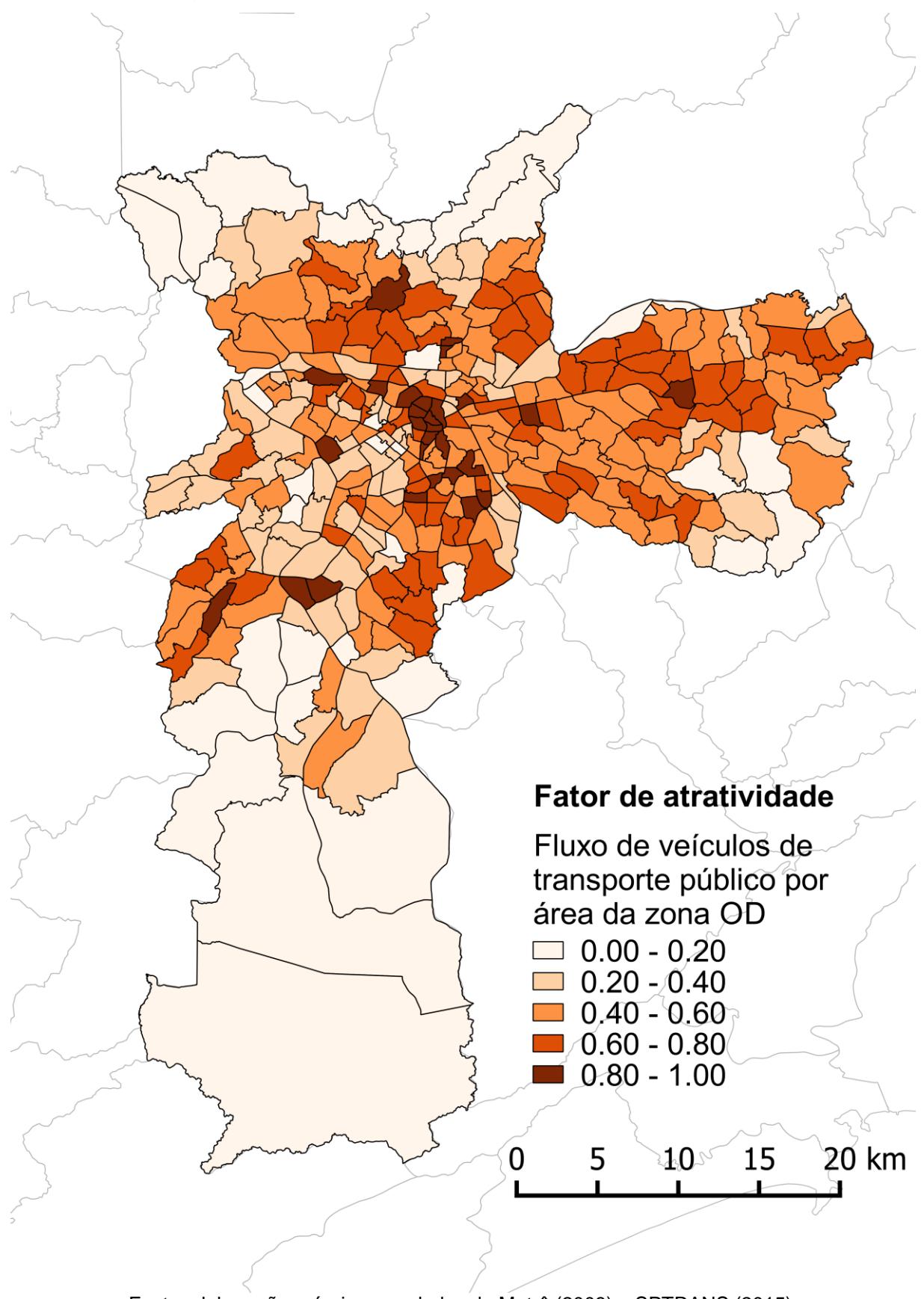
Fonte: elaboração própria, com dados do Metrô (2008) e SPTRANS (2015).

Figura 63: Mapa do fator da Capacidade de transporte público por extensão viária.



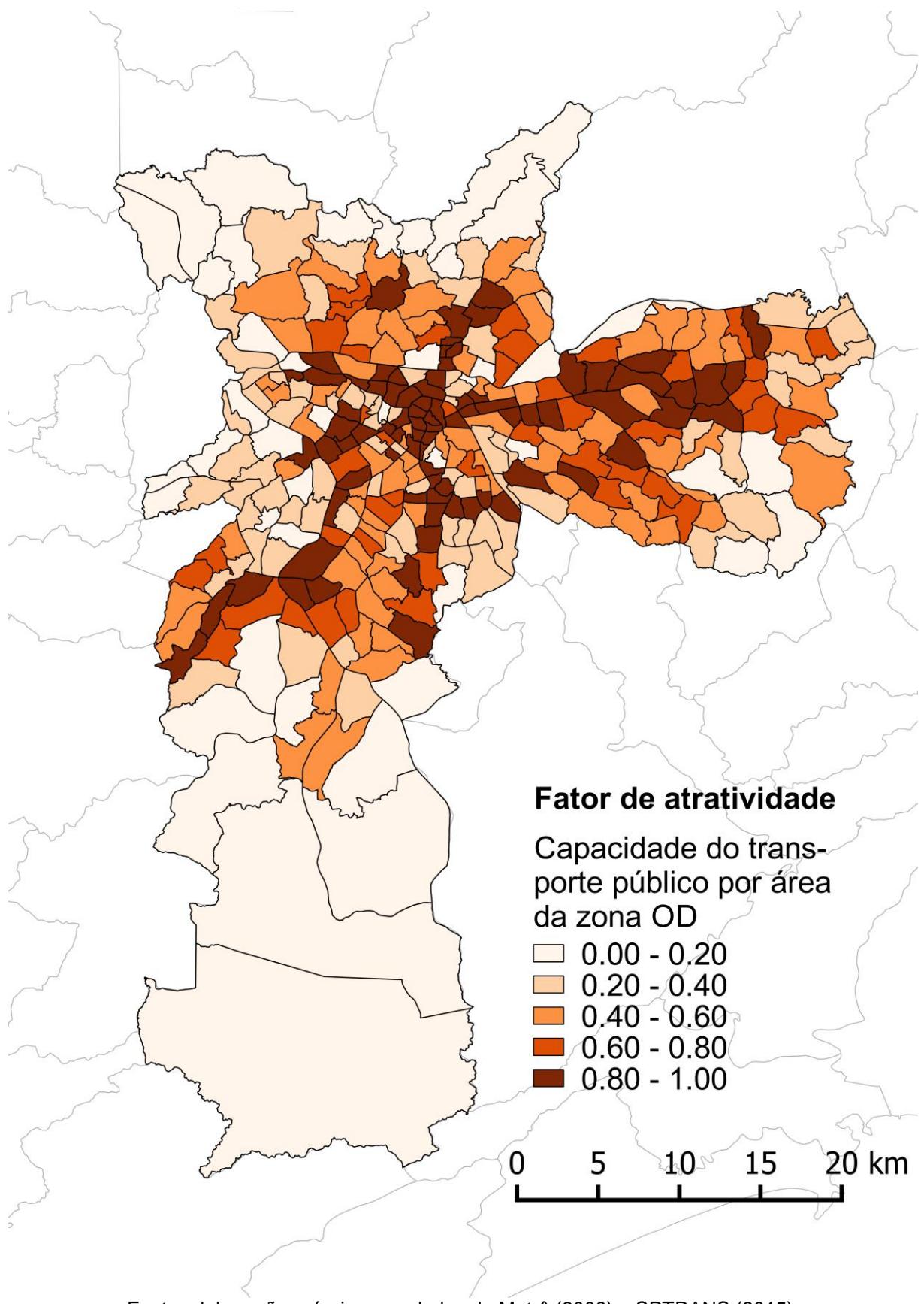
Fonte: elaboração própria, com dados do Metrô (2008) e SPTRANS (2015).

Figura 64: Mapa do fator do Fluxo de veículos por área.



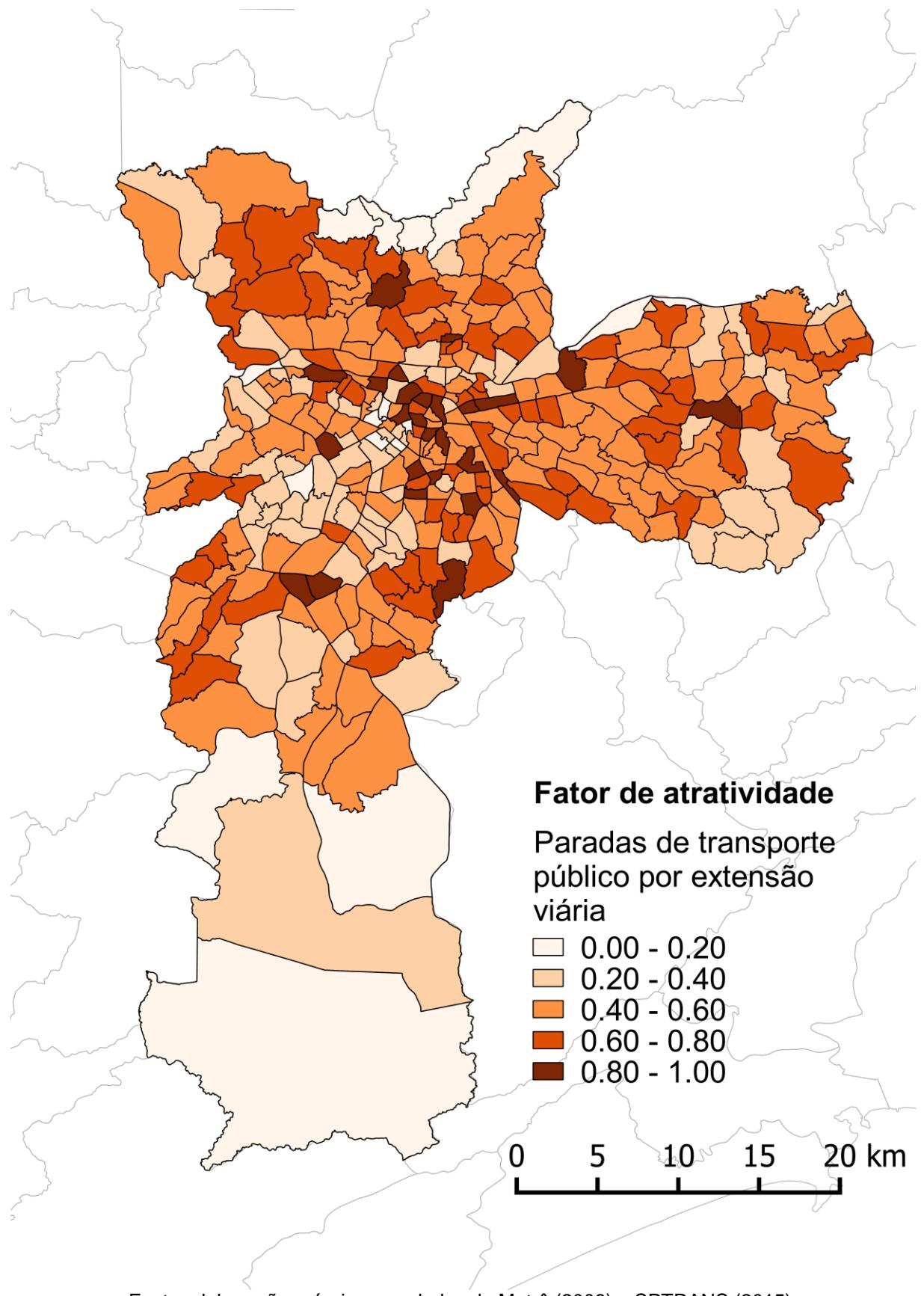
Fonte: elaboração própria, com dados do Metrô (2008) e SPTRANS (2015).

Figura 65: Mapa do fator da Capacidade de transporte público por área.



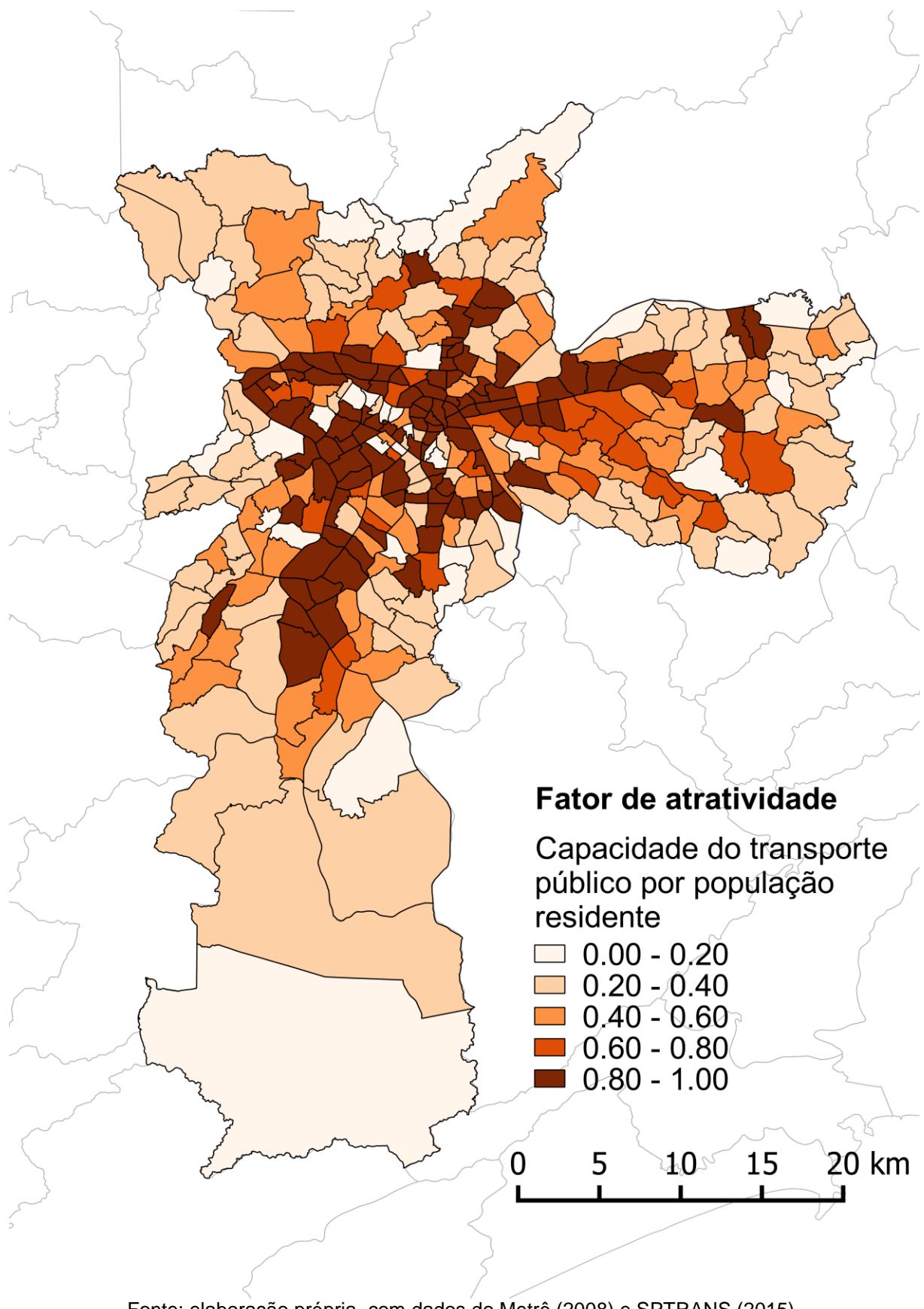
Fonte: elaboração própria, com dados do Metrô (2008) e SPTRANS (2015).

Figura 66: Mapa do fator das Paradas de transporte público por extensão viária.



Fonte: elaboração própria, com dados do Metrô (2008) e SPTRANS (2015).

Figura 67: Mapa do fator da Capacidade de transporte público por população residente da zona OD.



Fonte: elaboração própria, com dados do Metrô (2008) e SPTRANS (2015).